

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE SAAD DAHLEB BLIDA 1  
FACULTE DES SCIENCES ET DE TECHNOLOGIE  
DEPARTEMENT DES ENERGIES RENOUVELABLES  
MEMOIRE EN MASTER  
ENERGIE RENOUVELABLE ET HABITAT BIOCLIMATIQUE

**Thème :**

**AMELIORATION DE L'EFFICACITE ENERGETIQUE  
D'UNE MAISON A OUADHIA.**

**Réalisé :**

**-Nasri Hacene**

**-Rakad Imadeddine**

**Encadré par :**

**-Pr Abdelkader Hamid.**

**-Docteur Soumia Oukaci.**

**Année universitaire 2022/2023**

## Dédicace

C'est avec fierté et respect que nous dédions ce travail aux personnes qui nous sont les plus chères en ce monde A nos très chers parents, uniques et indéniables symboles du sacrifice, d'amour, d'encouragement et de tendresse, qu'ils trouvent dans ce travail tous nos reconnaissances et l'expression de nos profondes gratitude et admirations. Que dieu vous garde en bonne santé. A nos Ferres, nos sœurs, nos familles pour leur aide et la patience qu'ils ont consentis devant le changement d'humeur occasionnés par ce travail, on ne vous sera jamais redevable. A nos chers amis : « Que cet humble travail témoigne à nos affections et nos éternels attachements »

Premièrement, nous tenons à remercier sincèrement notre Dieu « Allah » source de toute connaissance, qui nous donne la force, la volonté et le courage pour achever ce travail. Nous tenons également à remercier très sincèrement Mr Abdelkader Hamid et Mme Soumia Oukaci pour leur soutien, leur patience, leur confiance et leurs conseils tout au long de l'élaboration de ce travail. Nous voudrions vivement remercier les membres du jury pour avoir accepté d'évaluer ce travail et pour toutes leurs remarques et critiques. Un grand Merci à nos familles pour leurs soutiens aussi bien moraux que financiers et pour leurs sacrifices. Finalement, nous remercions tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

## REMERCIEMENT

Au nom d'Allah, le Tout Miséricordieux, le Très Miséricordieux  
Tout d'abord je tiens à remercier le tout puissant de m'avoir  
donné le courage et la patience pour arriver à réaliser ce travail  
que Je dédie :

A ma très chère mère, qui ne m'a jamais oublié, qui n'a jamais  
cessée de m'encourager.

A mon cher père, pour ses encouragements.

A mon cher frère.

A toute ma grande famille : NASRI et la famille FRENDI.

Mes meilleurs amis que je les oublie jamais.

A tous mes collègues de département des énergies renouvelables  
et de l'université SAAD DAHLEB.

A la fin je dédie ce mémoire à mes chers enseignants qui m'ont  
aidé et me soutenu pour réaliser ce travail.

Je tiens à remercier Mr HAMID et Mme OUKACI pour leur  
grand soutien et leurs conseils précieux.

## REMERCIEMENT

En premier lieu, je tiens à remercier Dieu, notre créateur pour nous avoir donné la force pour accomplir ce travail.

Je tiens à remercier Mr Hamid et Mme OUKACI pour son grand soutien et conseils considérables.

A tous les enseignants du Département des énergies renouvelables.

A ma très chère mère, A mon très cher père.

Mes frères.

Mes amis chacun à son nom.

Enfin, je remercie tous ceux qui ont contribué de loin ou de près à la concrétisation de ce travail.

## ملخص

نحن نعمل على تقييم التأثير الحراري لتأثير اختيار مواد البناء على الأداء النشط لمنزل فردي في منطقة الوادية. تقارن هذه الدراسة دراسة المحاكاة الحرارية الديناميكية مع منطق تقييم الدراسات وإيجاد التحسينات اللازمة لتقليل استهلاك الطاقة. ستؤدي نتائج المحاكاة إلى الحصول على قدر كبير من عدم الراحة في المنزل الفردي قبل أن تخضع الخلية للتغييرات البناءة التي يتم إجراؤها على حشوة الجدار والأثاث. يؤدي هذا إلى تقليل استهلاك الطاقة وزيادة الراحة الحرارية مما يسمح بتحسين فعالية الطاقة.

## Résumé

Notre travail a pour but l'évaluation thermique de l'impact de choix des matériaux de construction sur la performance énergétique d'une maison individuelle situé dans la région d'Ouadhia.

Cette étude comprend une étude des simulations thermiques dynamiques avec le logiciel pléiades pour évaluer le cas étudié et de trouver les améliorations nécessaires pour réduire la consommation énergétique.

Les résultats de simulation obtenus ont approuvé un taux d'inconfort de notre maison individuelle avant que celle-ci ne subisse des changements constructifs effectués au niveau des murs et de la toiture. Cela a engendré une diminution de la consommation énergétique et une augmentation de confort thermique ce qui a permet d'optimiser l'efficacité énergétique.

## Summary

Our work aims to conduct a thermal assessment of the impact of choice of construction materials on the energy performance of an individual house located in the Ouadhia region.

This study includes a study of dynamic thermal simulations with the Pleiades software to evaluate the case studied and find the necessary improvements to reduce energy consumption.

The simulation results obtained approved a level of discomfort in our individual house before it underwent constructive changes made to the walls and roof. This resulted in a reduction in energy consumption and an increase in thermal comfort, which made it possible to optimize energy efficiency.

# Table des matières

Remerciements	
Dédicace	
Résumé	
Table des matières	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
<b>Introduction Générale</b> .....	<b>1</b>
<b>1 Chapitre I : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE</b> .....	<b>4</b>
1.1 Introduction .....	4
1.2 La recherche bibliographique .....	4
1.2.1 L'architecture bioclimatique .....	4
1.2.2 Les stratégies bioclimatiques et architecturales pour améliorer le confort thermique .....	5
1.3 NOTIONS DE CONFORT THERMIQUE DANS L'HABITAT .....	8
1.3.1 Définition du confort .....	8
1.3.2 Le confort thermique .....	9
1.3.3 Les paramètres qui définissent le confort thermique .....	9
1.4 Types d'isolations thermiques .....	11
1.5 Etat de l'art .....	13
<b>2 Chapitre II : PRESENTATION DE CAS D'ETUDE</b> .....	<b>16</b>
2.1 Introduction .....	16
2.2 Description de la wilaya de la région d'étude .....	16
Description de la région de l'étude : .....	17
2.3 Coordonnées géographiques d'Ouadhia .....	17
2.4 Caractéristiques météorologiques de la ville .....	17
2.5 Situation géographique de cas d'étude .....	23
2.6 La description de cas d'étude .....	23
2.7 III- Programme Architectural .....	29
2.8 Matériaux de construction utilisée .....	30
2.8.1 Composition de mur extérieur (en brique creuse) .....	30
2.8.2 Composition de mur intérieur .....	31
2.8.3 Composition de plancher intermédiaire .....	31
2.8.4 Composition de toiture .....	32

2.8.5	Types d'ouvertures .....	32
2.9	Calcul de bilan thermique.....	33
2.9.2	Synthèse .....	36
2.10	Calcul de bilan thermique après l'amélioration: .....	33
	<b>Les déperditions totales.....</b>	<b>36</b>
2.11	Conclusion .....	38
<b>3</b>	<b>CHAPITRE III MODELISATION THERMIQUE DYNAMIQUE .....</b>	<b>40</b>
3.1	Introduction.....	40
3.2	3-2-Outils de simulation utilisées .....	40
3.2.1	Meteonorm .....	40
3.2.2	PvGis : Système d'Information Géographique Photovoltaïque (PVGIS) .....	40
3.2.3	Comfie-pléiades : Pléiades STD Comfie.....	41
3.3	Étapes de simulation .....	41
3.3.1	<b>Partie1</b> : définir la composition des parois puis la construction du plan, et prévoir les scénarios de chauffage, climatisation, ventilation et occupation.....	42
3.3.2	<b>Partie 2</b> : la définition de la station météorologique du site d'intervention BLIDA (sous métronome).....	42
3.3.3	Sous modeler .....	42
3.3.4	Dessin sur pléiades.....	46
3.3.5	Dessin sous pléiades.....	47
3.3.6	Menuiserie.....	48
3.3.7	Définition des scenarios .....	48
3.3.8	Scénarios d'occupation .....	49
3.3.9	Scénario de consigne de thermostat .....	50
3.3.10	Scénario de puissance dissipé.....	52
3.3.11	Scénario de ventilation .....	54
3.3.12	Lancement de differents simulations.....	54
3.4	Proposition d'une isolation des parois et de toiture .....	54
3.5	Les differents compositions avec isolations .....	55
3.5.1	Composition du mur extérieur avec l'isolation.....	56
3.5.2	Composition de la toiture avec l'isolation.....	55
3.5.3	Lancement de différents simulations.....	56
3.6	Conclusion .....	56
<b>4</b>	<b>Chapitre 04 : Résultats et discussions. ....</b>	<b>58</b>
4.1	Introduction.....	58
4.2	Variante N° :01.....	58
4.2.1	Simulation de cas initial sans consigne de thermostat.....	58
4.2.2	Simulation avec consigne de thermostat pour le cas initial .....	61

4.3	Variante N° :02 (Amélioration en intégrant une toiture isolée) .....	62
4.3.1	Simulation sans consigne de thermostat.....	62
4.3.2	Simulation avec consigne de thermostat pour le cas initial .....	64
4.4	Variante N° :03 (Amélioration en intégrant un mur isolée).....	64
4.4.1	Simulation sans consigne de thermostat.....	66
4.4.2	Simulation avec consigne de thermostat pour la variante N°=3 .....	67
4.5	Variante N° :04 (Amélioration en intégrant un mur isolée et une toiture isolée) .....	68
4.5.1	Simulation sans consigne de thermostat.....	68
4.5.2	4-5-2- Simulation avec consigne de thermostat pour la variante N°=4.....	69
4.6	Conclusion .....	72
	CONCLUSION GENERALE .....	72
	Références... ..	73

## Liste des figures

<i>Figure 1. 1 : les trois éléments d'architecture bioclimatique</i> .....	04
Figure 1. 2 : l'implantation et l'orientation dans l'habitat bioclimatique.....	05
<i>Figure 1. 3 : la compacité dans les bâtiments</i> .....	06
<i>Figure 1. 4 : la distribution intérieure ou le zonage dans l'habitat</i> .....	07
<i>Figure 1.5 : La distribution intérieure ou le zonage dans l'habitat</i> .....	10
Figure 1.6 : Vitesse de l'air nécessaire pour compenser l'augmentation de la température.....	11
Figure 2.1:Carte de wilaya de Tizi Ouzou, source Google map.....	16
Figure 2.2 : Diagramme des températures annuelles à Ouadhia, source météoforme.....	18
Figure 2.3 : écart de températures max et min pendant l'année, source meteonorme.....	19
Figure 2.6 : écart de température min et max pendant l'année.....	20
Figure 2.5 : Diagramme d'ensoleillement annuel à Ouadhia,source meteonorme.....	20
Figure 2.6 : Diagramme d'ensoleillement annuel à Ouadhia, source météoform.....	21
Figure 2.7 : Diagramme d'ensoleillement annuel à Ouadhia, source météoform.....	22
Figure 2.8 : Capture de plan de situation. Source google map.....	22
Figure 2.9 : Façade principale de la maison.....	23
Figure 2.10 : le plan de masse.....	23
Figure 2.11 : plan de la coupe A-A de plan 1.....	24
Figure 2.12 : Image montrant le plan de sous-sol de maison individuelle.....	24
Figure 2.13 : Image montrant le plan de rez de chaussé de la maison individuelle.....	25
Figure 2.14 : Image montrant le plan de 1er étage de maison individuelle.....	25
Figure 2.15 : Image montrant le plan de 2ième étage de maison individuelle.....	26
Figure 2.16 : Image montrant le plan de comble de la maison individuelle.....	26
Figure 3.1 : Logo pvgis.....	41
<i>Figure 3.2 : Logo pléiades</i> .....	41
<i>Figure 3.3 : Composition de plancher intermédiaire</i> .....	42
<i>Figure 3.4 : Composition de plancher bas</i> .....	43
<i>Figure 3.5 : Composition de mur intérieur</i> .....	43
<i>Figure 3.6 : composition de mur extérieur</i> .....	43
<i>Figure 3.7 : composition de toiture</i> .....	44
Figure 3.8 : Caracteristiques de mortier liant.....	44
Figure 3.9 : Caracteristiques de Tuile Romaine.....	45
Figure 3.10 : Caracteristiques bois chenzen.....	45
Figure 3.11 : Dessin en 3D.....	46
Figure 3.12 : Plan niveau RDC.....	47
Figure 3.13 : Plan niveau R+1.....	47
Figure 3.14 : Plan niveau R+2.....	47
Figure 3.15 : Plan niveau R+3.....	47
Figure 3.16 : Menuiserie.....	48
Figure 3.17 : Scénario d'occupation pour les chambres.....	49
Figure 3.18 : Scénario d'occupation pour la cuisine et salle a manger.....	50
Figure 3.19 : Scénario d'occupation pour le hall et séjours.....	50
Figure 3.20 : Scénario de consigne de thermostat.....	51
Figure 3.21 : Distribution des jours de scénario de consigne de thermostat.....	51
Figure 3.22 : Puissance chambres 3.....	52
Figure 3.23 : Puissance séjours.....	53
Figure 3.24 : Puissance hall.....	53

Figure 3.25 : Scénario de ventilation.....	54
Figure 3.26 : Isolation des toitures avec la laine de roche.....	55
Figure 3.27 : Composition de mur après l’isolation avec la laine de roche.....	55
Figure 3.28 : Composition de toiture après l’isolation avec la laine de roche.....	56
Figure 4.1 : Evolution de la température pendant la semaine la plus chaude pour chaque zone de la variante n°1.....	55
Figure 4.2 : Evolution de la température pendant la semaine la plus froide pour chaque zone de la variante 1 .....	60
Figure 4.3 : Etiquette énergétique .....	61
Figure 4.4 : Evolution de la température pendant la semaine la plus chaude pour chaque zone de la variante 2.....	62
Figure 4.5 : Evolution de la température pendant la semaine la plus froide pour chaque zone de la variante 2.....	63
Figure 4.6 : Evolution de la température pendant la semaine la plus chaude pour chaque zone de la variante 3.....	65
Figure 4.7 : Evolution de la température pendant la semaine la plus froide pour chaque zone de la variante 3.....	66
Figure 4.8 : Evolution de la température pendant la semaine la plus chaude pour chaque zone de la variante 4.....	68
Figure 4.9 : Evolution de la température pendant la semaine la plus froide pour chaque zone de la variante 4.....	69
Figure 4.10 : Etiquette énergétique de consommation .....	70

## Liste des tableaux

Tableau 1.1: Différents types d'isolations thermiques.....	12
Tableau 2.2:Classification thermique des communes de la wilaya de Tizi Ouzou selon le DTR B2.....	17
Tableau 2.3:Surface des pièces pour le RDC .....	28
Tableau 2.4: Surface des pièces pour le 1er et le 2ieme étage.....	28
Tableau 2.5: Surface des pièces pour le Comble .....	30
Tableau 2.6: Composition des murs extérieurs.....	30
Tableau 2.7:Composition de mur intérieur.....	31
Tableau 2.8:Composition de plancher intermédiaire .....	32
Tableau 2.9:Composition de toiture.....	32
Tableau 2.10: Déperditions de référence.....	34
Tableau 2.11: Déperditions surfaciques. ....	34
Tableau 2.12: Déperditions de référence.....	37
Tableau 2.13: Déperditions surfaciques. ....	37
Tableau 4.1: Résultat de simulation N°:01 .....	58
Tableau 4.2: Besoins énergétiques de variante N° :1 .....	61
Tableau 4.3: Besoins de chauffage et climatisation en isolant la toiture.....	64
Tableau 4.4: Besoins de chauffage et climatisation en isolant les murs.....	67
Tableau 4.5: Besoins de chauffage et climatisation en isolant les murs et les toitures.....	70



## **Introduction générale**

Fuir le froid rigoureux de l'hiver et la chaleur de l'été n'a guère cessé depuis que l'homme est apparu sur terre. Ainsi, la notion de confort thermique existe depuis des milliers d'années, mais est absente du langage.

A la recherche de cette abstraction et d'un abri approprié, l'homme a réussi l'exploit de l'art architectural. Il a façonné son mode de vie en fonction du milieu extérieur environnant en utilisant au mieux les ressources locales, par exemple en Afrique du Nord, l'Algérie est un vaste pays d'une superficie de 2 381 741 kilomètres carrés, on retrouve a priori trois climats, toute la bordure nord d'un climat méditerranéen, y compris la côte et les montagnes de l'Atlas de Tyr, un climat semi-aride dans le plateau central du pays, et enfin, un climat désertique une fois que l'on traverse les montagnes de l'Atlas saharien. [1].

Dans le contexte d'un logement individuel situé dans une région montagneuse, où les conditions climatiques peuvent être rigoureuses, il est d'autant plus important d'optimiser l'efficacité énergétique pour assurer un confort thermique optimal tout en réduisant la consommation d'énergie, cela nous a poussés à poser la question : quel est l'impact du changement des matériaux de construction sur la consommation énergétique et ainsi que sur le confort thermique ?

Et pour répondre à cette problématique nous y mettons l'hypothèse qui est l'utilisation des matériaux modernes peuvent améliorer l'efficacité énergétique et réduire la consommation énergétique.

Notre travail consiste à évaluer le confort thermique d'une maison individuelle situé dans une région montagneuse a la région de Ouadhia de la wilaya de Tizi Ouzou, nous veillerons répondre à la problématique citée précédemment, et proposer des solutions. Ce travail comporte les chapitres suivants.

- **Chapitre 1 : Bibliographie et état de l'art**

Ce premier chapitre comprend deux parties. La première, est sur la

bibliographie sur la conception bioclimatique, le confort thermique et la consommation énergétique. Puis, la seconde partie, est consacrée pour l'état de l'art.

- **Chapitre 2 : Cas d'étude**

Comprend l'identification de notre cas d'étude, la présentation de la région et du site d'implantation, la description de la maison individuelle étudiée.

- **Chapitre 3 : Simulation thermique dynamique**

Comprend la présentation du logiciel. Ainsi que, les différentes simulations thermiques dynamiques effectuées.

- **Chapitre 4 : Analyse et interprétation des résultats**

Ce dernier chapitre, comprend l'analyse et l'interprétation des résultats obtenus lors des différentes simulations effectuées dans le chapitre précédent.

# CHAPITRE I

RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE ET ETAT DE  
L'ART

# 1 Chapitre I : Bibliographie et état de l'art

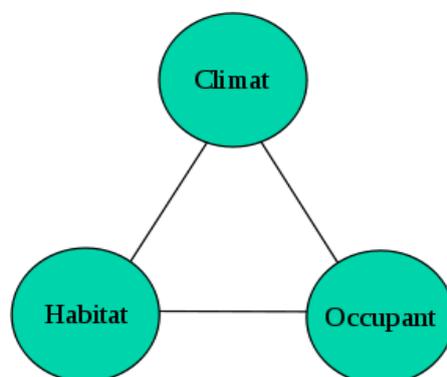
## 1.1 Introduction :

Ce chapitre a but de comprendre quelques notions sur notre domaine étudié en l'architecture bioclimatique, et spécialement dans le secteur des bâtiments, ses concepts utilisés et les méthodes de construction, tel l'environnement et le site d'implantation, son climat, et sa géographie, puis quelques définitions des termes de ce domaine.

## 1.2 La recherche bibliographique :

### 1.2.1 L'architecture bioclimatique :

L'architecture bioclimatique vise à exploiter certains points tels que l'environnement, le climat et les matériaux de construction pour créer un climat intérieur confortable en s'adaptant aux changements climatiques du lieu. Elle restitue l'architecture en relation avec l'homme et le climat. Pour cette raison, il n'est pas possible de définir une typologie unique d'architecture bioclimatique. Il y a autant de zones climatiques. Ceci est d'autant plus vrai que le confort personnel varie selon les conditions climatiques. L'architecture bioclimatique nécessite donc nécessairement une bonne connaissance de son environnement. L'architecture bioclimatique est l'art et le savoir-faire de tirer le meilleur parti du site et de ses conditions environnantes (climat et microclimat, géographie et morphologie) pour créer une architecture naturellement plus confortable pour l'utilisateur. Le terme a été inventé par l'urbaniste américain Victor Olgai au début des années 1950 et est aussi un style de design qui consiste à trouver l'équilibre optimal entre les bâtiments, le climat ambiant et le confort des occupants. [2]



*Figure 1.1 : les trois éléments d'architecture bioclimatique [3]*

## 1.2.2 Les stratégies bioclimatiques et architecturales pour améliorer le confort thermique :

### 1.2.2.1.1 Le système de rafraîchissement passif (Confort d'été) :

On parle sur les installations avec zéro consommation d'énergie pour refroidir un local. [4]

Le confort d'été sert à se protéger du rayonnement solaire et des apports solaires, diminuer les apports internes, et dissiper la chaleur en excès et favoriser le refroidissement naturel. [4]

### 1.2.2.1.2 Le système de chauffage solaire passif (Confort d'hiver) :

Le chauffage solaire passif sert à capter la lumière de soleil vers l'intérieur en l'absorbant par les murs. Donc capter la chaleur et la stocker dans la masse, la conserver par l'isolation et la distribuer à l'intérieur du bâtiment. [4]

### 1.2.2.1.3 L'implantation :

Le choix de l'implantation d'un bâtiment influe directement sur le confort thermique qu'il procure à ses occupants du fait de l'exposition solaire, des vents dominants sur l'enveloppe et de sa position dans l'environnement.

Selon Pierre Fernandez, l'implantation d'un bâtiment sur son site est un préalable à l'intégration des composantes énergétiques dans la maîtrise de l'environnement du bâtiment.

L'auteur estime que l'insertion réussie du bâtiment signifie exploiter le potentiel du site et continue d'analyser l'interaction du projet avec les éléments caractéristiques du site, tels que la topographie, le contexte urbain, le type de topographie, la végétation, l'ensoleillement et enfin le vent. [5]



Figure 1.2 : L'implantation et l'orientation dans l'habitat bioclimatique [6]

#### 1.2.2.1.4 L'architecture et la forme :

La compacité d'un bâtiment se mesure par le rapport de la surface de la façade à la surface habitable. Plus le coefficient est faible, plus le bâtiment est compact. La surface de l'enceinte est moins critique et les pertes de chaleur sont réduites. [5]

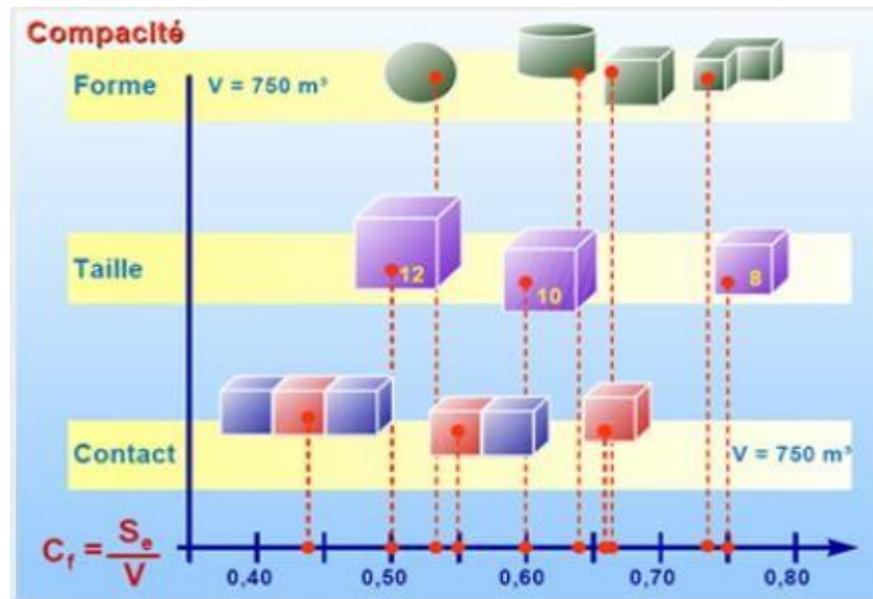


Figure 1.3 : La compacité dans les bâtiments [5]

#### 1.2.2.1.5 La distribution intérieure :

Pour avoir des ambiances thermiques qui conviennent à l'occupation et l'exploitation des espaces nécessite un zonage de bâtiment.

Protection contre les apports solaires :

Ont but de diminuer les surchauffes et de contrôler l'éblouissement en intégrant structurellement des porches, des brise-soleil, débord de toitures, vérandas.... [5]

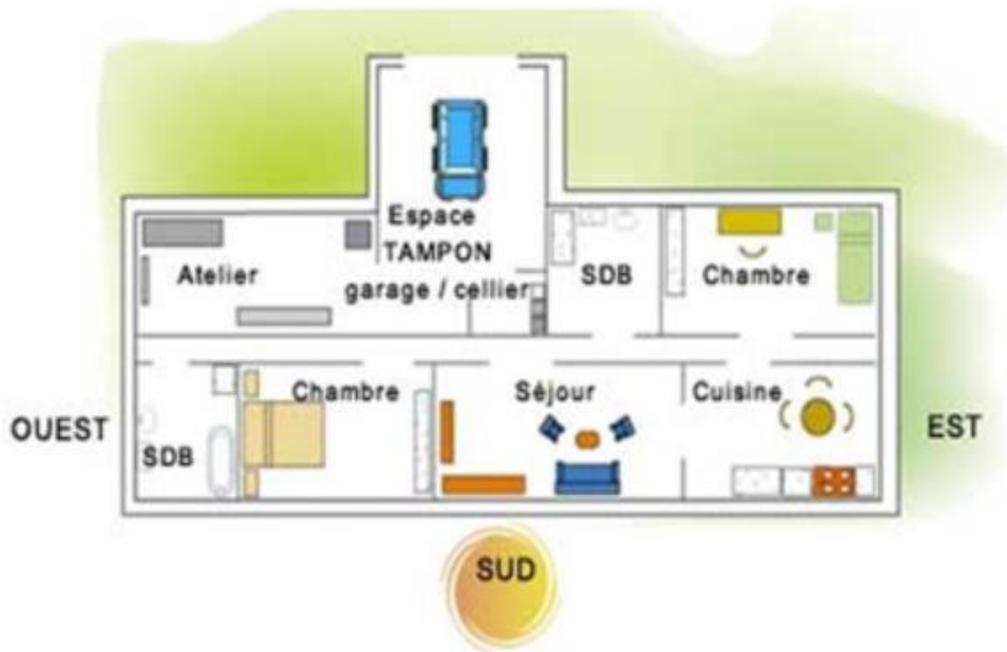


Figure 1 . 4 : La distribution intérieure ou le zonage dans l'habitat. [7]

#### 1.2.2.1.6 La ventilation naturelle :

L'impact de la ventilation sur les bâtiments ne peut être ignoré car il augmente les pertes convectives et les pertes de chaleur<sup>38</sup>. La ventilation est également assurée par : des puits canadiens, des atriums et des terrasses.[5]

#### 1.2.2.1.7 Le choix des matériaux :

Pour assurer le confort des occupants : en captant la chaleur ou en préservant la fraîcheur et en évitant les sensations de parfois froid et favorise les économies d'énergie.[5]

#### 1.2.2.1.8 La couleur :

La couleur influe sur le comportement thermique des murs extérieurs selon la couleur, les températures superficielles dues à l'action directe du rayonnement solaire varient en fonction de couleur.[4]

#### 1.2.2.1.9 Dimensionnement des ouvertures :

Le vitrage de l'enveloppe d'une construction participe dans les échanges thermiques entre l'environnement intérieur et extérieur du logement.[4]

#### 1.2.2.1.10 L'isolation de l'enveloppe :

Lors de la conception de projets de bâtiments les pertes de chaleur doivent être soigneusement prises en compte.

Il existe plusieurs types de pertes :

- Pertes à travers les murs (murs et toits).
- Pertes à travers le verre.
- Pertes dans diverses menuiseries
- Les pertes linéaires dues au renouvellement d'air dépendent du mode de construction du bâtiment (ponts thermiques).[4]

### 1.3 NOTIONS DE CONFORT THERMIQUE DANS L'HABITAT :

#### 1.3.1 Définition du confort :

Le confort désigne de manière générale les situations où les gestes et les positions du corps humain sont ressentis comme agréable (état de bien-être) ou excluant le non-agréable ; où et quand le corps humain n'a pas d'effort à faire pour se sentir bien. Le confort est un sentiment de bien-être qui a une triple origine (physique, fonctionnelle et psychique). C'est une des composantes de la qualité de vie, de la santé et donc de l'accès au développement

humain. Il intéresse les économistes, les employeurs et l'organisation du travail car il influe aussi sur la productivité des groupes et des individus. [7]

### 1.3.2 Le confort thermique :

Le confort thermique est une sensation physique, liée à la température, et propre à chacun d'entre nous. En hiver, un bon confort thermique est lié à une sensation suffisante de chaleur (Ni trop, ni pas assez chaud). En été, il faut limiter cette sensation de chaleur et plutôt assurer une certaine fraîcheur à l'intérieur du logement. Le confort thermique peut donc se définir comme la sensation de bien-être ressentie dans une ambiance donnée, et relative à plusieurs critères, à la fois extérieurs et relatifs à chaque individu. [8]

### 1.3.3 Les paramètres qui définissent le confort thermique :

Contrairement aux idées reçues, le confort thermique n'est pas uniquement une question de température ; il repose en effets sur de nombreux autres critères, comme l'humidité, la qualité de l'air, l'isolation du logement ou plus individuels, relatifs à l'occupant lui-même. [8]

#### 1.3.3.1.1 La température de l'air ambiant :

La température ambiante est naturellement le facteur premier qui intervient dans la notion de confort thermique. Pour obtenir un confort thermique satisfaisant pour tous, il faudrait paramétrer une température de consigne située entre 19°C et 20°C en hiver, et proche de 25°C en été. [8]

#### 1.3.3.1.2 La température des parois :

Elle a une grande influence dans la notion de confort thermique et sur la température ressentie. Contrairement au double vitrage avec une couche à faible émissivité, le simple vitrage émet un rayonnement froid qui crée une sensation désagréable en hiver. Un mur froid ou un sol froid émet le même rayonnement désagréable. Il sera donc parfois nécessaire de revoir l'isolation du logement et de mettre en place des vitrages performants, afin d'éviter les ponts thermiques. [8]

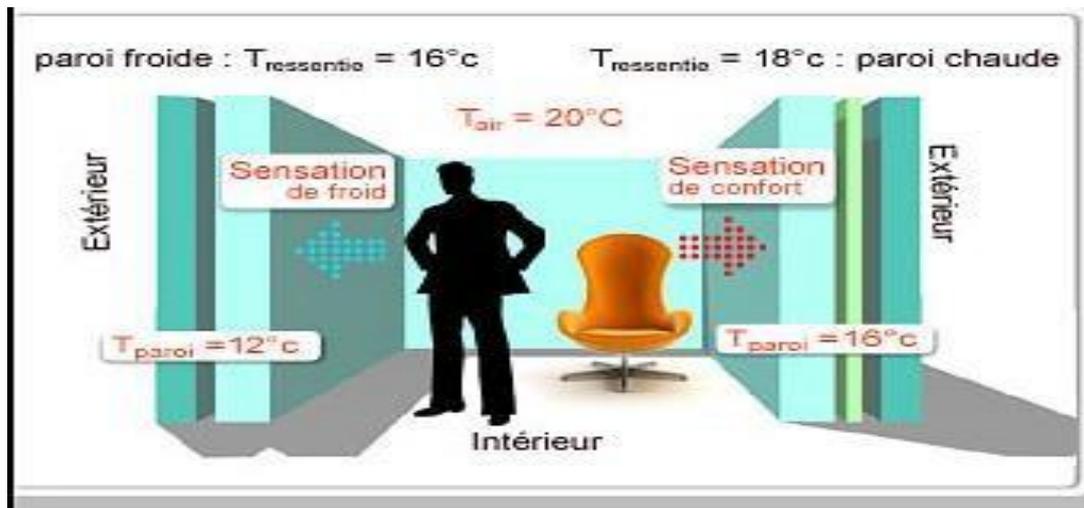


Figure 1.5 : La distribution intérieure ou le zonage dans l'habitat. [7]

#### 1.3.3.1.3 Humidité de l'air :

Comme pour l'extérieur, l'humidité relative de l'air intérieur influence énormément la sensation de confort thermique ressentie. Elle doit se situer entre 40 et 60% en hiver. Un air trop humide nous incitera à augmenter la température de la pièce ; un air plus sec à la diminuer. Pour réguler au mieux le taux d'humidité d'une pièce et obtenir un pourcentage idéal, il est recommandé de mettre en place une ventilation mécanique contrôlée. Celle-ci assurera un renouvellement de l'air dans toute la maison de façon automatique. [10]

#### 1.3.3.1.4 La vitesse de l'air :

Le flux d'air est défini comme le phénomène de mouvement naturel de l'air ou de mouvement mécanique. Apparaît naturellement en raison des différences de température. Les courants d'air sont très agréables en été car ils favorisent la transpiration, mais très désagréables en hiver car ils favorisent les échanges de chaleur entre le corps et l'air par convection. En été, nous essayons d'utiliser des espaces vacants stratégiques pour créer un courant d'air rafraîchissant ; en hiver, au contraire, cela provoque souvent un inconfort thermique. Le choc thermique associé à ces courants d'air est souvent à l'origine de nombreuses rhinites. [8]

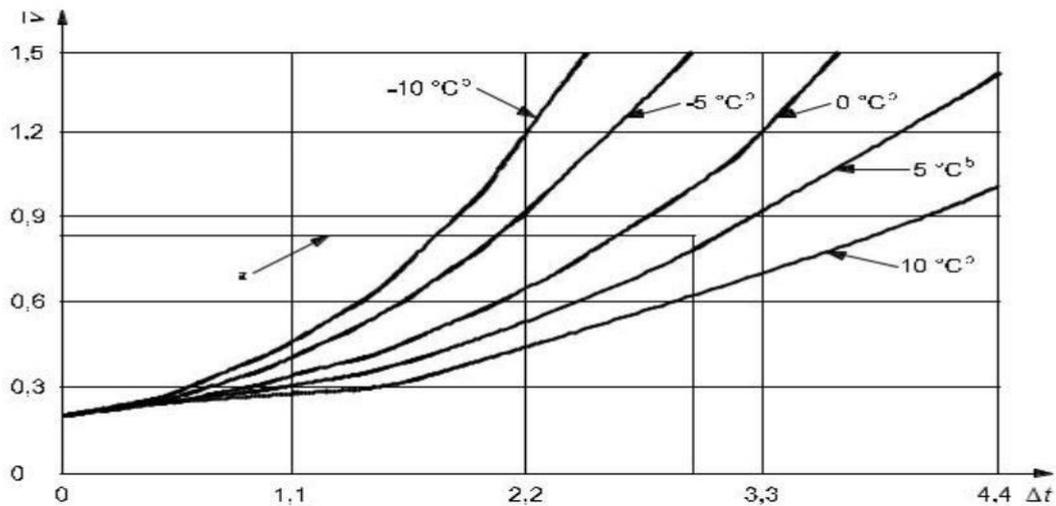


Figure 1.6 : Vitesse de l'air nécessaire pour compenser l'augmentation de la température [11]

#### 1.3.3.1.5 L'occupant :

Les occupants ont également un impact sur le confort thermique en fonction des sensibilités, des activités et des vêtements des occupants. Plus les occupants pratiquent une activité physique soutenue et s'habillent chaudement, plus la température de consigne est basse. Par conséquent, porter un pull en hiver est un excellent moyen d'économiser de l'énergie.

Les sensibilités de chacun sont également prises en compte, l'âge étant une variable importante dans ce ressenti. [8]

#### 1.4 Types d'isolations thermiques :

Plus de 40 produits d'isolation sont enregistrés dans le monde entier. Ces matériaux peuvent être divisés en deux grands groupes : les isolants organiques (c'est-à-dire à base de carbone) et les isolants inorganiques (c'est-à-dire sans liaisons carbone-hydrogène, minéraux). Les deux classifications précédentes peuvent être divisées en isolants naturels et synthétiques en fonction de l'approvisionnement et du traitement des matières premières [12]

On peut classer les différents types d'isolation, par ce tableau:

Tableau 1.1 : Différents types d'isolations thermiques.

<b>Inorganique (minéral)</b>		<b>Organique (à base de carbone)</b>	
Synthétique	Naturel	Synthétique	Naturel
Aérogel	Argile Expansée	Polystyrène Expansé	Fibre Cellulosique
Mousse de silicate de calcium	Mica Expansé	Polystyrène Extrudé	Fibre de Coton
Verre Cellulaire	Perlite Expansée	Mousse de Mélamine	Fibre de Lin
Verre Moussé	Vermiculite Expansée	Mousse Phénolique	Fibre de Chanvre
Laine de Verre	Briques de Terre Cuite Isolantes	Fibres de Polyester	Chanvre- chaux (organique et inorganique)
Mousse de plâtre	Pierre Ponce	Mousse de Polyéthylène	Panneaux de Liège Isolant

Il y'a d'autres matériaux d'isolation plus avancés, tel que les panneaux d'isolation transparents et sous vide et des isolations thermiques commutables.

## 1.5 **Etat de l'art :**

**Mémoire n°1 :** Amélioration de l'efficacité énergétique du centre de recherche CRAPC : LAIFA KHEIREDDINE et YAMNAINE YACINE, 2019-2020).

### **Objectif :**

-leurs objectifs c'est l'amélioration de la performance énergétique du centre.

### **Résultats :**

On améliore l'efficacité énergétique du centre par :

- Amélioration des conditions du confort thermique à l'intérieur de ce centre.
- Réduction de la consommation de chauffage et climatisation au 45.65%, grâce aux solutions passives, l'isolation intérieure et extérieure (panneau sandwich).
- Taux de réduction de la consommation énergétique : 65,5 %.

**Mémoire n°02 :** étude thermique d'un hôpital :(hammouma thanina et magraoui chaima, 2019-2020).

### **Objectif :**

-étude thermique a été faite dont le but d'étudier la performance énergétique d'une unité chirurgicale dans la région de Tipaza.

- Proposition pour l'amélioration de la composition des éléments constructifs pour minimiser la consommation énergétique de l'hôpital.

### **Résultats :**

- En améliorant l'isolation puis le meilleur choix des d'ouvertures, le bâtiment a pu vérifier les exigences réglementaires selon le Document Technique Réglementaire et réussi de réduire la consommation énergétique.

**Mémoire n°03 :** Impact des transformations constructives sur le confort thermique (cas d'une maison kabyle traditionnelle) présenté par Yacine Taharbouchet, Hamaz Amghidh.

**Objectif :**

- Evaluation thermique de l'impact des transformations constructives faites dans une maison traditionnelle située dans la région de Tizi Ouzou.

**Résultats :**

L'étude faite sur deux types des toitures de la maison traditionnelle Kabyle, une toiture rénovée et une toiture traditionnelle, ce qui a engendré que les changements constructifs dans leur étude ont contribué à l'augmentation de la consommation énergétique de la maison kabyle traditionnelle rénovée. Et que les transformations constructives sont parfois négatives sur les performances énergétiques des habitations.

**Mémoire n°04 :** Le Confort Thermique Et L'efficacité Énergétique Dans Une Maison Construite En Matériau De Terre BTS (blocs En Terre Stabilisés) Présenté par : Kouidri Imane, en vue d'obtention du diplôme de Master en architecture.

**Résultats :**

cette recherche indique que l'utilisation du mur en BTS dans l'enveloppe extérieure de la maison étudiée sous différents étages bioclimatiques des villes proposées d'Algérie nous indiquent que la consommation d'énergie est réduite à 45% en adoptant le bloc en terre stabilisé de 40 cm d'épaisseur sur le niveau national au lieu de la brique creuse.

**Conclusion :**

Dans ce premier chapitre, nous avons fait une étude bibliographique, et des définitions et principes de la conception bioclimatique, puis les paramètres affectants le confort thermique et les types d'isolations recommandés pour notre cas d'étude.

# **CHAPITRE II**

## **PRESENTATION DE CAS D'ETUDE**

## 2 Chapitre II : PRESENTATION DE CAS D'ETUDE

### 2.1 Introduction :

Dans ce chapitre nous allons présenter notre cas d'étude, qui est une maison individuelle qui se situe dans une région montagneuse à la commune d'Ouadhia, Wilaya de Tizi Ouzou.

### 2.2 Description de la wilaya de la région d'étude :

La wilaya de Tizi-Ouzou est une subdivision administrative de l'Algérie située dans la région de Kabylie. Elle est localisée dans la partie nord-est du pays, à environ 100 km à l'est d'Alger, la capitale de l'Algérie. La wilaya de Tizi-Ouzou est une région située dans la partie nord de l'Algérie. Elle est située dans la chaîne de montagnes du Djurdjura et est entourée par les wilayas de Bouira, Bejaïa, Boumerdès et Alger.

La superficie de la wilaya de Tizi-Ouzou est de 2 986 km<sup>2</sup>, ce qui en fait l'une des plus grandes wilayas d'Algérie sa latitude est 36.7167 est une longitude de 4.05 36° 43' 0" Nord, 4° 3' 0" Est, et une altitude qui s'élève à 229m.

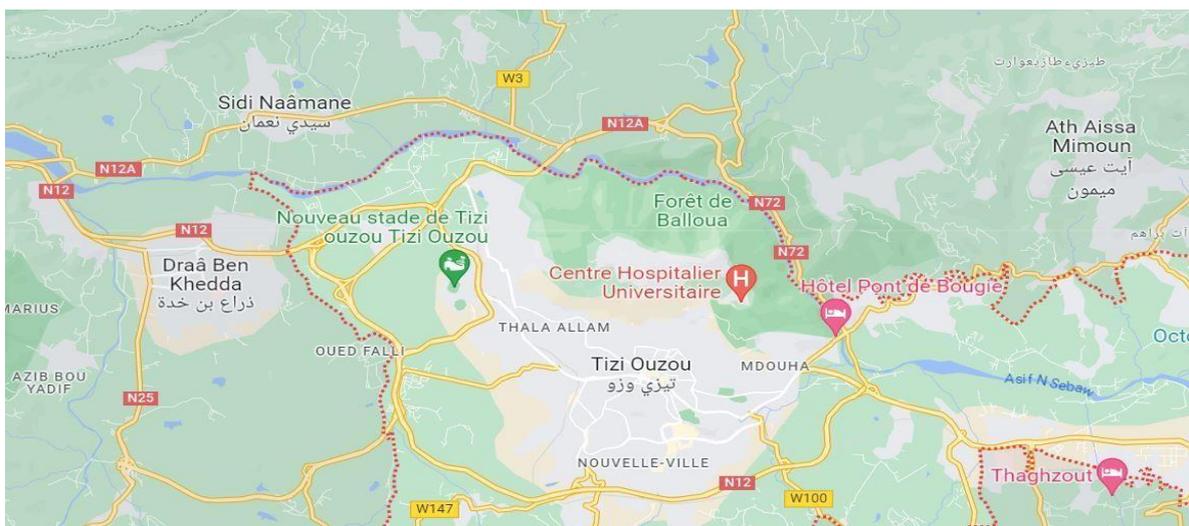


Figure 2.1: Carte de wilaya de Tizi Ouzou, source google map

En ce qui concerne le climat, la wilaya de Tizi-Ouzou est caractérisée par un climat méditerranéen, avec des étés chauds et secs et des hivers frais et humides. Les températures moyennes annuelles varient entre 10 et 25 degrés Celsius, avec des précipitations annuelles moyennes d'environ 700 MM. [13]

Description de la région de l'étude : Ouadhia ou les Ouadhias est une commune de la wilaya de Tizi Ouzou en Algérie, située à 35 km au sud de la ville de Tizi Ouzou.

Elle est située dans la région de la Kabylie en plein cœur du massif du Djurdjura. [14]

### 2.3 Coordonnées géographiques d'Ouadhia :

La ville de Ouadhia se caractérise par une latitude de 36.55, d'une longitude de 4.08333 36° 33' 0" Nord, 4° 4' 60" Est, et d'une altitude de 425 m. connue par son climat méditerranéen avec été chaud (Classification de Köppen: Csa) [14]

Classification de la commune de ouadhia selon la classification thermique du DTR , tant que la wilaya est située a Tizi Ouzou donc da la commune de ouadhia est classée dans la zone B, [D.T.R. C 3-2]. [15]

Tableau 2.2 : Classification thermique des communes de la wilaya de Tizi Ouzou selon le DTRB2.

<b>15</b>  <b>TIZI OUZOU</b>	<p><b>Groupe de communes 1</b> : Aghrib – Ait chaffa – Azeffoune Iflissen – Mizrana – Tigzirt – Zekri</p> <p><b>Groupe de Communes 2</b> : Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes 1.</p>	<b>A</b>  <b>B</b>
------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------

### 2.4 Caractéristiques météorologiques de la ville :

La wilaya de Tizi Ouzou se trouve en Algérie et son climat est de type méditerranéen avec des étés chauds et secs et des hivers frais et humides. Voici quelques caractéristiques

météorologiques moyennes de la wilaya de Tizi Ouzou :

Température moyenne annuelle	17,5 °C
Température maximale moyenne en été	33 °C
Température minimale moyenne en hiver	4 °C
Précipitations annuelles moyennes	700 mm
Humidité relative moyenne	70%
Nombre de jours de pluie par an	120 jours

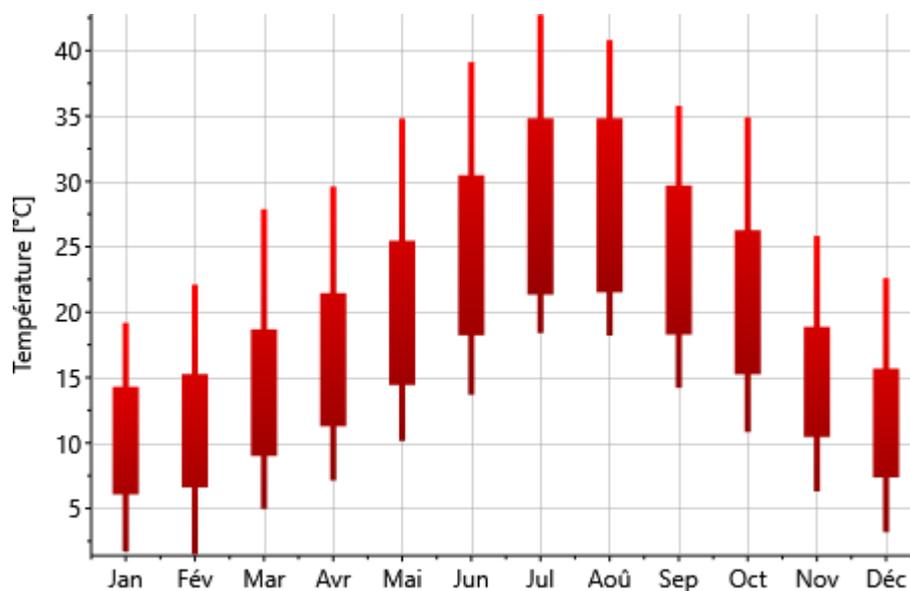


Figure 2.2 : Diagramme des températures annuelles à Ouadhia, source métronome.

Dans la figure 2.2 on voit d'après le diagramme des températures annuelles que la région de Ouadhia est caractérisée par des températures basses, les mois les plus froids sont les mois de janvier et février avec une température de 0°C.

La figure ci-contre montre un écart de température d'une moyenne de 18.2°C en une journée.

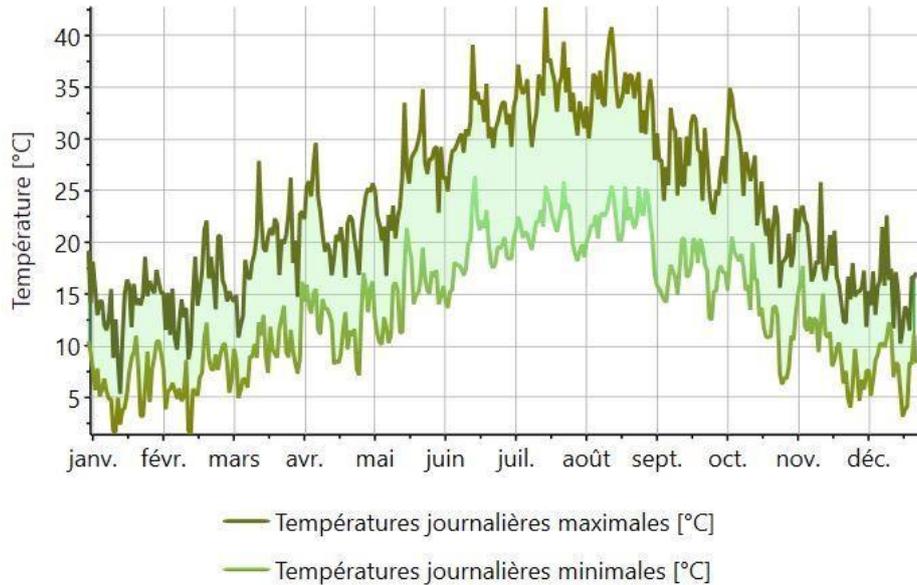


Figure 2.3 : écart de températures max et min pendant l'année, source meteonorme

La figure 2.3 montres l'écart de température maximale et minimale pendant l'année ou le mois de juillet la température atteint sa valeur maximale, le mois de janvier recorde la plus basse température.

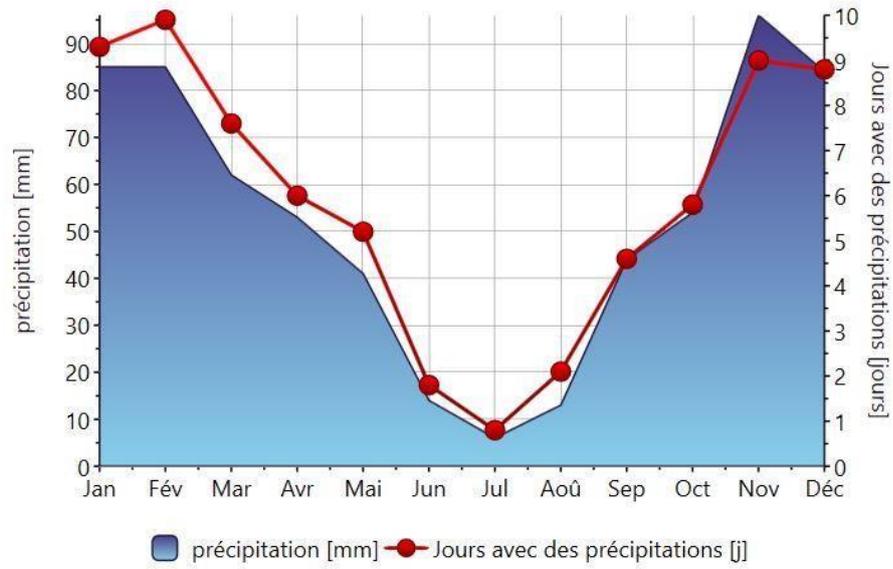


Figure 2.6 : écart de température min et max pendant l'année

D'après METEONORM on voit sur le graphe de la Figure 2.6, que cette région à un taux de précipitation élevé qui arrive à 95 mm par jour.

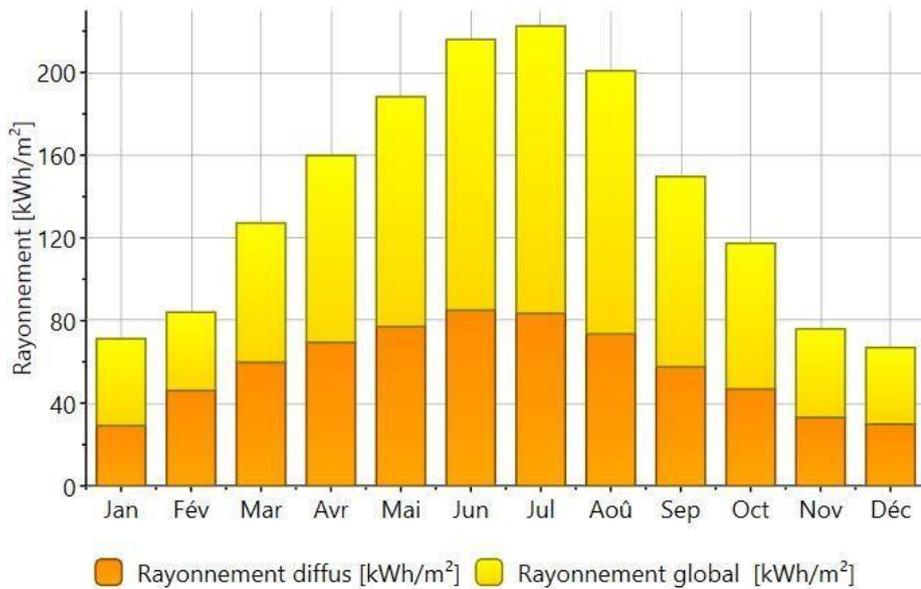


Figure 2.5 : Diagramme d'ensoleillement annuel à Ouadhia, source meteonorme

D'après METEONORM on voit sur le graphe de la Figure 2.5 montre que cette région à un taux de l'ensoleillemnt qui atteint  $>200\text{Kwh/m}^2$  dans les mois juin et juillet.

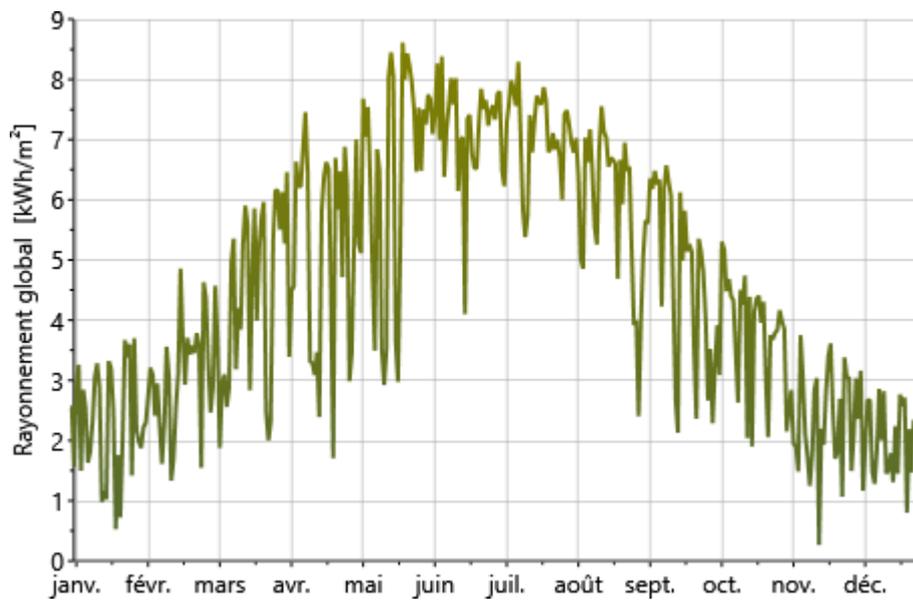


Figure 2.6 : Diagramme d'ensoleillement annuel à Ouadhia, source météoform.

La figure montre un diagramme du rayonnement global journalier à ouadhia, obtenu de meteonorm, et qui montre que le mois de novembre le rayonnement atteint sa valeur minimale, et sa valeur maximale est atteint au mois de mai.

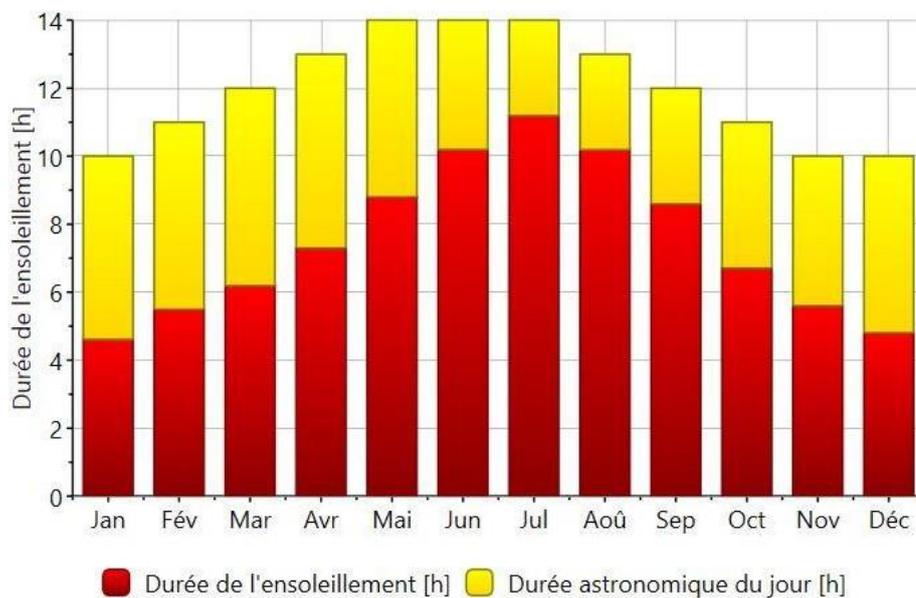


Figure 2.7 : Diagramme d'ensoleillement annuel à Ouadhia, source méteonorm.

La figure montre un diagramme d'ensoleillement annuel a ouadhia, ou montre la période de juillet le taux d'ensoleillement atteint son climax.

### 2.5 Situation géographique de cas d'étude :



Figure 2.8 : Capture de plan de situation. Source google map

## 2.6 La description de cas d'étude :

Notre cas étudié est une maison individuelle qui se trouve à Ouadhia de type Villa R+2+comble elle s'étend sur une surface de 179,61m<sup>2</sup>, implanté dans une région montagneuse connue par des températures très basses dans la période hivernale, dans le cadre d'améliorer son efficacité énergétique pour réduire la consommation énergétique.



Figure 2.9 : Façade principale de la maison

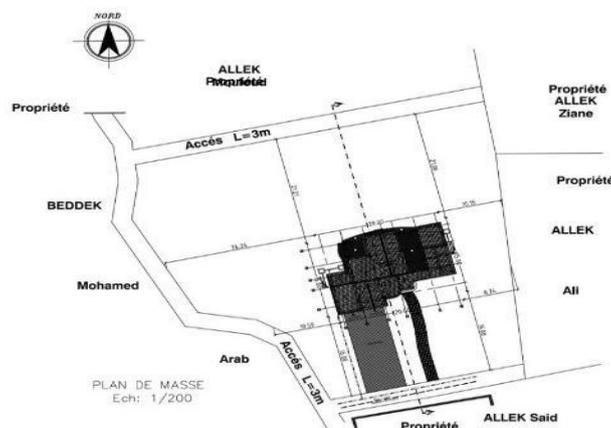


Figure 2.10 : Image montrant le plan demasse.

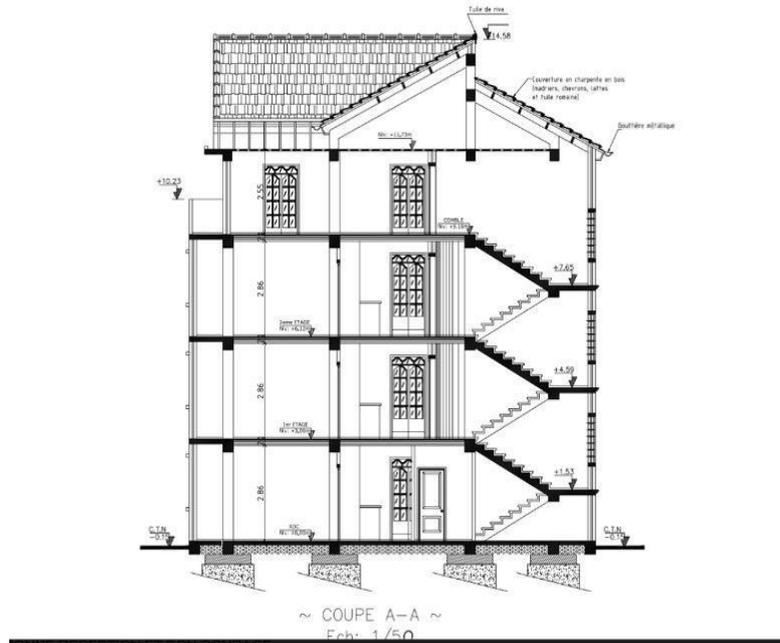


Figure 2.11 : plan de la coupe A-A de plan 1

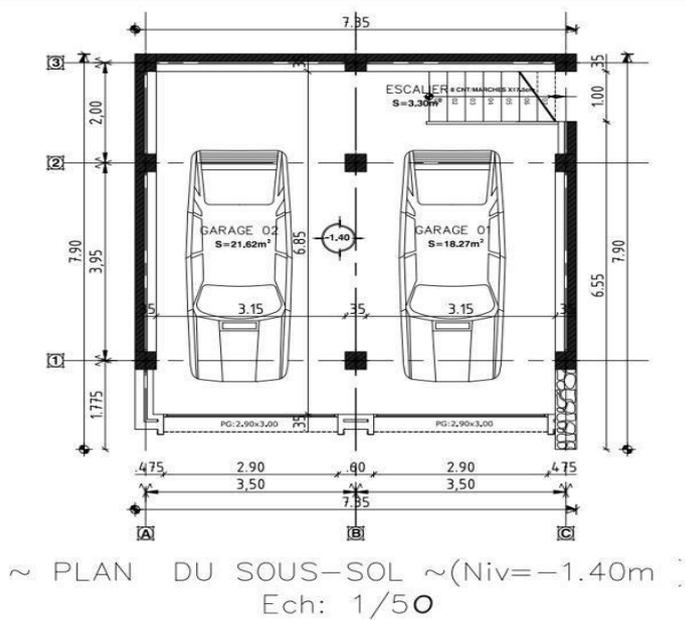


Figure 2.12 : Image montrant le plan de sous-sol de maison individuelle.

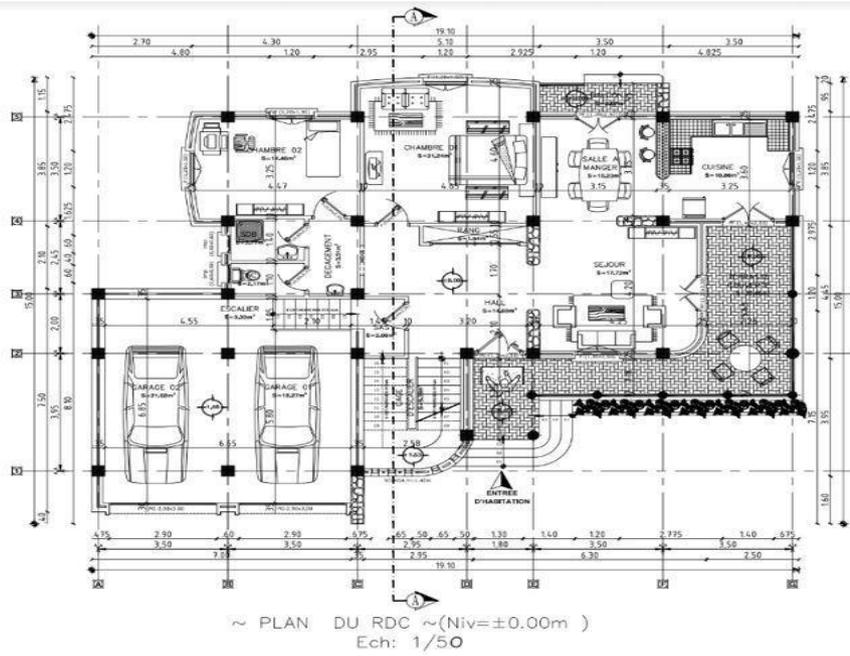


Figure 2.13 : Image montrant le plan de rez de chaussé de la maison individuelle.

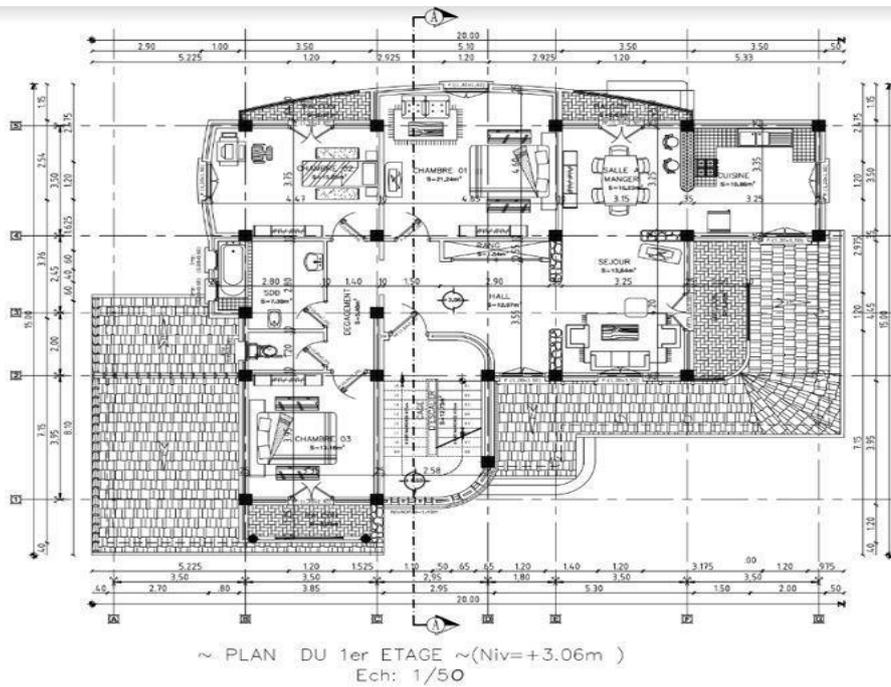


Figure 2.14 : Image montrant le plan de 1<sup>er</sup> étage de maison individuelle.

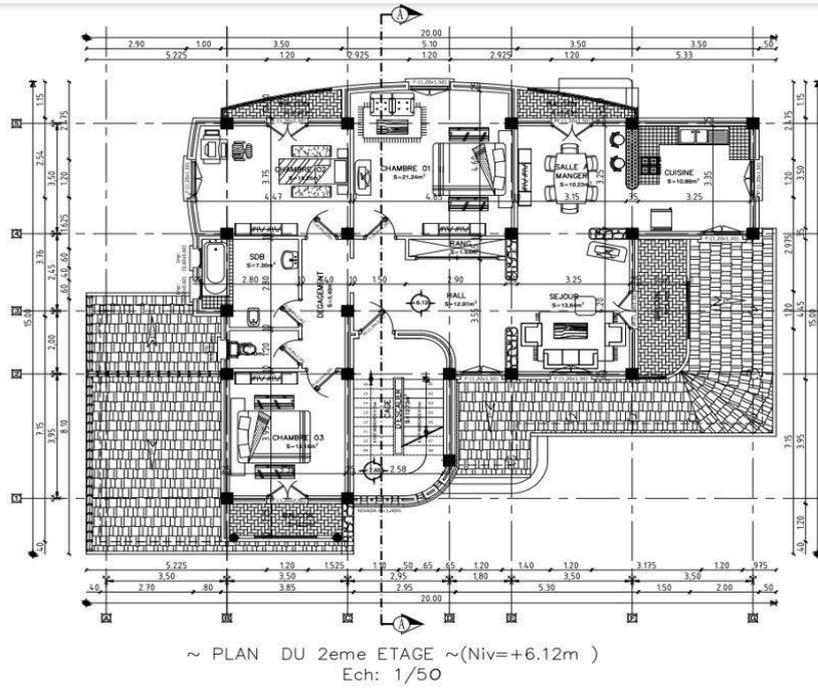


Figure 2.15 : Image montrant le plan de 2ième étage de maison individuelle.

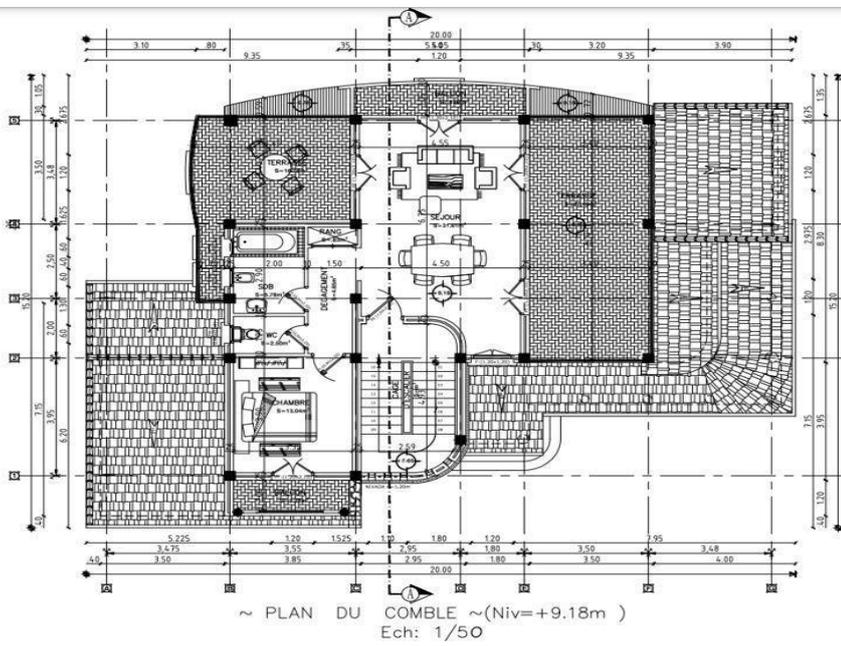


Figure 2.16 : Image montrant le plan de comble de la maison individuelle.

## 2.7 III- Programme Architectural

La construction s'élève sur deux (02) niveaux et un comble habitable, dont le RDC est développé en demi-niveau. Ils sont répartis comme suit ;

➤ **PLAN DU NIVEAU -1.40m**, abrite 02 Locaux et un escalier. Les surfaces sont comme suit:

- Local 01 : 18,27m<sup>2</sup>
  
- Local 02: 21,62m<sup>2</sup>
  - Surface commerciale = **39,89m<sup>2</sup>**
  
- Escalier: 03,30m<sup>2</sup>
  - Surface utile = **43,19m<sup>2</sup>**

➤ **PLAN DU RDC (NIV=±0.00m)**, abrite un appartement de type F3, et il est accessible par une terrasse extérieure. L'appartement est composé d'un hall, un séjour, une cuisine, une salle à manger, 02 chambres, une salle de bain, un WC, un dégagement, un sas, un rangement, une terrasse couverte, un balcon et une cage d'escalier qui assure la circulation verticale avec les niveaux supérieurs. Les surfaces sont comme suit:

Tableau 2.3 : Surface des pièces pour le RDC.

Pièce	Surface m <sup>2</sup>
Séjour	17,72m <sup>2</sup>
Cuisine	10.86m <sup>2</sup>
Salle à manger	10.23m <sup>2</sup>
Chambre 01	21,24m <sup>2</sup>

Chambre 02	14,46m <sup>2</sup>
------------	---------------------

Surface habitable = **101,28m<sup>2</sup>**

Surface utile = **136,42m<sup>2</sup>**

**PLAN DU 1<sup>er</sup> et 2<sup>eme</sup> ETAGE (NIV=+3.06m et +6.12m)**, abrite chacun un appartement de type F4, accessible par une cage d'escalier. Les appartements sont composés des espaces suivants : d'un hall, un séjour, une cuisine, une salle à manger, 03 chambres, une salle de bain, un WC, un dégagement, un rangement, des balcons et une cage d'escalier. Les surfaces sont comme suit:

Tableau 1.4 : Surface des pièces pour le 1er et le 2ieme étage.

Pièce	Surface m <sup>2</sup>
Hall	12,97m <sup>2</sup>
Séjour	13,64m <sup>2</sup>

Cuisine	10.86m <sup>2</sup>
Salle à manger	10.23m <sup>2</sup>
Chambre 01	21,24m <sup>2</sup>
Chambre 02	15,25m <sup>2</sup>
Chambre 03	13,16m <sup>2</sup>

Surface habitable = **113,99m<sup>2</sup>**

Surface utile = **140,04m<sup>2</sup>**

**PLAN DU COMBLE (NIV=+9.18m)**, abrite les espaces suivants: un séjour, une chambre, une salle de bain, un WC, un dégagement, un rangement, des balcons, des terrasses et unecage d'escalier. Les surfaces sont comme suit:

Tableau 2.5: Surface des pièces pour le Comble.

Pièce	Surface m <sup>2</sup>
Séjour	31,61m <sup>2</sup>
Chambre	13.04m <sup>2</sup>

Surface habitable = **58,41m<sup>2</sup>**

Surface utile = **126,40m<sup>2</sup>**

Surface commerciale = **39,89m<sup>2</sup>**

Surface habitable totale = **387,67m<sup>2</sup>**

Surface utile totale = **586,09m<sup>2</sup>**

## 2.8 Matériaux de construction utilisée :

### 2.8.1 Composition de mur extérieur (en brique creuse) :

Tableau 2.6 : Composition des murs extérieurs.

Composition	Epaisseur (cm)	$\lambda$ (W/m °C)	R (m <sup>2</sup> °C/W)
Mortier	2	1.15	0.02

Brique creuse	10	0.48	0.21
Lame d'air	10	0.556	0.18
Brique creuse	10	0.48	0.21

Avec :  $\lambda$  : la conductivité thermique en  $W/m^{\circ}C$

R : résistance thermique en  $m^2 \cdot ^{\circ}C/W$ .

### 2.8.2 Composition de mur intérieur :

Tableau 2.7 : Composition de mur intérieur

Composition	Epaisseur	$\lambda$ ( $W/m^{\circ}C$ )	R ( $m^2 \cdot ^{\circ}C/W$ )
Brique creuse	10	0.48	0.21
Mortier	1	1.15	0.01

### 2.8.3 Composition de plancher intermédiaire :

Tableau 1.8 : Composition de plancher intermédiaire

Composition	Epaisseur	$\lambda$ ( $W/m^{\circ}C$ )	R ( $m^2 \cdot ^{\circ}C/W$ )
Hourdis en béton	16	1.23	0.13
Béton lourd	4	1.75	0.02
Mortier	1	1.15	0.01
Carrelage	2	1.70	0.01

#### 2.8.4 Composition de toiture :

Tableau 2.9 : Composition de toiture

Composition	Epaisseur	$\lambda$ (W/m °C)	R (m <sup>2</sup> °C/W)
Tuile romaine	1.5	0.671	0.02
Mortier liant	20	0.84	0.24
Bois chenzen	7	0.298	0.23

#### 2.8.5 Types d'ouvertures :

-Fenêtre en PVC simple vitrage.

-Porte fenêtre Métallique.

-Porte bois intérieure.

Types des Portes	Largeur [m]	Hauteur [m]
Portail métallique	2.8	2.4
Fenêtre en bois	1.1	2.2
Porte fenêtre	1.2	2.2
Porte bois intérieur	0.9	2

## 2.9 Calcul de bilan thermique :

### **Les déperditions totales :**

$$D = \sum Di = (DT)i + (DR)i \quad [W/^{\circ}C]$$

$Di$  [ $W/^{\circ}C$ ] représente les déperditions totales du volume « i ».

$(DT)i$  [ $W/^{\circ}C$ ] représente les déperditions transmission d'un volume.

$(DR)i$  [ $W/^{\circ}C$ ] représente les déperditions renouvellement d'air totales

Déperditions transmission d'un volume :

$$(DT)i = (Ds)i + (Dli)i + (Dsol)i + (Dlnc)i \quad [W/^{\circ}C]$$

$(Ds)$  i : déperditions surfaciques par transmission à travers les parois

$(Dli)$  i : Déperditions linéiques.

$(Dsol)$  i : Déperditions par transmission à travers les parois en contact avec le sol

$(Dlnc)$  i : déperditions à travers les parois en contact avec locaux non chauffée

Déperditions par renouvellement d'air :

$$(DR)i = (DRV)i + (DRS)i \quad [W/^{\circ}C]$$

Calcul de déperditions de référence selon le DTR :

La commune de OUADHIA est dans la zone de TIZI OUZOU Zone (B)

$$D_{ref} = \text{la toiture} * S1 + \text{plancher bas} * S2 + \text{MUR extérieur} * S3 \\ + \text{MUR intérieur} * S3 + \text{porte} * S4 + \text{fenêtre} * S5$$

$$D_r = S1 * a + S2 * b + S3 * c + S4 * d + S5 * e \quad []$$

Tableau 2.10 : Déperditions de référence.

Compositions	Surface (m <sup>2</sup> )	Coefficient	Déperditions de référence (W/°C)
Toiture	109,69	a= 1,1	120,65
Mur extérieur	580,79	c=1,2	696,94
Résultats	817,59 W/°C		

**Déperditions de référence = 817,59 W/°C**

Tableau 2.11 : Déperditions surfaciques.

Compositions	Surface (m <sup>2</sup> )	Coefficient de transmission surfacique (K)	Déperditions (W/°C)

Toiture	109,69	1,58	173,31
Murs extérieurs	580,79	1,4	813,10
Résultats	986,41 W/°C		

**Déperditions surfaciques = 986,41 W/°C**

**Calcul des déperditions linéiques :**

$$2.9.1.1 \quad DL = 20\% DS$$

$$DL = 986,41 * 20\% = 197,28 W/°C$$

$$\text{Déperditions totales} = 1183,69 W/°C$$

**En comparant avec les déperditions de référence D totale > D réf**

$$1183,69 W/°C > 817,59 W/°C$$

**Résultat non vérifié.**

### 2.9.2 Synthèse :

D'après les calculs effectués, les résultats obtenus indiquent que le cas étudié ne vérifie pas les réglementations thermiques et sa dû à la faible isolation de toitures et des murs.

### 2.10 Calcul de bilan thermique après l'amélioration:

Nous avons calculé le bilan thermique après intégration de l'isolation avec la laine de roche pour les murs et les toitures.

#### **Les déperditions totales :**

$$D = \sum Di = (DT)i + (DR)i \quad [W/°C]$$

$Di$  [W/°C] représente les déperditions totales du volume « i ».

$(DT)i$  [W/°C] représente les déperditions transmission d'un volume.

$(DR)i$  [W/°C] représente les déperditions renouvellement d'air totales

Déperditions transmission d'un volume :

$$(DT)i = (Ds)i + (Dli)i + (Dsol)i + (Dlnc)i \quad [W/°C]$$

$(Ds)$  i : déperditions surfaciques par transmission à travers les parois

$(Dli)$  i : Déperditions linéiques.

$(Dsol)$  i : Déperditions par transmission à travers les parois en contact avec le sol

$(Dlnc)$  i : déperditions à travers les parois en contact avec locaux non chauffée

Déperditions par renouvellement d'air :

$$(DR)i = (DRV)i + (DRS)i \quad [W/°C]$$

Calcul de déperditions de référence selon le DTR :

La commune d'OUADHIA est dans la zone de TIZI OUZOU Zone (B)

$$D_{ref} = \text{la toiture} * S1 + \text{plancher bas} * S2 + \text{MUR extérieur} * S3 \\ + \text{MUR intérieur} * S3 + \text{porte} * S4 + \text{fenêtre} * S5$$

$$D_r = S1 * a + S2 * b + S3 * c + S4 * d + S5 * e$$

Tableau 2.12 : Déperditions de référence.

Compositions	Surface (m <sup>2</sup> )	Coefficient	Déperditions de référence (W/°C)
Toiture	109,69	a= 1,1	120,65
Mur extérieur	580,79	c=1,2	696,94
Résultats	817,59 W/°C		

**Déperditions de référence = 817,59 W/°C**

Tableau 2.13: Déperditions surfaciques.

Compositions	Surface (m <sup>2</sup> )	Coefficient de transmission surfacique (K)	Déperditions (W/°C)
Toiture	109,69	0.331	36.3
Murs extérieurs	580,79	0.594	344.98

Résultats	381.28W/°C
-----------	------------

Déperditions surfaciques = 986,41 W/°C

Calcule des déperditions linéiques :

$$2.10.1.1 \quad DL = 20\% DS$$

$$DL = 381.28 * 20\% = 76.256W/C^{\circ}$$

$$\text{Déperditions totales} = 457.53W/{}^{\circ}C$$

**En comparant avec les déperditions de référence D totale < D réf**

$$D_{ref}=817,59 W/{}^{\circ}C > 457.53 W/{}^{\circ}C$$

**Résultat vérifié.**

## 2.11 Conclusion :

A la fin de cette partie, on a présenté notre cas d'étude qui est une maison individuelle qui est situé dans une région montagneuse, la région de cas d'étude, suit à ses caractéristiques climatiques qui sont indiqués par le logiciel METEONORM 8.

Suite de sa on a effectué une vérification réglementaire qu'on a constaté que notre cas n'est pas vérifié selon la réglementation thermique, dû au manque d'isolation qui offre une faible résistance thermique. Une autre vérification est faite après l'isolation des murs et de la toiture, cette dernière a réussi dans le test de vérification réglementaire.

# CHAPITRE III

SIMULATION THERMIQUE DYNAMIQUE.

### 3 CHAPITRE III : MODELISATION THERMIQUE DYNAMIQUE

#### 3.1 Introduction :

Ce cas étudié sera modélisé par un logiciel qui est PLEIADES COMFIE (la version 5...) pour faire une simulation thermique dynamique, qui va nous donner des résultats proches de la réalité pendant une année pour tenir compte les conditions climatiques puis les propriétés thermo-physiques des éléments de construction.

#### 3.2 3-2-Outils de simulation utilisées :

On va utiliser les programmes suivants chaque un a son rôle, le but sera réduire la consommation énergétique utilisée avoir un meilleur confort thermique.

##### 3.2.1 Meteonorm :

Meteonorm est une combinaison unique de sources de données fiables et d'outils de calcul sophistiqués. Il donne accès à des années types et à des séries chronologiques historiques. [16]

##### 3.2.2 PVGIS : Système d'Information Géographique Photovoltaïque (PVGIS)

PVGIS fournit des informations sur le rayonnement solaire et les performances des systèmes photovoltaïques pour n'importe quel endroit en Europe et en Afrique, ainsi qu'une grande partie de l'Asie et de l'Amérique [17]

Dans ce cas, on va créer notre station météorologique, en entre sur le site

**WWW.PVGIS.COM** afin de définir notre emplacement sur la carte géographique, puis télécharger le fichier météo sous format EPW, ce dernier sera exporter a pléiades l'aide de meteocalc puis nommer cette station.



Figure 3.1 : Logo pvgis [17]

### 3.2.3 Comfie-pléiades : Pléiades STD Comfie :

Ce modèle de simulation thermique dynamique des bâtiments anticipe la consommation énergétique et les risques d'inconfort en toutes saisons. Comfie est le moteur de calcul de simulation thermique dynamique (STD) de Pléiades. À chaque pas de temps, l'algorithme détermine les besoins de chauffage, de refroidissement, l'humidité et les températures dans chaque zone du bâtiment. [18]



Figure 3.2 : Logo pleiades. [18]

### 3.3 Etapes de simulation :

On va effectuer notre travail sur logiciel en le décomposant par trois parties qui seront :

3.3.1 **Partie 1** : définir la composition des parois puis la construction du plan, et prévoir les scénarios de chauffage, climatisation, ventilation et occupation.

3.3.2 **Partie 2** : la définition de la station météorologique du site d'intervention BLIDA (sous métronome).

### 3.3.3 Sous modeler :

Création des compositions sous logiciel pleiades modeler :

Composition de plancher intermédiaire :

Composants	T	cm	kg/m <sup>2</sup>	λ	R	
Carrelage	↓	2.000	46	1.7	0.01	Extérieur ↓ Intérieur
Mortier	↓	1.000	20	1.15	0.01	
Béton lourd	↓	4.000	92	1.75	0.02	
Hourdis de 16 en béton	↓	16.00	208	1.231	0.13	
Total		23	366		0.17	

Figure 3.3 : Composition de plancher intermédiaire.

Composition de Plancher bas:

Composants	T	cm	kg/m <sup>2</sup>	λ	R	
Carrelage	↓	2.000	46	1.7	0.01	Extérieur ↓ Intérieur
Mortier	↓	4.000	80	1.15	0.03	
Béton lourd	↓	20.000	460	1.75	0.11	
Total		26	586		0.15	

Figure 3.4 : Composition de plancher bas.

Composants	T	cm	kg/m <sup>2</sup>	λ	R	
Enduit plâtre	↓	0.500	8	0.35	0.02	Extérieur ↓ Intérieur
Mortier	↓	1.000	20	1.15	0.02	
Brique creuse de 10 cm	↕	10.00	69	0.476	0.21	
Mortier	↓	1.000	20	1.15	0.02	
Enduit plâtre	↓	0.500	8	0.35	0.02	
Total		13	125		0.25	

Figure 3.5 : Composition de mur intérieur

Composition de mur extérieur :

Composants	T	cm	kg/m <sup>2</sup>	λ	R	
Mortier	↓	2.000	40	1.15	0.02	Extérieur ↓ Intérieur
Brique creuse de 10 cm	↕	10.00	69	0.476	0.21	
Lame d'air 100 mm flux asc.	↕	10.00	0	0.625	0.16	
Brique creuse de 10 cm	↕	10.00	69	0.476	0.21	
Total		32	178		0.6	

Figure 3.6 : composition de mur extérieur.

Composition de toiture :

Composants	T	cm	kg/m <sup>3</sup>	$\lambda$	R	
TUILE ROMAINE	↓	1.500	29	0.671	0.02	Extérieur ↓ Intérieur
MORTIER LIANT	↓	20.000	29	0.84	0.24	
BOIS DE CHENZEN	↓	7.000	22	0.298	0.23	
Total		28.5	80		0.49	

Figure 3.7 : composition de toiture

Nom: MORTIER LIANT

Complément:

Origine:

Caractéristiques ACV

Conductivité ( $\lambda$ ) : 0.84 W/(m.K)

Masse volumique ( $\rho$ ) : 146 kg/m<sup>3</sup>

Chaleur spécifique (c) : { 12437 J/(kg.K), 3.455 Wh/(kg.K)}

Effusivité : 1235 J/(K.m<sup>2</sup>.√s)

Diffusivité : 4.626E-7 m<sup>2</sup>/s

Résistance à la diffusion de vapeur ( $\mu$ ) : 0 -

Couleur sur le diagramme de Glaser :

Est un isolant transparent

Figure 3.8 : Caracteristiques de mortier liant.

Nom	TUILE ROMAINE 111111	
Complément		
Origine		
<input type="checkbox"/> Caractéristiques <input checked="" type="checkbox"/> ACV		
Conductivité ( $\lambda$ )	<input type="text" value="0.671"/>	W/(m.K)
Masse volumique ( $\rho$ )	<input type="text" value="1900"/>	kg/m <sup>3</sup>
Chaleur spécifique ( $c$ )	<input type="text" value="936"/>	J/(kg.K)
	<input type="text" value="0.26"/>	Wh/(kg.K)
Effusivité	<input type="text" value="1092"/>	J/(K.m <sup>2</sup> .√s)
Diffusivité	<input type="text" value="3.773E-7"/>	m <sup>2</sup> /s
Résistance à la diffusion de vapeur ( $\mu$ )	<input type="text" value="0"/>	-
Couleur sur le diagramme de Glaser	<input type="text"/>	
<input type="checkbox"/> Est un isolant transparent <input checked="" type="checkbox"/>		

Figure 3.9 : Caracteristiques de Tuile Romaine.

Nom	BOIS DE CHENZEN	
Complément		
Origine		
<input type="checkbox"/> Caractéristiques <input checked="" type="checkbox"/> ACV		
Conductivité ( $\lambda$ )	<input type="text" value="0.298"/>	W/(m.K)
Masse volumique ( $\rho$ )	<input type="text" value="315"/>	kg/m <sup>3</sup>
Chaleur spécifique ( $c$ )	<input type="text" value="3278"/>	J/(kg.K)
	<input type="text" value="0.911"/>	Wh/(kg.K)
Effusivité	<input type="text" value="555"/>	J/(K.m <sup>2</sup> .√s)
Diffusivité	<input type="text" value="2.886E-7"/>	m <sup>2</sup> /s
Résistance à la diffusion de vapeur ( $\mu$ )	<input type="text" value="0"/>	-
Couleur sur le diagramme de Glaser	<input type="text"/>	
<input type="checkbox"/> Est un isolant transparent <input checked="" type="checkbox"/>		

Figure 3.10 : Caracteristiques bois chenzen.

3.3.4 Dessin sur pléiades :



Figure 3.11 : Dessin en 3D

### 3.3.5 Dessin sous pléiades :

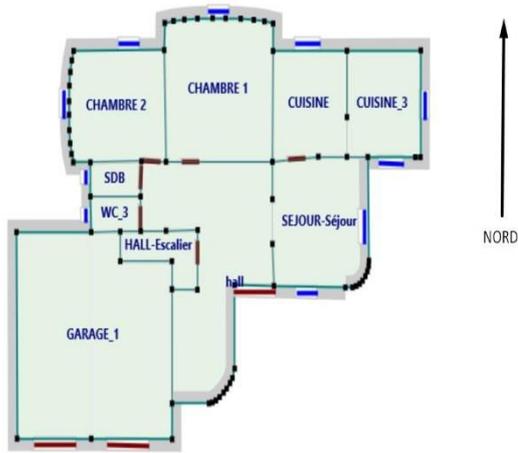


Figure 3.12 : Plan niveau RDC

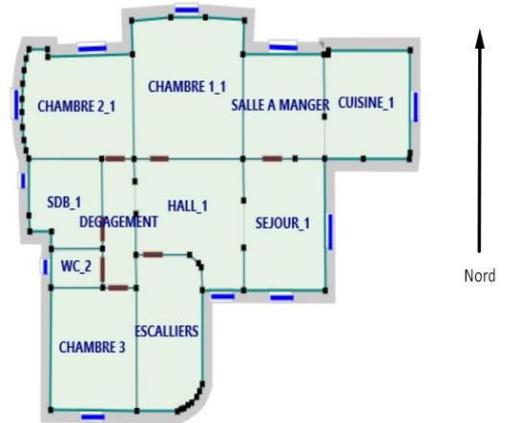


Figure 3.13 : Plan niveau R+1

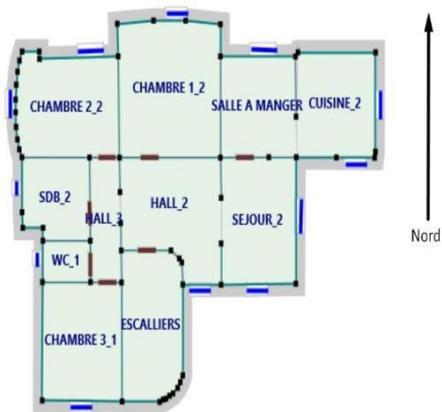


Figure 3.14 : Plan niveau R+2

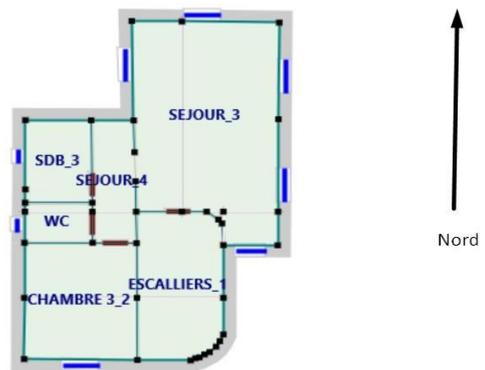


Figure 3.15 : Plan niveau R+3

### 3.3.6 Menuiserie :

39

Type

Sélection Défait (Fen bat bois SV) Fenêtre par défaut

Double fenêtre Porte par défaut

Dimensions et ponts thermiques Aide

Retrait 0.2 m  Nu intérieur Allège 0.9 m

Taille exacte Largeur % Hauteur % Largeur/Hauteur %

Entièrement vitré Valeurs par défaut

Hauteur 1.15 m

Largeur 1 m

Type

Sélection Portail métallique Fenêtre par défaut

Porte par défaut

Dimensions et ponts thermiques Aide

Retrait 0.2 m  Nu intérieur

Taille exacte

Entièrement vitré Valeurs par défaut

Hauteur 2.04 m

Largeur 2.00 m

Type

Sélection Porte bois intérieure Fenêtre par défaut

Porte par défaut

Dimensions et ponts thermiques Aide

Retrait 0.2 m  Nu intérieur

Taille exacte

Entièrement vitré Valeurs par défaut

Hauteur 2.04 m

Largeur 0.83 m

Type

Sélection P-Fen bat bois SV Fenêtre par défaut

Double fenêtre Porte par défaut

Dimensions et ponts thermiques Aide

Retrait 0.2 m  Nu intérieur Allège m

Taille exacte Largeur % Hauteur % Largeur/Hauteur %

Entièrement vitré Valeurs par défaut

Hauteur 2.04 m

Largeur 1.20 m

Figure 3.16 : Menuiserie.

### 3.3.7 Définition des scenarios :

- Dans le cadre de cette étude nous avons intégrés les scénarios de fonctionnement suivant :
- Scénario d'occupation.
- Scénario de température.
- Scénario de ventilation.
- Scénario de puissance dissipée.
- Scénario d'occultation.

### 3.3.8 Scénarios d'occupation :

Le scenario d'occupation : pour déterminer le nombre d'utilisateurs du logement ainsi que le taux de fréquentation de l'espace par temps, le but de ce scenario est de déterminer les apports internes de logement étudié.

Nombre des occupants : 04 personnes.

-Scénario de 2 personnes dans la zone : Chambres.

-Scénario de 4 personnes dans la zone : Séjours + hall

-Scénario de 2 personnes dans la zone : Cuisine et salle a manger.

Valeurs		Année		Désélection	
+	S	Nom	Valeur	Unité	
<input type="radio"/>		0 personne		0 Occupants	
<input type="radio"/>		1 personnes		1 Occupants	
<input type="radio"/>		4 personnes		4 Occupants	
<input type="radio"/>		2 PERSONNES		2 Occupants	

Jours		Afficher le nom																										
+	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		
<input type="radio"/>		Ouvré	2	2	2	2	2	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	2	2
<input type="radio"/>		Week-end	2	2	2	2	2	2	2	2	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	2	2	

Figure 3.17 : Scénario d'occupation pour les chambres.

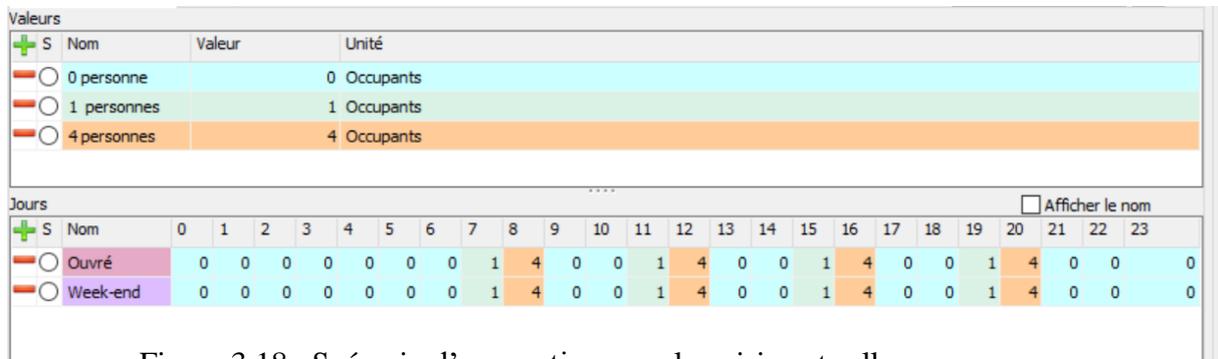


Figure 3.18 : Scénario d'occupation pour la cuisine et salle a manger.

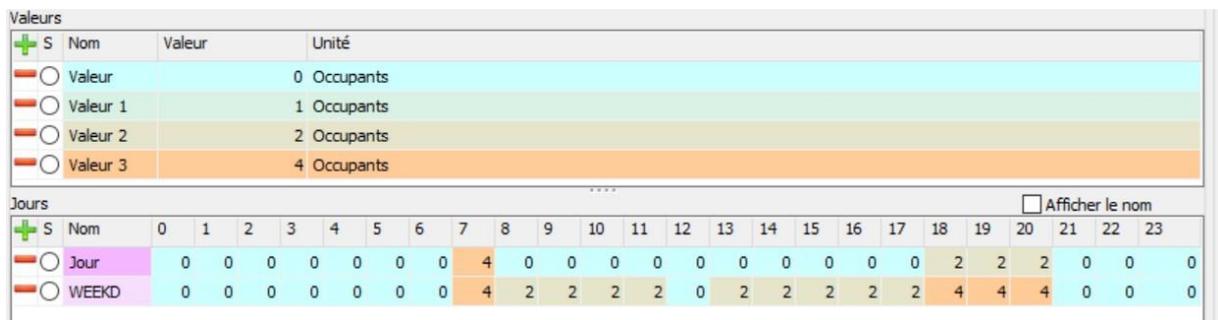


Figure 3.19 : Scénario d'occupation pour le hall et séjours.

### 3.3.9 Scénario de consigne de thermostat :

Pour déterminer les besoins de chauffage et de climatisation, nous avons fixé pour l'été un taux de confort à 27°C, cela permet de déclencher la climatisation si la température s'élève de la température indiqué. Pour le cas l'hiver une température de confort de 20°C, pour lancer le chauffage si la température descends en dessous de la température indiqué.

Valeurs			
S	Nom	Valeur	Unité
<input type="radio"/>	Valeur	0	°C
<input type="radio"/>	Valeur 1	20	°C
<input type="radio"/>	Valeur 2	27	°C
<input type="radio"/>	Valeur 3	0	°C

Jours		<input type="checkbox"/> Afficher le nom																							
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
<input type="radio"/>	CHAUFAGE	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
<input type="radio"/>	CLIMATISATION	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27

Figure 3.20 : Scénario de consigne de thermostat.

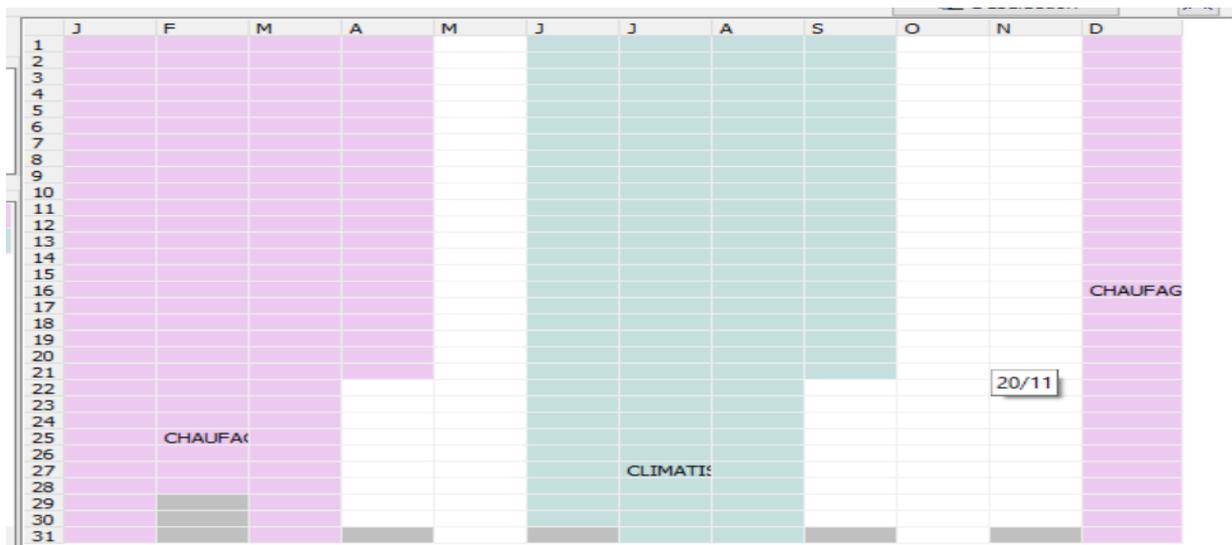


Figure 3.21 : Distribution des jours de scénario de consigne de thermostat

### 3.3.10 Scénario de puissance dissipé :

Scénario de puissance dissipé proposé pour les zones : Chambre, Séjours, Hall, cuisine et salle à manger.

Ce scénario a pour but de

-

The screenshot shows a software interface with two main sections: 'Valeurs' and 'Jours'. The 'Valeurs' section is a table with columns for 'Nom', 'Valeur', and 'Unité'. It lists four power values: 'Valeur' (60 W), 'Valeur 1' (125 W), 'Valeur 2' (33 W), and 'Valeur 3' (92 W). The 'Jours' section is a grid with columns for days 0 to 23 and a row for 'Jour'. The values in the 'Jour' row are: 33, 33, 33, 33, 33, 33, 33, 33, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 32, 0, 0, 0, 0, 32, 32, 92, 92, 92, 92. There is a checkbox labeled 'Afficher le nom' in the top right of the 'Jours' section.

Valeurs				
+	S	Nom	Valeur	Unité
-		Valeur	60	W
-		Valeur 1	125	W
-		Valeur 2	33	W
-		Valeur 3	92	W

Jours																								<input type="checkbox"/> Afficher le nom			
+	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	
-		Jour	33	33	33	33	33	33	33	33	0	0	0	0	0	0	32	0	0	0	0	32	32	92	92	92	92

Figure 3.22 : Puissance chambres 3

Valeurs			
+ S	Nom	Valeur	Unité
<input type="radio"/>	TV	32	W
<input type="radio"/>	LAMPE	60	W
<input type="radio"/>	0	0	W
<input type="radio"/>	TV LAMPE	92	W

....

Jours		<input type="checkbox"/> Afficher le nom																								
+ 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	
<input type="radio"/>	Jour	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92	92	92	0	0
<input type="radio"/>	WEEKEND	0	0	0	0	0	0	0	0	32	32	32	32	32	0	32	32	32	32	0	0	92	92	92	92	

Figure 3.23 : Puissance séjours.

Valeurs			
+ S	Nom	Valeur	Unité
<input type="radio"/>	LAMPE	60	W
<input checked="" type="radio"/>	Valeur	0	W

....

Jours		<input type="checkbox"/> Afficher le nom																								
+ 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	
<input type="radio"/>	Jour	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	60	60	60	0
<input checked="" type="radio"/>	WEEKEND	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	60	60	60	60	

Figure 3.24 : Puissance hall.

3.3.11 Scénario de ventilation : Pour ce cas on propose un taux du volume de 0,6 pour lerenouvellement d’air

Valeur/Jour/Semaine		Année																							
Valeurs																									
S	Nom	Valeur	Unité																						
<input type="radio"/>	Permanent	100	%																						
<input type="radio"/>	Valeur	50	%																						
<input type="radio"/>	Valeur 1	20	%																						
<input type="radio"/>	Valeur 2	100	%																						
Jours																									
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
<input type="radio"/>	Jour HIVERNAL	20	20	20	20	20	20	20	20	100	100	50	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
<input type="radio"/>	Jour ESTIVAL	100	100	100	100	100	100	100	50	50	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	100	100	100	100

Figure 3.25 : Scenario de ventilation.

3.3.12 Lancement de differents simulations.

3.4 Proposition d’une isolation des parois et de toiture:

Nous avons choisi la laine de roche comme isolant, pour certaines conditions :

-C’est un excellent isolant thermique, et isole parfaitement les murs. C’est un choix adapté dans les régions montagneuses

-Résistant à l’humidité, il fonction parfaitement dans les milieux humides.

-Une isolation acoustique parfaite, l’isolation avec la laine de roche offre un endroit calme et paisible.

-Il offre une grande résistance aux feux, lors d’incendie assure une sécurité pour le logement.

-Connue par sa facilité d’installation dans les logements et les maisons habitables. [19]





# CHAPITRE IV

## RESULTATS ET DISCUSSION

## 4 Chapitre 04 : Résultats et discussions.

### 4.1 Introduction :

Afin de réalisation des simulations, ce chapitre est une présentation des résultats obtenus ainsi que les discussions. On a collecté les résultats à l'aide du logiciel (résultats) pléiades.

Pour comprendre le comportement thermique de logement individuel il suffit de maîtriser les résultats obtenus, suite à certains simulations chaque variante représente un essaie différent des méthodes d'isolation tel l'isolation des murs ou toiture seulement, puis en combinant les deux ensemble pour voir résultats différents.

### 4.2 Variante N° :01

#### 4.2.1 Simulation de cas initial sans consigne de thermostat:

Cette étape est faite avec la composition des murs et la composition de la toiture sans isolation

Les résultats obtenus après cette simulation sont :

Cette figure représente les besoins énergétiques obtenus lors de simulation pour notre cas initial sans utiliser une consigne de thermostat

Zones	Besoins Ch.	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T* Min	T* Moyenne	T* Max
	kWh	kWh/m <sup>2</sup>	kWh	kWh/m <sup>2</sup>	W	W	°C	°C	°C
Total	0	0	0	0	0	0	0.0	19.2	36.8
GARAGE	0	0	0	0	0	0	0.0	18.0	34.3
CUISINE + SALLE A MANGER	0	0	0	0	0	0	1.2	19.9	36.4
CHAMBRE 1 + 2	0	0	0	0	0	0	1.4	19.2	34.7
SEJOUR	0	0	0	0	0	0	0.6	19.7	36.8
HALL	0	0	0	0	0	0	1.4	19.3	34.6
SDB+WC	0	0	0	0	0	0	1.2	18.9	34.2
CHAMBRE 3	0	0	0	0	0	0	1.1	19.2	34.6

Tableau 4.1 : Résultat de simulation N°:01

## Visualisation graphique de cas :

### A) La semaine la plus chaude :

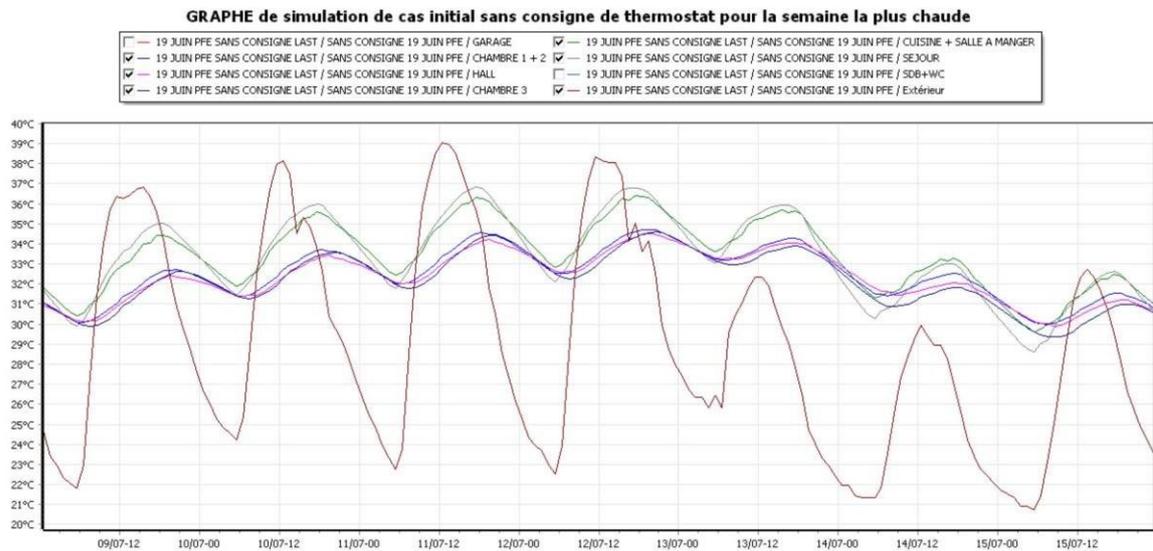


Figure 4.1 : Evolution de la température pendant la semaine la plus chaude pour chaque zone de la variante n°1.

### Interprétation :

En étudiant la figure (), on remarque que la température extérieure varie entre 31° C et 32°C. Bien que les températures à l'intérieur du logement sont plus importantes par rapport à celles de l'extérieur, mais le confort n'as pas été assuré, aussi on remarque que les températures varient d'une façon proche de chaque zone précisément dans la zone séjour qui s'élève jusqu'à 36,8 et une température minimale de 28.8 et sa revient à l'influence de la toiture qui est non isolée qui affecte sur la zone (séjours), la distribution intérieure de cette zone où elle est en contact avec des ambiances qui provoquent des surchauffes dans la période estivales. Pour le reste des zones, la température varie dans un champ de températures qui créent l'inconfort dans ce logement

**A) La semaine la plus froide :**

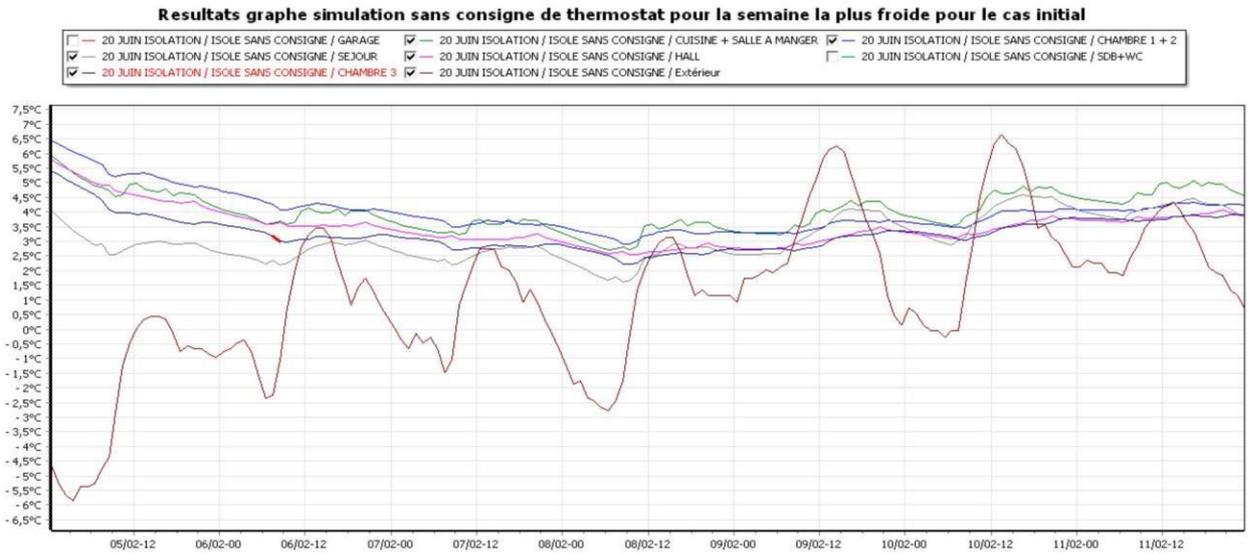


Figure 4.2 : Evolution de la température pendant la semaine la plus froide pour chaque zone de la variante

1

**Interprétation :**

Concernant la semaine la plus froide, Cette figure nous montre que la température extérieure qui est compris entre  $-6,1^{\circ}\text{C}$  et  $6,6^{\circ}\text{C}$  pour semaine la plus froide.

Aussi on remarque que la variation de température entre les zones varie par un minimum de  $1,5^{\circ}\text{C}$  et un maximum de  $6,5^{\circ}\text{C}$ .

Et que le séjour a indiqué encore une autre fois, la plus basse température qui atteint  $2,5^{\circ}\text{C}$ , par influence de toiture non isolée, la situation de cette zone l’empêche de recevoir les apports solaires hivernales venants de sud malgré qu’elle a un nombre considère des ouvertures.

### 1.1.2 Simulation avec consigne de thermostat pour le cas initial :

Ce tableau représente les résultats obtenus après la simulation en activant la consigne de thermostat :

Tableau 4.2 : Besoins énergétiques de variante N° :1

	kWh	kWh/m <sup>2</sup>	kWh	kWh/m <sup>2</sup>	W	W	°C	°C	°C
Total	44 340	92	9 615	22	143 648	19 944	2.8	22.1	33.4
GARAGE	0	0	0	0	0	0	2.8	18.6	33.4
CUISINE + SALLE A MANGER	8 175	108	2 216	29	22 588	4 512	10.9	22.6	31.2
CHAMBRE 1 + 2	9 019	77	1 573	13	33 430	4 194	10.9	22.3	29.4
SEJOUR	10 418	128	3 278	40	26 564	5 432	10.5	22.6	31.4
HALL	6 443	62	1 217	12	30 624	2 962	11.2	22.4	29.1
SDB+WC	4 722	117	0	0	11 585	0	11.0	22.4	29.9
CHAMBRE 3	5 564	91	1 332	22	18 858	2 844	11.1	22.4	29.1

### Interprétation :

Après l'intégration de la consigne de thermostat les températures ont montés pour la période de l'hiver et diminués en période de l'été et on eut des besoins de chauffage qui sont estimés à 44340kwh et de climatisation de 9615kwh atteint, qui sont des besoins élevés.

Besoins totaux = Besoins de chauffage + Besoins de climatisation.

Application numérique :

$$92 + 22 = 114 \text{ kWh/m}^2$$

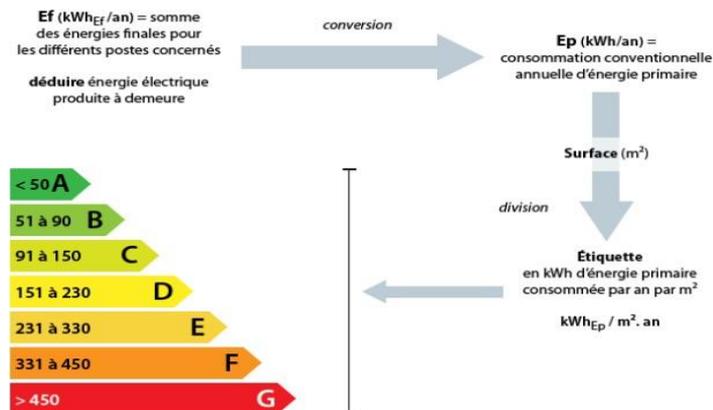


Figure 4.3 : Etiquette énergétique [20]

$$51 < 114 < 150 \Rightarrow C$$

#### 4.3 Variante N° :02 (Amélioration en intégrant une toiture isolée) :

##### 4.3.1 Simulation sans consigne de thermostat:

Les résultats obtenus après cette simulation sont :

Visualisation graphique de cas :

A) La semaine la plus chaude :

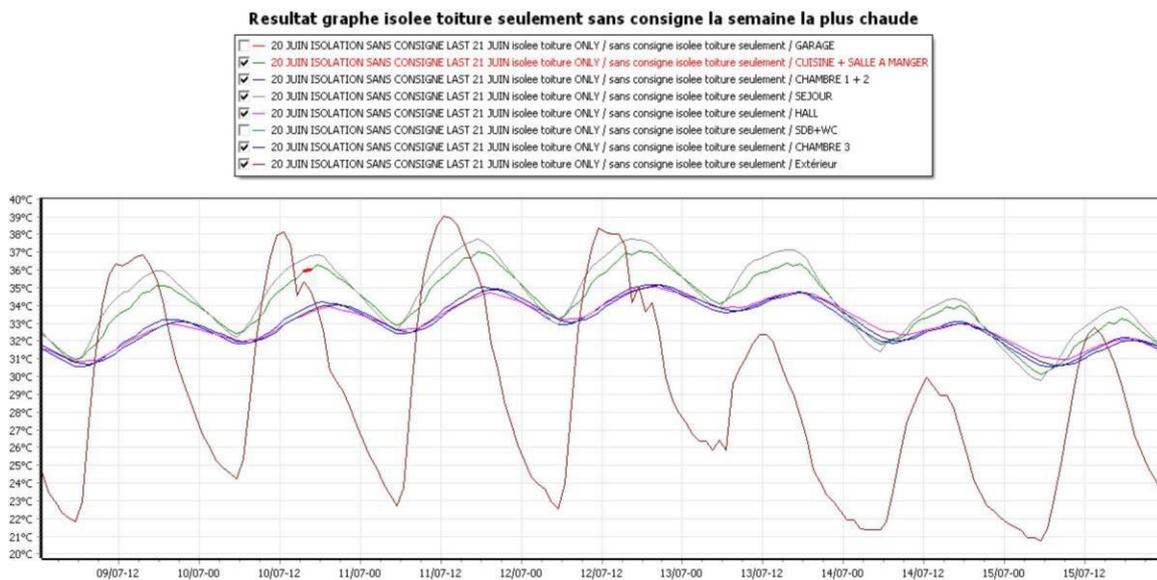


Figure 4.4 : Evolution de la température pendant la semaine la plus chaude pour chaque zone de la variante 2.

### **Interprétation :**

Le graphe représente la variation de température qui atteint 39°C comme maximum à l'extérieur, et 20,9°C en minimum température, obtenant une progression similaire de température pendant la semaine la plus chaude dans les zones étudiées, à l'exception de la zone séjours, qui a recordé une température maximale de 37,8°C et se baisse jusqu'au minimal de 29,9°C. L'isolation de la toiture seule ne donne pas les meilleurs résultats.

b) La semaine la plus froide :

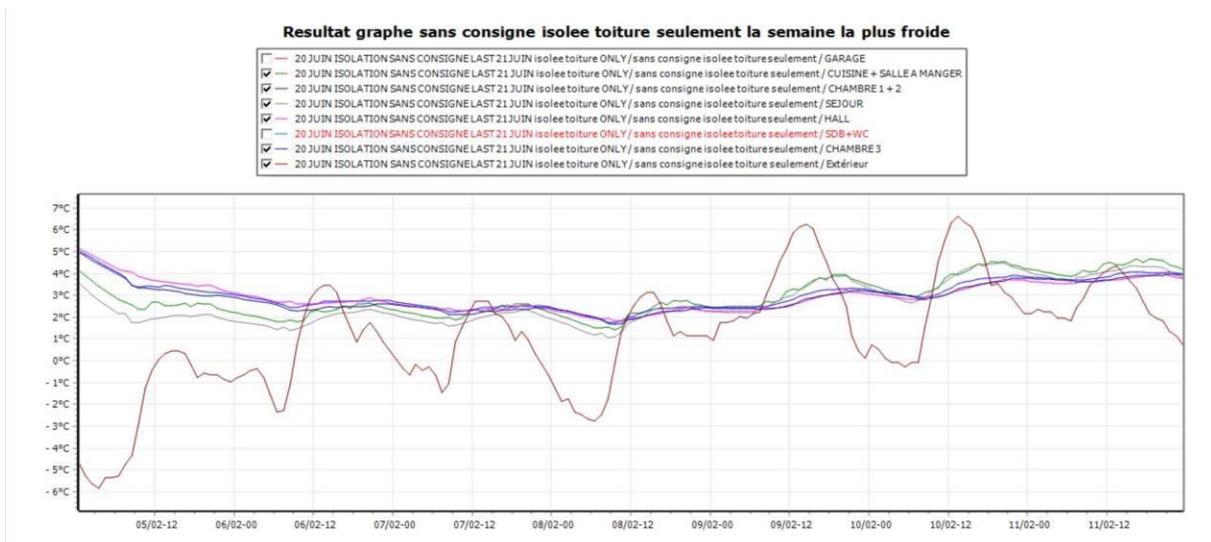


Figure 4.5 : Evolution de la température pendant la semaine la plus froide pour chaque zone de la variante 2

### **Interprétation :**

Les résultats indiqués sur le graphe nous indiquent un écart de température extérieure de -6°C et 6,8°C de la partie extérieure.

La zone hall a connu la plus basse température qui atteints 1°C et sa température maximale est 4,5°C, cette fois les zones recordent une variation de température similaire, les fluctuations de température entre les zones sont réduites, néanmoins, les résultats obtenus ne sont pas

considères mieux que notre cas initial.

#### 4.3.2 Simulation avec consigne de thermostat pour le cas initial :

Ce tableau représente les résultats obtenus après la simulation en activant la consigne de thermostat :

Tableau 4.3 : Besoins de chauffage et climatisation en isolant la toiture

Zones	Besoins Ch.	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
	kWh	kWh/m <sup>2</sup>	kWh	kWh/m <sup>2</sup>	W	W	°C	°C	°C
Total	38 995	81	10 260	23	142 927	20 262	2.8	22.2	33.7
GARAGE	0	0	0	0	0	0	2.8	18.7	33.7
CUISINE + SALLE A MANGER	7 249	96	2 336	31	22 588	4 592	11.1	22.7	31.9
CHAMBRE 1 + 2	8 489	73	1 668	14	33 430	4 339	11.1	22.4	29.9
SEJOUR	8 622	105	3 516	43	25 677	5 467	10.6	22.8	32.4
HALL	5 822	55	1 313	13	30 790	3 055	11.4	22.6	29.6
SDB+WC	4 288	107	0	0	11 585	0	11.2	22.5	30.0
CHAMBRE 3	4 525	74	1 427	23	18 858	2 810	11.3	22.6	29.7

#### **Interprétation :**

Après l'intégration de la consigne de thermostat les températures ont montés pour la période de l'hiver et diminués en période de l'été, les besoins de chauffage sont diminuer a 38995 kWh et de climatisation a signé une hausse 10260 kWh, ce cas nous indique que l'isolation de la toiture peut être une bonne solution pour diminuer les besoins de chauffage, mais ce n'est pas utile d'isoler la toiture pour diminuer les besoins de la climatisation.

#### 4.4 Variante N° :03 (Amélioration en intégrant un mur isolée) :

##### 4.4.1 Simulation sans consigne de thermostat:

Les résultats obtenus après cette simulation sont :

### Visualisation graphique de cas :

#### a) La semaine la plus chaude :

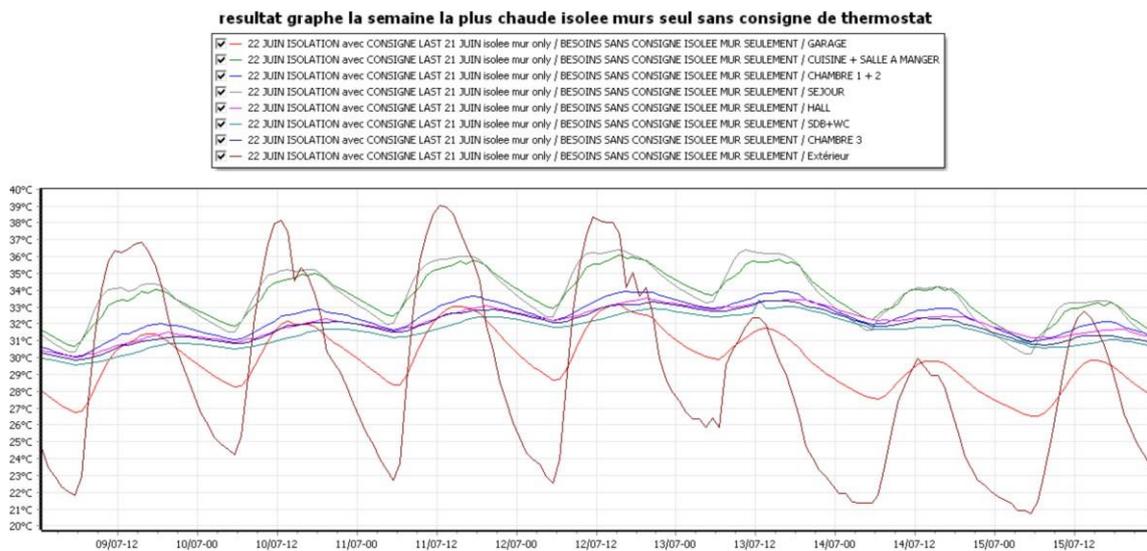


Figure 4.6 : Evolution de la température pendant la semaine la plus chaude pour chaque zone de la variante 3

### Interprétation :

D'après la figure (), on remarque que la température extérieure varie entre 20.9° C et 39°C. Bien que les températures à l'intérieur du logement sont diminuées cette fois par rapport à celles de variante 1, aussi on remarque que les températures varient d'une façon proche de chaque zone précisément dans la zone séjour qui a diminuée et raccorder une température maximale de 36,2, à propos des autres zones les températures maximales sont aussi diminuées tel que les chambre 1 et 2 qui ont baissé ou leur température maximale est de 33,9 et sa revient à l'influence des murs isolés.

a) La semaine la plus froide :

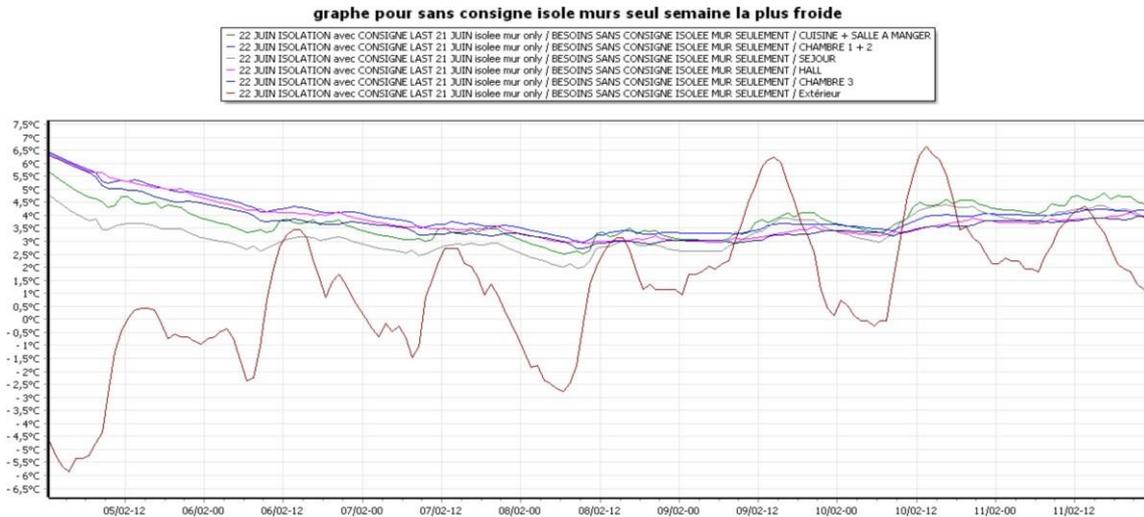


Figure 4.7 : Evolution de la température pendant la semaine la plus froide pour chaque zone de la variante 3

**Interprétation :**

Les résultats indiqués sur le graphe nous indiquent un écart de température extérieure de  $-6^{\circ}\text{C}$  et  $6,8^{\circ}\text{C}$  de la partie extérieure.

Cette fois la progression de température est similaire pour les zones, nous n'avons pas enregistré des grandes fluctuations de température. La zone hall a connu la plus basse température qui atteints  $2^{\circ}\text{C}$  et sa température maximale est  $4,5^{\circ}\text{C}$ , cette fois les zones recordent une variation de température similaire, les fluctuations de température entre les zones sont réduites, les résultats obtenus sont considérés les mieux par rapports aux variantes précédents

#### 4.4.2 Simulation avec consigne de thermostat pour la variante N°=3 :

Ce tableau représente les résultats obtenus après la simulation en activant la

consigne de thermostat :

Tableau 4.4 : Besoins de chauffage et climatisation en isolant les murs.

Zones	Besoins Ch.	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
	kWh	kWh/m²	kWh	kWh/m²	W	W	°C	°C	°C
Total	27 303	57	6 377	13	140 509	14 962	4.3	22.1	32.3
GARAGE	0	0	0	0	0	0	4.3	18.5	32.3
CUISINE + SALLE A MANGER	3 407	45	1 647	22	21 680	3 145	12.0	23.0	31.6
CHAMBRE 1 + 2	4 243	36	909	8	33 386	2 473	11.9	22.5	29.0
SEJOUR	7 337	91	2 512	31	24 565	4 436	10.8	22.7	31.4
HALL	4 692	45	494	5	30 435	1 705	11.6	22.4	28.3
SDB-WC	3 311	82	223	6	11 585	1 558	11.3	22.2	27.7
CHAMBRE 3	4 313	71	593	10	18 858	1 644	11.4	22.3	28.2

#### Interprétation :

Les résultats obtenus lors de l'intégration de la consigne de thermostat montre que les températures ont montés pour la période de l'hiver et diminués en période de l'été, les besoins de chauffage ont diminués d'une façon très importante de 57kwh/m² , les besoins de climatisations ont diminués a 13kwh/m², nous constatons que l'isolation des murs pour notre cas étudié est une bonne solution pour diminuer les besoins de chauffage, et a prouvé sa valeur en réduction des besoins de la climatisation.

#### 4.5 Variante N° :04 (Amélioration en intégrant un mur isolée et une toiture isolée) :

#### 4.5.1 Simulation sans consigne de thermostat:

Les résultats obtenus après cette simulation sont :

#### Visualisation graphique de cas :

##### a) La semaine la plus chaude :

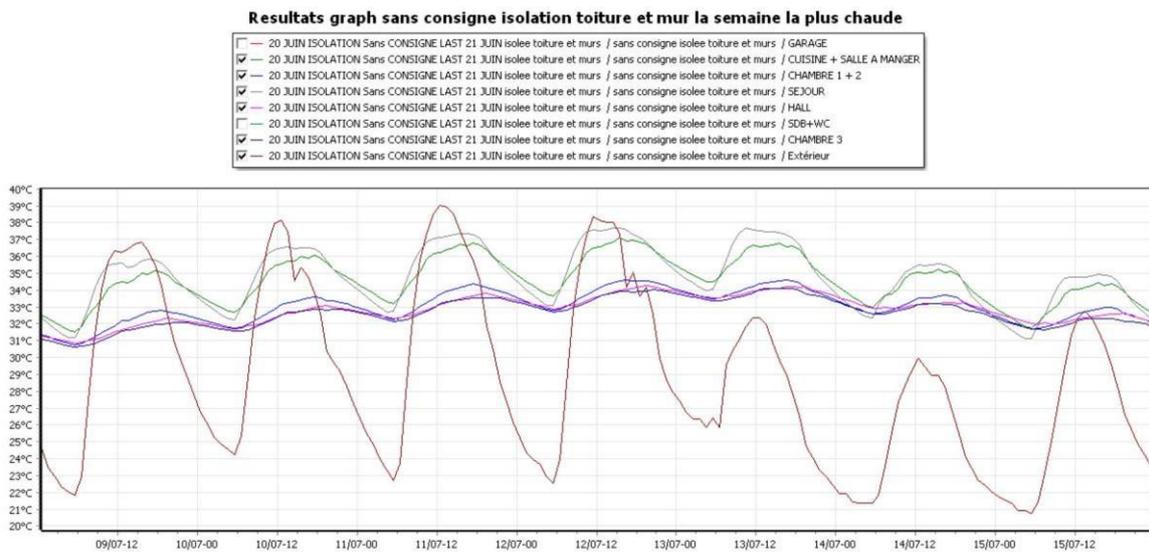


Figure 4.8 : Evolution de la température pendant la semaine la plus chaude pour chaque zone de la variante 4

#### Interprétation :

Cette fois la progression de température est similaire pour les zones, nous n'avons pas enregistré des grandes fluctuations de température. La zone hall a connu la plus haute température qui atteints 37,8°C et sa température minimale est 30°C, cette fois les zones recordent une variation de température similaire, les fluctuations de température entre les zones sont réduites, les résultats obtenus nous offrent un bon confort thermique pour ce logement.

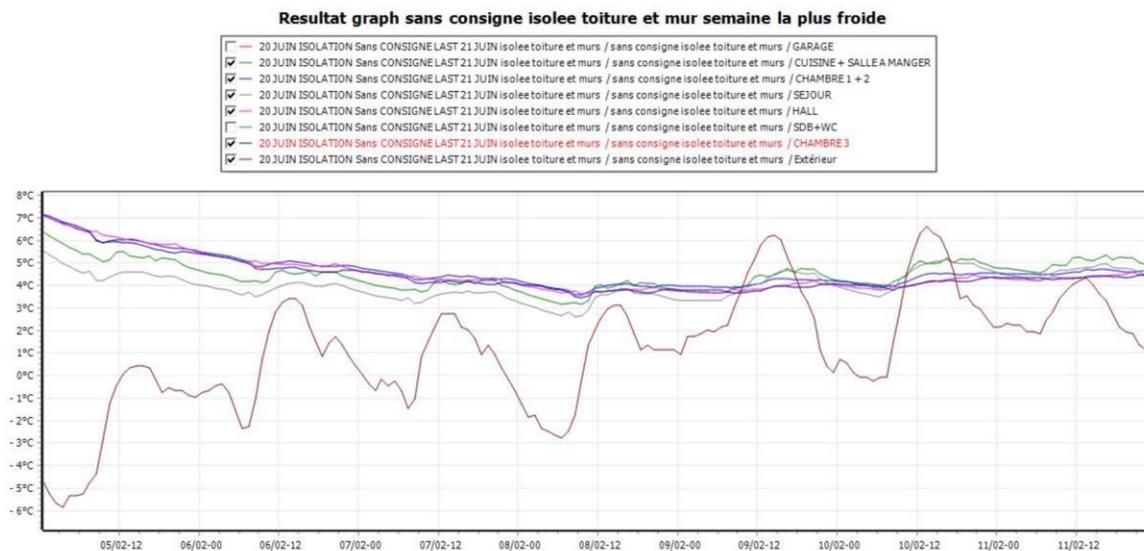


Figure 4.9 : Evolution de la température pendant la semaine la plus froide pour chaque zone de la variante 4.

### **Interprétation :**

Cette fois la progression de température est similaire pour les zones, nous n'avons pas registres des grandes fluctuations de température La zone hall a connu la plus baisse température qui atteints 2,7°C et sa température maximale est 5,5°C, cette fois les zones recordent une variation de température similaire, les fluctuations de température entre les zones sont réduites, les résultats obtenus permettent d'atteindre le confort thermique voulu de ce logement.

#### 4.5.2 Simulation avec consigne de thermostat pour la variante N°=4 :

Ce tableau représente les résultats obtenus après la simulation en activant la consigne de thermostat :

Tableau 4.5 : Besoins de chauffage et climatisation en isolant les murs et les toitures.

Zones	Besoins Ch.	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Besoins Clim.	Puiss. Chauffage.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
	kWh	kWh/m <sup>2</sup>	kWh	kWh/m <sup>2</sup>	W	W	°C	°C	°C
Total	19 757	41	6 622	15	137 278	13 095	4,2	22,5	32,4
GARAGE	0	0	0	0	0	0	4,2	18,6	32,3
CUISINE + SALLE A MANGER	3 371	45	1 672	22	21 286	3 146	12,4	23,2	32,0
CHAMBRE 1 + 2	4 191	36	983	8	32 587	2 520	12,4	22,8	29,5
SEJOUR	4 531	56	2 710	34	22 636	4 485	11,8	23,2	32,4
HALL	3 090	30	549	5	30 325	1 450	12,5	22,8	29,0
SDB+WC	2 392	59	0	0	11 585	0	12,3	22,6	28,8
CHAMBRE 3	2 182	36	708	12	18 858	1 493	12,6	22,8	28,8

Interprétation :

D'après les résultats obtenus, nous remarquons que les besoins de chauffage de la maison isolé sont estimés à 41 kWh/m<sup>2</sup>, alors qu'ils sont estimés à 92 kWh/m<sup>2</sup>, la climatisation a connu une baisse de consommation importante estimée à 15 kWh/m<sup>2</sup>, alors qu'elle est estimée à 22 kWh/m<sup>2</sup>, en isolant les murs et les toitures les besoins de chauffage et de climatisation ont diminué, et a prouvé son efficacité en réduction des besoins énergétiques de logement.

Besoins totaux = Besoins de chauffage + Besoins de climatisation.

Application numérique :

$$41 + 15 = 56 \text{ kWh/m}^2$$

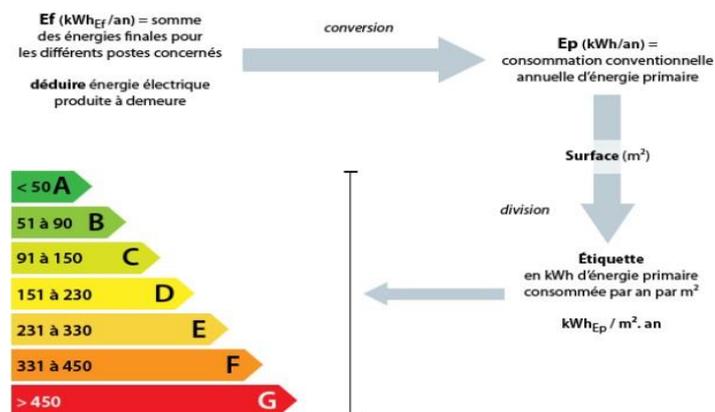


Figure 4.10 : Etiquette énergétique de consommation

$$51 < 114 < 90 \Rightarrow B$$

#### 4.7 Conclusion :

Afin de ces résultats obtenus pour les quatre variantes, on constate que l'isolation des murs et de toiture a prouvé son efficacité à réduire la consommation énergétique d'une manière très importante.

L'isolation avec la laine de roche des murs et de toiture pour notre cas étudié qui situe dans une région montagneuse qui se caractérise par un climat froid nous a permis de réduire les besoins de 114 kWh/m<sup>2</sup> pour le cas initial à 56 kWh/m<sup>2</sup>. Et nous a permis d'atteindre le confort thermique souhaité.

## Conclusion générale

En conclusion, l'amélioration de l'efficacité énergétique de ce cas d'étude qui se situe dans une région montagneuse présente de nombreux avantages tant sur le plan environnemental que sur le plan économique. En adoptant des mesures visant à réduire la consommation d'énergie et à optimiser son utilisation, les propriétaires peuvent non seulement réaliser des économies significatives sur leurs factures énergétiques, mais offrir un meilleur confort thermique.

Afin de vérifier sa conformité à la réglementation thermique (DTR C3.2) notre cas d'étude ne vérifie pas les réglementations, et sa revient à la faible isolation thermique des éléments constructifs tels le mur et la toiture. Suite de ça, après effectuation d'une simulation thermique dynamique grâce au logiciel pléiades, on a réussi à détecter les raisons qui laissent notre cas étudié à ne pas assurer le confort thermique nécessaire pour les habitants bien que les régions montagneuses sont souvent caractérisées par des températures extrêmes et des conditions climatiques rigoureuses, ce qui rend l'amélioration de l'efficacité énergétique d'autant plus cruciale. En isolant adéquatement les murs, les toitures peuvent réduire considérablement leur consommation d'énergie.

L'amélioration de l'efficacité énergétique par isolation des murs et de toiture en utilisant la laine de roche pour ce cas d'étude nous a permis de réduire les besoins énergétiques soit climatisation ou chauffage de 114 kWh/m<sup>2</sup> jusqu'à 56 kWh/m<sup>2</sup> qui a permis également de créer un environnement intérieur plus confortable et économiser l'énergie. Une meilleure isolation thermique permet de maintenir une température constante à l'intérieur de la maison, réduisant ainsi les variations de température. De plus, une ventilation adéquate contribue à prévenir l'accumulation d'humidité et de moisissures, améliorant ainsi la qualité de l'air intérieur.

Sur le plan économique, l'investissement initial dans l'amélioration de l'efficacité énergétique peut être rentabilisé à long terme grâce aux économies réalisées sur les factures d'énergie. De plus, certaines régions offrent des incitations financières et des subventions pour encourager les propriétaires à entreprendre des travaux d'amélioration énergétique, ce qui réduit davantage les coûts.

En conclusion, l'amélioration de l'efficacité énergétique d'une maison individuelle située dans une région montagneuse est une décision judicieuse à la fois sur le plan environnemental et économique. Elle permet de réduire l'empreinte carbone, de créer un environnement intérieur confortable et sain, et de réaliser des économies financières significatives à long terme. En prenant des mesures pour optimiser l'utilisation de l'énergie, les propriétaires peuvent contribuer à la préservation de l'environnement tout en améliorant leur qualité de vie.

## Références :

- [1] <https://harba-dz.com/presentation-de-l'Algérie/>
- [2] Livre Traité d'Architecture et d'Urbanisme Bioclimatique ; Concevoir, édifier et aménager avec le développement durable
- [3] Boukadoum Amina ,Cours 2eme année master.
- [4 ] BOUROUINA A/RAOUF Mémoire de Master Evaluation du confort thermique dans un complexe thermal .
- [5] Document Pr.semmar, La conception bioclimatique.
- [6] <https://www.asder.asso.fr/conception-bioclimatique/>
- [7]<https://www.xpair.com/lexique/definition/confort.htm>
- [8] Bean, R., Ret. (n.d.-b). *Mean Radiant Temperature | Indoor Environmental Quality with Energy Efficiency*. Healthy Heating.  
<http://www.healthyheating.com/Definitions/Mean%20Radiant.html>
- [9] <https://www.paperblog.fr/5906643/reduire-l-effet-de-paroi-froide/>
- [10] Yahia, E. M. (Ed.). (2019). *Postharvest technology of perishable horticultural commodities*. Woodhead Publishing.
- [11] ISO EN 7730 (ISO, 2005).
- [12] Latif, E., Bevan, R., & Woolley, T. (2019). *Thermal insulation materials for building applications*. ICE Publishing.
- [13] [https://www.dcwiziziouzou.dz/fr/index.php?option=com\\_content&view=article&id=54&Itemid=27](https://www.dcwiziziouzou.dz/fr/index.php?option=com_content&view=article&id=54&Itemid=27)
- [14] <https://fr.db-city.com/Alg%C3%A9rie--Tizi-Ouzou--Ouadhia>
- [15] Document technique réglementaire ( D.T.R. C 3-2)
- [16] <https://meteonorm.com/en/>
- [17] <https://joint-research-centre.ec.europa.eu/photovoltaic-geographical-information-system->

pvgis\_en

[18] <https://www.izuba.fr/logiciels/outils-logiciels/>

[19] <https://www.lamaisonsaintgobain.fr/guides-travaux/isolation/zoom-sur-la-laine-de-roche>

[20] <https://www.habitatpresto.com/mag/renovation/classe-energie>

### **References web :**

[1] <https://harba-dz.com/presentation-de-l'Algérie/>

[6] <https://www.asder.asso.fr/conception-bioclimatique/>

[7] <https://www.xpair.com/lexique/definition/confort.htm>

[9] <https://www.paperblog.fr/5906643/reduire-l-effet-de-paroi-froide/>

[13] [https://www.dcwizouyou.dz/fr/index.php?option=com\\_content&view=article&id=54&Itemid=27](https://www.dcwizouyou.dz/fr/index.php?option=com_content&view=article&id=54&Itemid=27)

[14] <https://fr.db-city.com/Alg%C3%A9rie--Tizi-Ouzou--Ouadhia>

[16] <https://meteonorm.com/en/>

[17] [https://joint-research-centre.ec.europa.eu/photovoltaic-geographical-information-system-pvgis\\_en](https://joint-research-centre.ec.europa.eu/photovoltaic-geographical-information-system-pvgis_en)

[18] <https://www.izuba.fr/logiciels/outils-logiciels/>

[19] <https://www.lamaisonsaintgobain.fr/guides-travaux/isolation/zoom-sur-la-laine-de-roche>

[20] <https://www.habitatpresto.com/mag/renovation/classe-energie>









































