

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE SAAD DAHLEB BLIDA 1

FACULTE DE TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT DE MECANIQUE



Projet de Fin d'Etudes

Pour l'obtention de Diplôme de Master en Génie Mécanique

Spécialité Energétique

# Etude et performance thermique d'un logement situé à chebli

Réalisé par :

Mr SEGHIER Kheireddine

Mr YAICH ACHOUR Zakaria

Encadré par :

Dr SAMI MECHERI Sabrina

Soutenu le 26 / 06 / 2024 devant un jury composé de :

Mr. Benarouss

President

Mr. Hadji

Examineur

Mme. Sabrina Sami

MRA

CDER

Encadrant

Promotion : 2023/2024

## DÉDICACES

Je dédie ce mémoire à toutes les personnes qui ont joué un rôle important dans ma vie et dans la réalisation de ce travail.

À mon grand-père, Mohammed, dont la sagesse, la générosité et l'amour m'ont toujours inspiré. Ta présence bienveillante et tes précieux conseils ont été une source inépuisable de motivation et de force pour moi.

À mes parents, pour leur soutien inconditionnel et leur amour indéfectible tout au long de mon parcours. Vous avez toujours cru en moi, même dans les moments de doute, et sans vous, ce projet n'aurait pas été possible.

À mes amis, pour leurs encouragements, leur aide et leurs conseils avisés. Votre soutien a été essentiel pour mener à bien cette recherche.

Et enfin, à tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce mémoire, je vous dédie ce travail avec gratitude et reconnaissance.

**SEGHIER Kheireddine**

Je dédie cet humble et modeste travail avec grand amour, sincérité et fierté :

À mes chers parents, pour leur amour infini, leur soutien inconditionnel et leurs encouragements constants. Vous êtes mes piliers et ma source d'inspiration.

À mes professeurs et encadrants, pour leur expertise, leurs conseils éclairés et leur patience qui m'ont permis de grandir académiquement et personnellement.

À mes amis et proches, pour leur encouragement constant, leurs mots d'encouragement et leur compréhension lors des moments de doute.

À toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce mémoire, je vous adresse ma profonde gratitude.

Que ce travail soit le témoignage de tout ce que j'ai appris, de tout ce que j'ai accompli, et de toutes les personnes merveilleuses qui ont croisé ma route.

À la prochaine étape de ma vie, que je commence avec optimisme et détermination, je vous remercie tous du fond du cœur.

**YAICH ACHOUR Zakaria**

## **REMERCIEMENTS**

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

Tout d'abord, je souhaite remercier chaleureusement mon directeur de mémoire, Mme Sami Sabrina, pour son soutien inébranlable, ses conseils avisés et sa disponibilité tout au long de ce projet. Ses encouragements et son expertise ont été essentiels pour mener à bien cette recherche.

Mes remerciements s'adressent aussi à mes professeurs et à l'ensemble du corps enseignant du département de mécanique pour m'avoir transmis des connaissances et des compétences indispensables à la réalisation de ce travail.

Un grand merci à mes amis, pour leurs encouragements constants et leur aide précieuse. Leur soutien moral et leurs conseils m'ont été d'une grande aide, surtout dans les moments difficiles.

Enfin, je suis profondément reconnaissant envers ma famille, en particulier mes parents, pour leur amour inconditionnel, leur patience et leur soutien indéfectible tout au long de mes études. Leur présence à mes côtés a été une source inestimable de motivation et de réconfort.

À toutes les personnes, et à tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce mémoire, je vous adresse mes plus sincères remerciements.

**SEGHIER Kheireddine**

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements à toutes les personnes qui ont rendu ce mémoire possible et enrichissant.

Tout d'abord, je suis profondément reconnaissant envers mon directeur de mémoire, Mme Sami Sabrina, pour sa guidance experte, son soutien constant et ses conseils avisés tout au long de ce projet. Votre mentorat a été précieux et a grandement contribué à mon développement académique.

Je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance envers mes professeurs et à l'ensemble du corps du département de mécanique pour leur expertise, leur soutien et leur dévouement tout au long de la réalisation de ce mémoire. Leurs conseils éclairés et leur encouragement ont été essentiels pour affiner mes compétences et enrichir mon travail académique. Merci du fond du cœur pour votre contribution précieuse à mon parcours d'apprentissage.

À mes parents et ma famille, je vous suis infiniment reconnaissant pour votre amour inconditionnel, votre soutien indéfectible et votre patience infinie. Vos encouragements ont été une source constante de motivation.

À mes amis, pour leur soutien moral, leurs encouragements et leur compréhension pendant les moments d'intense travail. Votre amitié a rendu ce parcours plus léger et plus agréable.

Enfin, un grand merci à toutes les personnes qui, par leurs contributions directes ou indirectes, ont contribué à l'aboutissement de ce mémoire. Chaque interaction et chaque conseil ont été précieux.

Ce mémoire représente non seulement une étape académique importante, mais aussi une expérience humaine enrichissante grâce à vous tous. Merci du fond du cœur pour avoir fait partie de cette formidable aventure.

**YAICH ACHOUR Zakaria**

## RÉSUMÉ :

Ce mémoire évalue la performance énergétique d'un logement social Participatif (LSP) à Chebli, en Algérie. L'objectif principal était d'évaluer les performances thermiques de ce logement et de proposer des améliorations pour réduire sa consommation énergétique. Plusieurs aspects clés ont été abordés, notamment la, l'amélioration du vitrage et la gestion des habitudes de l'occupant à travers divers scénarios attribués

Une présentation du logement et les caractéristiques de son enveloppe sont présentées. Des simulations thermiques dynamiques avec Pleiades-Comfie, sont menées pour déterminer les besoins énergétiques. Les résultats présentés et obtenus sont concluants et satisfaisants.

## ABSTRACT :

This dissertation evaluates the energy performance of participatory social housing (LSP) in Chebli, Algeria. The main objective was to evaluate the thermal performance of this accommodation and to propose improvements to reduce its energy consumption. Several key aspects were addressed, including improving glazing and managing occupant habits through various assigned scenarios. A presentation of the accommodation and the characteristics of its envelope are presented. Dynamic thermal simulations with Pleiades-Comfie are carried out to determine energy needs. The results presented and obtained are conclusive and satisfactory.

## ملخص :

هذه الأبحاث تقيّم أداء الطاقة في سكن اجتماعي مشارك في شبلي، الجزائر. الهدف الرئيسي هو تقييم الأداء الحراري لهذا السكن واقتراح تحسينات لتقليل استهلاك الطاقة. تم التطرق إلى عدة جوانب رئيسية، بما في ذلك تحسين النوافذ المزدوجة وإدارة عادات السكان من خلال سيناريوهات متنوعة.

تتضمن هذه الأبحاث عرضاً للسكن وخصائصه. تم إجراء محاكاة حرارية ديناميكية باستخدام بلايدز-كومفي لتحديد احتياجات الطاقة. النتائج التي تم عرضها والتي الحصول عليها هي مقنعة ومرضية.

## SOMMAIRE

Dédicaces	
Remerciements	
Résumé	
Liste des figures .....	9
Liste des tableaux .....	11
Nomenclature .....	12
Abreviations .....	13
<b>Introduction generale</b> .....	<b>14</b>
<b>Chapitre 1: Etat de l’art et problématique</b> .....	<b>16</b>
Introduction .....	17
1.1.la conception bioclimatique .....	17
1.1.1.L'implantation et l'orientation .....	18
1.1.2.L’architecture et la forme (la compacité) .....	19
1.1.3.Disposition des espaces selon les usages .....	19
1.1.4.Choix des matériaux:.....	20
1.1.5.Le confort d’été .....	21
1.1.6.L’isolation thermique .....	23
1.1.7.Les Ponts thermiques .....	24
1.1.8.Confort.....	25
1.1.9.La ventilation .....	26
1.2.L’inertie du batiment .....	26
1.3.Concept sur les bâtiments performants .....	27
1.3.1.Le bâtiment à basse consommation (BBC) ou (basse énergie) .....	27
1.3.2.Le bâtiment « producteur d’énergie » .....	27
1.3.3.Le bâtiment « zéro énergie » .....	27
1.3.4.Le bâtiment « à énergie positive ».....	27
1.3.5.Le bâtiment autonome .....	28
1.3.6.Le bâtiment « passif » .....	28
1.4.La politique energetique en Algerie .....	28

1.4.1.Financement de la maîtrise de l'énergie .....	29
1.4.2.Programme triennal d'efficacité énergétique « 2011 – 2013 » .....	29
1.4.3.Programme quinquennal PNME 2010 - 2014 .....	29
1.4.4.La coopération internationale .....	31
1.4.5.Projet pilote de logement avec efficacité énergétique au CNERIB .....	32
1.4.6.Lutte contre le changement climatique .....	32
1.5.Nouveau programme national sur l'efficacite energetique (2016-2030) .....	32
1.6.Integration du solaire dans le batiment : .....	34
1.7.Problematique.....	37
<b>Chapitre 2: Présentation du projet .....</b>	<b>38</b>
2.1.Introduction .....	39
2.2.Le zonage climatique en Algérie.....	39
2.3.Situation et description de la Mitidja .....	40
2.3.1.Situation géographique.....	40
2.3.2.Localisation du site (Chebli) .....	41
2.4.Les donnees climatiques.....	41
2.4.1.Variation de la température journalière .....	43
2.4.2.Variation du rayonnement global journalière .....	43
2.4.3.Variation du rayonnement solaire moyen mensuel globale.....	44
2.4.4.Variation de la durée d'insolation journalière .....	44
2.4.5.Variation de la température ambiante moyenne mensuelle .....	45
2.5.Presentation du projet.....	45
2.6.Composition des parois du batiment : .....	48
2.7.Les caracteristiques des ouvrants .....	48
<b>Chapitre 3: Resultats et discussion .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1. La démarche de la simulation.....	50
3.1.1.Description des parois .....	50
3.1.2.Les zones thermiques et les scénarios utilisés.....	50
3.1.3.Consigne de thermostat .....	52
3.1.4.Exploitation des résultats .....	53
A/ Simulation hivernale .....	54
3.2.Influence du vitrage .....	55
3.2.1.Simulation sans consigne de thermostat .....	56
B/ Simulation estivale .....	60
3.2.2.Simulations avec consigne de thermostat double vitrage .....	62

3.2.3.Simulation avec un émetteur dans chaque chambre .....	65
<b>Conclusion générale</b> .....	67
<b>REFERENCES</b> .....	68



## LISTE DES FIGURES

Figure 1.1 La course du soleil .....	18
Figure 1.2 Variation du coefficient de forme .....	19
Figure 1.3 Disposition des espaces selon les usages .....	20
Figure 1.4. Les déperditions d'une maison traditionnelle non isolée .....	23
Figure 1.5. Les ponts thermiques .....	24
Figure 1.6 : Répartition des logements ( <b>ECO-BAT</b> ) .....	30
Figure 2.1 : Carte de classification des climats en Algérie selon Köppen .....	39
Figure 2.2 : Situation géographique de la Mitidja (Auteur) .....	40
Figure 2.3 : Situation de la commune de Chebli dans la wilaya de Blida .....	41
Figure 2.4 : Communes limitrophes de la commune de Chebli .....	41
Figure 2.5. Valeurs journalières de la température Max et Min .....	43
Figure 2.6 Moyenne journalière du rayonnement global .....	43
Figure 2.7. Rayonnement moyen globale et diffus .....	44
Figure 2.8. Valeurs mensuelles de la durée d'insolation .....	44
Figure 2.9. Température moyenne mensuelle .....	45
Figure 2.10. Plan du logement réalisé sur Autodesk Revit .....	46
Figure 2.11. Façade avant du bloc étudiant .....	47
Figure 2.12. Façade avant du bloc étudiant .....	47
Figure 3.1 : Caractéristiques des parois verticales.....	50
Figure 3.2 : Caractéristiques des parois horizontales.....	50
Figure 3.3 : Scénario d'occupation des chambres.....	50
Figure 3.4 : Scénario de consigne de thermostat (chauffage).....	52
Figure 3.5 : Scénario de consigne de thermostat (climatisation).....	53
Figure 3.6 : Evolution de température en hiver (La semaine la plus froide).....	54
Figure 3.7 : évolution de température en été (La semaine la plus chaude).....	55
Figure 3.8 : évolution de température en été avec ventilation nocturne.....	56
Figure 3.9 : évolution la puissance de chauffage en hiver (La semaine la plus froide)....	57
Figure 3.10 : évolution la puissance de climatisation en été 24h/24h (La semaine la plus chaude).....	58
Figure 3.11 : évolution la puissance de climatisation en été de nuit.....	58
Figure 3.12 : évolution la puissance de climatisation durant le jour avec une ventilation	

nocturne .....	61
Figure 3.13 : évolution de température hivernale avec double vitrage.....	54
Figure 3.14 : évolution de température estivale avec double vitrage.....	
Figure 3.15 : évolution la puissance de chauffage en hiver avec double vitrage (La semaine la plus froide).....	62
Figure 3.16 : évolution la puissance de climatisation 24h/24 .....	62
Figure 3.17 : évolution la puissance de climatisation de nuit.....	63
Figure 3.18 : évolution la puissance de climatisation de jour avec ventilation	63
nocturne .....	
Figure 3.19 : évolution la puissance de climatisation avec un émetteur dans chaque chambre .....	65

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2.1. Données climatiques a Chebli .....	42
Tableau 2.2. Caractéristiques de la fenêtre utilisée .....	48
Tableau 3.1. Caractéristiques de la fenêtre double vitrage utilisée.....	56
Tableau 3.2. Les besoins en chauffage.....	59
Tableau 3.3. Besoins en climatisation.....	61
Tableau 3.4. Besoins en climatisation double vitrage.....	64
Tableau 3.5. Bilan annuel de la consommation énergétique .....	64
Tableau 3.6. Tableau comparatif par saison.....	65
Tableau 3.7. Tableau comparatif des scénarios.....	66

## NOMENCLATURE

Symbole	Signification	Unité
$\lambda$	Conductivité thermique	W/m.°C
DD	Direction du vent	deg
FF	Vitesse du vent	m/s
R	Résistance thermique ; cas général	m <sup>2</sup> .°C/W
RH	Humidité relative	%
SD	Durée d'insolation	h
Ta	Température de l'air	°C
Ta dmax	Moyenne maximum journalière	°C
Ta dmin	Moyenne minimum journalière	°C

## ABREVIATIONS

**BBC** : Bâtiment basse consommation.

**BEPOS** : Bâtiment à énergie positive

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

**LSP** : Logements sociaux participatifs

**HPE** : Haute performance énergétique

**GES** : Gaz à effet de serre

**FNME** : Fonds national pour la maîtrise de l'énergie.

**PNME** : Programme national pour la maîtrise de l'énergie

**CNERIB** : Centre de développement des énergies renouvelable.

**CDER** : Centre national d'études et de recherche intégré du bâtiment.

**CCNUCC** : Convention cadre des nations unis pour le changement climatique.

**PNEE** : Programme d'efficacité énergétique.

**ECS** : Eau chaude sanitaire

## INTRODUCTION GENERALE

La transition énergétique dans le secteur du bâtiment est essentielle pour répondre aux enjeux climatiques et environnementaux actuels. Les bâtiments consomment environ 40 % de l'énergie mondiale et génèrent près de 30 % des émissions de gaz à effet de serre [1]. L'amélioration de leur performance énergétique est donc cruciale pour réduire leur impact environnemental. Un habitat économe en énergie repose sur une isolation efficace, une gestion rigoureuse des ponts thermiques, la récupération de chaleur, et l'intégration des énergies renouvelables.

La conception bioclimatique est une approche clé pour maximiser l'efficacité énergétique des bâtiments. Elle vise à tirer parti des conditions climatiques locales en optimisant la situation, l'orientation et la compacité des constructions [2]. Cette approche permet de maximiser les apports solaires passifs en hiver et de minimiser les gains solaires en été, réduisant ainsi les besoins en chauffage et en climatisation [3].

L'amélioration de l'isolation de l'enveloppe du bâtiment et l'élimination des ponts thermiques sont des stratégies fondamentales pour réduire les pertes de chaleur et augmenter l'efficacité énergétique. Les bâtiments à basse consommation (BBC) et les bâtiments à énergie positive (BEPOS) sont des concepts émergents visant à atteindre des niveaux de performance énergétique élevés. Ces bâtiments produisent autant ou plus d'énergie qu'ils n'en consomment, grâce à l'utilisation de technologies innovantes et de sources d'énergie renouvelable [4].

L'adoption de matériaux éco-responsables et l'intégration de technologies à haute efficacité énergétique jouent un rôle essentiel dans la réduction de la consommation énergétique et des émissions de CO<sub>2</sub> des bâtiments [5]. L'architecture bioclimatique et les techniques de construction durables permettent non seulement de réduire l'impact environnemental, mais aussi d'améliorer le confort des occupants en offrant un cadre de vie plus sain et plus agréable [6].

Le secteur résidentiel en Algérie est à l'origine de 36% de la consommation énergétique global national et cette consommation est en progression continue du fait même du rythme de croissance du parc de logement et du taux d'Equipment des ménages en appareil électroménager, chauffage et climatisation [7]

Pour répondre à ce défi l'Algérie a créé une agence (APRUE) pour la promotion et la rationalisation de l'énergie qui elle-même a fait un programme (Eco-Bat) qui a pour objectif d'apporter un soutien technique et financier afin de réduire la consommation énergétique liée au chauffage et à la climatisation.

L'objet de ce mémoire est d'étudier la performance énergétique d'un logement construit dans le cadre des logements LSP dans la commune de chebli programme 2007 et voir ses performances énergétiques étant construit hors programme HPE et proposer des améliorations pour ce type de construction. Le travail sera en 2 parties, la première portera sur l'étude les performances thermiques du logement et déterminer les besoins énergétiques sous logiciel Pleiades-Comfie, les résultats serviront à déterminer les propositions d'amélioration et vont constituer la deuxième partie de notre travail.

En conclusion, la transition vers des bâtiments plus performants sur le plan énergétique est indispensable pour répondre aux défis environnementaux actuels. Une approche intégrée combinant conception bioclimatique, technologies innovantes et utilisation de matériaux durables est essentielle pour atteindre cet objectif et contribuer à un avenir plus durable [8].

Ce travail est structuré en trois chapitres distincts. Le premier chapitre s'articule autour d'un état de l'art approfondi visant à définir et présenter les caractéristiques d'un bâtiment à haute performance énergétique. Il comprend également une exploration de la conception bioclimatique et une revue bibliographique des recherches existantes dans ce domaine. Le deuxième chapitre se concentre sur l'étude du site et de ses conditions climatiques spécifiques. Il présente une analyse détaillée de la maison étudiée, en examinant la composition des parois et des ouvrants. Enfin, le troisième chapitre traite de l'application d'outils informatiques pour la simulation du bâtiment. Il inclut des propositions d'amélioration de la performance énergétique et le dimensionnement des systèmes intégrés dans ce bâtiment spécifique.

# **Chapitre 1**

## **Etat de l'art et problématique**



## **INTRODUCTION :**

La maîtrise de la consommation énergétique dans le bâtiment est cruciale, pour une préservation de l'environnement et du confort thermique du citoyen. Pour un habitat sobre en énergie et respectueux de l'environnement, une optimisation doit être de rigueur, elle passe par une amélioration de l'enveloppe par le biais de l'isolation, la gestion des ponts thermiques et la récupération de chaleur, mais également une intégration des énergies renouvelables et de technologies à haute efficacité.

Pour mettre en place un système de chauffage ou de climatisation, il est indispensable de déterminer tous les paramètres qui rentrent en jeu pour une optimisation rigoureuse.

Dans le présent chapitre, nous entamerons notre analyse en présentant la performance énergétique à travers le prisme de la conception bioclimatique. Nous aborderons ainsi les différentes composantes telles que l'enveloppe des bâtiments, l'isolation thermique, la gestion des ponts thermiques, le confort thermique, et d'autres concepts inhérents à la construction de bâtiments performants, incluant l'intégration du solaire thermique.

L'objectif visé est une augmentation de l'efficacité énergétique. Celle-ci se quantifie par la différence de consommation énergétique entre une situation de référence ajustée, tenant compte des changements dans le niveau de service et les conditions de fonctionnement, et une situation mesurée périodiquement durant la période de garantie.

Pour améliorer l'efficacité énergétique du bâtiment il faut :

- Réduire les apports solaires en été.
- Assurer une bonne isolation.
- Utiliser les énergies renouvelables.

En premier lieu, il est primordial d'adopter une approche bioclimatique afin de favoriser les apports solaires passifs, contribuant ainsi à la réduction des besoins de chauffage. Pour ce faire, il convient d'optimiser la situation, l'orientation, et la compacité du bâtiment, ainsi que la performance des vitrages. Ensuite, il est essentiel de renforcer l'isolation de l'enveloppe, y compris la dalle, et d'éliminer les ponts thermiques [9].

### **1.1. LA CONCEPTION BIOCLIMATIQUE :**

L'objectif de l'architecture bioclimatique est de tirer parti des conditions du site de construction, elle s'adapte donc aux caractéristiques et aux particularités propres au lieu d'implantation : son climat (ou son microclimat), sa géographie et sa géomorphologie. Elle fait

appel à des stratégies techniques de constructions qui permettent un profit maximum des phénomènes climatiques et qu'on nomme *bioclimatisme*. Le *bioclimatisme* s'inscrit dans une réflexion et un objectif de respect de l'environnement et de la biosphère, et vise une dimension écologique en adéquation avec les principes du développement durable. L'architecture bioclimatique est orientée vers le captage de l'énergie solaire, et la construction passive, pour une performance énergétique optimale.

L'architecture bioclimatique tient en compte :

- La topographie du terrain
- L'implantation et l'orientation.
- L'architecture et la forme.
- Le climat de la région
- Le choix des matériaux.

### 1.1.1. L'implantation et l'orientation :

Un bâtiment n'est pas seul dans son environnement. Un certain nombre de paramètres influencent sa conception. L'une des premières étapes de sa conception consiste alors à établir une carte de site. L'exercice consiste à recenser l'ensemble des facteurs de l'environnement impactant le bâtiment.

- La course du soleil

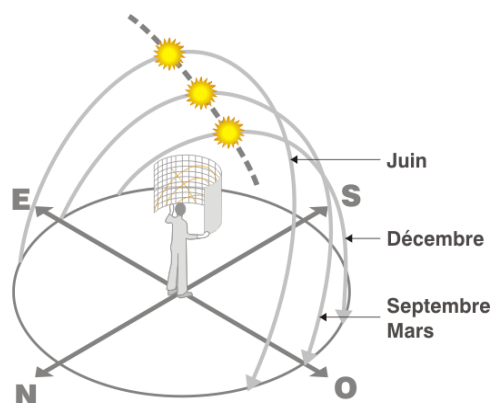


Figure 1.1 La course du soleil (Source : Energyplus)

- L'albédo qui est la mesure de la réflectivité d'une surface, c'est-à-dire sa capacité à réfléchir la lumière. Plus l'albédo d'une surface est élevé, plus elle réfléchit la lumière et moins elle l'absorbe.

Les aménagements extérieurs influencent donc l'albédo des surfaces qui réfléchissent alors plus ou moins de rayonnement solaire.

- Prise en compte du vent
- La végétation et les obstacles modifient le comportement du vent.

### 1.1.2. L'architecture et la forme (la compacité) :

La compacité d'un bâtiment est une mesure de l'efficacité de l'utilisation de l'espace à l'intérieur d'un bâtiment par rapport à sa surface extérieure. Un bâtiment compact a généralement moins de pertes de chaleur, une meilleure efficacité énergétique et peut offrir un meilleur confort pour ses occupants.

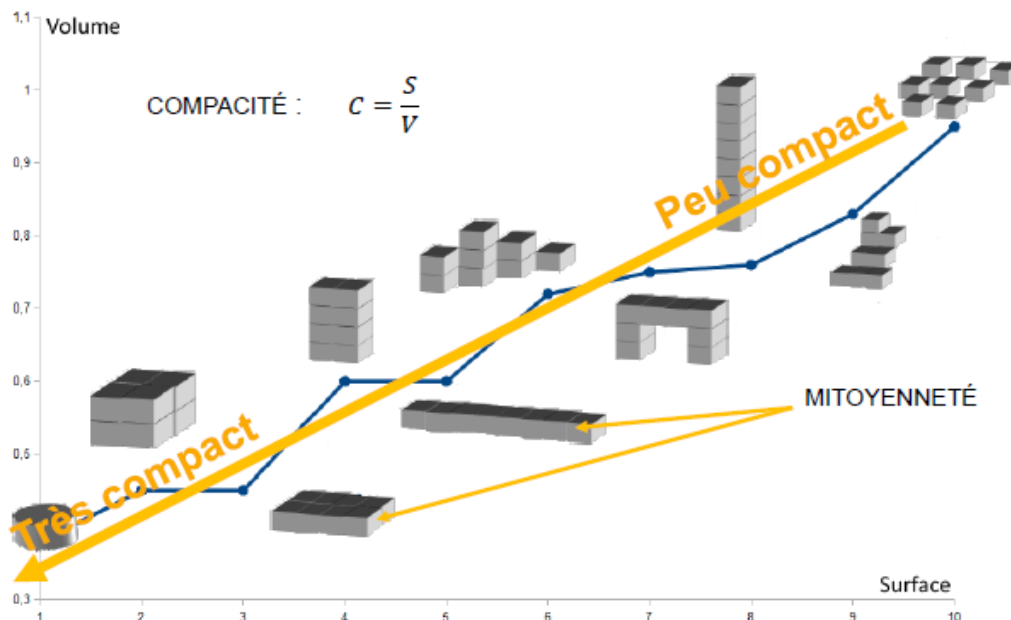


Figure 1.2 Variation du coefficient de forme (Source : <http://www.ebergiepositive.info>)

### 1.1.3. Disposition des espaces selon les usages

La disposition de l'espace d'un habitat permet d'adapter des ambiance thermique appropriées.

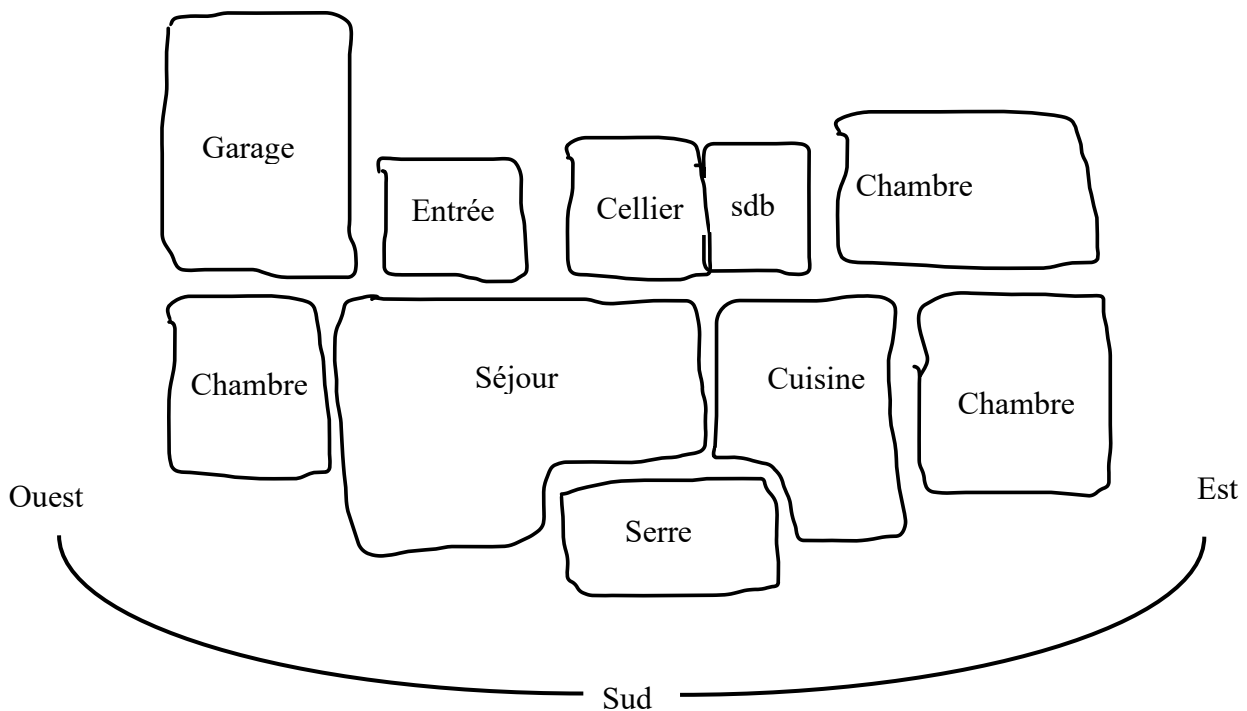


Figure 1.3 Disposition des espaces selon les usages  
 (Source : La conception bioclimatique – J. P Oliva S. Courgey –Terre Vivante -2006)

Les pièces sont disposées de manière à tirer parti de l'ensoleillement et des vents dominants. Les espaces de vie principaux comme les salons et les chambres sont souvent orientés vers le sud pour bénéficier d'un ensoleillement maximal en hiver, tandis que les espaces de service sont placés du côté nord pour minimiser les pertes de chaleur.

#### 1.1.4. Choix des matériaux :

En captant la chaleur ou en préservant la fraîcheur et en évitant les sensations des « parois froides », on favorise des économies d'énergies et on assure le confort des occupants.

La réflexion pour une construction ou une rénovation, doit amener le maître de l'ouvrage à faire des choix judicieux de matériaux qui privilégient : performance thermique, impact sur la santé, contrainte de mise en œuvre, coût... ?

Au regard de l'urgence de limiter nos émissions de GES (Gaz à effet de serre), isoler sa maison est la priorité, c'est à dire privilégier :

- Une isolation qui génère des bâtiments confortables et économes.
- Une isolation qui permette des bâtiments sains.
- Une isolation qui utilise des « éco-matériaux » ou matériaux « bio sources ».

### ➤ Critère de choix des matériaux :

Ils sont à sélectionner sur plusieurs critères :

- Leur faible impact sur l'environnement (au niveau de leur fabrication, de leur destruction et du transport).
- Leur capacité d'absorption des rayons lumineux.
- Leur capacité à stocker la chaleur.
- Leur rapidité d'absorption et de restitution de la chaleur.

#### 1.1.5. Le confort d'été :

Quand a-t-on une sensation de confort thermique en été ?

A température élevée égale, on peut avoir une sensation de confort si l'air est sec (facilité de l'évaporation de la sueur), s'il est mis en mouvement (ventilateur, courant d'air) ou si la température des parois est plus faible que celle de l'air (meilleur rayonnement du corps vers ces parois). La notion de bien-être thermique reste bien sûr liée à chaque individu mais quelques paramètres mesurables peuvent être pris en compte :

- La température intérieure de l'air qui ne devra pas excéder 26 C°,
- Une humidité de l'air inférieure à 80%,
- Des parois fraîches.
- Comment rafraîchir son logement ?

Quelques bonnes habitudes peuvent suffire à conserver la fraîcheur à l'intérieur des logements :

#### ➤ Limiter les apports de chaleur externes :

- Dès que le soleil éclaire les fenêtres, baisser volets ou stores.
- Dès que la température extérieure dépasse celle du logement, fermer aussi les fenêtres.
- Créer une circulation d'air le soir en ouvrant les fenêtres sur deux façades différentes et/ou en ouvrant les fenêtres de l'étage créant ainsi un effet cheminé efficace.
- Intégrer un ventilateur de plafond qui favorisera un brassage lent et régulier de l'air et ne le faire fonctionner qu'en cas d'occupation de la pièce.

### ➤ **Et aussi limiter les apports internes**

Les appareils électroménagers (réfrigérateurs et congélateurs surtout) et l'éclairage produisent de la chaleur. S'équiper d'appareils économes et de lampes basse consommation limite les apports de chaleur tout en diminuant la facture d'électricité. Par exemple, une lessive pendant la journée équivaut au fonctionnement d'un radiateur électrique pendant une heure et demi ! Enfin, réduire l'usage des équipements de cuisson (le four surtout) limitera les quantités de chaleur à évacuer.

En construction, intégrer le confort d'été

Avec des constructions de plus en plus isolées et donc une chaleur que l'on aura du mal à évacuer l'été, il apparaît primordial de traiter le confort d'été dès la phase conception.

### ➤ **Agir sur l'environnement proche de l'habitation**

En limitant les dallages ou zones goudronnées qui accumulent la chaleur en journée et la restituent le soir et en privilégiant au contraire les pelouses, les arbres à feuilles caduques, on agira ainsi sur l'environnement de la maison en maintenant une température extérieure plus mesurée.

Une autre solution consiste à intégrer une toiture ou façade végétalisée pour rafraîchir l'air ambiant par évapotranspiration.

### ➤ **Agir sur le vitrage**

Deux tiers des apports en chaleur en été se font par les vitrages. Il conviendra donc :

- de limiter la surface vitrée : 15 % à 20% de la surface habitable.
- de réserver les baies vitrées ou grandes fenêtres au sud (étant donné la hauteur du soleil l'été, il est facile de s'en protéger par une casquette).
- de limiter les grandes ouvertures à l'ouest, sous peine de créer des surchauffes dès le début d'après-midi car on cumulera à la fois une température élevée à cette période et un ensoleillement de la façade et des vitrages (sinon prévoir une protection avec végétation à feuilles caduques).
- d'éviter les fenêtres de toit ou à défaut les positionner au nord ou à l'est.
- En cas de véranda, la prévoir encastrée dans l'habitat sans toiture vitrée.

Prévoir une casquette solaire au sud qui fera ombrage sur les vitrages que ce soit sous

forme de pergola, casquette photovoltaïque ou autre protection solaire

La conception des protections solaires doit répondre à une multiplicité d'objectifs, comme : la limitation des surchauffes et de l'éblouissement ainsi que la gestion de l'éclairage naturel dans les pièces. Elle peut également contribuer à l'intimité des occupants et l'esthétique de la façade.

De nombreux types de dispositifs de protection solaire existent, ils peuvent être structurales, fixes (porche, véranda, brise soleil) ou appliquées, mobiles (stores, persiennes volets...), extérieurs ou intérieurs, verticaux ou horizontaux, ils peuvent aussi être liés à l'environnement comme la végétation, l'efficacité des protections solaires est fonction de sa typologie, de son orientation et la période de l'année [10].

### 1.1.6. L'isolation thermique :

L'isolation thermique permet à la fois de réduire nos consommations d'énergie en chauffage et / ou en climatisation et d'accroître notre confort. Mais ce n'est pas tout : l'isolation est également bénéfique pour l'environnement car, en réduisant les consommations, elle permet de préserver les ressources énergétiques et de limiter les émissions de gaz à effet de serre (GES).

Dans un bâtiment mal isolé, les déperditions thermiques sont importantes et engendrent des consommations d'énergie importantes pour le chauffage des pièces et de l'eau chaude sanitaire en hiver voire le recours à la climatisation en été. En plus des économies énergétiques directes, l'isolation thermique alliée à une bonne ventilation réduit les coûts d'entretien et les risques d'humidité et augmente la durée de vie de la maison.

La figure 1.4 présente en pourcentages indicatifs les pertes de chaleur d'une maison traditionnelle non isolée :

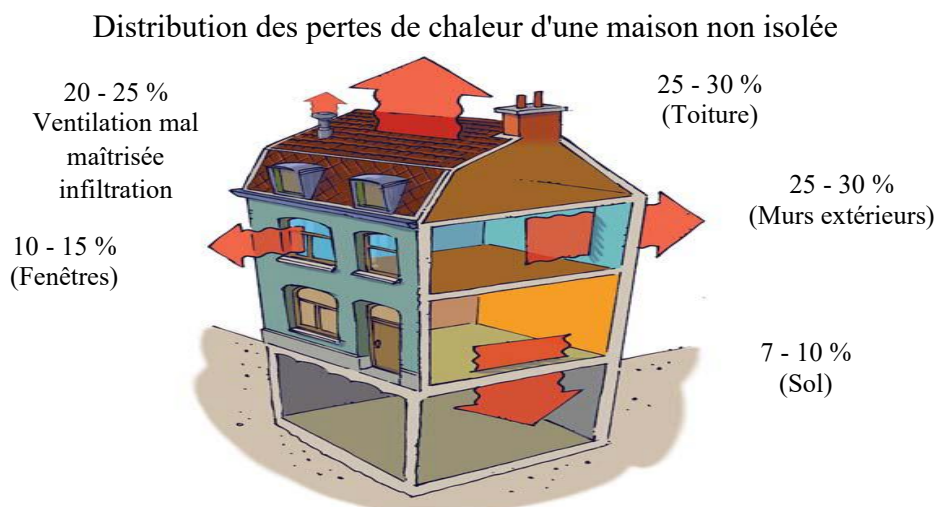


Figure 1.4. Les déperditions d'une maison traditionnelle non isolée  
(Source : guide-comprendre-isolation-thermique.pdf)

L'isolation thermique d'un bâtiment est là pour limiter les échanges de chaleur entre l'extérieur et l'intérieur. Pour cela, on ajoute au matériau de construction des matériaux isolants caractérisés par une forte résistance thermique notée R (en  $m^2.K/W$ ).

La résistance thermique est l'un des éléments de choix d'un matériau d'isolation, mais c'est loin d'être la seule qualité à considérer ; les caractéristiques suivantes sont au moins aussi importantes [11] :

- Résistance au feu.
- Résistance mécanique.
- Etanchéité à l'air.
- Résistance à la diffusion de vapeur d'eau.
- Stabilité dimensionnelle et comportement à la chaleur.
- Absorption d'eau.
- Qualité acoustique.

#### 1.1.7. Les Ponts thermiques :

Un pont thermique est constitué par toute discontinuité dans la couche isolante, par tout endroit où la résistance thermique présente une faiblesse. Au voisinage d'un pont thermique, les lignes de flux se resserrent : plus de chaleur passe par unité de surface. Les isothermes se déforment en s'écartant les unes des autres. Les lignes de flux restent néanmoins perpendiculaires aux isothermes [12]. Ces ponts ne causent pas seulement des pertes de chaleur inutiles, mais peuvent être sources de dégâts : moisissures, taches de poussière.

Un pont thermique est représenté par la figure 1.5

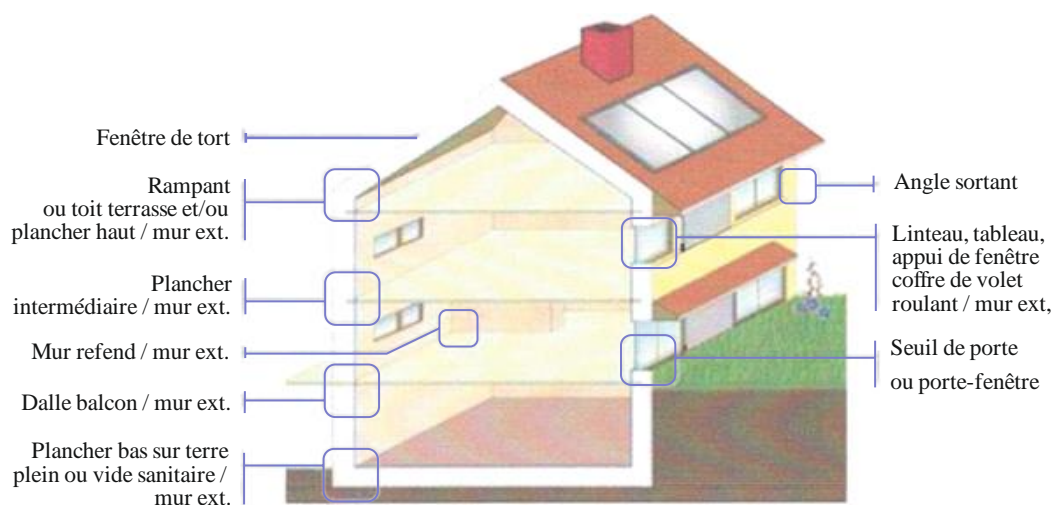


Figure 1.5. Les ponts thermiques (source : F. Chaumeix.)



### **1.1.8. Confort :**

Le confort est un état de bien-être général. Il est mesuré à contrario par le taux d'insatisfaction des occupants. Indépendamment des conditions propres à l'individu (métabolisme, activité, habillement), il est reconnu que les paramètres suivants interviennent dans le confort, en plus des paramètres qui caractérisent l'individu lui-même (taux d'activité, habillement, etc.) :

- Conditions thermiques
- Qualité de l'air
- Acoustique
- Visuel

Autres influences :

Degré d'occupation des locaux  
Ambiance [13].

#### **➤ Confort thermique :**

Le confort thermique correspond à un état d'équilibre thermique et hydrique entre le corps humain et son environnement. Il dépend de l'activité physique, du métabolisme, de l'habillement et de la sensibilité (aspect psychosociologique) de chaque individu, d'une part, et de la température de l'environnement (air, parois), des mouvements d'air et de l'humidité, d'autre part. De plus, le comportement de l'individu aux conditions d'ambiance tend à réduire l'inconfort.

Le confort est donc une sensation physiologique faisant intervenir plus d'un paramètre. Le confort thermique ne tient compte que des paramètres suivants :

Les facteurs liés à l'individu :

- Son activité et le rendement de cette activité.
- Son habillement.

Les facteurs liés à l'environnement :

- Température de l'air.
- Vitesse de l'air.
- Température des parois.

### **1.1.9. La ventilation :**

Vitale pour la santé des occupants, la performance énergétique et la durabilité du bâti, la ventilation est un élément de première importance pour la construction ou la réhabilitation bioclimatique. Elle satisfait les besoins en oxygène, elle sert à l'évacuation de la vapeur d'eau, à limiter la pollution intérieure et améliorer le confort en éliminant odeurs, fumées et autres polluants. Pour se faire, les systèmes de ventilation doivent remplacer l'air intérieur (vicié) par de l'air extérieur (neuf). Les systèmes se répartissent en deux grandes familles : ventilation par pièces séparées ou par balayage ; systèmes assujettis ou non aux besoins.

On définit plusieurs types de ventilation :

#### **1.1.9.1. La ventilation naturelle**

En positionnant des grilles d'aération basses et hautes dans chacune des pièces de la maison, l'air circule naturellement. C'est la différence de température entre l'air extérieur et l'air intérieur qui sert de « moteur ». Mais sachez que ce système peut s'avérer trop efficace en hiver et pas assez en été.

#### **1.1.9.2. La ventilation mécanique contrôlée ou VMC**

Il s'agit d'une installation plus ou moins sophistiquée. Équipées d'un moteur et de ventilateurs, les VMC permettent de renouveler en permanence l'air.

### **1.2. L'INERTIE DU BATIMENT :**

Lorsque les rayons du soleil frappent une paroi opaque, une partie de l'énergie rayonnée est absorbée, le reste est réfléchi. Un flux de chaleur s'établit alors entre la face externe et la face interne de la paroi.

La chaleur qui se transmet par onde de l'extérieur à l'intérieur, se propage avec un certain déphasage et subit un amortissement. Le maximum de température atteint sur la face extérieure n'est pas immédiatement ressenti sur la face intérieure de la paroi.

La notion d'inertie exprime une « résistance » propre à un changement d'état peut être provoqué soit par des variations de la température extérieure, ou par des variations de flux dissipées à l'intérieur du bâtiment. Elle désigne l'ensemble de caractéristiques thermo physique d'un bâtiment qui le font résister à la variation des flux d'énergie (ou de chaleur) qui s'exercent sur lui. Elle est conditionnée par la capacité thermique du matériau, qui exprime sa faculté d'absorber et à stocker de l'énergie. Plus l'inertie d'un bâtiment est forte, plus il se réchauffe et se refroidit lentement. [14].

D'après Liebard A « l'inertie thermique est une notion qui recouvre à la fois

l'accumulation de la chaleur et sa restitution, avec un déphasage dépendant des caractéristiques physiques, dimensionnelles et d'environnement de la paroi de stockage » [15] la vitesse de stockage ou de déstockage de la chaleur est déterminée par deux autres grandeurs qui sont la diffusivité et l'effusivité

En effet, l'enjeu principal consiste à limiter l'inconfort dû aux fortes variations de température dans les bâtiments en été ; en hiver, il consiste à réduire les consommations de chauffage grâce au stockage des apports solaires gratuits transmis par les parois et les vitrages en hiver.

#### **1.4. Concept sur les bâtiments performants :**

On peut présenter, maintenant, les divers concepts des bâtiments performants :

##### **1.4.1. Le bâtiment à basse consommation (BBC) ou (basse énergie) :**

Ce bâtiment se caractérise par des besoins énergétiques plus faibles que les bâtiments standards. Ce premier niveau de performance peut être atteint par l'optimisation de l'isolation, la réduction des ponts thermiques et l'accroissement des apports passifs. Ce concept ne comprend a priori aucun moyen de production local d'énergie, sans toutefois l'exclure [16].

##### **1.4.2. Le bâtiment « producteur d'énergie » :**

Il est doté de moyens de production d'énergie locaux. Cependant, cette dénomination ne spécifie ni le niveau de consommation ni la part de cette consommation couverte par la production ni même la nature de l'énergie produite. Il s'agit donc plus d'une caractéristique du bâtiment que d'un concept de bâtiment à proprement parler. L'expression "bâtiment producteur d'énergie" est néanmoins parfois employée pour désigner un « bâtiment à énergie positive » [16].

##### **1.4.3. Le bâtiment « zéro énergie » :**

Ce bâtiment combine de faibles besoins d'énergie à des moyens de production d'énergie locaux. Sa production énergétique équilibre sa consommation si celle-ci est considérée sur une année. Son bilan énergétique net annuel est donc nul [17].

##### **1.4.4. Le bâtiment « à énergie positive » :**

Ce bâtiment producteur d'énergie dépasse le niveau « zéro énergie » : il produit

globalement plus d'énergie qu'il n'en consomme. Comme le précédent, ce bâtiment est raccordé à un réseau de distribution d'électricité vers lequel il peut exporter le surplus de sa production électrique.

#### **1.4.5. Le bâtiment autonome :**

Un bâtiment est autonome lorsque sa fourniture énergétique ne dépend d'aucune ressource distante. Ainsi la totalité de l'énergie consommée par le bâtiment est produite sur place à partir de ressources locales. En pratique, le bilan net d'énergie de ce bâtiment est nul à tout instant. Un tel bâtiment se passe des avantages apportés par les réseaux d'approvisionnement (foisonnement, sécurité d'approvisionnement), ce qui impose l'usage de moyens de stockage d'énergie (batteries d'accumulateurs, inertie thermique etc.). Ce type de bâtiment est particulièrement adapté aux sites isolés ou insulaires car il évite les coûts de raccordement aux divers réseaux.

#### **1.4.6. Le bâtiment « passif » :**

Ce bâtiment très faiblement consommateur d'énergie ne nécessite pas de systèmes de chauffage ou de rafraîchissement actifs : les apports passifs solaires et internes et les systèmes de ventilation suffisent à maintenir une ambiance intérieure confortable toute l'année. Ce concept inclut également une réduction des besoins en électricité spécifique et éventuellement une production d'électricité à base de sources d'énergie renouvelables. En pratique, un petit système d'appoint est nécessaire au maintien du confort thermique durant les jours les plus froids ; il est le plus souvent associé à la ventilation [16].

### **1.5. LA POLITIQUE ENERGETIQUE EN ALGERIE :**

La politique Algérienne en termes d'efficacité énergétique, essentiellement dans le secteur du bâtiment se traduit par les actions de quelques entités : l'APRUE soutenue 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 ou le cas contraire les obstacles qui entravent leurs exécutions [18].

L'APRUE dispose d'un certain nombre de programmes et d'initiative visant la maîtrise

de l'énergie dans le secteur du bâtiment :

### **1.5.1. 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.

### **1.5.2. 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.

Les volets du programme Algérien triennal d'EE :

- L'isolation thermique des bâtiments.
- Le développement du chauffe-eau solaire.
- La généralisation de l'utilisation des lampes basse consommation.
- L'introduction de l'efficacité énergétique dans l'éclairage public.
- La réalisation de projets pilotes de climatisation au solaire.

### **1.5.3. Programme quinquennal PNME 2010 - 2014 :**

Dans le cadre du PNME 2010 - 2014, un programme de construction de 3000 logements neufs, efficaces en énergie et 4000 logements existants à réhabiliter thermiquement, est proposé et est actuellement en cours de validation (APRUE, 2011).

L'APRUE est chargée de réaliser le programme d'efficacité énergétique notamment par :

#### **1.5.3.1. Le programme ECO-BAT :**

Ce premier projet pilote est déjà lancé par l'APRUE en partenariat avec le Ministère de l'Habitat. Pour sa mise en œuvre, des conventions ont été signées avec la Caisse Nationale du Logement (CNL) et les OPGI de 11 wilayas choisies, couvrant l'ensemble des zones climatiques du pays. Comme le montre la figure 1.6.

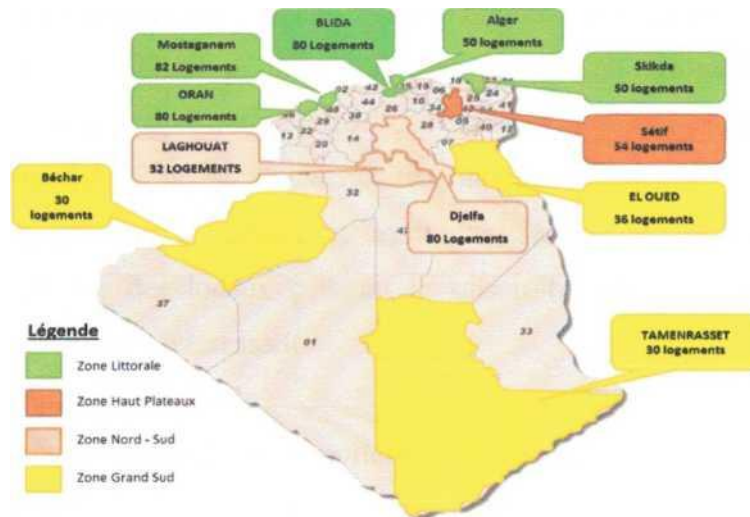


Figure 1.6 : Répartition des logements (ECO-BAT) (source : université de Ouargla)

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.

### 1.5.3.2. Projet d'isolation thermique de 1500 logements :

L'isolation thermique totale ou partielle de 1500 logements, soit une moyenne de 500 logements rénovés par an à travers :

- Remplacement des menuiseries existantes par celles étanches avec double vitrage ;
- Mise en place d'une isolation thermique.

### 1.5.3.3. Généralisation de l'utilisation des lampes à basse consommation d'énergie :

L'objectif assigné à la stratégie d'action est l'interdiction de la commercialisation des lampes à incandescence (lampes classiques couramment utilisées par les ménages) sur le

marché national et ceci, à l'horizon 2020.

#### **1.5.3.4. Introduction des principales techniques de climatisation solaire :**

L'utilisation de l'énergie solaire pour la climatisation est une application à promouvoir particulièrement au Sud du pays, d'autant que les besoins en froid coïncident à la plupart du temps avec la disponibilité du rayonnement solaire (fonctionnement au fil du soleil).

Par ailleurs, le champ de capteurs solaires pourrait aussi servir à la production d'eau chaude sanitaire et au chauffage des locaux pendant la saison froide. Le rendement global de l'installation est de ce fait très intéressant.

#### **1.5.4. 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.

##### **1.5.4.1. 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.

##### **1.5.4.2. 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, 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.

#### **1.5.5. Projet pilote de logement avec efficacité énergétique au CNERIB :**

Le projet méditerranéen d'efficacité énergétique dans le secteur de la construction (MED- NEC Project), a été officiellement lancé en Mars 2006 à Damas pour mettre en œuvre des mesures relatives à l'efficacité énergétique dans le bâtiment à travers l'application de la réglementation thermique, l'utilisation des énergies renouvelables et le développement de nouveaux matériaux et systèmes constructifs à haute performance énergétique.

L'objectif principal de ce projet est l'introduction de la démarche d'économie d'énergie dans l'acte de bâtir et ce aux niveaux de la conception et de la mise en œuvre. Ce projet se distingue des constructions classiques par l'utilisation des éléments suivants :

- Système constructif à base de maçonnerie porteuse chaînée,
- Matériau de construction localement disponible à savoir le BTS (Béton de Terre Stabilisée), le liant utilisé pour la stabilisation du bloc est le ciment avec une concentration pondérale maximale de 5%.

#### **1.5.6. Lutte contre le changement climatique :**

L'Algérie a pris en charge la problématique des changements climatiques à travers l'intégration de la notion du développement durable dans le cadre des programmes de développement et elle a ratifié en 1993 la convention cadre des nations unies pour les changements climatiques (CCNUCC).

Dans le secteur du bâtiment, la cause essentielle des émissions des gaz à effets de serre est directement liée à la consommation de l'énergie d'origine fossile, utilisée pour l'exploitation résidentielle (chauffage et climatisation, éclairage, ventilation...) des bâtiments, de même pour la production des matériaux de construction.

La loi relative à la maîtrise d'énergie définit les conditions, les moyens d'encadrement et la mise en œuvre de la politique nationale de maîtrise d'énergie

### **1.6. NOUVEAU PROGRAMME NATIONAL SUR L'EFFICACITE ENERGETIQUE (2016-2030) : [19]**

L'adoption par le gouvernement du programme national sur l'efficacité énergétique à



l'horizon 2030, réaffirme cette dernière comme priorité. La réalisation de ce programme par une diversité d'actions et de projets, devrait favoriser l'émergence, à terme, d'un marché durable de l'efficacité énergétique en Algérie.

Le programme se focalise sur les secteurs de consommation qui ont un impact significatif sur la demande d'énergie. Il s'agit principalement du bâtiment du transport et de l'industrie.

### **Pour le secteur du bâtiment**

Le programme vise à encourager la mise en œuvre de pratiques et de technologies innovantes, autour de l'isolation thermique des constructions. Des mesures adéquates seront prévues au niveau de la phase de conception architecturale des logements.

Il s'agit également de favoriser la pénétration massive des équipements et appareils performants sur le marché local, notamment les chauffe-eaux solaires et les lampes économiques : l'objectif étant d'améliorer le confort intérieur des logements en utilisant moins d'énergie.

La mise en place d'une industrie locale des isolants thermiques et des équipements et appareils performants (chauffe-eaux solaires ; lampes économiques) constitue l'un des atouts pour le développement de l'efficacité énergétique dans ce secteur.

Globalement, c'est plus de 30 millions de TEP qui seront économisées, d'ici 2030.

En résumé, la concrétisation sur le terrain du programme national d'efficacité énergétique permettra de réduire graduellement la croissance de la demande énergétique. Ainsi, les économies d'énergie cumulées engrangées seraient de l'ordre de 93 millions de TEP, dont 63 millions de TEP d'ici 2030 et le reste au-delà de cet horizon.

C'est dire toute l'importance que revêt ce programme d'économies d'énergie qui implique la concrétisation d'un certain nombre de mesures, notamment, l'implication des parties concernées dont l'industrie publique et privée et l'adaptation du cadre du cadre juridique régissant l'efficacité énergétique.

Le nouveau programme national d'efficacité énergétique (PNEE) sera lancé en 2016 avec comme objectif l'isolation thermique de 100.000 logements/an, la diffusion de 10 millions lampes à basse consommation a l'horizon 2030.

Ce programme vise essentiellement à réduire graduellement la forte croissance de la consommation d'énergie et à donner de la visibilité aux investisseurs potentiels dans le domaine de la production énergétique.

Dans le secteur de bâtiment, le programme prévoit l'isolation thermique de 100.000

logements annuellement (mur, toiture, double vitrage), permettant une économie d'énergie de 25 Millions TEP sur 30 ans (durée de vie d'un logement).

L'Etat assurera 80% des coûts d'isolation, ce plan permettra non seulement de contribuer à la généralisation des bonnes pratiques dans la conception architecturale de l'habitat mais aussi de développer une industrie locale des isolants et de promouvoir la création de bureaux d'architectures spécialisés en efficacité énergétique.

### **1.7. INTEGRATION DU SOLAIRE DANS LE BATIMENT :**

Pour utiliser l'énergie solaire dans le bâtiment on peut faire appel à deux techniques distinctes : le solaire photovoltaïque ou le solaire thermique. C'est cette dernière qui fait l'objet de notre étude.

La technique du solaire thermique est applicable au chauffage des habitations, des piscines, à la production d'eau chaude sanitaire (ECS) ou encore à la climatisation.

Pour le solaire thermique, on peut distinguer le solaire passif et le solaire actif. La captation de la chaleur solaire peut être « passive », en ce sens qu'aucun autre fluide que l'air n'est utilisé pour tirer parti, dans l'ensemble du bâtiment, de la chaleur récupérée grâce à des vitrages adaptés dans certains points de celui-ci. C'est ainsi que des baies vitrées orientées au sud stockent de la chaleur dans la masse thermique du bâtiment.

Le solaire est en revanche dit « actif » lorsque des moyens mécaniques et des technologies plus ou moins complexes sont utilisées (capteurs, réseau de distribution, ballons de stockage, pompes, ventilateurs, régulation...) pour capter, stocker et distribuer la chaleur reçue du soleil.

Plusieurs auteurs se sont intéressés à l'intégration du solaire thermique dans le bâtiment en utilisant différentes méthodes et en étudiant différents paramètres qui peuvent contribuer à économiser de l'énergie (choix des matériaux, isolation thermique, infiltration d'air, équipements etc....).

Nous avons fait une synthèse de ce qui a été réalisé dans ce domaine.

**ANNE CRETE HESTNES [20]**, examine les différentes approches dans la construction de l'intégration des systèmes solaires par le projet du Plan-les-Ouates qui intègre des capteurs solaires sur les pièces exposées au sud pour remplacer les matériaux de couverture traditionnels. Les futurs bâtiments réduiront leurs besoins énergétiques mais ne seront pas totalement autonomes, nécessitant encore chauffage, climatisation, lumière et électricité. Ils utiliseront des systèmes solaires actifs, passifs et photovoltaïques, devenant de véritables "bâtiments solaires".

L'approche consiste à évaluer d'abord les besoins énergétiques spécifiques avant d'implémenter les systèmes solaires adaptés.

**VIOREL BADESCU [21]**, a amélioré un système de chauffage solaire actif. Ce nouveau modèle de chauffage solaire actif a été testé dans une maison passive à Pirmasens, analysant deux régimes d'interconnexion. L'interconnexion en série est défavorable pour l'échangeur de chaleur eau-air, tandis que l'échangeur eau-eau près du réservoir de stockage est plus efficace. L'énergie solaire utilisée pour l'ECS est plus de dix fois supérieure à celle utilisée pour le chauffage. Un chauffe-eau classique est nécessaire toute l'année, fournissant environ 20% de la chaleur annuelle requise par le système d'ECS.

**VIOREL BADESCU ET MIHAIL DAN STAICOVĪCI [22]**, ont étudié un système de chauffage actif d'une autre maison passive (Pirmasens) à Bucarest en Roumanie. Cette étude a analysé un système de chauffage actif d'une maison passive avec des capteurs solaires verticaux orientés plein sud. L'énergie solaire captée est principalement utilisée pour l'eau chaude sanitaire, rendant l'échangeur eau-eau plus efficace que l'échangeur air-eau. La charge de chauffage est couverte par un réchauffeur d'air classique pendant les nuits d'hiver. La fraction solaire annuelle moyenne est de 0,4, influencée par l'opération du réservoir de stockage. Les capteurs verticaux orientés sud sont plus efficaces globalement que ceux sur la toiture.

Un algorithme d'optimisation développé par **E. ZNOUDA et al [23]**. A été couplé à l'outil d'évaluation thermique CHEOPS pour les bâtiments méditerranéens. Cet algorithme identifie les configurations optimales d'un point de vue énergétique et économique. Les meilleures solutions, suggèrent une approche d'optimisation multi-objective. Il serait utile d'étendre cet algorithme à des bâtiments plus complexes pour fournir aux designers un outil de conception puissant.

Une étude menée par F. Mehdaoui et al [24] a examiné les performances énergétiques d'un prototype de chauffage solaire conçu au Centre de Recherches des Technologies de l'Energie à Tunis, en Tunisie. Le système comprend des capteurs solaires plans, un réservoir d'eau chaude solaire et une couche active intégrée dans une chambre simple, simulée sous TRNSYS. Les résultats montrent qu'avec un ensoleillement annuel moyen de 6493,37 MJ/m<sup>2</sup>, la fraction solaire moyenne est d'environ 84%, avec une demande d'énergie auxiliaire limitée principalement de décembre à mars.

L'étude menée par A. Mokhtari et al [25] aborde la relation entre la conception architecturale et le confort climatique des occupants, en évitant totalement ou partiellement le recours à la climatisation mécanique. Ils exposent les principes fondamentaux de l'architecture bioclimatique et de la construction, ainsi que des données climatiques spécifiques au Sahara, en se concentrant sur la ville de Béchar. Une comparaison des valeurs simulées en janvier et juillet dans une maison individuelle de type F3 dans la zone sud-ouest de Béchar a été réalisée. Les résultats suggèrent que le confort thermique peut être atteint en combinant judicieusement différents paramètres intégrés à la conception du bâtiment.

Le travail se concentre sur la détermination de la consommation énergétique pour le chauffage et la climatisation d'une maison à Alger en utilisant la méthode des degrés-jours sur une année. Les résultats sont validés par simulation avec TRNSYS, montrant une cohérence avec les besoins saisonniers en chauffage et en climatisation. TRNSYS donne des résultats plus précis, activant le chauffage en dessous de 21°C et la climatisation au-dessus de 22°C. La consommation énergétique pour le chauffage est de 670 kWh, et de 1700 kWh pour la climatisation. Une analyse thermique est également effectuée sur un prototype de bâtiment à Soudania, avec des simulations dynamiques et des comparaisons de différentes constructions murales. Les résultats indiquent que la ventilation naturelle et les dispositifs d'ombrage améliorent le confort thermique des occupants et réduisent la demande énergétique pour le refroidissement. [26] [27].

**En 2005, M. AMIRAT et SMK El BASER,** Le travail se concentre sur l'évaluation de la consommation électrique des ménages en hiver, avec une attention particulière portée à l'éclairage. Il s'agit d'une étude expérimentale réalisée sur un logement de type F3 au 3ème étage d'un bâtiment dans la ville de Cheraga, à l'ouest d'Alger. Cette étude a permis de déterminer pratiquement la consommation électrique de chaque poste dans un foyer algérien moyen typique pendant la saison hivernale [28].

**En 2009, F. CALISSE** fait une maximisation des économies d'énergie primaire de chauffage solaire et les systèmes de refroidissement par des simulations transitoires [29].

**En 2010, M.A BOUKLI et al** ont comparé par un bilan environnemental entre une maison existante à Tlemcen L'habitat se trouvant à l'ouest algérien dans la région de Tlemcen, Ouest, située à 850 m d'altitude, et jouissant d'un climat tempéré construite avec des matériaux classiques (béton, brique) et la même maison avec des matériaux écologiques (liège, chanvre,

bois ...) [30].

**En 2012, F. CALISE** fait une simulation dynamique et évaluation économique pour les systèmes de chauffage et refroidissement solaire haute température pour différentes méditerranée climat [31].

**En 2013, A. DJELLOUL et al** ont fait une simulation du comportement énergétique des bâtiments résidentiels au sud Algérien avec logiciel TRNSYS, pour améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments résidentiels situés au climat chaud et sec (cas de la région de Biskra) [32].

**En 2015, K. N ABDALLA** fait une conception et construction d'un système de refroidissement par absorption piloté par l'énergie solaire à Khartoum (en Soudan)

L'objectif de ce travail est de concevoir et construire un système de refroidissement par absorption de bromure de lithium-eau (LiBr-H<sub>2</sub>O) d'une capacité nominale d'environ 1 TOR. Une analyse thermodynamique du cycle de refroidissement par absorption a été effectuée pour étudier l'effet de diverses conditions de fonctionnement sur les performances thermiques. Les résultats du travail expérimental effectué à Khartoum en 2015 montrent que la COP du système de refroidissement par absorption variait de 0,57 à 0,64. Les résultats montrent également que la température du générateur a eu un grand effet sur la performance des systèmes d'absorption et de capteurs solaires [33].

## **1.8. PROBLEMATIQUE**

Notre travail consiste à déterminer l'efficacité énergétique et surtout à intégrer les dispositifs solaires thermiques actifs pour le chauffage, climatisation et l'eau chaude sanitaire dans un bâtiment dont la performance énergétique n'est pas établie. Ce logement est situé dans un site de CHEBLI. Pour cela on doit d'abord étudier la conformité du bâtiment avec la réglementation thermique et dimensionner les besoins ensuite on entreprend l'étude de comportement thermique dynamique du bâtiment à l'aide d'un logiciel PLEIADES – COMFIE suivis de l'exploitation des résultats

# **Chapitre 2**

## **Présentation du projet**

## 2.1. Introduction

Le développement durable, c'est un leitmotiv qui revient et revient. L'homme aujourd'hui doit se mettre en adéquation avec son environnement et que son habitat s'intègre en cette nature. Pour cela il faut une architecture adaptée aux conditions climatiques de la région d'implantation afin d'harmoniser le niveau du confort thermique pour une consommation d'énergie minimale. Ce confort thermique est produit par les énergies fossiles qui occasionnent des effets négatifs par des émissions de dioxyde de carbone qui produisent l'effet de serre en provoquant le réchauffement de notre planète.

## 2.2. Le zonage climatique en Algérie.

L'Algérie est un pays subtropical du Nord-africain. Son climat est très différent entre les régions (Nord-Sud, Est-Ouest). Il est de type méditerranéen sur toute la frange nord qui englobe le littoral et l'Atlas tellien (étés chauds et secs, hivers humides et frais), semi-aride sur les hauts plateaux au centre du pays, et désertique dès que l'on franchit la chaîne de l'Atlas saharien.

La variabilité climatique en Algérie est due essentiellement à la latitude, de Nord au Sud la variation du climat est très nette.

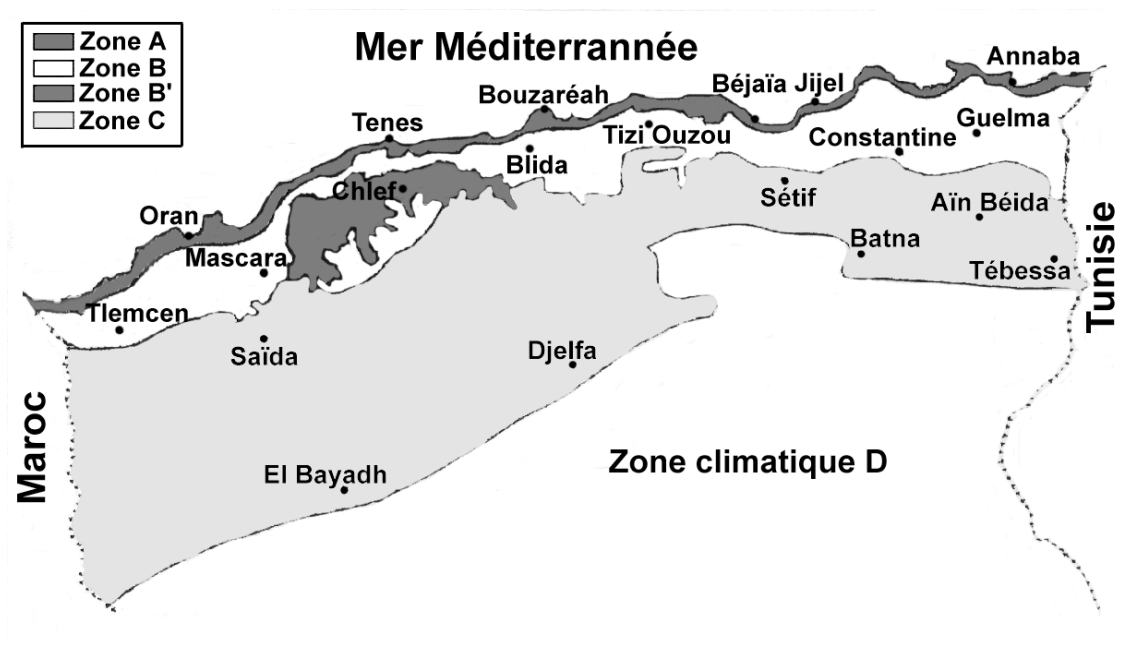


Figure 2.1 : Aperçu sur le zonage climatique pour le nord de l'Algérie  
(source | <https://doi.org/10.1080/12795119.2002.9692393>)

## 2.3. Situation et description de la Mitidja

### 2.3.1. Situation géographique

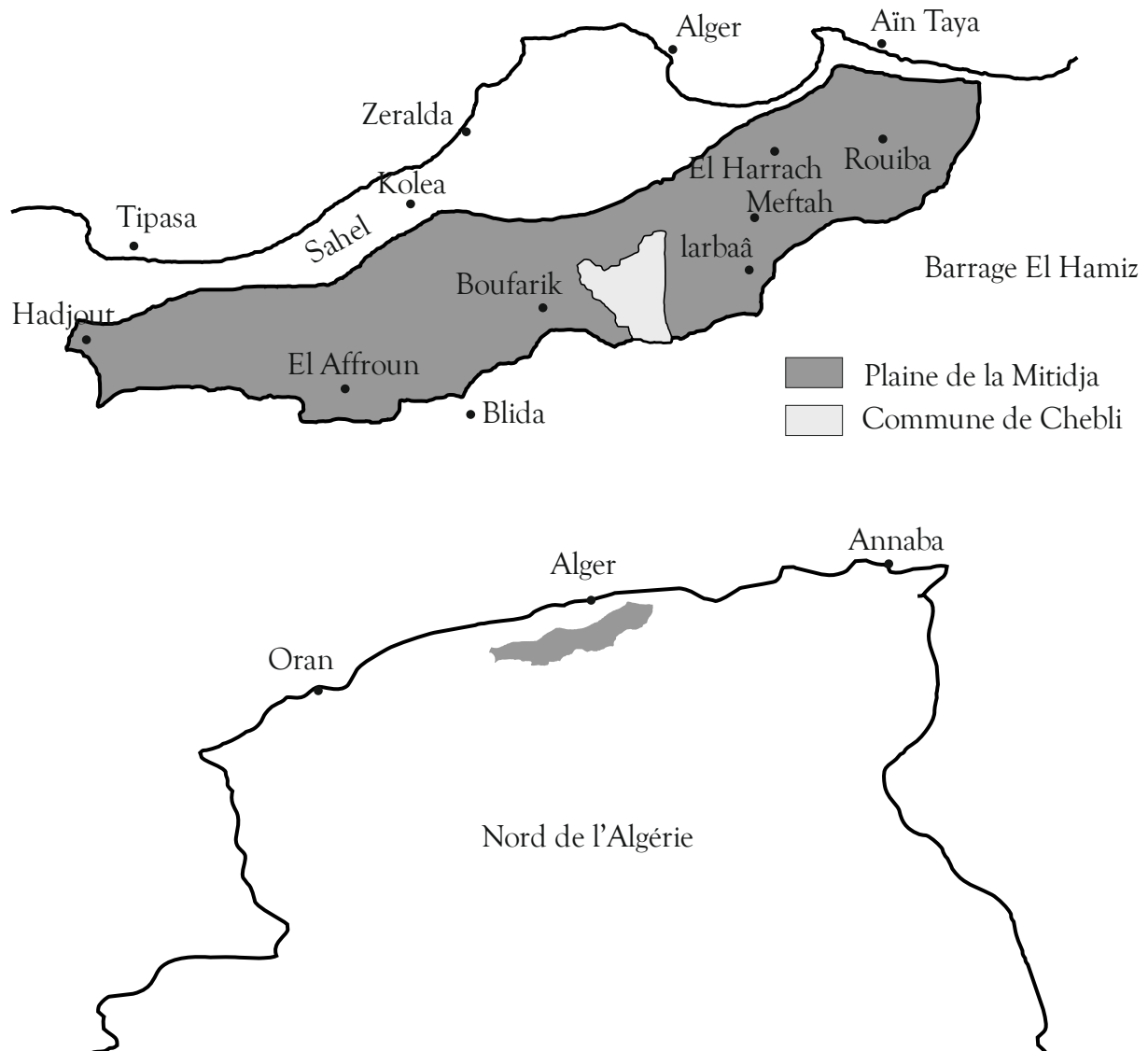


Figure 2.2 : Situation géographique de la Mitidja (Auteur)

La plaine de la Mitidja, d'une superficie d'environ 1400 km<sup>2</sup>, mesure environ 100 km de long sur 5 à 20 km de large. Elle est d'orientation est-nord-est/ouest-sud-ouest. Elle est limitée au nord par les basses collines du Sahel, plus basses encore à l'est d'Alger et sud par la haute chaîne du Tell, véritable barrière naturelle enneigée une partie de l'année et franchie seulement par des gorges profondes (oued Djer, oued Chiffa, oued Isser). Bien arrosée (700 à 800 mm par an), elle offre un piémont égoutté au sud et un secteur inondable au nord. Elle a une altitude d'environ 50 mètres. Le climat est de type méditerranéen.



### 2.3.2. Localisation du site (Chebli)

La commune de Chebli est située au nord-est de la wilaya de Blida, à environ 23 km au nord-est de Blida et à environ 29 km au sud d'Alger et à environ 50 km au nord-est de Médéa. Elle s'étend sur une superficie de 6 146 hectares (61,46 km<sup>2</sup>), située à 51 m d'altitude et ses coordonnées sont : Latitude : 36.5833, 36° 34' 60" Nord, Longitude : 3.01667, 3° 1' 0" Est

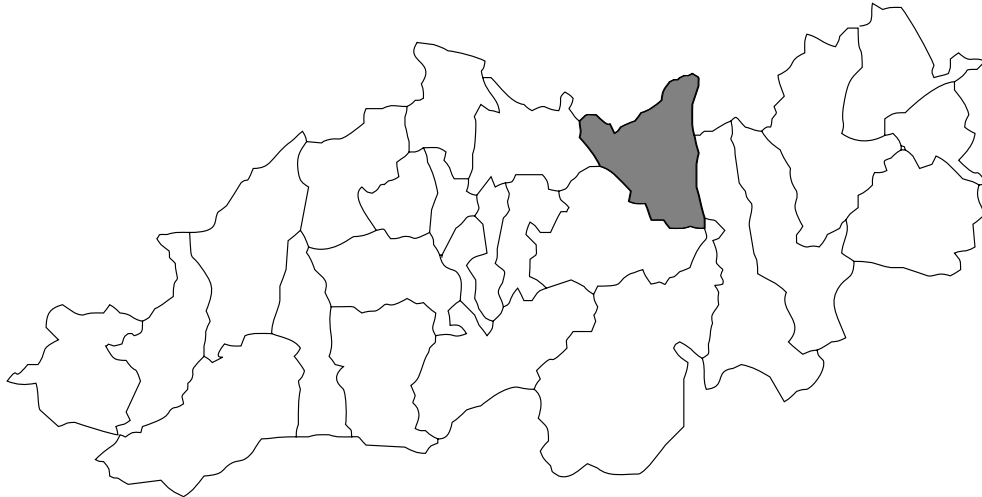


Figure 2.3 : Situation géographique de la commune de Chebli dans la wilaya de Blida (Source : Wikipédia)

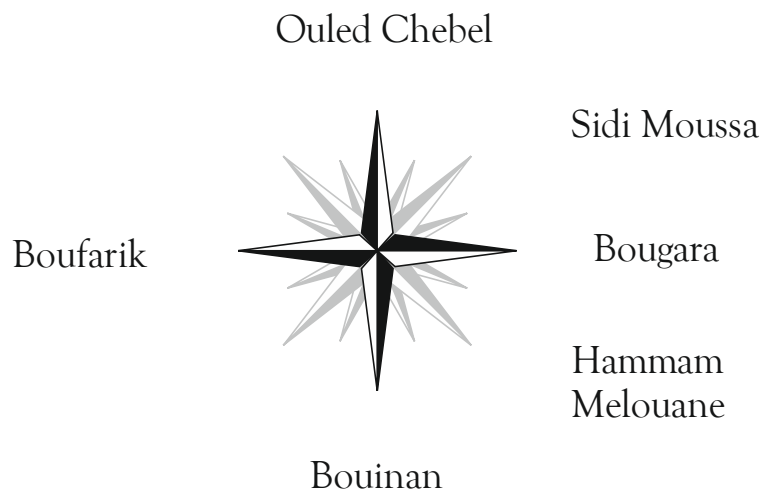


Figure 2.4 : Communes limitrophes de la commune de Chebli (Source : Wikipédia)

## 2.4. LES DONNEES CLIMATIQUES

Le changement climatique est un phénomène planétaire qui préoccupe les scientifiques depuis plus d'un siècle.

Le bassin versant de la Mitidja en Algérie du Nord n'a pas été à l'abri de ce fléau. Durant la période 1970 jusqu'à la fin du 20<sup>e</sup> siècle, cette région a vécu une sécheresse violente.

Le bassin versant de la Mitidja se caractérise par un climat méditerranéen avec une période hivernale froide et humide et une période estivale sèche et chaude [34].

Tableau 2.1. Données climatiques a Chebli

Mois	Ta [°C]	Ta dmin [°C]	Ta dmax [°C]	RH [%]	SDm [h]	FF [m/s]	DD [deg]
Janvier	11.3	6.4	16.2	72	165	1.4	248
Février	12.0	7.0	17.1	70	169	1.5	270
Mars	14.3	9.0	19.7	69	200	1.7	270
Avril	16.4	10.8	21.5	68	222	2.0	270
Mai	19.9	14.9	25.1	67	280	2.0	270
Juin	24.0	18.7	29.3	62	301	2.1	68
Juillet	26.7	21.9	32.8	63	331	2.1	68
Août	27.2	22.4	33.2	63	301	1.9	68
Septembre	24.2	19.3	29.3	66	242	1.8	68
Octobre	21.1	16.6	26.8	68	209	1.3	270
Novembre	15.8	11.3	20.4	69	171	1.5	270
Décembre	13.0	8.3	18.1	70	160	1.6	270
Année	18.8			67	2751	1.7	294

### 2.4.1. Variation de la température journalière

L'évolution de la température journalière sur le site représentée par la figure 2.5. par le logiciel METEONORM 7

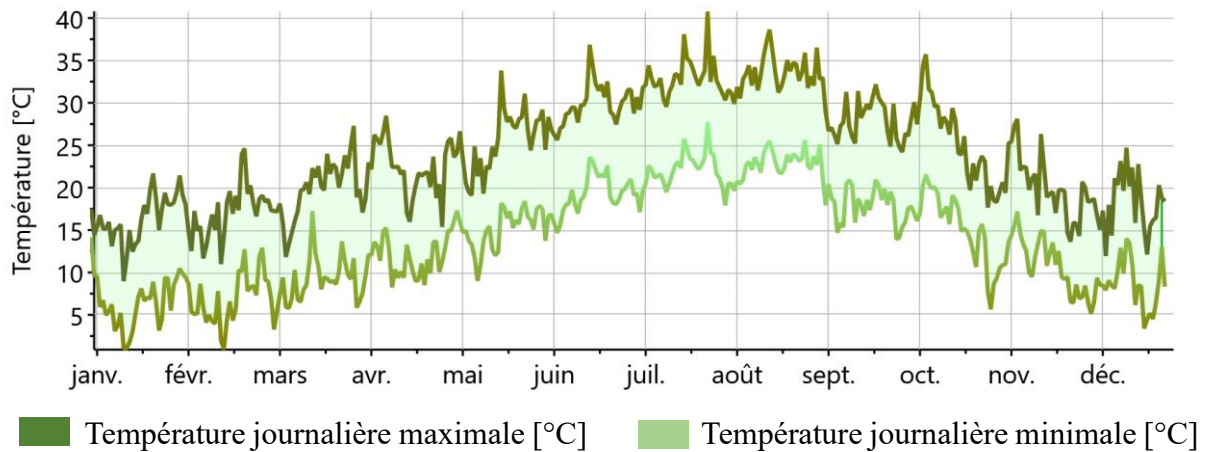


Figure 2.5. Valeurs journalières de la température Max et Min (source : Meteonorm V7)

### 2.4.2. Variation du rayonnement global journalière

L'évolution du rayonnement solaire journalier sur le site, représentée par la figure 2.6 par le logiciel

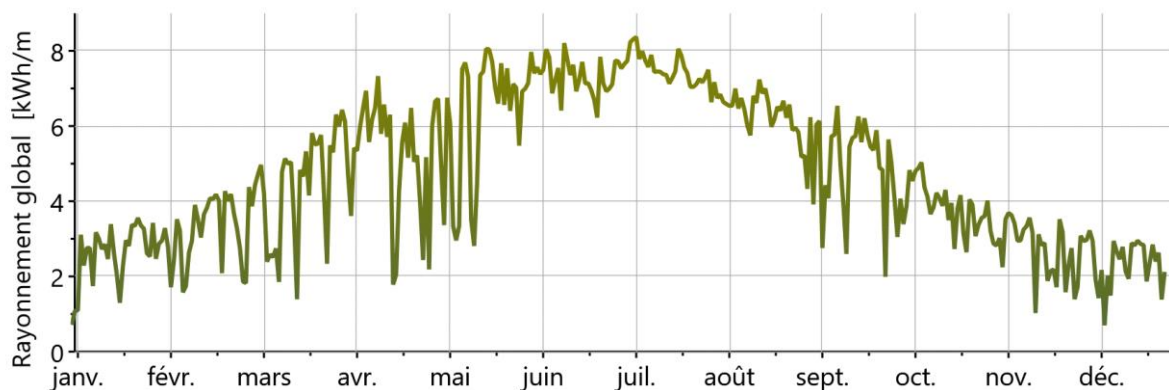


Figure 2.6 Moyenne journalière du rayonnement global (source : Meteonorm V7)

### 2.4.3. Variation du rayonnement solaire moyen mensuel globale

L'évolution du rayonnement solaire moyen mensuel globale et diffus sur le site, représentée par la figure 2.7

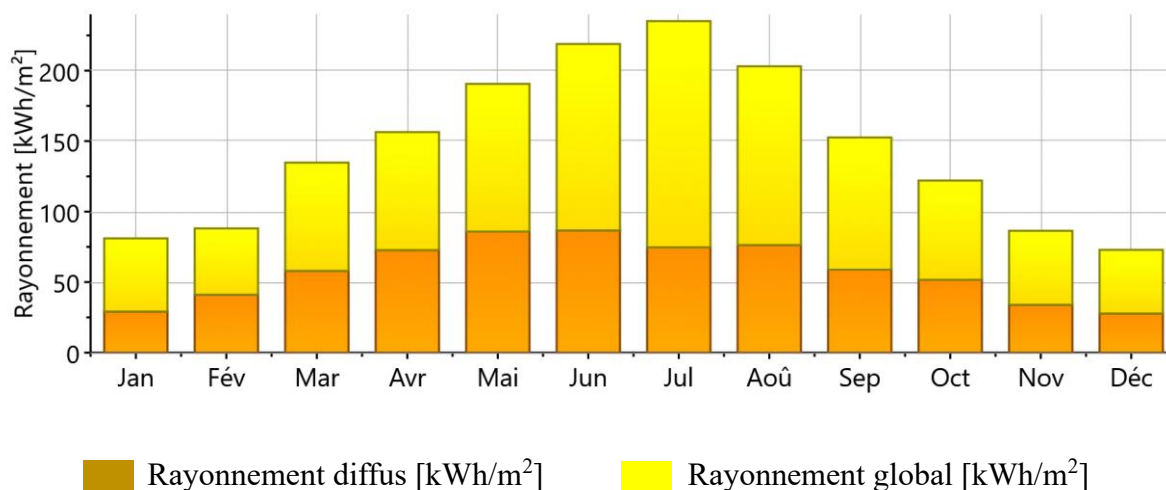


Figure 2.7. Rayonnement moyen globale et diffus (source : Meteonorm V7)

### 2.4.4. Variation de la durée d'insolation journalière

L'évolution de la durée d'insolation journalière sur le site représentée par la figure 2.8.

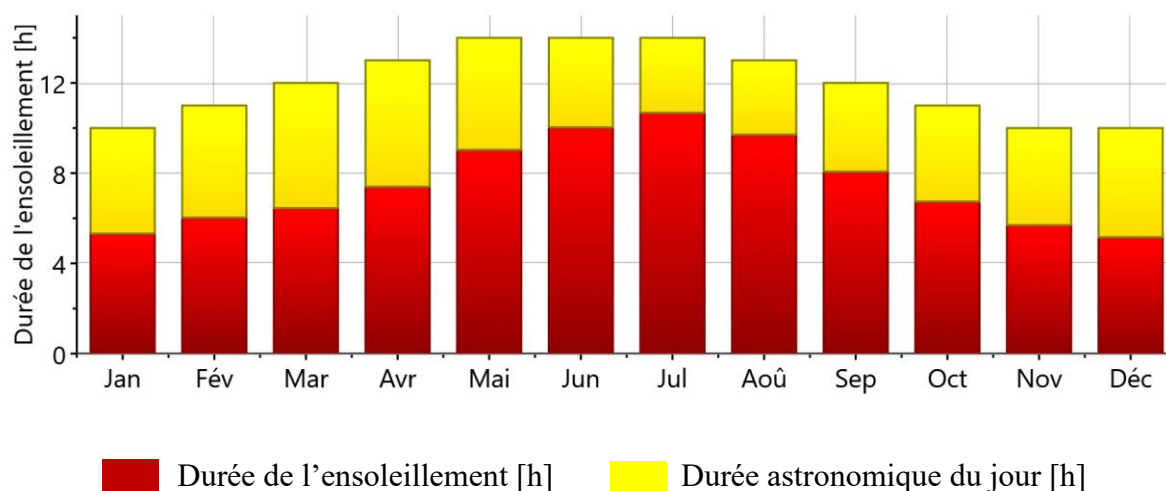


Figure 2.8. Valeurs mensuelles de la durée d'insolation (source : Meteonorm V7)

### 2.4.5. Variation de la température ambiante moyenne mensuelle

L'évolution de la température ambiante moyenne mensuelle sur le site, représentée par la figure 2.9.

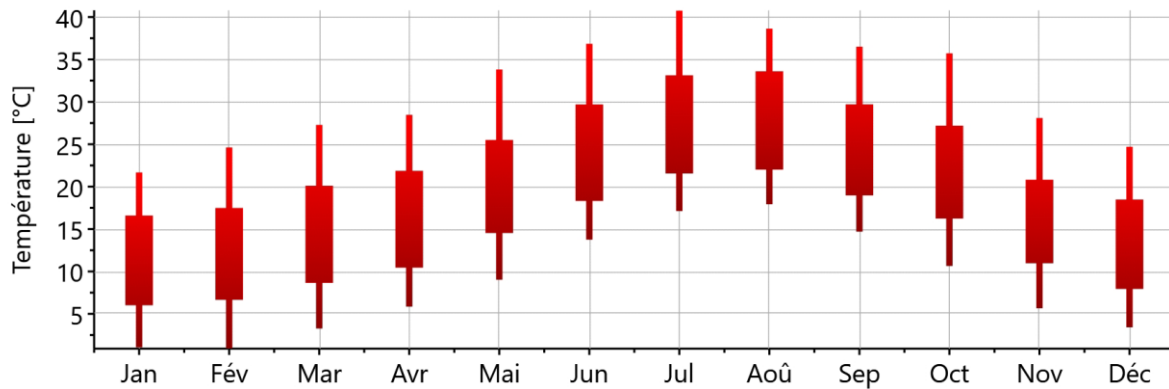


Figure 2.9. Température moyenne mensuelle (source : Meteonorm V7)

## 2.5. PRESENTATION DU PROJET

Notre projet est un logement social participatif (LSP), cette formule du logement introduite par les pouvoirs publics pour diversifier l'offre et répondre à une demande plus ou moins spécifique émanant de la catégorie sociale à revenu intermédiaire.

Le projet de 40 logements a été réalisé dans la commune de Chebli, il est constitué de cinq (5) bloc R+3 et chaque bloc dont chacun abrite deux (2) appartements par étage.

Les logements sont de type F3 et F4, le logement étudié dans notre projet est du type F4 d'une surface habitable de 85 m<sup>2</sup> comportant 3 chambres (11,46 m<sup>2</sup>, 10,45 m<sup>2</sup> et 9,65 m<sup>2</sup>), un séjour (21,80 m<sup>2</sup>), une cuisine (8,97 m<sup>2</sup>), une salle de bain (3,85 m<sup>2</sup>), toilette (1,12 m<sup>2</sup>), un couloir (11,88 m<sup>2</sup>) et enfin un balcon (4,03 m<sup>2</sup>). Le plan est représenté *figure 2.10*.

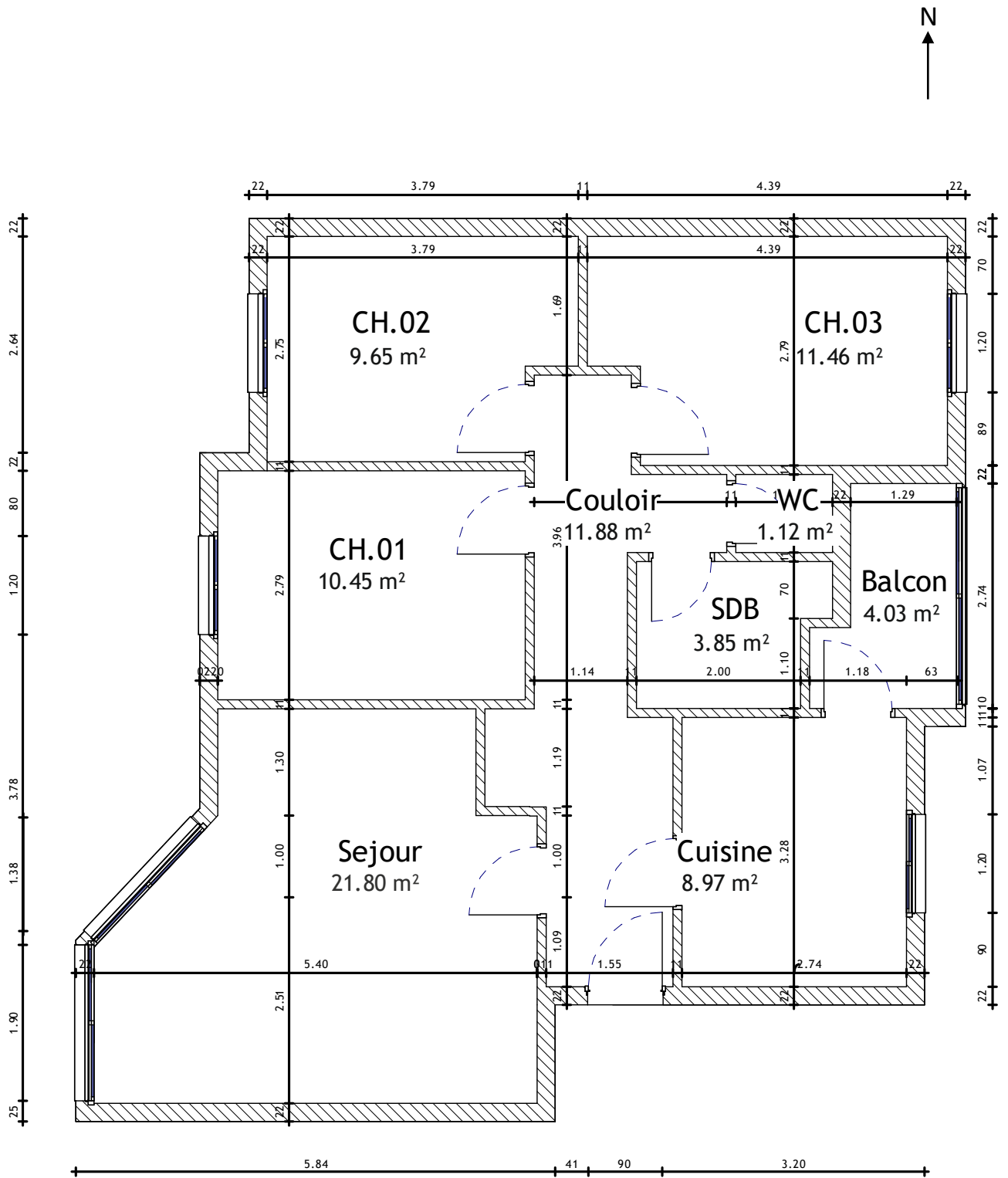


Figure 2.10. Plan du logement réalisé sur Autodesk Revit



*Figure 2.11. Façade avant du bloc étudiant (Source : Auteur)*



*Figure 2.12. Façade arrière du bloc étudiant (Source : Auteur)*

## 2.6. COMPOSITION DES PAROIS DU BATIMENT :

L'appartement étudié dispose d'une isolation les parois qui la constituent. La composition des parois est donnée par le tableau (Source : l'Agence foncière de Blida).

## 2.7. LES CARACTERISTIQUES DES OUVRANTS

### 2.7.1. LES FENETRES :

Les fenêtres utilisées dans notre habitat sont des fenêtres en bois avec un simple vitrage avec les caractéristiques mentionnés dans le tableau 2.2 :

**Tableau 2.2** : Caractéristiques de la fenêtre utilisée

	Cadre 30 %	Vitrage 70 %	Cadre + vitrage 100 %
Facteur solaire	-	0,90	0,63
Coefficient U (W/m <sup>2</sup> .K)	3,00	4,95	4,36

**Nom** : Fenêtre en bois simple vitrage

**Complément** : Simple vitrage

**Origine** : Ouvrage "Conception Thermique de l'Habitat"

**Nombre de vitrage** : 1

Coefficient U (W/m<sup>2</sup>.K)= 2.9

### 2.7.2. Les portes :

Les portes utilisées dans notre habitat sont des portes en bois opaque avec les caractéristiques suivants:

**Nom** : Porte bois intérieure

**Complément** : donnant sur local non chauffé

**Nombre de vitrage** : opaque

Coefficient U (W/m<sup>2</sup>.K)= 5.00



# **Chapitre 3**

## **Résultats et discussion**

### 3.1. La démarche de la simulation :

#### 3.1.1. Description des parois :

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

Composants	T	cm	kg/m <sup>3</sup>	λ	R
Mortiers ciment ou chaux ( ρ > 2000)		1.000	20	1.8	0.01
Brique creuse de 10 cm		10.00	69	0.476	0.21
Lame d'air > 1.3 cm		1.50	0	0.094	0.16
Brique creuse de 10 cm		10.00	69	0.476	0.21
Plâtre courant		2.000	20	0.35	0.06
<b>Total</b>		<b>24.5</b>	<b>178</b>		<b>0.65</b>

Composants	T	cm	kg/m <sup>3</sup>	λ	R
Brique creuse de 10 cm		10.00	69	0.476	0.21
Plâtre courant		1.000	10	0.35	0.03
Enduit plâtre		0.500	8	0.35	0.01
<b>Total</b>		<b>11.5</b>	<b>87</b>		<b>0.25</b>

Figure 3.1 : Caractéristiques des parois verticales

Composants	T	cm	kg/m <sup>3</sup>	λ	R
Feutre bitumeux		0.500	9	0.5	0.01
Béton lourd		7.000	161	1.75	0.04
Hourdis de 16 en béton		16.00	208	1.231	0.13
Liège		4.000	20	0.1	0.40
Béton lourd		7.000	161	1.75	0.04
Enduit plâtre		1.000	15	0.35	0.03
<b>Total</b>		<b>35.5</b>	<b>574</b>		<b>0.65</b>

Composants	T	cm	kg/m <sup>3</sup>	λ	R
Hourdis de 16 en béton		16.00	208	1.231	0.13
Béton lourd		7.000	161	1.75	0.04
Mortier		0.500	10	1.15	0.00
Carrelage		1.000	23	1.7	0.01
<b>Total</b>		<b>24.5</b>	<b>392</b>		<b>0.18</b>

Figure 3.2 : Caractéristiques des parois horizontales

#### 3.1.2. Les zones thermiques et les scénarios utilisés :

Tout d'abord, pour pouvoir simuler le fonctionnement de la maison, il faut au préalable créer des zones thermiques, chaque zone ayant des caractéristiques de chauffage, de

ventilation, de puissance dissipée et d'occupations différentes. Il est donc nécessaire de définir ces zones en fonction de leur utilité.

### 3.1.2.1. Scénarios d'occupation

Les scénarios d'occupations permettent de définir le nombre de personnes résidant dans la maison et leur fréquence de présence dans cette dernière. Le but de ces scénarios étant de reproduire la chaleur émise par la présence d'une personne.

Pour notre modélisation, nous avons décidé de créer les différents scénarios suivants :

- Scénario de 2 personnes dans la zone : 3 chambres + séjour

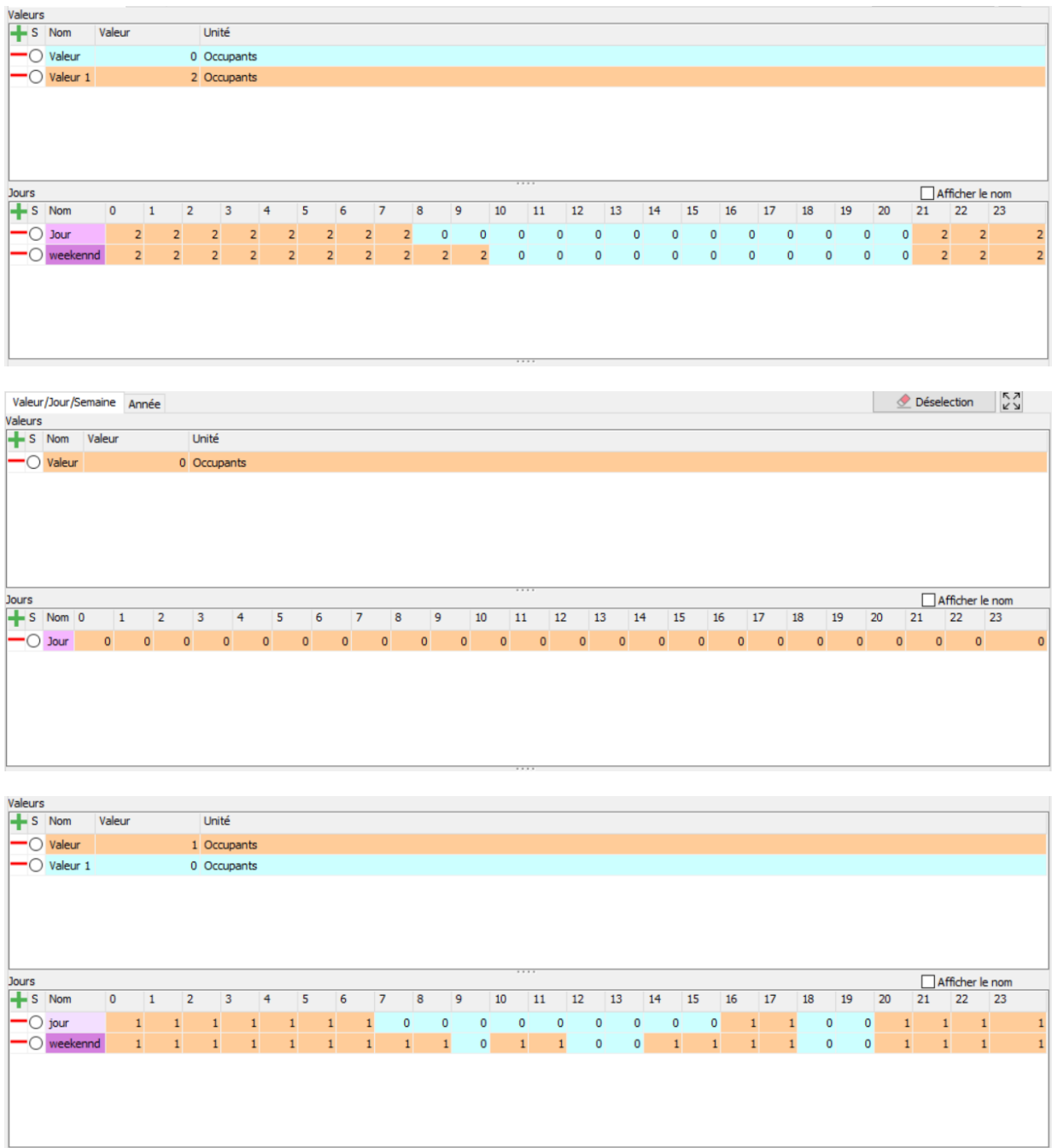


Figure 3.3 : Scénario d'occupation des chambres

### 3.1.2.2. Scénarios de puissance dissipée

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

#### Pour la 1<sup>ère</sup> zone : séjour

- 1 lampes (20 W) de 18h-20h ;
- Tv (105W) de 14h- 20h ;
- Laptop (60 W) de 18h- 20h ;

#### Pour la 2<sup>ème</sup> zone : chambre 1

- 1 lampe (15 W) de 6h-8h et 20h- 21h;
- Tv (64W), de 21h-1h

#### Pour la 3<sup>ème</sup> zone : chambre 2

- Une lampe (10 W), de 6h-8h et 19h- 21h ;
  - Pc (636W), de 16h-17h et 20h-00h la semaine et allume tout le weekend
- *Ventilation interne :*

La ventilation interne est assurée par les portes. On applique cette aération entre le couloir, les chambres et le séjour

### 3.1.3. Consigne de thermostat

Les consignes de thermostat ont pour fonction de déclencher le chauffage si la température dans la pièce descend en dessous de la limite qu'on aura fixée au préalable. Pour nous la consigne de thermostat joue un rôle crucial dans le confort thermique et la gestion de l'énergie dans notre logement. L'intervalle de confort thermique est entre 20° et 24°.

The screenshot shows a software interface for thermostat control. It is divided into two main sections: 'Valeurs' (Values) and 'Jours' (Days).

**Valeurs section:** A table with columns for 'Nom' (Name), 'Valeur' (Value), and 'Unité' (Unit). The first row shows 'Valeur' with a value of 20 and unit '°C'. There are also some icons (a green plus and a red minus) and a small 'S' icon.

**Jours section:** A table with columns for 'Nom' (Name) and days of the week (0 to 23). The 'Nom' column shows 'Jour'. All 24 columns under the days header contain the value '20'. There is a checkbox labeled 'Afficher le nom' (Show name) which is currently unchecked.

Figure 3.4 : Scénario de consigne de thermostat (chauffage).

+ S		Nom	Valeur	Unité
-	○	Valeur	24	°C

+ S		Nom	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
-	○	Jour	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24

Figure 3.5 : Scénario de consigne de thermostat (climatisation).

### 3.1.4. Exploitation des résultats

Pour illustrer les variations de température dans la zone de confort, nous présenterons nos simulations à l'aide de deux graphes : l'un pour l'hiver et l'autre pour l'été. Afin de déterminer les besoins énergétiques en chauffage et en climatisation, nous réaliserons deux simulations distinctes : l'une sans consignes de thermostat et l'autre avec ces consignes.

Dans la première étape de notre travail, nous considérerons que notre logement est passif, c'est-à-dire sans aucun apport de climatisation ni de chauffage.

#### 3.1.4.1. Simulation sans consigne de thermostat :

La simulation sans consignes signifie l'absence de chauffage en hiver et de climatisation en été. Lors de cette étape, nous étudions l'évolution de la température intérieure de notre habitat sans chauffage ni climatisation, ce qui nous permet de déterminer le niveau de confort assuré dans notre maison.

#### A/ Simulation hivernale :

Les scénarios intégrés sont :

- Scénarios d'occupation
- Scénarios de ventilation d'hiver
- Scénarios de puissance dissipée

Après simulation, nous obtenons les résultats suivants :

Evolution de température en hiver est donné dans le graphe 3.6

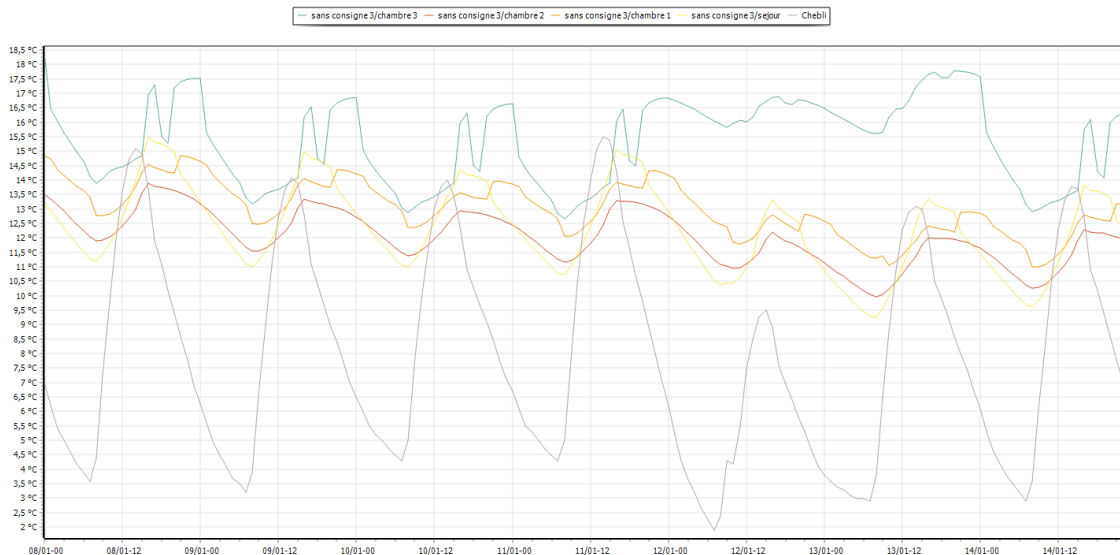


Figure 3.6 : Evolution de température en hiver (La semaine la plus froide)

On observe que la température intérieure de la chambre 3 varie entre 13 °C et 18 °C. En revanche, la température de la chambre 2 fluctue entre 10 °C et 13,5 °C, tandis que celle de la chambre 1 oscille entre 11 °C et 15 °C. Quant au séjour, sa température varie entre 9,5 °C et 15,5°C.

Les chambres présentent des températures relativement plus acceptables comparées à celles du séjour.

### **B/ Simulation estivale :**

Les scénarios intégrés sont :

- Scénarios d'occupation.
- Scénarios de ventilation d'été
- Scénarios de puissance dissipée

Après le lancement de la simulation. Le logiciel utilisé nous a donné les résultats suivants :

L'évolution de la température en été est donnée dans le graphe 3.7

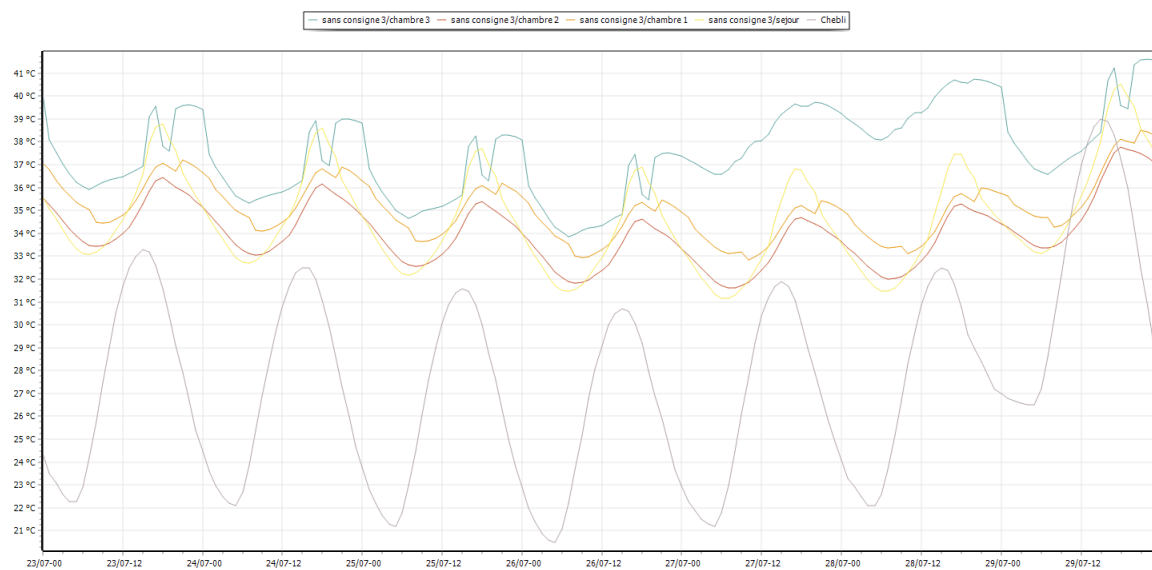


Figure 3.7 : évolution de température en été (La semaine la plus chaude)

Les températures de confort se situent entre 28 °C et 35 °C. À l'extérieur, les températures varient de 20,5 °C à 39 °C. Nous remarquons que les températures intérieures sont souvent trop élevées, causant un inconfort pour les occupants. Bien que la ventilation naturelle et l'enveloppe du logement puissent atténuer la chaleur extérieure, elles ne parviennent pas à maintenir une température confortable à l'intérieur.

Les simulations montrent que l'enveloppe du bâtiment ne parvient pas à assurer un confort thermique adéquat, particulièrement en été. Cela souligne la nécessité d'introduire des simulations avec des consignes de thermostat pour déterminer les besoins en chauffage et en climatisation.

Amélioration des températures :

Pour améliorer ces températures on effectue quelques changements, on utilise une ventilation nocturne et on change notre simple vitrage par un double vitrage pour voir l'amélioration obtenue.

### 3.2. Influence du vitrage :

Dans le but de réduire la consommation énergétique de notre logement on a remplacé les fenêtres en bois avec simple vitrage par des fenêtres en PVC avec double vitrage avec les Caractéristiques suivantes :

**Nom :** Fen PVC DV 4.6.4

**Complément :** Double vitrage 4 + 4 mm huisserie bois

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

**Nombre de vitrage :** 2

Tableau 3.1 : Caractéristiques de la fenêtre double vitrage utilisée

	Cadre 30%	Vitrage 70%	Cadre+ vitrage 100%
Facteur solaire	-	0.81	0.57
Coefficient U (w/m <sup>2</sup> .k)	1.70	3.10	2.68

### 3.2.1. Simulation sans consigne de thermostat :

#### A/ Simulation hivernal :

#### Résultat de simulation

Après le lancement de la simulation. Le logiciel utilisé nous a donné les résultats suivants :

#### Visualisation graphique :

#### Simulation hivernale avec double vitrage :

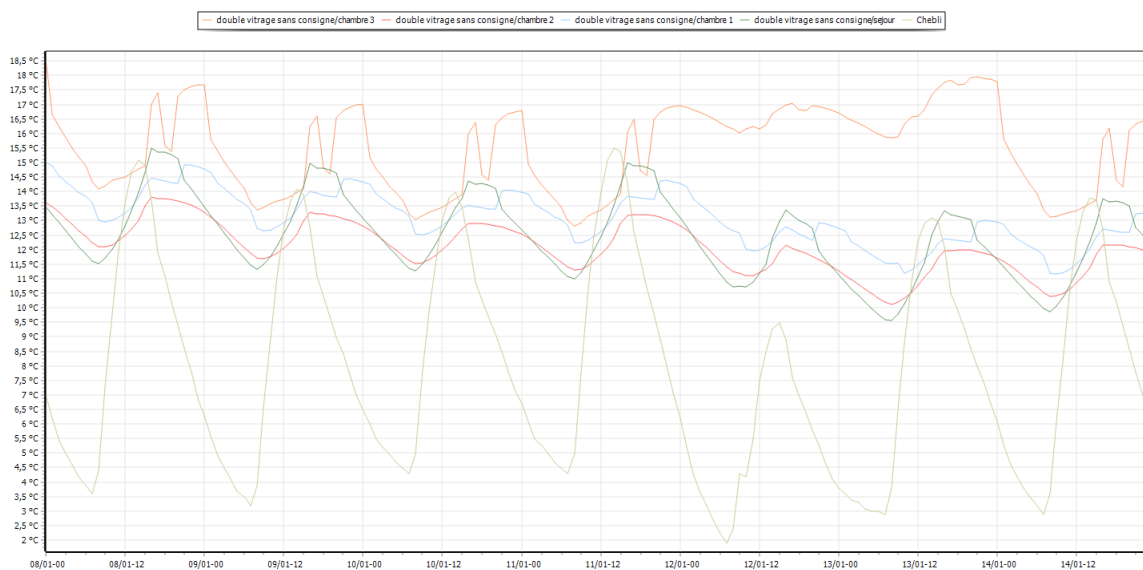


Figure 3.13 : évolution de température hivernale avec double vitrage



On observe que la température intérieure de la chambre 3 varie entre 13 °C et 18.5°C. En revanche, la température de la chambre 2 fluctue entre 10 °C et 13,5 °C, tandis que celle de la chambre 1 oscille entre 11 °C et 15 °C. Quant au séjour, sa température varie entre 9,5 °C et 15,5 °C.

Les chambres présentent des températures relativement plus acceptables comparées à celles du séjour.

### Simulation estivale avec double vitrage :

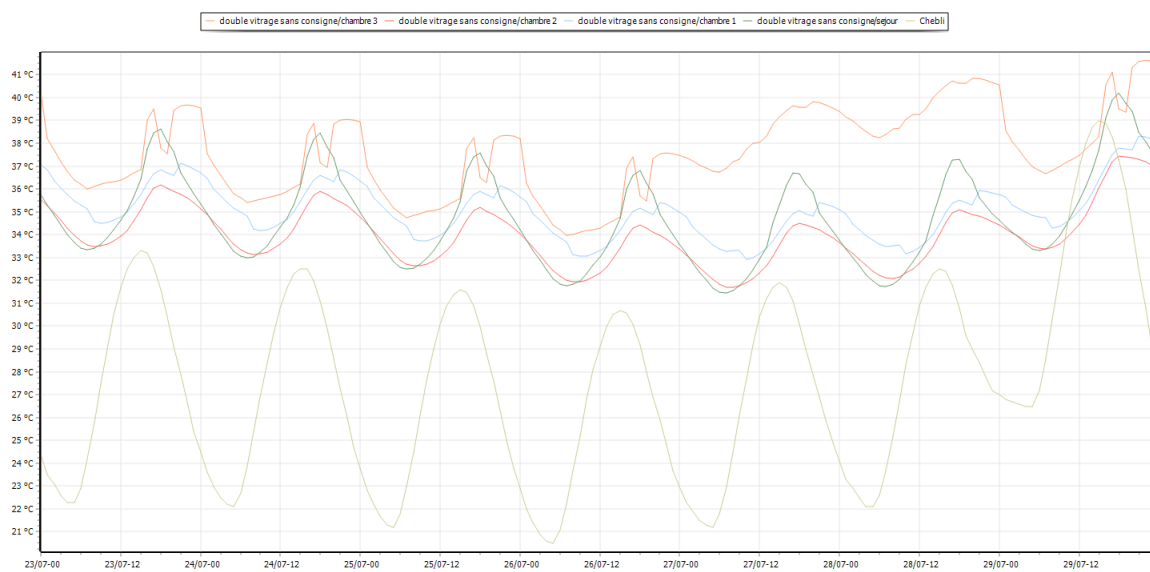


Figure 3.14 : évolution de température estivale avec double vitrage

On peut observer une légère augmentation de température qui varie entre 1°C et 2°C ce qui suggère une meilleure préservation de la chaleur et qui peut baisser la consommation électrique si une climatisation venait à être installer.

## Simulation avec ventilation nocturne :

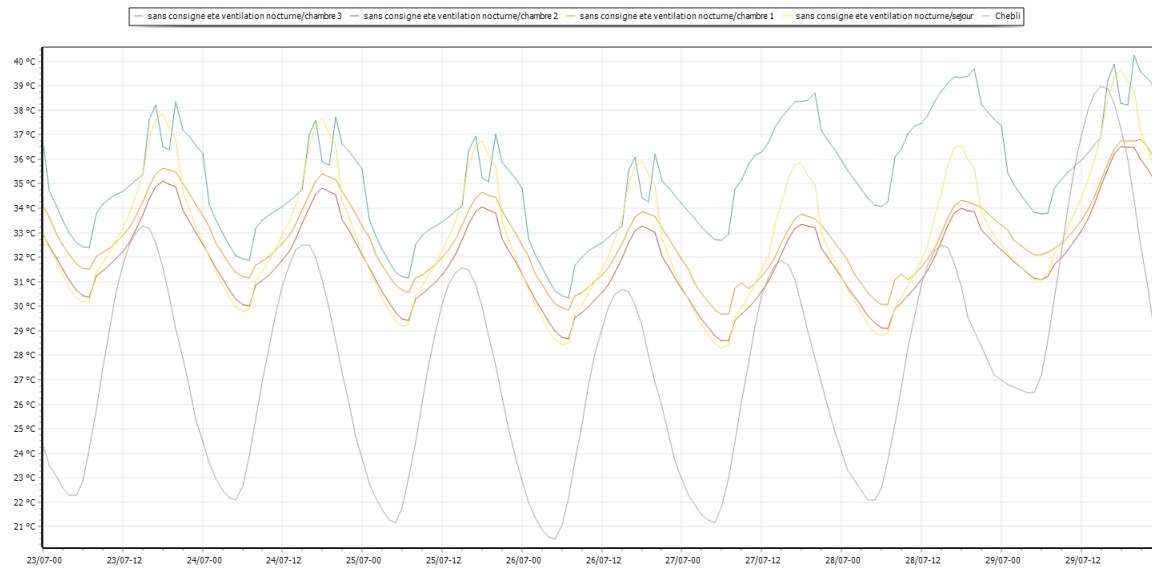


Figure 3.8 : évolution de température en été avec ventilation nocturne

On peut observer une légère baisse de température grâce à la ventilation nocturne qui peut varier entre à 1°C à 2°C

### 3.2.1.1. Simulations avec consigne de thermostat simple vitrage :

La simulation avec consigne permet de déclencher automatiquement le chauffage lorsque la température d'une pièce descend en dessous d'un seuil prédéfini. Cette méthode assure un niveau de confort constant à l'intérieur de l'habitat en régulant la température de manière autonome.

Au cours de cette simulation, on observe l'évolution de la température intérieure en fonction de l'utilisation du chauffage et de la climatisation. Cette analyse permet de déterminer le taux de confort assuré dans la maison. Plusieurs scénarios sont pris en compte pour une simulation précise :

1. **Scénarios d'occupation** : Ces scénarios évaluent les variations de présence des occupants dans la maison. Par exemple, une maison vide pendant les heures de travail nécessite moins de chauffage ou de climatisation qu'une maison occupée.

2. **Scénarios de ventilation** : Ils examinent les différentes méthodes de ventilation utilisées dans l'habitat, qu'elles soient naturelles ou mécaniques, et leur impact sur la température intérieure.

3. **Scénarios de puissance dissipée** : Ces scénarios analysent la chaleur générée par les appareils électriques, les lumières et autres sources internes qui influencent la température ambiante.

4. **Scénarios de la consigne du thermostat** : Ils prennent en compte les différents réglages de température du thermostat selon les préférences des occupants et les conditions météorologiques extérieures.

En intégrant ces différents scénarios, la simulation offre une vue détaillée de la gestion thermique de la maison, garantissant ainsi un confort optimal tout en maximisant l'efficacité énergétique.

#### A/ Simulation hivernale :

##### Résultat de simulation

Après le lancement de la simulation. Le logiciel utilisé nous a donné les résultats suivants :

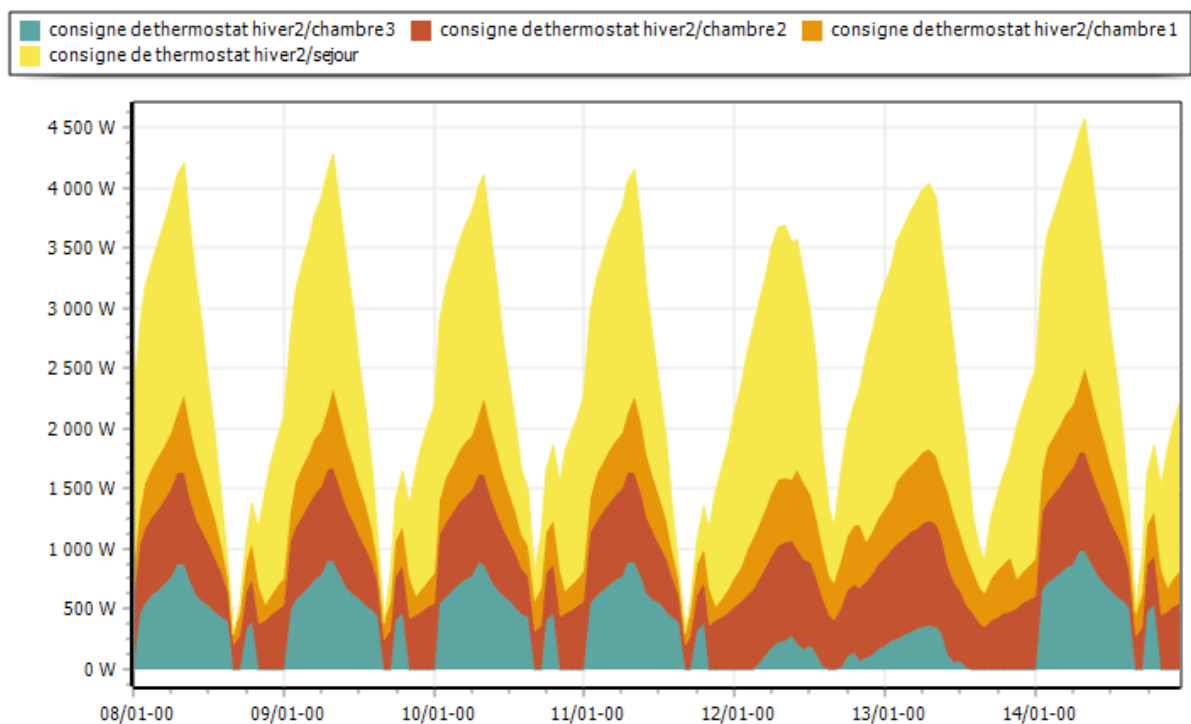


Figure 3.9 : évolution la puissance de chauffage en hiver (La semaine la plus froide)

Tableau 3.2 : Les besoins en chauffage

Simulation	Besoin en kWh	Besoin en kWh/m <sup>2</sup>
Chauffage	4326.2	81.2

**B/ Simulation estivale :**

Pour cette simulation nous avons pris différents scenarios pour voir quel serait la meilleure option pour consommer le minimum d'énergie en réglant notre climatisation a 24 °C:

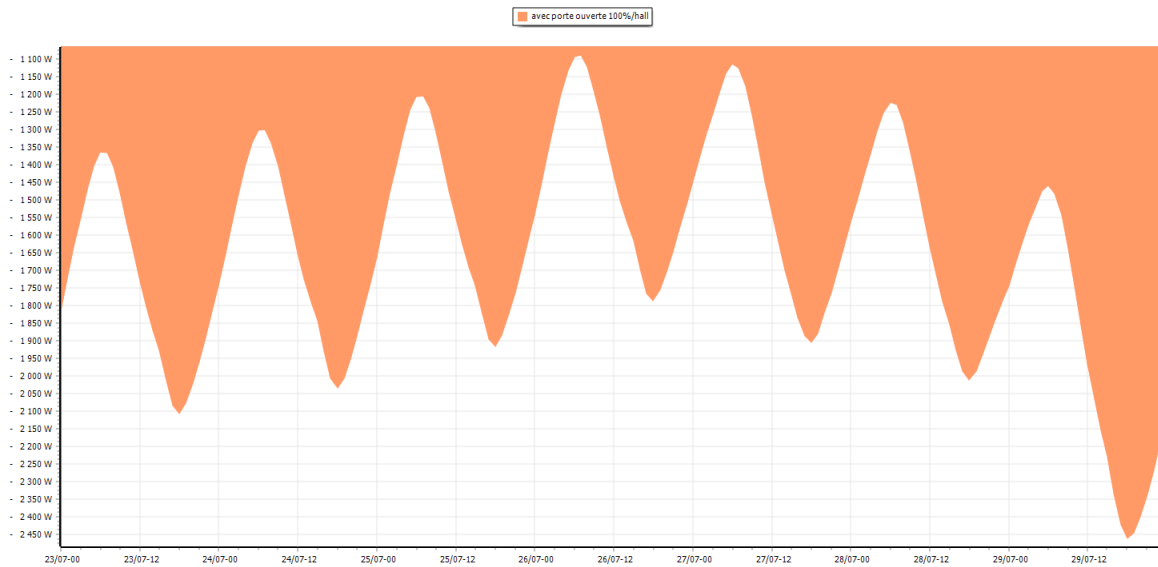


Figure 3.10 : évolution la puissance de climatisation en été 24h/24h (La semaine la plus chaude)

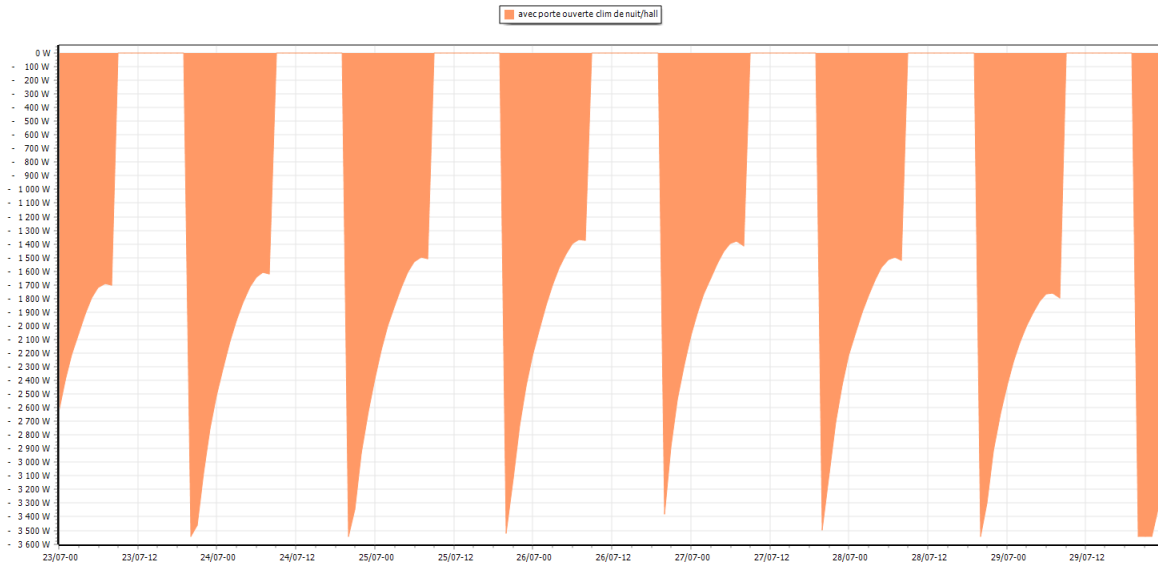


Figure 3.11 : évolution la puissance de climatisation en été de nuit

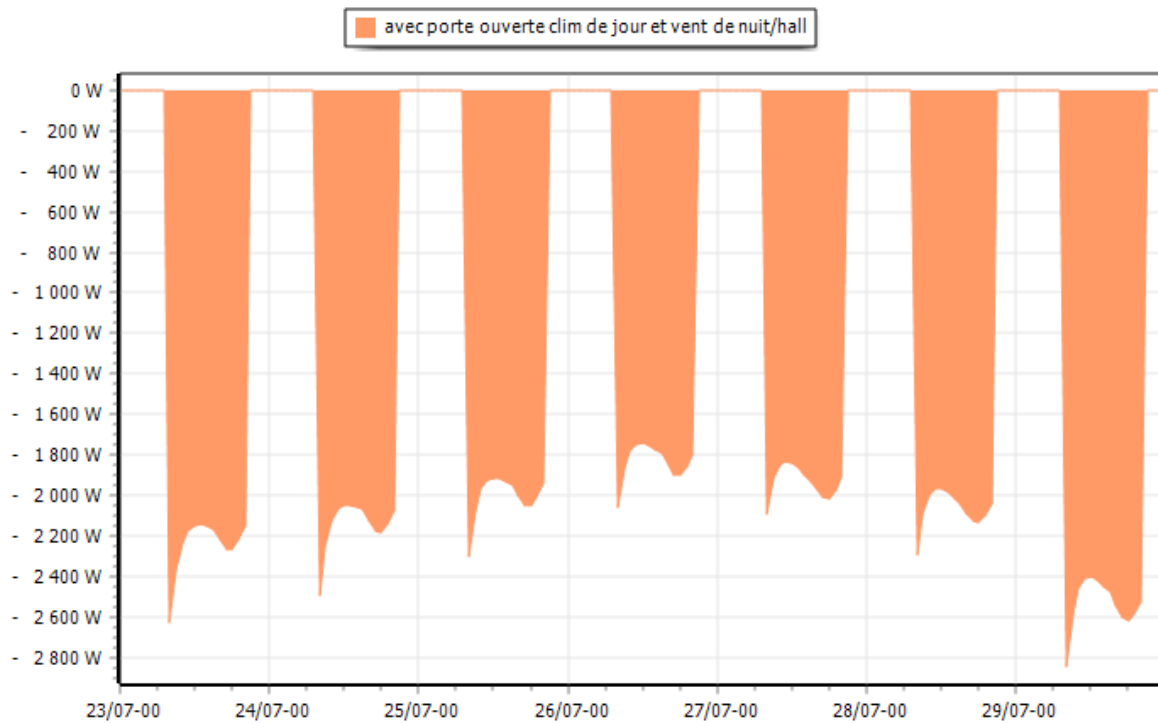


Figure 3.12 : évolution la puissance de climatisation durant le jour avec une ventilation nocturne

Selon les résultats qu'on a obtenus dans c'est simulation on compare nos trois simulations de climatisation dans un tableau :

Tableau 3.3 : Besoins en climatisation

Simulation	Besoin en kWh	Besoins en kWh/m <sup>2</sup>
Climatisations 24/24h	3009.5	254.8
Climatisation de nuit	2197.6	186.1
Climatisation de jour avec ventilation nocturne	2037.7	172.5

### 3.2.2. Simulations avec consigne de thermostat double vitrage :

#### A/ Simulation hivernale :

#### Résultat de simulation

Après le lancement de la simulation. Le logiciel utilisé nous a donné les résultats suivants :

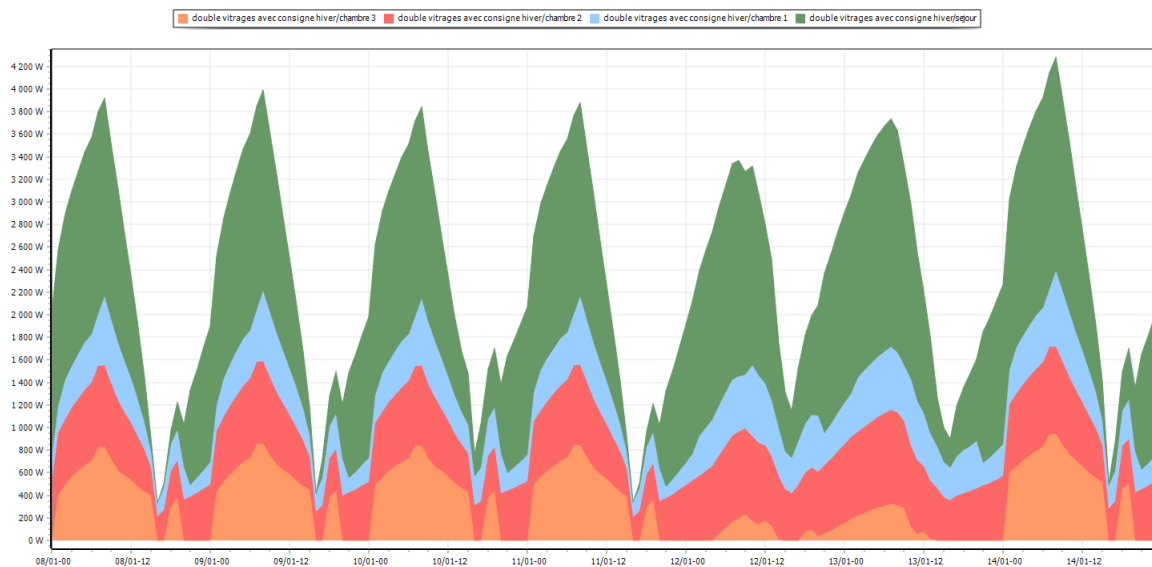


Figure 3.15 : évolution la puissance de chauffage en hiver avec double vitrage (La semaine la plus froide)

**B/Simulation estivale :**

On utilise les 3 scenarios précédents pour le double vitrage

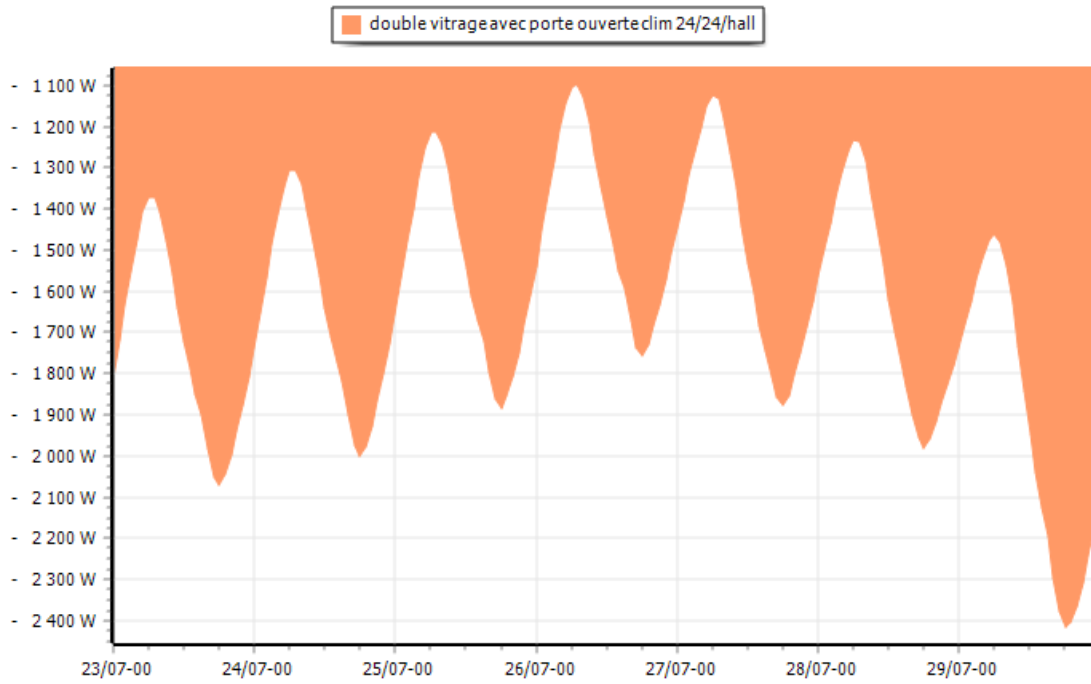


Figure 3.16 : évolution la puissance de climatisation 24h/24

Climatisation de nuit :

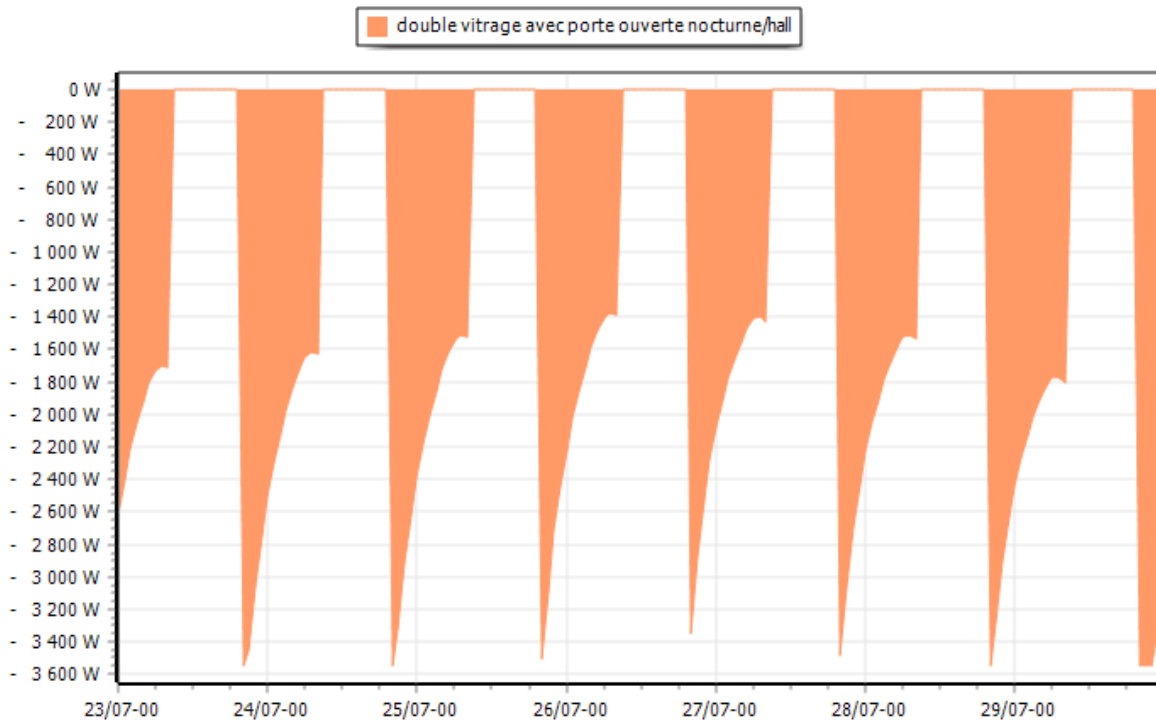


Figure 3.17 : évolution la puissance de climatisation de nuit

Climatisation de jour avec ventilation nocturne :

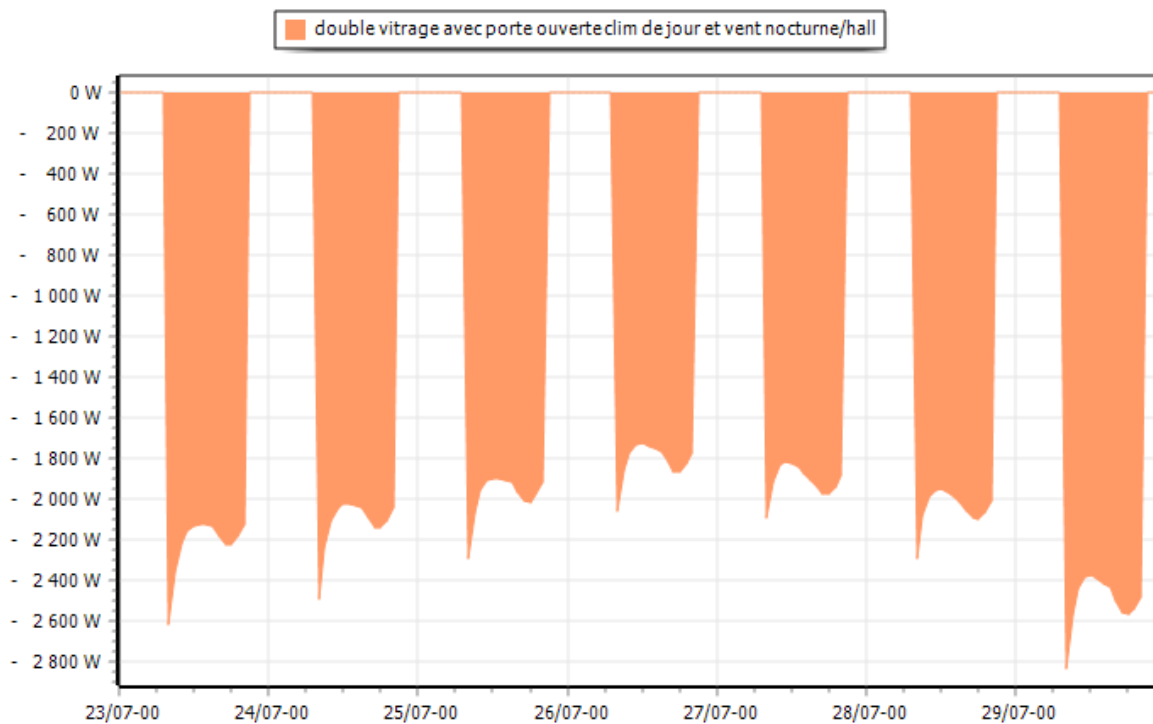


Figure 3.18 : évolution la puissance de climatisation de jour avec ventilation nocturne

Tableau 3.4 : Besoins en climatisation double vitrage

Simulation	Besoin kWh	Besoin kWh/m <sup>2</sup>
Climatisation 24/24h	2992	253.3
Climatisation nocturne	2197.9	186.1
Climatisation de jour avec ventilation nocturne	2011.3	170.3

On peut apercevoir une légère amélioration en ajoutant le double vitrage pour le système de climatisation



Tableau 3.5 : Bilan annuel de la consommation énergétique :

	Simple Vitrage	Double Vitrage	L'écart
Besoins en climatisation (kWh)	3009.5	2992	17.5
Besoin en Chauffage (kWh)	4326.2	3989.9	336.3
Besoins en climatisation (kWh/m <sup>2</sup> )	254.8	253.3	1.5
Besoins en Chauffage (kWh/m <sup>2</sup> )	81.8	75.4	6.4

On peut noter une légère différence qui est négligeable durant l'été contrairement à l'hiver ou la différence est plus importante.

### 3.2.3. Simulation avec un émetteur dans chaque chambre :

Nous avons simulé une climatisation dans toutes les chambres pour voir la différence de consommation et voilà les résultats obtenus :

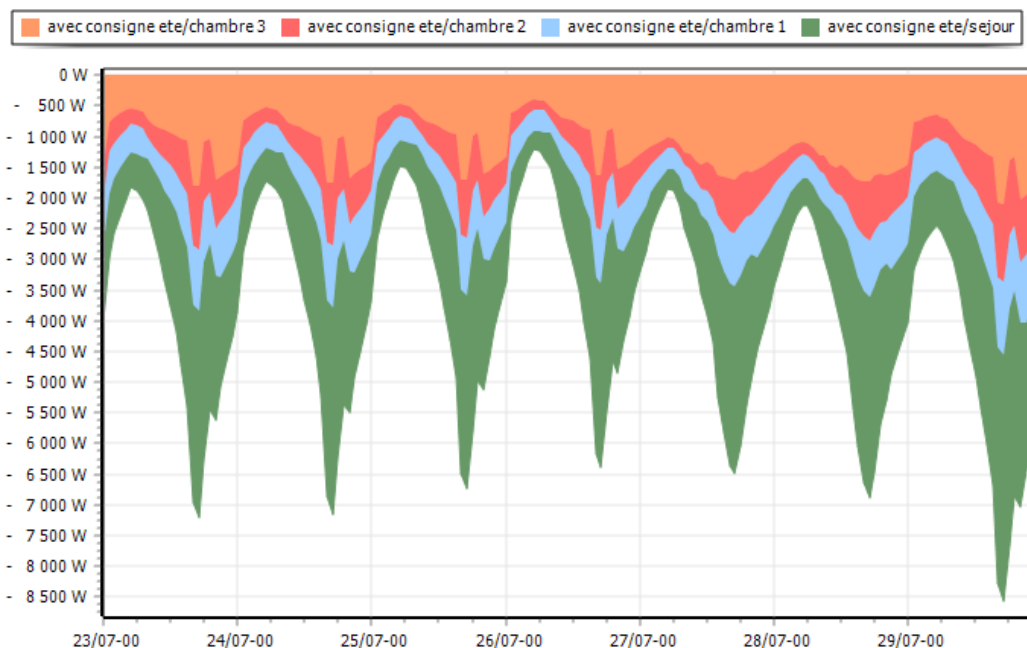


Figure 3.19 : évolution la puissance de climatisation avec un émetteur dans chaque chambre

Le graphe représente l'évolution de la puissance de climatisation suite à l'ajout d'un émetteur dans chaque chambre pendant la semaine la plus chaude de l'année. On observe que le séjour est l'espace où les besoins de climatisation augmentent le plus, avec un pic atteignant 8500 W, ce qui est considérable. En revanche, la consommation dans les chambres, bien que

plus raisonnable comparée à celle du séjour, reste néanmoins plus élevée que celle de l'installation existante.

### **Comparatif entre les simulations et la réalité :**

Suite aux résultats obtenus lors de notre simulation nous avons comparé nos résultats avec les factures d'électricité et de gaz durant l'année 2023 et voici les résultats obtenus :

*Tableau 3.6 : Tableau comparatif par saison*

Scenario	Simulation	Réalité	L'écart
Eté (kwh)	3009.5	1972	1037.5
Hiver (kwh)	4326.2	8943.7	4617.2
Eté (kwh/m <sup>2</sup> )	254.8	167.11	87.69
Hiver (kwh/m <sup>2</sup> )	81.8	169.06	87.26

#### **Hiver :**

En mettant le chauffage à 24°C durant l'hiver on peut remarquer qu'il y'a une augmentation de 106.75% de la consommation de gaz comparé à notre simulation 20°C ce qui implique une sur consommation et il serait préférable de baisser la température à 20°C pour réaliser des économies

#### **Eté :**

En été on peut voir une baisse de 34.5% comparé à notre simulation car la climatisation est souvent allumée que la nuit donc on va comparer notre facture à notre simulation de climatisation nocturne :

*Tableau 3.6 : Tableau comparatif des scénarios*

Scenario	Simulation	Réalité	L'écart
Climatisation nocturne (kWh)	2197.6	1972	225.6
Climatisation nocturne (kWh/m <sup>2</sup> )	186.1	167.11	18.99

On peut noter une différence de 10.26% comparé à notre facture qui est due à plusieurs facteurs (la météo, l'heure d'allumage, la durée d'utilisation etc. ...)

## Conclusion générale

Ce mémoire a étudié en profondeur la performance énergétique d'un logement dans le cadre des Logements Sociaux Participatifs (LSP) à Chebli, en Algérie. L'objectif principal était d'évaluer les performances thermiques de ce logement et de proposer des améliorations pour réduire sa consommation énergétique. Plusieurs aspects clés ont été abordés, notamment la, l'amélioration du vitrage et la gestion des habitudes de l'occupant à travers divers scénarios attribués

Les simulations énergétiques réalisées avec le logiciel Pleiades-Comfie ont été un point central de cette étude. Ce logiciel a permis de modéliser les performances thermiques du bâtiment en prenant en compte divers paramètres tels que l'orientation, les matériaux de construction, l'isolation, et les systèmes de chauffage et de climatisation.

En hiver, les simulations ont révélé que fixer la température de chauffage à 20°C au lieu de 24°C réduisait la consommation de gaz de 106,75 %. Cela indique une surconsommation d'énergie à des températures plus élevées et souligne l'importance de régler les systèmes de chauffage à des niveaux optimaux pour économiser de l'énergie.

En été, les simulations ont montré que la consommation énergétique était 34,5 % inférieure à celle prévue par les modèles lorsque la climatisation n'était utilisée que la nuit. Cela démontre l'impact significatif des habitudes d'utilisation sur la consommation énergétique et l'importance de gérer les horaires de fonctionnement des systèmes de climatisation pour optimiser l'efficacité énergétique.

En conclusion, ce mémoire met en évidence l'importance d'adopter une approche intégrée combinant différentes approches pour améliorer l'efficacité énergétique et réduire la consommation énergétique.

## REFERENCES

- [1] International Energy Agency (IEA). (2021). "Energy Efficiency 2021".
- [2] United Nations Environment Programme (UNEP). (2020). "2020 Global Status Report for Buildings and Construction".
- [3] European Commission. (2019). "Comprehensive study of building energy renovation activities and the uptake of nearly zero-energy buildings in the EU".
- [4] U.S. Department of Energy. (2020). "Energy Efficiency Trends in Residential and Commercial Buildings".
- [5] World Green Building Council. (2017). "Global Status Report 2017".
- [6] IPCC. (2018). "Special Report: Global Warming of 1.5 °C".
- [7] Professeur Edgard Gnansounou et al, « énergétique du bâtiment », génie civil, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Faculté D'Environnement Naturel, Architectural et Construit (2014).
- [8] American Council for an Energy-Efficient Economy (ACEEE). (2020). "The 2020 State Energy Efficiency Scorecard".
- [9] K.Imessad, L. Derradji, N. Ait Messaoudene, F.Mokhtari, A. Chenak, R.Kharchi «impact passive cooling technique on energy demand for résidentiel buildings in a Mediterranean climate ». Renewable energy, 71-(2014). pp 589 – 597
- [10] M. Amirat et ail, « Economies d'Énergie dans le Secteur de l'Habitat, Consommation Electrique des Ménages- Cas d'un foyer algérien typique en période d'hiver » Rev. Energ. Ren. Vol. 8 (2005), pp 27, 37.
- [11] X.Q. Zhaiet R.Z. Wang. « Expériences on solar heating and cooling in China ». Renewable and Sustainable Energy Reviews 12 (2008), pp 1110 - 1128.
- [12] X.Q. Zhai, R.Z. Wang \*, Y.J. Dai, J.Y. Wu, Y.X. Xu, Q. Ma « Solar integrated energy system for a green building » Energy and Buildings 39 (2007), pp 985 - 993.
- [13] F. Calise « High température solar heating and cooling Systems for different Mediterranean climates : Dynamic simulation and économie assessment », Applied Thermal Engineering 32 (2012) pp 108 - 124.
- [14] Collection technique Cimbeton « béton et confort thermique » revue technique de centre d'information sur le ciment et ses applications ; n°40 FRANCE. (2007).
- [15] A. Mokhtari et K. Brahimi, R. Benziad. « Architecture et confort thermique dans les zones arides Application au cas de la ville de Béchar ». Revue des Energies Renouvelables Vol. 11 N°2 (2008), pp 307 - 315.
- [16] Site web"<http://www.aprue.org.dz/>".
- [17] Document Technique Réglementaire C 3.2 « Règles de calcul des déperditions calorifiques ».
- [18] Logiciel METEONORM 7

- [19] M. Foura Samir « simulation des paramètres du confort thermique d'hiver en Algérie », mémoire de doctorat en sciences, option : architecture bioclimatique. Université Mentouri Constantine, (2008).
- [20] ANNE GRETE HESTNES. « Building intégration of solar energy Systems ». *Solar Energy* Vol. 67, Nos. 4-6, (1999), pp. 181 - 187.
- [21] Viorel Badescu « Simulation analysis for the active solar heating System of a passive house » *Applied Thermal Engineering* 25 (2005), pp 2754 - 2763.
- [22] Viorel Badescu et Mihail Dan Staicovici. « Renewable energy for passive house heating Model of the active solar heating system » *Energy and Buildings* 38 (2006), pp 129 – 141
- [23] Essia Znouda et ail « Optimization of Mediterranean building design using genetic algorithms». *Energy and Buildings* 39 ; (2007), pp 148, 153
- [24] Farah Mehdaoui, Majdi Hazami et Nabih Naili, Abdelhamid Farhat « Energetic performances of an optimized passive Solar Heating Prototype used for Tunisian buildings air-heating application ». *Energy Conversion and Management* 87. (2014), pp 285 - 296.
- [25] A. Mokhtari et K. Brahimi, R. Benziad. « Architecture et confort thermique dans les zones arides Application au cas de la ville de Béchar ». *Revue des Energies Renouvelables* Vol. 11 N°2 (2008), pp 307 - 315.
- [26] K.Imessad, L. Derradji, N. Ait Messaoudene, F.Mokhtari, A. Chenak, R.Kharchi «impact passive cooling technique on energy demand for résidentiel buildings in a Mediterranean climate ». *Renewable energy*, 71-(2014). pp 589 – 597
- [27] R Kharchi, B Benyoucef, F Mokhtari and K Imessad « Dynamic Simulation of both Thermal and Energetic Behavior for Dwellings Located in Algiers ». *Earth Sci Climate Change* (2012), 3:3.
- [28] M. Amirat et ail, « Economies d’Energie dans le Secteur de l’Habitat, Consommation Electrique des Ménages- Cas d'un foyer algérien typique en période d'hiver » *Rev. Energ. Ren.* Vol. 8 (2005), pp 27, 37.
- [29] F. Calise, A. Palombo, L. Vanoli « Maximization of primary energy savings of solar heating and cooling Systems by transient simulations and computer design of experiments » *Applied Energy* 87 (2010), pp 524 - 540.
- [30] M.A. Bouklihacène, N.E. Chabane Sari, B. Benyoucef et S. Amara « L’impact environnemental d’une habitation écologique » *Revue des Energies Renouvelables* Vol. 13N°4 (2010) pp 545 – 559
- [31] F. Calise « High température solar heating and cooling Systems for different Mediterranean climates : Dynamic simulation and économie assessment » *Applied Thermal Engineering* 32 (2012) pp 108 - 124.
- [32] A. DJELLOUL, B. DRAOUI, N. MOUMMI « Simulation du comportement énergétique des bâtiments résidentiels au sud algérien » ; *Courrier du Savoir - N°17, Décembre* (2013), pp.113 - 119
- [33] Kamal Nasredinne Abdalla « Conception et construction d'un système de refroidissement par absorptibilité piloté par l'énergie solaire » Disponible à partir de :  
://www.researchgate.net/publication/303996222\_Design\_and\_Construction\_of\_an\_Absorption\_Cooling\_System\_Driven\_by\_Solar\_Energy.
- [34] (IVEME Colloque International : « Eau et climat : Regard croises nord-sud » Constantine, 24 -25 novembre 2015 le changement climatique dans le bassin versant de la Mitidja (ALGERIE). Abdelmadjid DROUCHE

