

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SEPERIEUR ET DE LA RECHERHESCIENTIFIQUE

**UNIVERSITE SAAD DAHLAB BLIDA 1**

Faculté de Technologie



Département des Énergies Renouvelables

**MEMOIRE DE MASTER**

**FILIERE:** Energies Renouvelables

**SPECIALITE:** Energies Renouvelables et Habitat Bioclimatique

**THEME**

**Amélioration des performances thermiques de l'hôtel**

**'CHALABI' ville hammam dalaa**

**wilaya de M'sila**

**Présenté par :**

ALLAL abdelbasset

**Devant le jury composé de :**

Président: **Dr.** Aiche L

Examineur: **Dr.** Lafri DJ

Encadreur: **Dr.** Laafer A

blida,2023

***Je dédie ce travail ,***

*A tous ceux qui me sont chers...*

## Remerciement

*Nos remerciements vont d'abord au*

*Dieu tout-puissant pour tous ses  
bienfaits dont il nous a comblés et  
de nous avoir donné le courage, la  
volonté, la patience et la force pour  
réaliser ce modeste travail.*

*Merci à tous ceux que nous  
connaissons.*

## ملخص

تركز هذه الرسالة على دراسة السلوك الحراري للمساحة في الطابق الأرضي من فندق شلابي الواقع في مدينة حمام الضلعة بولاية المسيلة. الهدف هو تقليل فقد الحرارة من خلال الجدران وتقليل فاتورة الطاقة الإجمالية للفندق. تم احتساب الخسائر للتحقق من الامتثال التنظيمي للفندق ، ثم تم إجراء تعديلات على الجدران والنجارة لتلبية المتطلبات التنظيمية للمبنى.

أخيرًا تم الحصول على النتائج النهائية من خلال محاكاة عددية أجريت باستخدام برنامج Pléiade Comfie 2.3 وتجدر الإشارة إلى أن الفندق المدروس يعتبر منطقة سياحية.

## الكلمات المفتاحية

السلوك الحراري، الطاقة الإجمالية، فقد الحرارة، فندق، منطقة سياحية .

## Abstract

This thesis focuses on the study of the thermal behavior of the space on the ground floor of the CHALABI hotel located in the town of Hammam Dalaa, Wilaya of M'sila. The aim is to minimize heat loss through the walls and reduce the hotel's total energy bill. The losses were calculated to check the regulatory compliance of the hotel, then modifications were made to the walls and joinery to meet the regulatory requirements of a building. Finally, the final results were obtained by a numerical simulation carried out with the Pléiade Comfie 2.3 software. It should be noted that the hotel studied is considered as a tourist area.

## Key words

thermal behavior, total energy ,heat loss, hotel, tourist area.

## Résumé

Ce mémoire porte sur l'étude du comportement thermique de l'espace du rez-de chaussée de l'hôtel CHALABI situé dans la commune de Hammam Dalaa, Wilaya de M'sila. L'objectif est de minimiser les déperditions thermiques à travers les parois et de réduire la facture énergétique totale de l'hôtel. Les déperditions ont été calculées pour vérifier la conformité réglementaire de l'hôtel, puis des modifications ont été apportées aux parois et aux menuiseries pour répondre aux exigences réglementaires d'un bâtiment. Enfin, les résultats finaux ont été obtenus par une simulation numérique réalisée avec le logiciel Pléiade Comfie 2.3. Il est à noter que l'hôtel étudié est considéré comme un espace touristique.

**Mots clés :** comportement thermique, énergétique totale, déperditions thermiques, espace touristique.

## Table des matières

Table des matières .....	I
List des figure.....	v
Liste des tableaux.....	VII

### **INTRODUCTION GENERALE**

1. Introduction.....	A
2. Problématique .....	A
3. Hypothèses.....	A
4. objectifs de la recherche .....	B
5. Méthodologie .....	B

### **Chapitre 01 : La conception hôtelière et l'état de l'art**

Introduction.....	2
I. LES HOTELS : .....	2
1. Notion d'hôtellerie : .....	2
2. Les types d'établissements hôteliers : .....	2
3. Les hôtels:.....	3
3.1. Les types d'hôtels:.....	4
3.2. Classification des hôtels : .....	6
3.3. Principales formes d'hôtels : .....	7
4. Les composants d'un hôtel : .....	9
II. LES ECO-HOTELS : .....	10
1. Définition d'un éco-hôtel : .....	10
2. Les Pratiques Environnementales mondiales dans les hôtels écologiques :.....	10
3. Les caractéristiques qui distinguent un éco-hôtel :.....	11
4. l'état de l'art.....	12
4.1. Exemple : l'hôtel de ville Mairie d'Échirolles en France .....	12
Conclusion .....	15

### **Chapitre 2 : Le confort thermique dans les hôtels**

Introduction.....	17
1. La performance thermique:.....	17
2. Notion de confort : .....	17
3. Notion du confort thermique : .....	17

4. Les paramètres affectant le confort thermique : .....	18
5. Modes d'échange de chaleur : .....	18
5.1. Conduction : .....	19
5.2. Convection : .....	19
5.3. Rayonnement : .....	19
5.4. Évaporation ou condensation: .....	19
6. Facteurs de l'inconfort thermique : .....	20
6.1. Effet des courants d'air : .....	20
6.2. Inégalité du rayonnement thermique : .....	20
6.3. Inégalité de la température de l'air : .....	21
6.4. Problèmes de ventilation : .....	21
6.5. Effet de la température du sol : .....	21
7. Aspect réglementaire du confort thermique en Algérie : .....	21
8. Les stratégies bioclimatiques et architecturales pour l'amélioration du confort thermique....	22
8.1. Système de chauffage solaire passif (Confort d'hiver) : .....	22
8.2. Système de rafraîchissement passif (Confort d'été) : .....	23
8.3. L'implantation: .....	24
8.3. L'orientation : .....	24
8.4. La forme et compacité : .....	25
8.5. la distribution des espaces : .....	25
8.6. Protections solaires : .....	26
8.7. Les matériaux de construction : .....	27
8.8. La couleur : .....	28
8.9. La ventilation naturelle : .....	29
8.10. Dimension des ouvertures : .....	30
8.11. L'isolation de l'enveloppe : .....	30
8.12. La façade double peau : .....	32
Conclusion .....	35

### **Chapitre 3 : Présentation du cas d'étude**

Introduction.....	36
1.1 Limites administratives.....	37
1.2 Climat: .....	37
1.3 Relief: .....	38
2. Situation géographique de La commune d'étude .....	38
3. Analyse climatique .....	39
3.1.Latempérature:.....	39
3.2. Le precipitation.....	39
3.3. Climatogramme d'Emberger.....	41
3.4. Le vent :.....	43
3.5. L'humidité relative : .....	44
4. Présentation du projet .....	46
5. Les plans: .....	49
6. Matériaux utilisés dans le projet : .....	55
7. Les caractéristiques de la nature des murs.....	57
conclusion .....	58

### **Chapitre 04: Modélisation Thermique dynamique**

Introduction.....	60
1. Définition de la modélisation.....	60
2. Présentation des logiciels de simulation utilisés.....	60
2.1 Pleiades + Comfie: .....	60
2.2 MeteoNorm7: .....	60
3. Pleiades BIBLIOTHEQUE :.....	60
4. Création d'un projet sous Pliéade+comfie.....	61
4.1 composition des éléments constructifs .....	61
5. Identification de la station Météorologique .....	64
6. Dessin du plan sous modeleur .....	64
6.1 Caractéristiques des parois : .....	66
7. Définition des scenarios.....	66
7.1 Scénarios d'occupation:.....	66
7.2 consigne de ventilation.....	69

7.3 Scénario de la puissance dissipé.....	70
8. La simulation .....	71
Conclusion .....	72

### **Chapitre 05 : Résultats et Discussions**

Introduction.....	74
1. Présentation de la Simulation .....	74
1.1 Résultats et commentaires des graphes .....	74
Conclusion .....	78
Conclusion Générale.....	79
Bibliographie .....	80
Annexe n°1 .....	83
Annexe n°2 .....	84
Annexe n° 3 .....	85
Annexe n°4 .....	86
Annexe n°5 .....	87



## List des figure

figure 1. 1:Les types d'hôtels, Source : ODIT, traité par auteurs. ....	4
figure 1. 2:Les différentes formes d'un hôtel , Source : Ernest Neufert, 10 <sup>ème</sup> édition , p216.....	8
figure 1. 3:plan de masse hôtel de ville d'Échirolles.....	13
figure 1. 4:l'hôtel de ville Mairie d'Échirolles , source : en ligne <a href="http://fn38.fr/retour-sur-le-conseil-municipal-dechiroilles-du-27-octobre-2014/">http://fn38.fr/retour-sur-le-conseil-municipal-dechiroilles-du-27-octobre-2014/</a> .....	13
figure 1. 5:l'atrium de l'hôtel , source : en ligne <a href="http://www.cyberarchi.com/article/le-nouvel-hotel-de-ville-d-echirolles-est-un-outil-de-regulation-thermique-11-07-2007-10971">http://www.cyberarchi.com/article/le-nouvel-hotel-de-ville-d-echirolles-est-un-outil-de-regulation-thermique-11-07-2007-10971</a> .....	14
figure 2. 1:Mécanismes d'échanges thermiques ,Source : Hamel Khalissa ,Cours Architecture Master 1:Sciences pour l'architecture, Université de Biskra , p 28.....	20
figure 2. 2:Stratégies de Confort d'hiver , Source : Boukadoum Amina , cours Master 2 science pour Architecture ,Université d'Oum El Bouaghie , 2017 .....	23
figure 2. 3:Stratégies de Confort d'été , source : Boukadoum Amina , cours Master 2 science pour Architecture ,Université d'Oum El Bouaghie , 2017 .....	23
figure 2. 4:Les objectifs d'une protection solaire ; Source : Hamel Khalissa ,Cours Architecture Master1: Sciences pour l'architecture, Université de Biskra .....	27
figure 2. 5:Différents types de matériaux de construction et d'isolation (matériaux écologiques), Source: en ligne <a href="http://www.sylvie-lafrance.fr/architecture-interieure/green-dco/">http://www.sylvie-lafrance.fr/architecture-interieure/green-dco/</a> .....	28
figure 2. 6:Schéma des déperditions de chaleur dans une maison - source : Ademe , <a href="https://www.maitriser-mon-energie.fr/isolation-thermique-exterieur-gagner-en-confort-et-en-economie/">https://www.maitriser-mon-energie.fr/isolation-thermique-exterieur-gagner-en-confort-et-en-economie/</a> .....	31
figure 2. 7:Les techniques d'isolation d'un mur. Source : <a href="https://slideplayer.fr/slide/1146854/">https://slideplayer.fr/slide/1146854/</a> .....	32
figure 2. 8: Les différents couches d'une façade double peau ,Source : VKFAEAI , bâtiments à façade double peau ,p4. ....	32
figure 2. 9:Figure 13:Schéma de principe de fonctionnement d'une façade double peau , Source : CSTB recherche, p 2. ....	33
figure 2. 10:Façade et jardin vertical de l'hôtel renaissance Barcelona Fira, Source : <a href="http://www.azuremagazine.com/article/destination-barcelonas-renaissance-fira-hotel/">http://www.azuremagazine.com/article/destination-barcelonas-renaissance-fira-hotel/</a> .....	33
figure 2. 11:figure 2. 11: Façade de l'hôtel Zenit, Saint-Sébastien, Source : <a href="https://www.archilovers.com/projects/205271/hotel-zenith-by-grupo-aranzazu.html">https://www.archilovers.com/projects/205271/hotel-zenith-by-grupo-aranzazu.html</a> .....	35
figure 3. 1:Carte de situation de la wilaya de M'sila (harazalla, 2019). ....	37
figure 3. 2:Localisation de la région de commune de Hammam Dalaa. ....	39
figure 3. 3:Températures moyennes mensuelles, minimales et maximales de la zone de Hammam Dalaa pendant la période (1993-2017). ....	40
figure 3. 4:Précipitation moyenne mensuelle en (mm) pendant la période (1993-2017) de la commune de Hammam Dalaa.....	41
figure 3. 5:Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausson de la zone de Hammam Dalaa durant la période (1993-2017). ....	42
figure 3. 6:Positionnement de la zone de Hammam Dalaa dans le Climatogramme. ....	43
figure 3. 7:Diagramme de la Vitesse du vent mensuelle de vent en (m/s) de la région de Hammam Dalaa pendant la période (2003-2015). ....	44

figure 3. 8:Diagramme de l'Humidité relative mensuelle à Hammam Dalaa durant la période (2003-2015).	45
figure 3. 9:Vue façade principal de l'hôtel (Source : auteur, 2023).	46
figure 3. 10: plan de situations de cas d'étude (source :Google Earth , 2023).	46
figure 3. 11: organigramme de l'hôtel chalabi (Source : auteur, 2023).	47
figure 3. 13:Le hall d'entrée (Source : auteur, 2023).	48
figure 3. 12: Chambre double(Source : auteur, 2023).	48
figure 3. 14: plan de situation.	49
figure 3. 15:plan de masse	49
figure 3. 16:PLAN DE SOUS-SOL ECH 1/50	50
figure 3. 17: PLAN DE RDC ECH 1/50	51
figure 3. 18:PLAN DE 1+2+3ème ETAGE ECH 1/50	52
figure 3. 19: PLAN DE 4ème ETAGE ECH 1/50	53
figure 3. 20:PLAN DE 5ème ETAGE ECH 1/50	54
figure 4. 1:Pleiades BIBLIOTHEQUE.	61
figure 4. 2:mur exterieure.	61
figure 4. 3: toiture.	62
figure 4. 4:plancher bas.	62
figure 4. 5: mur interieure.	62
figure 4. 6:caractéristique de fenêtre en aluminium.	63
figure 4. 7:caractéristique de fenêtre en PVC.	63
figure 4. 8:caractéristique de la porte métallique.	63
figure 4. 9: identification de la station météorologique sous pleiades.	64
figure 4. 10:plan en 3D sous modeleur.	65
figure 4. 11:Caractéristiques des parois.	66
figure 4. 12:scénario d'occupation zone 01: salle des fete.	67
figure 4. 13: scénario d'occupation zone 04:restaurant.	67
figure 4. 14:scénario d'occupation zone 08:reception.	68
figure 4. 15:scénario d'occupation zone 06 :cafétéria.	68
figure 4. 16:occupation famille standard.	69
figure 4. 17:consigne de ventilation en hiver.	69
figure 4. 18:consigne de ventilation en été.	69
figure 4. 19: Eclairément salle des fetes.	70
figure 4. 20:Eclairément de cuisin.	70
figure 4. 21:Lancement de la simulation.	71
fugure5. 1:Évolution des températures tout au long de l'année.	74
fugure5. 2:Evolution des températures durant la semaine la plus chaude.	75
fugure5. 3:Evolution des températures durant la semaine la plus froide.	75
fugure5. 4:Evolution des températures durant la semaine la plus chaude.	76
fugure5. 5: Evolution des températures durant la semaine la plus froide.	76
fugure5. 6:besoins de chauffage.	77
fugure5. 7:besoins de rafraîchissement.	77

## Liste des tableaux :

Tableau 3. 1:Températures moyennes mensuelles, minimales et maximales de la zone de Hammam Dalaa pendant la période (1993-2017). .....	40
Tableau 3. 2:Températures moyennes mensuelles, minimales et maximales de la zone de Hammam Dalaa pendant la période (1993-2017). .....	41
Tableau 3. 3:Les précipitations et les températures moyennes mensuelles de la zone de Hammam Dalaa pendant la période (1993-2017). .....	42
Tableau 3. 4:Valeurs du quotient pluviométrique de la zone de Hammam Dalaa. ....	42
Tableau 3. 5:La vitesses moyennes mensuelles de vent en (m/s) de la région de Hammam Dalaa pendant la période (2003-2015). Source: S.M.M (Après l'extrapolation).....	43
Tableau 3. 6:Matériaux de construction.....	56
Tableau 3. 7:composition des parois. ....	56
Tableau 3. 8:la menuiserie. ....	57
tableau5. 1:Tableau des besoins en chauffage et climatisation de la variante 1.....	78

# **INTRODUCTION GENERALE**

## **1. Introduction**

L'homme a toujours cherché à construire des abris confortables en utilisant les ressources naturelles. Cependant, la révolution industrielle a donné lieu à une architecture énergivore, entraînant des problèmes environnementaux. Après la crise pétrolière de 1973, des mesures durables ont émergé pour gérer la consommation d'énergie. En Algérie, la croissance des bâtiments a conduit à une augmentation de la demande énergétique, notamment dans les hôtels. Les hôtels sont confrontés à des défis d'efficacité énergétique en raison de leur architecture standard. Le confort thermique est crucial dans ces bâtiments, et des approches passives plutôt qu'actives sont privilégiées pour une conception réussie sur le plan économique et environnemental.

## **2. Problématique**

L'histoire de l'architecture a vu de nombreux changements dans les façades des bâtiments, en passant des façades épaisses et décorées à des façades légères et libres, comme l'a souligné Le Corbusier avec l'avènement du mouvement moderne (Amy, 2008). Ces transformations ont eu un impact non seulement sur l'aspect formel et constructif des façades, mais aussi sur les conditions internes des bâtiments, notamment le confort thermique.

Sous l'influence de ce mouvement moderne et l'introduction de nouveaux matériaux de construction, la standardisation des bâtiments est devenue un enjeu majeur, notamment en Algérie. On retrouve des bâtiments typiques répétitifs dans toutes les régions, indépendamment de leur situation géographique, avec une négligence quasi totale de la spécificité du contexte climatique régional et de l'environnement local. Cela a eu un impact non seulement sur le bien-être des occupants, mais aussi sur la performance thermique et énergétique des bâtiments, en particulier dans le secteur tertiaire où la consommation finale a augmenté de 6,6% par an entre 2007 et 2017, selon l'APRUE. [1]

Face à cette situation, la recherche se pose plusieurs questions pour améliorer le confort thermique des hôtels tout en réduisant la consommation d'énergie et en favorisant les approches durables.

Les questions secondaires portent sur l'atteinte d'un confort optimal sans surconsommation d'énergie, le remplacement des énergies fossiles par des énergies renouvelables, et l'utilisation des aspects passifs climatiques pour améliorer les performances thermiques et énergétiques des équipements touristiques.

## **3. Hypothèses**

en mettant en œuvre des mesures visant à améliorer l'isolation thermique de l'enveloppe du bâtiment, à installer des systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation efficaces et économes en énergie, ainsi qu'à utiliser des matériaux de construction appropriés, il est tout à fait possible de réduire la consommation d'énergie et d'améliorer le confort thermique des occupants de l'Hôtel " CHALABI ". Ces mesures permettraient de minimiser les pertes de chaleur en hiver et les gains de chaleur excessive en été, contribuant ainsi à maintenir des températures confortables à l'intérieur du bâtiment tout au long de l'année. De plus, des systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation efficaces et économes en énergie permettraient

d'optimiser l'utilisation de l'énergie tout en assurant des conditions de confort adaptées aux besoins des occupants. En choisissant des matériaux de construction appropriés, tels que des isolants performants et des vitrages à faible émissivité, on peut réduire les transferts de chaleur à travers l'enveloppe du bâtiment, contribuant ainsi à une meilleure isolation thermique. En combinant ces différentes mesures, il est possible d'obtenir une amélioration significative de la performance thermique du bâtiment et du confort des personnes qui y séjournent.

#### **4. objectifs de la recherche**

L'objectif principal de cette recherche est d'identifier et de proposer des mesures concrètes pour améliorer l'efficacité énergétique et le confort thermique de l'Hôtel " **CHALABI** ". Les objectifs spécifiques sont les suivants :

- . Analyser les caractéristiques actuelles de l'enveloppe du bâtiment (murs, toiture, fenêtres) et évaluer leur performance en termes d'isolation thermique. Identifier les zones de pertes énergétiques significatives.
- . Proposer des mesures d'amélioration de l'isolation thermique de l'enveloppe, telles que l'ajout d'isolants supplémentaires, le remplacement des fenêtres par des modèles à haute performance énergétique, ou l'utilisation de revêtements réfléchissants pour réduire les transferts de chaleur.
- . Évaluer les systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation existants et identifier les possibilités d'amélioration. Examiner l'efficacité des équipements, la qualité de la distribution de l'air et la possibilité d'adopter des systèmes à haut rendement énergétique.
- . Proposer des recommandations pour l'installation de systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation efficaces et économes en énergie, adaptés aux besoins spécifiques de l'Hôtel " **CHALABI** ". Cela peut inclure l'utilisation de technologies telles que les pompes à chaleur, les systèmes de récupération de chaleur et les contrôles intelligents.

#### **5. Méthodologie**

La méthodologie de notre travail se base sur la combinaison des méthodes suivantes pour vérifier notre hypothèse, répondre aux questions de recherche et atteindre nos objectifs :

- **Méthode bibliographique :**

Nous effectuerons une recherche bibliographique approfondie en consultant divers livres, articles et thèses pour recueillir des informations théoriques pertinentes. Cette méthode nous permettra de traiter les différents concepts théoriques liés à notre sujet de recherche et de comprendre les notions clés en relation avec le thème choisi.

- **Méthode empirique :**

Nous utiliserons une approche empirique pour étudier et évaluer quantitativement le comportement thermique des matériaux utilisés dans l'hôtel "CHALABI". Cela impliquera des mesures pour évaluer les performances thermiques des matériaux.

➤ **Méthode numérique :**

Nous utiliserons la simulation numérique en utilisant le logiciel de simulation "PLEIADES". Cette méthode nous permettra d'étudier et d'optimiser l'impact des matériaux de construction de la façade (surface vitrée, surface opaque) sur les performances thermiques et énergétiques de l'hôtel "CHALABI".

Nous pourrons ainsi analyser les différents scénarios et évaluer leur impact sur la performance thermique et énergétique du bâtiment.

En combinant ces méthodes, nous serons en mesure d'obtenir une compréhension approfondie des performances thermiques de l'hôtel "CHALABI" et de proposer des recommandations spécifiques pour améliorer son efficacité énergétique.

## Chapitre 01 : La conception hôtelière et l'état de l'art



## Introduction

Dans le domaine du tourisme, l'hôtellerie joue un rôle essentiel, tant au niveau national qu'international. Ce secteur d'activité est très dynamique, offrant une variété de services pour satisfaire une clientèle constamment en quête de nouveauté, de qualité, de confort et d'originalité.

Au fil du temps, l'hôtellerie est devenue une véritable industrie qui requiert des investissements importants et un savoir-faire avéré afin d'attirer une clientèle de plus en plus exigeante. Ainsi, la réalisation d'hôtels harmonieux et confortables, notamment les éco-hôtels qui consomment moins d'énergie (tels que les hôtels à basse consommation énergétique), est devenue une nécessité impérieuse et un investissement indispensable pour se positionner au niveau international en termes de services et de qualité.

Dans ce chapitre, nous passerons en revue les différentes typologies d'hôtels, ainsi que la réglementation, les normes et les composants nécessaires lors de leur conception et de leur construction. Nous aborderons également les notions relatives aux éco-hôtels, mettant en avant leur importance dans la préservation de l'environnement et la satisfaction des attentes des clients sensibles aux enjeux écologiques.

## I. LES HOTELS :

### 1. Notion d'hôtellerie :

Le secteur de l'hôtellerie est défini comme étant une partie d'une abbaye ou d'un monastère réservée au logement des hôtes. Selon le Dictionnaire le Petit Larousse Illustré, édition La Rousse de 2012 [2], il est considéré comme la branche la plus intéressante de l'industrie touristique.

De plus, le Décret 85-12 du 26-11-1985, une loi tunisienne régissant les établissements touristiques d'hébergement, stipule que l'hôtellerie englobe toute utilisation rémunérée d'infrastructures publiques ou privées principalement destinées à l'hébergement et aux services qui lui sont associés. [3] Ainsi, ces infrastructures sont mises en location à une clientèle de passage pour des durées déterminées, sans établir de domicile permanent.

### 2. Les types d'établissements hôteliers :

Le décret exécutif n° 95-260 du 3 Rabie Ethani 1416 correspondant au 29 août 1995 de la loi algérienne classe différents types d'établissements touristiques de la manière suivante :

**Les hôtels :** Ce sont des établissements d'hébergement qui offrent des services et des commodités aux touristes. Ils sont généralement classés en fonction de leur niveau de confort, allant des hôtels économiques aux hôtels de luxe.

**Les motels ou relais :** Il s'agit d'établissements de petite taille offrant des services d'hébergement, généralement situés à proximité des routes principales. Ils sont souvent conçus pour les voyageurs en voiture, offrant un accès facile et pratique.

***Les villages de vacances*** : Ce sont des complexes touristiques qui proposent un large éventail d'installations et de services pour les vacanciers, tels que des hébergements, des activités de loisirs, des restaurants, etc. Ils sont souvent situés dans des destinations touristiques populaires.

***Les résidences touristiques*** : Ce sont des hébergements meublés destinés aux touristes qui souhaitent séjourner pour une période plus longue. Ils offrent généralement des appartements ou des maisons avec des services similaires à ceux d'un hôtel.

***Les auberges*** : Il s'agit de petits établissements offrant des hébergements et des repas simples à un prix abordable. Les auberges peuvent avoir une atmosphère plus conviviale et familiale que les grands hôtels.

***Les pensions*** : Ce sont des établissements d'hébergement qui proposent des chambres à louer, généralement avec des repas inclus. Les pensions peuvent être de taille variable, allant des petites structures familiales aux établissements plus importants.

***Les chalets*** : Il s'agit de petites maisons ou de logements rustiques situés généralement dans des régions montagneuses ou rurales. Les chalets offrent un hébergement confortable et souvent pittoresque pour les touristes en quête de tranquillité et de nature.

***Le meublé du tourisme*** : Il s'agit d'un logement meublé, généralement une résidence privée, loué aux touristes pour des séjours courts ou de moyenne durée.

***Les terrains de camping*** : Ce sont des espaces aménagés où les touristes peuvent installer des tentes, des caravanes ou des camping-cars pour passer la nuit en plein air. Les terrains de camping offrent souvent des installations sanitaires et des équipements de base.

***Le gîte d'étape*** : Il s'agit d'un hébergement de courte durée destiné principalement aux randonneurs et aux voyageurs itinérants. Les gîtes d'étape proposent généralement des chambres ou des dortoirs basiques et peuvent également fournir des repas.

### **3. Les hôtels:**

L'architecte français Jean Nouvel donne sa propre définition de l'hôtel en affirmant : "Personne n'a envie d'hôtels classiques, ni d'hôtels dits internationaux ; un hôtel c'est dormir et se sentir chez soi en une demi-heure". Cette déclaration souligne l'idée que les hôtels devraient offrir à leurs clients une expérience d'hébergement confortable et accueillante, leur permettant de se sentir chez eux rapidement. [4]

En termes plus généraux, on peut définir un hôtel comme une structure d'hébergement aménagée pour le séjour des clients et, éventuellement, pour la restauration. Les hôtels sont conçus pour offrir des chambres et des installations qui répondent aux besoins des voyageurs, en leur fournissant un espace pour se reposer et se détendre pendant leur séjour. Certains hôtels peuvent également proposer des services de restauration sur place, permettant aux clients de se restaurer sans avoir à quitter l'établissement.

Selon le dictionnaire Larousse, un hôtel est défini comme un "établissement commercial qui met à la disposition d'une clientèle itinérante des chambres meublées pour un prix journalier". Cette définition met l'accent sur l'aspect commercial de l'hôtel, soulignant qu'il s'agit d'un établissement proposant des services d'hébergement moyennant une tarification quotidienne. [5]

Selon la définition que vous avez citée, l'hôtel est défini comme un "établissement commercial d'hébergement classé, qui offre des chambres ou des appartements meublés en location à une clientèle de passage ou à une clientèle qui effectue un séjour caractérisé par une location à la journée, à la semaine ou au mois, mais qui, sauf exception, n'y élit pas domicile. Il peut comporter un service de restauration. Il est exploité toute l'année en permanence ou seulement pendant une ou plusieurs saisons." [6]

### 3.1. Les types d'hôtels: [7]

Effectivement, on peut déterminer les types d'hôtels en se basant sur deux catégories principales : l'activité ou la catégorie de clientèle et le site géographique.

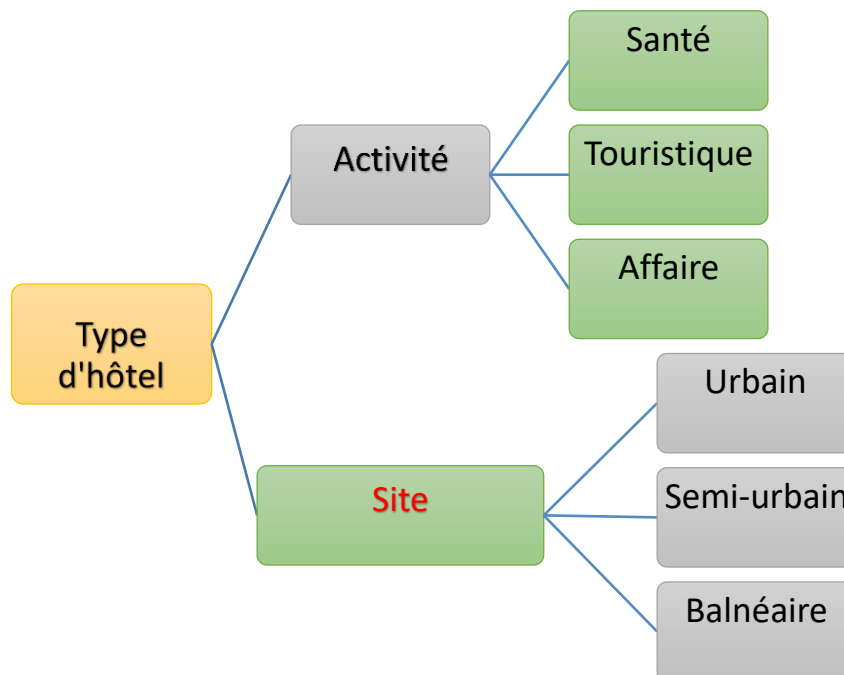


figure 1. 1:Les types d'hôtels, Source : ODIT, traité par auteurs.

### **3.1.1. Les types d'hôtels selon l'activité :**

#### **3.1.1.1. Hôtels de santé :**

Ces hôtels sont spécifiquement conçus pour offrir à leurs clients un environnement propice à la détente, à la guérison et au bien-être. Ils tirent parti des ressources naturelles, que ce soit les eaux thermales curatives ou les bienfaits de l'environnement côtier. Les services de soins et de repos, tels que les traitements spa, les thérapies à base d'eau et les activités de détente, sont souvent au cœur de l'expérience offerte par ces hôtels.

#### **3.1.1.2. Hôtels touristiques**

Ces types d'hôtels sont conçus pour offrir aux touristes un cadre agréable, des services de qualité et des activités de loisirs adaptées à leurs besoins de repos et de divertissement. Ils visent à créer une expérience de vacances mémorable en fournissant un hébergement confortable et en offrant des services et des installations qui permettent aux touristes de se détendre et de profiter pleinement de leur séjour dans un milieu touristique.

#### **3.1.1.3. Hôtels d'affaire :**

Ces établissements sont spécifiquement conçus pour accueillir des congrès, des réunions, des forums ou des banquets. Ils se trouvent généralement dans des capitales économiques et politiques, où les clients sont principalement des hommes d'affaires, des investisseurs économiques ou des personnalités politiques.

### **3.1.2. Les types d'hôtels selon le lieu :**

#### **3.1.2.1. hôtel urbain :**

Les hôtels urbains, destinés aux affairistes, aux touristes et aux visiteurs en séjour temporaire, occupent des emplacements centraux dans les centres urbains. Ils sont souvent situés à proximité des gares ou des stations de transport, ainsi que des quartiers commerciaux et administratifs de la ville. Ces hôtels sont conçus pour offrir des services de grande qualité à une clientèle bien déterminée, tels que les hommes d'affaires, les politiciens et d'autres voyageurs ayant des besoins spécifiques.

#### **3.1.2.2. hôtel semi-urbain (ou suburbain):**

Les hôtels semi-urbains sont des établissements conçus pour les voyageurs en transit, offrant un séjour de transition pour une période transitoire. Ils sont généralement situés à l'écart du centre-ville, près d'une grande voie routière qui dessert la ville, et bénéficient d'une liaison rapide avec le centre urbain. Ces hôtels sont destinés aux voyageurs qui font une halte lors de leurs déplacements, que ce soit à proximité d'une gare, d'un port, d'un aéroport ou d'une autoroute.

#### **3.1.2.3. hôtel balnéaire :**

Les hôtels de villégiature, également appelés hôtels en bord de mer, sont des établissements conçus pour offrir des vacances et des séjours prolongés axés sur le repos et les loisirs. Ils sont

situés en dehors des villes, dans des sites naturels qui présentent des attraits touristiques tels que la mer, le soleil, la montagne, les sources thermales ou les oasis.

### **3.2. Classification des hôtels : [8]**

Les établissements hôteliers sont classés en 6 catégories selon des normes définies, exprimées en étoiles. Voici le tableau des normes à respecter :

➤ Hôtel une étoile (1\*) :

- Chambres simples avec un confort basique.
- L'établissement offre un service minimal sans restaurant sur place.

➤ Hôtel deux étoiles (2\*\*) :

- Chambres plus spacieuses avec un mobilier de base.
- Téléphone et toilettes dans les chambres.
- Possibilité d'un salon privé pour les appartements avec une cafétéria.
- Réception plus importante et service plus étendu.

➤ Hôtel trois étoiles (3\*\*\*) :

- Chambres confortables dotées d'un mobilier de qualité.
- Téléphone, télévision et toilettes privées dans les chambres.
- Présence d'un restaurant sur place pour les repas.
- Possibilité d'avoir des équipements supplémentaires tels que la climatisation.

➤ Hôtel quatre étoiles (4\*\*\*\*) :

- Locaux communs plus importants, incluant un restaurant.
- Chambres spacieuses et bien aménagées avec un mobilier de classe.
- Présence d'un téléphone, d'une télévision, de toilettes privées et d'autres équipements dans les chambres.
- Possibilité d'avoir un salon privé pour les appartements avec une cafétéria.
- Réception plus grande et services de qualité supérieure.

➤ Hôtel de luxe cinq étoiles (5\*\*\*\*\*) :

- Offre un niveau de luxe supérieur avec des services haut de gamme.
- Chambres de luxe avec des équipements et un mobilier haut de gamme.
- Présence d'un restaurant gastronomique sur place.

- Climatisation dans toutes les chambres et autres installations de confort avancées.
- Réception luxueuse et services hautement personnalisés pour les clients.

Il est important de noter que le classement en étoiles correspond à des normes de confort, mais ne constitue pas un label de qualité. Les étoiles indiquent le niveau de confort attendu dans chaque catégorie, mais d'autres facteurs tels que le service, la propreté et l'expérience globale peuvent varier d'un hôtel à l'autre, même dans la même catégorie d'étoiles.

### **3.3. Principales formes d'hôtels :**

Selon Ernest Neufert, il existe plusieurs formes de conception d'hôtels :

- **Forme barre ou barre avec socle :** Il s'agit d'une disposition linéaire des espaces de l'hôtel, souvent avec un rez-de-chaussée plus large qui sert de socle à la structure.
- **Forme barre en L :** Cette forme combine une disposition linéaire avec une aile en forme de L, créant ainsi différents espaces et possibilités d'aménagement.
- **Forme en bloc :** Cette forme se caractérise par un volume compact, généralement rectangulaire, offrant une utilisation efficace de l'espace.
- **Forme à un plan circulaire avec hall central :** Il s'agit d'une conception où les chambres sont disposées autour d'un hall central circulaire, offrant une vue panoramique et une circulation fluide.
- **Forme à circulation centrale :** Dans cette configuration, les chambres sont disposées autour d'un noyau central, souvent avec un espace de circulation vertical tel qu'un atrium ou un patio.
- **Forme étoile :** Cette forme se caractérise par une disposition en étoile des chambres autour d'un point central, offrant différentes ailes ou sections.
- **Forme ensemble :** Cette forme implique la conception de plusieurs bâtiments ou structures distincts qui composent l'ensemble de l'hôtel, offrant une diversité d'espaces et de caractéristiques architecturales. [9]

Ces différentes formes de conception d'hôtels permettent de répondre à divers besoins fonctionnels, esthétiques et contextuels, tout en offrant des configurations adaptées à l'aménagement des espaces de l'établissement.

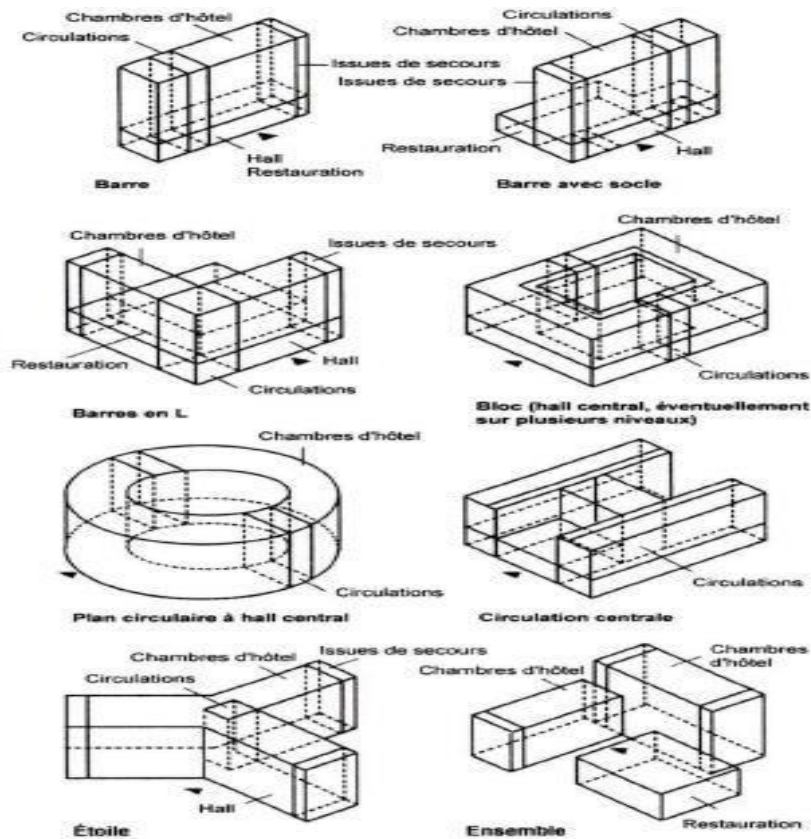


figure 1. 2:Les différentes formes d'un hôtel , Source : Ernest Neufert, 10<sup>ème</sup> édition , p216

Les chambres d'hôtels sont les espaces d'hébergement proposés par les établissements hôteliers. Elles sont conçues pour offrir un confort et une commodité aux clients pendant leur séjour. En fonction de leurs besoins et de leurs préférences, les clients peuvent choisir parmi différents types de chambres d'hôtels.

Les types de chambres d'hôtels peuvent varier en termes de taille, d'aménagement, de vue, d'équipements et de tarifs. Voici quelques exemples courants de types de chambres d'hôtels :

- **Chambres standards** : Ce sont des chambres de base qui offrent les équipements essentiels tels qu'un lit, une salle de bains privative, une télévision et un bureau. Elles sont généralement adaptées aux voyageurs individuels ou aux couples.
- **Chambres doubles** : Ces chambres sont plus spacieuses que les chambres standards et sont équipées d'un lit double. Elles conviennent aux couples ou aux voyageurs qui préfèrent un espace supplémentaire.
- **Chambres twin** : Ces chambres sont similaires aux chambres doubles, mais elles sont équipées de deux lits simples plutôt que d'un lit double. Elles sont idéales pour les amis ou les collègues de voyage qui préfèrent dormir séparément.

- **Chambres communicantes** : Il s'agit de deux chambres adjacentes avec une porte de communication entre elles. Elles offrent une solution pratique pour les familles ou les groupes de voyageurs qui souhaitent rester proches tout en ayant leur propre espace.
- **Suites** : Les suites sont des chambres plus grandes et plus luxueuses. Elles comprennent souvent une chambre séparée, un salon et une kitchenette. Les suites conviennent aux voyageurs qui recherchent un espace de vie supplémentaire ou des équipements de cuisine pour des séjours prolongés.
- **Chambres familiales** : Ces chambres sont spécialement conçues pour accueillir les familles. Elles peuvent comporter des lits supplémentaires ou des canapés-lits pour les enfants. [10]

Il convient de noter que la disponibilité des différents types de chambres peut varier selon l'hôtel et sa classification. Certains hôtels haut de gamme peuvent proposer des chambres spéciales telles que des cabanes, des villas ou des suites de luxe.

#### **4. Les composants d'un hôtel :**

Les composants d'un hôtel comprennent différents espaces qui sont généralement répartis entre l'espace dédié aux clients et l'espace réservé au personnel.

- **Espace du client** : Cette partie de l'hôtel est destinée aux clients et vise à leur offrir des services et des installations pour rendre leur séjour confortable et agréable. Cela peut inclure les espaces suivants :
  - **Réception** : Le point d'accueil où les clients sont accueillis et où ils effectuent les formalités d'arrivée et de départ.
  - **Restauration** : Les restaurants, les bars ou les salles à manger où les clients peuvent se restaurer et profiter de repas et de boissons.
  - **Animation et loisirs** : Les installations ou les activités de divertissement proposées aux clients, comme les piscines, les spas, les salles de sport, les aires de jeux, etc...
  - **Espaces d'affaires** : Des espaces dédiés aux réunions, aux conférences ou aux événements d'affaires.
- **Espace du personnel** : Cette partie de l'hôtel est réservée au personnel qui travaille dans l'établissement. Elle comprend des zones opérationnelles nécessaires au bon fonctionnement de l'hôtel. Les composants de l'espace du personnel peuvent varier, mais ils peuvent inclure :
  - **Bureau administratif** : Un espace où le personnel administratif effectue ses tâches de gestion et de coordination.
  - **Zone de service** : Une zone où le personnel de l'hôtel peut préparer les repas, stocker les fournitures, gérer la buanderie, etc...
  - **Chambres du personnel** : Des espaces réservés pour le repos et l'hébergement du personnel travaillant sur place.



## **II. LES ECO-HOTELS :**

### **1. Définition d'un éco-hôtel :**

L'éco-hôtel, également appelé écohôtel, fait référence à un hôtel ou une résidence hôtelière qui apporte des modifications à sa structure et à ses services afin de minimiser son impact sur l'environnement. Ces établissements s'engagent à suivre certaines pratiques et normes environnementales, et peuvent être certifiés écologiques par un tiers indépendant ou par l'État dans lequel ils se trouvent. [11]

Un éco-hôtel doit être respectueux de l'environnement et mettre en place des mesures pour réduire sa consommation d'énergie, d'eau et de ressources naturelles, ainsi que pour minimiser la production de déchets. Il peut adopter des technologies durables, favoriser l'utilisation d'énergies renouvelables, encourager le recyclage et la réutilisation, privilégier les produits écologiques et biologiques, et promouvoir la sensibilisation environnementale parmi ses clients et son personnel. [12]

Ces engagements en faveur de l'environnement font des éco-hôtels des choix attrayants pour les voyageurs soucieux de leur empreinte écologique et qui recherchent des hébergements respectueux de l'environnement. Ces établissements offrent donc une option plus durable pour les séjours et les voyages. [13]

### **2. Les Pratiques Environnementales mondiales dans les hôtels écologiques :**

La gestion environnementale est devenue une facette incontournable pour les entreprises, et cela inclut également les hôtels. Du changement des pratiques quotidiennes à l'éco-conception, les hôtels peuvent s'adapter pour devenir plus respectueux de l'environnement. Il est possible de commencer par la mise en place de petits gestes simples, puis progressivement d'effectuer des investissements et des changements de processus plus complexes. De plus, les économies réalisées grâce à ces mesures peuvent contribuer à financer les investissements nécessaires. [14]

Les entreprises, y compris les hôtels, sont de plus en plus conscientes de l'importance de réduire leur impact environnemental. En prenant des mesures pour minimiser leur empreinte écologique, les hôtels peuvent non seulement contribuer à la préservation de l'environnement, mais aussi améliorer leur image de marque. Les clients sont de plus en plus sensibles aux enjeux environnementaux, et une gestion environnementale efficace peut être un facteur d'attraction et de rétention de la clientèle, ainsi que de la main-d'œuvre qualifiée. [15]

Il est essentiel que les entreprises intègrent la responsabilité environnementale dans leur stratégie globale. En agissant de manière responsable vis-à-vis de l'environnement, les entreprises jouent un rôle central dans la lutte contre le changement climatique. Les politiques publiques sont importantes, mais la responsabilité des entreprises est également cruciale pour favoriser une transition vers une économie plus durable. [16]

Pour devenir un éco-hôtelier, il est important de commencer par un changement des pratiques quotidiennes et périodiques. Il est possible de mettre en place des pratiques écologiques sans

compromettre le confort des clients. Voici un résumé des principales pratiques environnementales pouvant être adoptées dans un hôtel :

- **Économiser l'eau** : détecter et réparer les fuites, éviter les robinets qui coulent inutilement.
- **Économiser l'énergie** : éteindre les équipements en veille, réguler la température de l'hôtel, optimiser l'utilisation des sèche-linge, éviter de chauffer ou climatiser inutilement, fermer les stores des pièces exposées au soleil en été, être attentif à la consommation d'énergie en cuisine.
- **Limiter les pollutions** : gérer correctement tous les déchets toxiques, collecter les piles usagées des clients, utiliser les quantités adéquates de produits de nettoyage, privilégier les produits d'entretien biodégradables, assurer une bonne aération et dépoussiérage.
- **Réduire et valoriser les déchets** : réduire l'utilisation d'emballages, privilégier les produits recyclables, mettre en place le tri sélectif, composter les déchets organiques, éviter le gaspillage de papier.
- **Être un acteur de son environnement** : embellir les abords de l'hôtel, favoriser les produits locaux, influencer les modes de déplacement des clients.

### **3. Les caractéristiques qui distinguent un éco-hôtel :**

Les caractéristiques qui distinguent un éco-hôtel sont nombreuses et visent à réduire l'impact environnemental de l'établissement. Voici quelques-unes de ces caractéristiques :

- Utilisation de produits non-toxiques pour le nettoyage et les détergents à lessive, ainsi qu'un espace entièrement non-fumeur, pour garantir un environnement sain et préserver la qualité de l'air intérieur.
- Mise en place d'un système pour réduire la consommation d'eau dans la salle de bain et les toilettes, par exemple en utilisant des dispositifs d'économie d'eau et des robinets à débit réduit. Cette mesure contribue à la préservation des ressources en eau.
- Utilisation de draps, serviettes et matelas en coton 100% biologique, qui sont cultivés sans l'utilisation de pesticides et respectueux de l'environnement.
- Utilisation de sources d'énergie renouvelables telles que l'énergie solaire ou éolienne pour alimenter les besoins énergétiques de l'hôtel. Cela réduit la dépendance aux combustibles fossiles et les émissions de gaz à effet de serre associées.
- Fourniture de savon biologique en vrac, sans emballages individuels, afin de réduire les déchets plastiques générés par les produits de toilette.
- Utilisation d'un éclairage éco-énergétique, tel que des ampoules LED à faible consommation d'énergie, pour minimiser la consommation d'électricité.
- Mise en place de bacs de recyclage dans les chambres et dans l'établissement, ainsi que l'utilisation de véhicules verts pour le transport sur place, afin de favoriser le recyclage et de réduire l'empreinte carbone liée aux déplacements.

- Mise en avant d'une offre alimentaire biologique et locale, cultivée de manière respectueuse de l'environnement. Les repas sont servis dans des plats réutilisables et non jetables pour réduire les déchets.
- Mise en place d'un système de recyclage des eaux usées provenant de la salle de bain, des toilettes et de la cuisine. Cette pratique permet de réutiliser les eaux grises pour l'irrigation des jardins ou d'autres usages non potables.
- Programme de recyclage des journaux, où les journaux utilisés sont collectés et recyclés pour minimiser le gaspillage de papier et favoriser la gestion durable des ressources.

Ces caractéristiques reflètent l'engagement des éco-hôtels à adopter des pratiques respectueuses de l'environnement et à offrir aux clients des options durables lors de leur séjour.

## **4. l'état de l'art**

### **4.1. Exemple : l'hôtel de ville Mairie d'Échirolles en France**

#### **4.1.1. Présentation générale :**

**Bâtiment :** tertiaire public Lieu : Echirolles.

**Surface :** 8 941 m<sup>2</sup>.

**Maître d'ouvrage :** Ville d'Echirolles.

**Date de livraison :** septembre 2006.

**Chauffage :** 14,9 kWh/m<sup>2</sup>/an.

**Consommation globale :** 40 kWh/m<sup>2</sup>/an (75% de moins que la moyenne des logements neufs) Seul projet français du programme européen Cepheus : Cost Efficient Passive Houses as European Standards (logement répondant au label Habitat passif), il s'inscrit dans le cadre paysager de la ZAC Beauegard. C'est la Coop de Construction (maître d'ouvrage HLM) qui a choisie l'architecte en raison de sa longue expérience de l'architecture bioclimatique et a réuni un comité de pilotage comprenant des chercheurs de l'INSA.

#### **4.1.2. Contexte et site :**

L'Hôtel de Ville est implanté dans le centre-ville d'Echirolles, en cours d'urbanisation. Sa position clé est mise à profit pour « construire l'espace », en implantant un bâtiment structurant à l'échelle du centre-ville, représentatif de l'institution municipale. Tout en créant une rupture avec les îlots mitoyens, l'Hôtel de Ville est conçu en résonance avec les bâtiments publics proches Calendrier.

Programme : 2000 à 2001. Concours : juillet 2002.



figure 1. 3: plan de masse hôtel de ville d'Echirolles.



figure 1. 4: l'hôtel de ville Mairie d'Echirolles, source : en ligne <http://fn38.fr/retour-sur-le-conseil-municipal-dechirolles-du-27-octobre-2014/>

#### 4.1.3. Confort thermique en hiver et en été :

Le confort thermique en hiver dans cet hôtel est assurée par :

- L'apport solaire passif grâce à l'atrium largement vitré ,
- L'isolation par l'extérieur sur les façades Sud et Nord ,

- Et le vitrage à faible émissivité avec argon .



*figure 1. 5:l'atrium de l'hôtel , source : en ligne <http://www.cyberarchi.com/article/le-nouvel-hotel-de-ville-d-echirolles-est-un-outil-de-regulation-thermique-11-07-2007-10971>*

Pour le confort thermique en été , il est assurée par :

- La mise en place de protections solaires passives sur les façades qui sont commandées par la GTB en fonction de l'ensoleillement, et de la température dans le hall ;
- Ventilation par convection naturelle à partir du puits canadiens.

Donc dans cet hôtel ; ils ont assuré la confort par l'intégration des protections solaires , l'isolation , l'atrium et les puits canadiens .

## **Conclusion**

En conclusion, la conception d'un hôtel nécessite de prendre en compte différents critères tels que la catégorie, la clientèle visée et le nombre d'étoiles, afin de garantir un niveau de confort adapté et de répondre aux attentes des clients. Il est également important de respecter les réglementations en vigueur et de poursuivre des objectifs précis axés sur la satisfaction des clients, leur bien-être, ainsi que la gestion efficace, l'économie et la rentabilité de l'établissement.

Les éco-hôtels se démarquent en adoptant des normes de durabilité et de développement durable. Ils mettent en œuvre des pratiques respectueuses de l'environnement et s'engagent à économiser les ressources. Cela inclut l'utilisation de sources d'énergie renouvelables, la réduction de la consommation d'eau, l'utilisation de produits biologiques et locaux, le recyclage des déchets, et bien plus encore. Les éco-hôtels cherchent à concilier confort et respect de l'environnement, et ils contribuent à la préservation des ressources tout en offrant une expérience de qualité à leurs clients.

## Chapitre 2 : Le confort thermique dans les hôtels

## **Introduction**

Le confort thermique dans les bâtiments est étroitement lié au bien-être des occupants. Il est important de se sentir à l'aise chez soi pour être véritablement confortable. Pour atteindre le confort thermique, les humains ont traditionnellement utilisé des matériaux locaux, souvent lourds, qui bénéficient de leur capacité à stocker la chaleur. L'environnement climatique influence également les réponses thermiques de nos abris.

Cependant, en Algérie, au cours de la dernière décennie, de nombreux établissements touristiques ont été construits sans respecter les réglementations en matière de confort thermique et d'efficacité énergétique. Les critères de conception se concentrent principalement sur les aspects fonctionnels et architecturaux, négligeant souvent l'importance de l'efficacité énergétique des hôtels. Cela entraîne la création d'hôtels inconfortables et énergivores.

Dans ce chapitre, nous aborderons la notion de confort thermique, en expliquant ses paramètres et ses indices. Nous examinerons comment les concepteurs de bâtiments peuvent intervenir pour créer de meilleures conditions de confort thermique à l'intérieur des hôtels. De plus, nous présenterons différentes stratégies à adopter pour atteindre le niveau de confort recherché lors de la conception de ces établissements.

### **1. La performance thermique:**

la performance thermique se réfère à la capacité d'un matériau, d'un composant ou d'un système à réguler le flux de chaleur. Elle est mesurée notamment par la résistance thermique et englobe d'autres aspects tels que l'étanchéité à l'air et à la vapeur d'eau. Une bonne performance thermique permet de créer un environnement intérieur confortable tout en réduisant la consommation d'énergie et l'impact environnemental du bâtiment. [17]

### **2. Notion de confort :**

Le confort est une notion globale qui englobe plusieurs paramètres climatiques, esthétiques et psychologiques tels que la chaleur, le froid, la lumière, le bruit, le paysage, l'eau, la verdure et le prestige. Ces éléments contribuent à définir le confort dans sa globalité. [18]

Le confort n'est pas une sensation en soi, mais il est perçu en contrastant avec l'inconfort. C'est grâce à l'absence d'inconfort que l'on peut apprécier le confort. Ainsi, le confort dépend de l'ensemble des commodités qui procurent de l'agrément et génèrent une impression plaisante ressentie par les sens et l'esprit. Tout ce qui fait défaut, qui est difficile à utiliser, qui ne correspond pas aux attentes, qui gêne ou qui est désagréable est contraire à la notion de confort.

### **3. Notion du confort thermique :**

dans les conditions habituelles, l'homme maintient sa température corporelle autour de 36,7 °C, ce qui est constamment supérieur à la température ambiante. Ainsi, il est nécessaire de trouver un équilibre afin de garantir le bien-être de l'individu. [19]



Le confort thermique est une notion principalement subjective et peut être défini comme un état de satisfaction par rapport à l'environnement thermique. Il est déterminé par l'équilibre thermique dynamique entre le corps et son environnement. Cela signifie que le confort thermique est atteint lorsque l'échange de chaleur entre le corps humain et l'environnement est équilibré de manière à maintenir une température corporelle confortable.

Il convient de noter que le maintien de l'homéostasie, qui est l'équilibre dynamique des différents paramètres physiologiques dans le corps humain, est crucial pour assurer le confort thermique. L'homéostasie est maintenue à différents niveaux dans le corps, notamment en ce qui concerne la température. Le corps humain régule activement sa température corporelle pour la maintenir autour de 36,7 °C dans des conditions normales, indépendamment de la température ambiante. [20]

#### **4. Les paramètres affectant le confort thermique :**

Les paramètres qui affectent le confort thermique peuvent varier en fonction des sources et des contextes spécifiques. voici une liste des paramètres couramment mentionnés qui ont une influence sur le confort thermique :

- **Température de l'air** : La température de l'air ambiant est l'un des paramètres les plus importants pour le confort thermique. Une température appropriée, généralement entre 20°C et 24°C, peut contribuer à un environnement thermiquement confortable.
- **Température des parois** : Outre la température de l'air, la température des surfaces environnantes, comme les murs, les planchers et les fenêtres, peut influencer le confort thermique. Des surfaces froides ou chaudes peuvent affecter la sensation de confort.
- **Métabolisme** : Le métabolisme humain est la production de chaleur interne du corps qui permet de maintenir une température corporelle stable d'environ 36,7°C. Le niveau d'activité physique et de métabolisme peut influencer les besoins en chauffage ou en refroidissement pour maintenir le confort thermique.
- **Habillement** : Les vêtements portés par une personne jouent un rôle crucial dans le maintien du confort thermique. Le choix des vêtements adaptés à la température ambiante et aux activités exercées peut aider à réguler la chaleur corporelle.
- **Vitesse de l'air** : Les mouvements d'air, tels que les courants d'air, peuvent influencer la sensation de confort thermique. Une vitesse d'air excessive peut entraîner une sensation d'inconfort, tandis qu'une circulation d'air adéquate peut favoriser une meilleure répartition de la chaleur.
- **Taux d'humidité** : L'humidité relative de l'air joue également un rôle dans le confort thermique. Un air trop sec ou trop humide peut entraîner une sensation d'inconfort. Un niveau d'humidité relative compris entre 40 % et 60 % est généralement considéré comme optimal. [21]

#### **5. Modes d'échange de chaleur :**

Les mécanismes d'échanges thermiques entre le corps humain et l'environnement peuvent s'effectuer selon plusieurs processus, parmi eux:

- 5.1. Conduction :** La conduction est un mécanisme de transfert de chaleur qui se produit dans les objets solides. Il se caractérise par la diffusion de la chaleur à travers un matériau, du plus chaud vers le plus froid, jusqu'à ce qu'un équilibre thermique soit atteint. Cela signifie que la chaleur se propage directement à travers les solides sans déplacement de matière.
- 5.2. Convection :** La convection est un mécanisme de transfert de chaleur qui se produit dans les fluides (liquides et gaz) ainsi qu'aux interfaces entre les solides et les fluides. Il est provoqué par une variation de température ou de pression. Dans ce processus, la chaleur est transférée par le mouvement du fluide, où le fluide chaud monte et le fluide froid descend, créant ainsi une circulation. Cela permet un transfert plus rapide de chaleur comparé à la conduction. [22]
- 5.3. Rayonnement :** Le rayonnement est un mécanisme de transfert de chaleur par lequel la chaleur est émise sous forme d'ondes électromagnétiques, généralement dans la partie infrarouge du spectre. Contrairement à la conduction et à la convection, le rayonnement peut se propager à travers le vide. Par conséquent, il peut transférer de la chaleur à distance, sans nécessiter de contact direct ou de milieu matériel. [23]
- 5.4. Évaporation ou condensation:** Ces processus impliquent un changement d'état de la matière, soit de liquide à gaz (évaporation), soit de gaz à liquide (condensation). Lorsque l'évaporation se produit, la chaleur est absorbée de l'environnement, ce qui entraîne un refroidissement. À l'inverse, lors de la condensation, la chaleur est libérée dans l'environnement, entraînant un réchauffement. Ces mécanismes de changement d'état peuvent contribuer aux échanges de chaleur dans un environnement, tels que ceux qui se produisent dans un bâtiment.

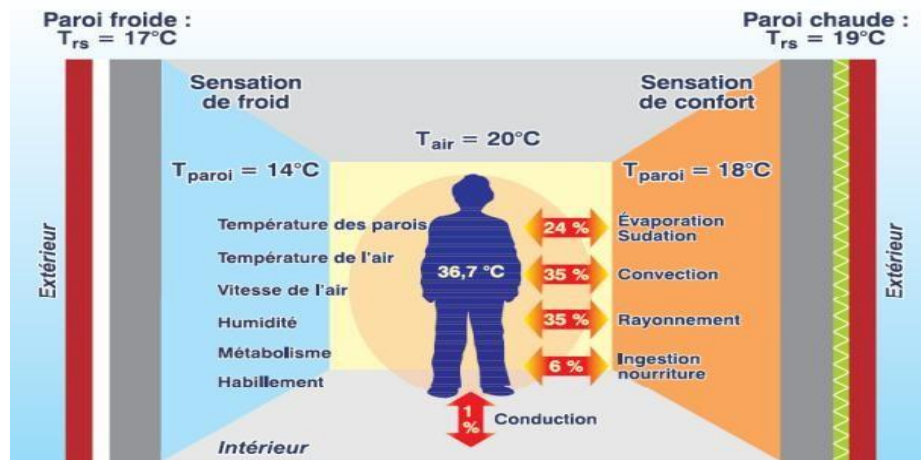


figure 2. 1: Mécanismes d'échanges thermiques, Source : Hamel Khalissa, Cours Architecture Master 1: Sciences pour l'architecture, Université de Biskra, p 28

## 6. Facteurs de l'inconfort thermique :

Effectivement, malgré les efforts pour créer un confort thermique global dans un bâtiment, il est possible d'observer des zones d'inconfort. Ces zones d'inconfort peuvent résulter d'un environnement thermique inégal, ce qui signifie que certaines parties du corps peuvent subir un refroidissement ou un réchauffement non désiré.

Par exemple, un courant d'air peut causer un refroidissement indésirable de certaines parties du corps, comme la tête, les pieds ou les mains. Lorsque de l'air froid circule autour de ces parties exposées, il peut provoquer une sensation d'inconfort et d'insatisfaction thermique. [24]

Ainsi, le confort thermique peut être affecté par plusieurs facteurs :

### 6.1. Effet des courants d'air :

Les courants d'air peuvent causer une sensation d'inconfort en provoquant un refroidissement excessif de certaines parties du corps, telles que la tête, les pieds ou les mains. Lorsque de l'air froid circule autour de ces zones sensibles, cela peut entraîner une sensation de froid désagréable et créer un déséquilibre thermique. [25]

Il est important de noter que les normes recommandent de limiter la vitesse moyenne de l'air en présence d'un travail sédentaire. En hiver, cette recommandation est une vitesse d'air moyenne inférieure à 0,15 m/s, tandis qu'en été, elle est inférieure à 0,25 m/s. Ces limites visent à réduire l'inconfort causé par les courants d'air.

### 6.2. Inégalité du rayonnement thermique :

Une répartition inégale du rayonnement thermique peut entraîner un inconfort thermique localisé. Par exemple, si une surface est exposée à un rayonnement thermique plus chaud ou plus froid que les autres, cela peut provoquer une sensation d'inconfort au niveau de cette zone. [26]

**6.3. Inégalité de la température de l'air :**

Des différences de température entre différentes zones d'un espace peuvent également causer de l'inconfort thermique. Par exemple, si une partie de la pièce est beaucoup plus chaude ou plus froide que le reste de la pièce, cela peut créer une sensation d'inconfort pour les occupants. Selon les normes, une différence de température d'air maximale de 3°C est recommandée entre une hauteur de 0,1 m du sol et 1,1 m du sol.

**6.4. Problèmes de ventilation :**

Une ventilation inadéquate peut contribuer à l'inconfort thermique en affectant la distribution de la chaleur dans un espace. Une mauvaise circulation de l'air peut entraîner une accumulation de chaleur ou de froid dans certaines zones, ce qui peut causer de l'inconfort pour les occupants.

**6.5. Effet de la température du sol :**

Selon les recherches menées par différents auteurs, notamment Olsen BW, la température du sol peut avoir un impact significatif sur le confort thermique des occupants. Une température de plancher trop élevée ou trop basse peut entraîner un inconfort. [27]

Selon les résultats de ces études, les températures optimales du sol pour les personnes chaussées et pour atteindre la neutralité thermique sont les suivantes :

- Pour les personnes debout : 23°C
- Pour les personnes assises : 25°C

De plus, ces études ont également révélé qu'en respectant ces températures de sol, le nombre d'individus insatisfaits est réduit à un minimum de 6%. Cela met en évidence l'importance de prendre en compte la température du sol lors de la conception et du réglage des systèmes de chauffage et de climatisation pour assurer le confort thermique des occupants.

**7. Aspect réglementaire du confort thermique en Algérie :**

La réglementation thermique en Algérie prend en compte le confort thermique dans les bâtiments résidentiels, et elle s'inspire largement de la réglementation française. Cependant, les méthodes de calcul utilisées en Algérie sont plus simples. Pour les bâtiments d'habitation, on trouve deux documents techniques réglementaires : le DTR C3-2 intitulé "Règles de calcul des déperditions calorifiques" qui concerne le problème d'hiver, et le DTR C3-4 intitulé "Règles de calcul des apports calorifiques" qui concerne le problème d'été. Ces documents fournissent les méthodes de conception et de calcul nécessaires. [28]

La réglementation thermique algérienne en vigueur actuellement est le (DTR C3.2/4). [29]

La conformité d'un bâtiment vis-à-vis de cette réglementation doit être vérifiée séparément pour la période d'hiver et la période d'été. Des vérifications sont effectuées pour garantir le confort thermique pendant les périodes chaudes et les périodes froides. [30]

## **8. Les stratégies bioclimatiques et architecturales pour l'amélioration du confort thermique :**

Les stratégies bioclimatiques et architecturales visent à améliorer le confort thermique d'un bâtiment en utilisant des choix judicieux en matière de conception. L'architecture bioclimatique repose sur des décisions telles que la forme du bâtiment, son orientation en fonction des particularités du site, la disposition des espaces et les matériaux utilisés. Son objectif est de tirer parti des éléments favorables de l'environnement pour assurer le confort et le bien-être des occupants.

En été comme en hiver, l'architecture bioclimatique a développé des stratégies spécifiques pour créer une ambiance intérieure confortable en exploitant les aspects favorables de l'environnement. Ces stratégies résument l'approche bioclimatique du confort thermique. L'utilisation de choix judicieux en matière de conception, l'orientation du bâtiment, les matériaux appropriés et l'exploitation des éléments favorables de l'environnement sont des principes clés de l'architecture bioclimatique pour améliorer le confort thermique.

Il est également intéressant de noter que les solutions fondées sur la nature, qui impliquent une végétalisation accrue et l'utilisation de l'eau, peuvent également contribuer à améliorer le confort thermique et à réduire la demande en climatisation dans les environnements urbains. [31]

### **8.1. Système de chauffage solaire passif (Confort d'hiver) :**

Le système de chauffage solaire passif, en particulier pour le confort d'hiver, fonctionne de la manière suivante : l'énergie lumineuse du soleil pénètre à l'intérieur des pièces par les fenêtres et est absorbée par les murs, les planchers et les meubles. Cette énergie est ensuite stockée dans la masse des composants du bâtiment, tels que les matériaux de construction, pour être libérée ultérieurement sous forme de chaleur. Ainsi, le système exploite le rayonnement solaire pour capter la chaleur, la stocker dans la structure du bâtiment, la conserver grâce à une isolation efficace et la distribuer de manière régulée à l'intérieur du bâtiment. [32]

Cette stratégie du chauffage solaire passif en hiver correspond à la notion de "stratégie du chaud", qui consiste à capturer la chaleur du rayonnement solaire, à la stocker dans la masse du bâtiment, à la conserver grâce à une isolation adéquate et à la distribuer de manière contrôlée à l'intérieur du bâtiment pour assurer le confort thermique.

Il convient de souligner que l'un des avantages du chauffage solaire passif est sa nature passive, ce qui signifie qu'une fois les éléments du système mis en place, la maison peut se chauffer de manière autonome, sans intervention humaine majeure et sans bruit. [33]

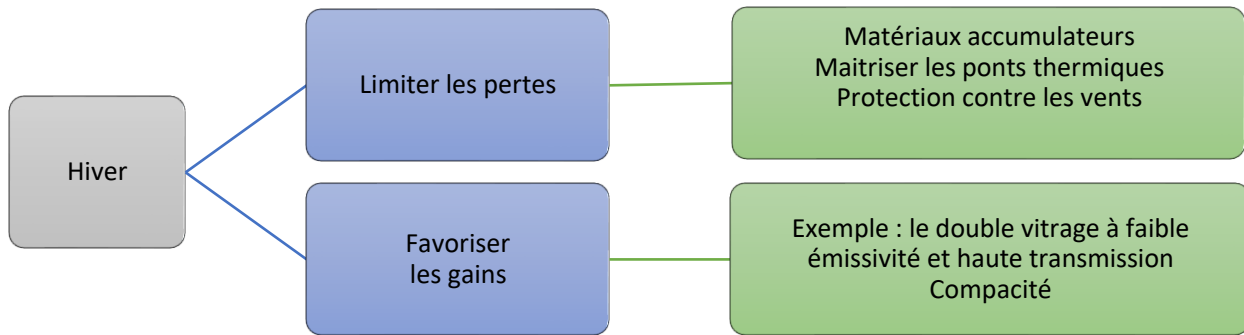


figure 2. 2:Stratégies de Confort d'hiver , Source : Boukadoum Amina , cours Master 2 science pour Architecture ,Université d'Oum El Bouaghie , 2017 .

### 8.2. Système de rafraîchissement passif (Confort d’été) :

Le système de rafraîchissement passif pour le confort d’été désigne toute installation qui ne consomme pas d’énergie pour refroidir un bâtiment. Dans ce contexte, le confort d’été répond à la stratégie du froid, qui vise à se protéger du rayonnement solaire et des apports de chaleur, à minimiser les apports internes de chaleur, à dissiper l’excès de chaleur et à refroidir naturellement l’espace.

L’objectif du rafraîchissement passif est de minimiser ou d’éliminer le recours aux systèmes de climatisation traditionnels qui consomment beaucoup d’énergie. Au lieu de cela, des techniques et des stratégies sont mises en œuvre pour protéger les bâtiments contre la chaleur excessive et pour favoriser le refroidissement naturel.

Cela peut inclure des éléments tels que l’isolation thermique, la ventilation naturelle, l’ombrage, les revêtements réfléchissants, les puits de lumière, les espaces verts et l’utilisation de matériaux à faible capacité thermique, entre autres. [34]

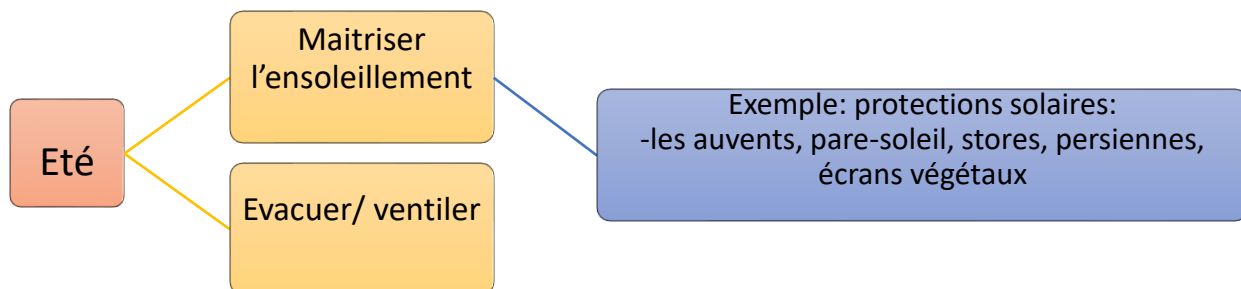


figure 2. 3:Stratégies de Confort d'été , source : Boukadoum Amina , cours Master 2 science pour Architecture ,Université d'Oum El Bouaghie , 2017 .

### **8.3. L'implantation:**

L'implantation d'un édifice est en effet une étape cruciale dans la conception architecturale, car elle détermine plusieurs aspects liés à l'éclairage, aux apports solaires, aux déperditions thermiques et aux possibilités d'aération. L'objectif est de positionner et d'orienter la construction de manière à tirer le meilleur parti du climat local et de la topographie environnante, ainsi que de maximiser l'utilisation de la chaleur solaire. [35]

Voici quelques points supplémentaires à considérer sur ce sujet :

- **L'implantation et le choix du site :** Le choix du site est une décision clé lors de l'implantation d'un édifice. Il est important de prendre en compte des éléments tels que l'ensoleillement, l'exposition aux vents dominants, la proximité des services et des infrastructures, ainsi que les caractéristiques géologiques du terrain. Ces facteurs influenceront la disposition générale du bâtiment et son orientation pour optimiser les avantages climatiques.
- **Éclairage et apports solaires :** L'implantation d'un bâtiment doit permettre de maximiser l'éclairage naturel afin de réduire la dépendance à l'éclairage artificiel pendant la journée. L'orientation des ouvertures, comme les fenêtres et les baies vitrées, doit être pensée en fonction du mouvement du soleil pour favoriser les apports solaires. Cela peut contribuer à une meilleure qualité de vie à l'intérieur du bâtiment, tout en réduisant la consommation d'énergie liée à l'éclairage.
- **Déperditions thermiques :** Une implantation judicieuse peut aider à réduire les déperditions thermiques d'un bâtiment. En positionnant les parties les plus exposées aux vents froids dans les zones abritées, en évitant les ombrages excessifs et en utilisant des matériaux d'isolation adéquats, il est possible de minimiser les pertes de chaleur et d'améliorer l'efficacité énergétique du bâtiment.
- **Possibilités d'aération :** L'implantation d'un édifice doit prendre en compte les possibilités d'aération naturelle. En choisissant des orientations favorables pour les ouvertures, comme les fenêtres et les portes, on peut favoriser la circulation d'air frais à l'intérieur du bâtiment. Cela peut contribuer à améliorer le confort thermique et la qualité de l'air intérieur.

### **8.3. L'orientation :**

Givoni a défini l'orientation d'un bâtiment comme la direction vers laquelle ses façades sont tournées. Ce facteur est influencé par plusieurs considérations, telles que la vue, les déperditions possibles, l'aération et la nature du climat. [36]

L'orientation des bâtiments joue un rôle important dans la régulation de deux facteurs climatiques distincts, ce qui impacte la qualité de l'ambiance intérieure :

- **Rayonnement solaire :** L'orientation des façades peut affecter l'exposition au rayonnement solaire et ses effets d'échauffement sur les murs et les pièces orientées dans différentes

directions. Par exemple, les façades orientées au sud peuvent bénéficier d'un ensoleillement direct, ce qui peut être utilisé pour chauffer les espaces intérieurs ou pour maximiser l'utilisation de l'énergie solaire dans le cas de panneaux solaires. D'autre part, les façades orientées au nord peuvent recevoir moins de rayonnement solaire direct, ce qui peut être avantageux pour minimiser les problèmes de surchauffe pendant les saisons chaudes.

- **Ventilation :** L'orientation des bâtiments est également liée à la ventilation en relation avec la direction des vents dominants. En choisissant une orientation favorable par rapport aux vents dominants, il est possible de faciliter la circulation de l'air à l'intérieur du bâtiment. Cela peut favoriser la fraîcheur naturelle, réduire la dépendance à la climatisation et contribuer à un environnement intérieur plus confortable et sain. L'analyse des vents dominants et la prise en compte de l'orientation des façades peuvent aider à maximiser les bénéfices de la ventilation naturelle.

#### **8.4. La forme et compacité :**

Pour créer un bâtiment confortable, il est préférable de privilégier des formes simples et compactes. Cependant, la forme du bâtiment a une influence sur plusieurs aspects, notamment. [37]

- **Bilan énergétique solaire :** La forme du bâtiment détermine son exposition au rayonnement solaire. Une conception appropriée peut maximiser l'éclairage naturel et l'apport solaire pendant les saisons froides, réduisant ainsi les besoins en chauffage. Par contre, une mauvaise forme peut entraîner une perte excessive de chaleur en hiver ou une surchauffe en été.
- **Déperditions thermiques :** La forme du bâtiment influence le taux de déperditions thermiques, c'est-à-dire la quantité de chaleur perdue à travers les parois. Les formes simples et compactes réduisent les surfaces exposées et les ponts thermiques, ce qui peut limiter les pertes de chaleur et améliorer l'efficacité énergétique.
- **Écoulement des flux aux abords des bâtiments :** La forme du bâtiment peut également influencer l'écoulement des flux d'air autour de celui-ci. Une conception adaptée peut favoriser la ventilation naturelle et la circulation de l'air, ce qui contribue au confort intérieur. En revanche, une forme inappropriée peut entraîner des turbulences ou des zones de stagnation de l'air, affectant la qualité de l'air intérieur et le confort thermique.

Ainsi, selon V.Olygay 27 , la forme optimale d'un bâtiment correspond à celle qui permet de perdre un minimum de chaleur en hiver et d'en gagner un minimum en été. [38]

#### **8.5. la distribution des espaces :**

Le zonage d'un bâtiment permet effectivement d'adapter les ambiances thermiques appropriées à l'occupation et à l'utilisation des différents espaces. En divisant l'espace intérieur en zones ou secteurs, on peut mieux contrôler la température dans chaque zone en fonction des besoins spécifiques.



L'orientation des espaces joue un rôle crucial dans l'implantation d'un bâtiment afin de tirer le meilleur parti de l'orientation par rapport aux points cardinaux (nord, sud, est, ouest). Une bonne orientation peut optimiser l'utilisation de la lumière du soleil et de la chaleur solaire, tout en minimisant les inconvénients tels que l'exposition excessive au vent ou à la chaleur excessive.

Par exemple, lors de l'implantation d'un bâtiment, il est souvent recommandé d'orienter les espaces de vie principaux vers le sud pour bénéficier d'un ensoleillement maximal pendant les périodes froides, ce qui peut réduire les besoins en chauffage. Les espaces qui nécessitent une température plus fraîche ou une protection contre la chaleur excessive peuvent être orientés vers le nord ou à l'ombre d'éléments extérieurs. [39]

### **8.6. Protections solaires :**

Les dispositifs de protection solaire jouent un rôle important dans la minimisation des surchauffes et le contrôle de l'éblouissement dans les bâtiments. Ils peuvent être intégrés structurellement à l'architecture ou appliqués à l'enveloppe du bâtiment. Différents types de protections solaires sont disponibles, et ils peuvent être classés en fonction de leur fixité, de leur emplacement (intérieur ou extérieur) et de leur orientation (verticale ou horizontale). De plus, ces dispositifs peuvent être influencés par l'environnement naturel ou construit du site, tels que la végétation, le relief ou les bâtiments environnants.

Certains dispositifs de protection solaire peuvent s'intégrer structurellement à l'architecture du bâtiment, tels que les porches, les vérandas, les brise-soleil ou les débords de toiture. Ces éléments sont conçus pour bloquer ou modérer l'entrée directe des rayons solaires, réduisant ainsi la quantité de chaleur et de lumière qui pénètre dans le bâtiment.

D'autres dispositifs de protection solaire peuvent être appliqués à l'enveloppe du bâtiment, tels que les stores, les persiennes ou les volets. Ces dispositifs offrent plus de flexibilité en permettant aux occupants de réguler manuellement la quantité de lumière solaire et de chaleur qui pénètre dans l'espace intérieur. [40]

En ce qui concerne la fixité des dispositifs de protection solaire, ils peuvent être fixes ou mobiles. Les dispositifs fixes sont permanents et ne peuvent pas être ajustés ou déplacés, tandis que les dispositifs mobiles peuvent être ajustés ou déplacés en fonction des besoins et des conditions météorologiques. [41]

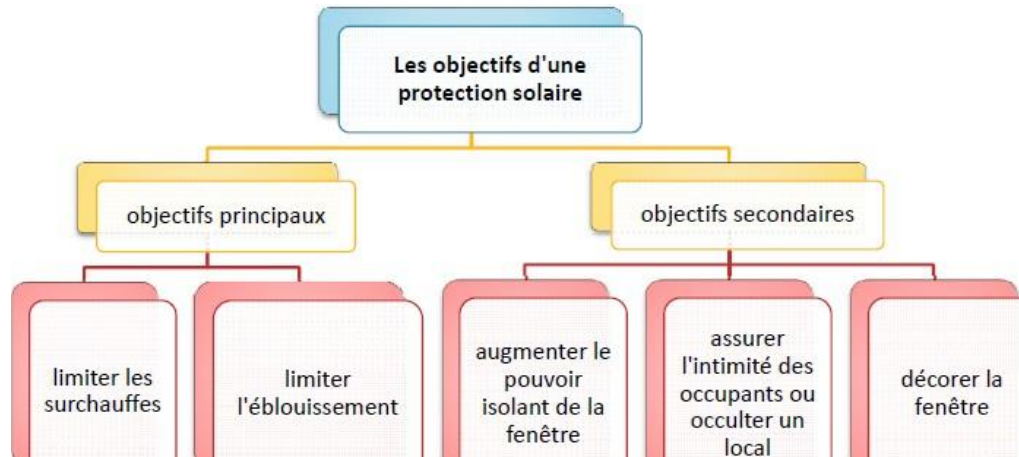


figure 2. 4: Les objectifs d'une protection solaire ; Source : Hamel Khalissa , Cours Architecture Master1: Sciences pour l'architecture, Université de Biskra .

## 8.7. Les matériaux de construction :

Les matériaux de construction jouent un rôle crucial dans l'amélioration du confort thermique d'un bâtiment. La performance thermique de l'enveloppe d'une construction dépend du type de matériau utilisé et de ses caractéristiques. [42]

### 8.7.1. les caractéristiques thermiques des matériaux :

Les différents matériaux peuvent être classés en fonction de leurs caractéristiques thermiques, telles que :

- **Conductivité thermique** : C'est la mesure de la capacité d'un matériau à conduire la chaleur. Un matériau avec une conductivité thermique faible offre une meilleure isolation thermique.
- **Résistance thermique** : Elle mesure la capacité d'un matériau à résister au transfert de chaleur. Plus la résistance thermique est élevée, meilleure est l'isolation thermique du matériau.
- **Valeur U** : Il s'agit du coefficient de transmission thermique global d'une paroi ou d'un élément de construction. Une valeur U plus faible indique une meilleure isolation thermique.

### 8.7.2. Les types de matériaux :

Il existe différents types de matériaux de construction qui présentent des caractéristiques spécifiques et un degré de confort différent. Parmi les types courants, on peut citer :

- **Bois** : Le bois est un matériau naturellement isolant, durable et renouvelable.
- **Pierre** : La pierre est appréciée pour sa solidité et sa capacité à stocker la chaleur.

- **Terre** : L'utilisation de matériaux en terre crue, tels que l'adobe ou le pisé, offre une bonne isolation thermique.
- **Brique** : Les briques sont couramment utilisées dans la construction et offrent une bonne isolation thermique et une grande durabilité.



figure 2. 5: Différents types de matériaux de construction et d'isolation (matériaux écologiques), Source: en ligne <http://www.sylvie-lafrance.fr/architecture-interieure/green-dco/>

### **8.7.3. L'inertie thermique des matériaux :**

L'inertie thermique d'un matériau se réfère à sa capacité à emmagasiner de la chaleur et à la restituer progressivement en cas de changement de température. Cette propriété s'applique également à l'enveloppe d'un bâtiment. Les transferts de chaleur s'effectuent du chaud vers le froid, et l'inertie thermique permet de réguler ces échanges.

### **8.8. La couleur :**

La couleur des murs extérieurs peut effectivement influencer le comportement thermique des bâtiments et, par conséquent, leur rendement énergétique.

Un mur intérieur peint en blanc renvoie environ trois-quarts de la lumière qu'il reçoit dans la pièce, qu'elle provienne d'une lampe ou de la lumière naturelle du jour. De plus, il réfléchit presque autant de lumière s'il est peint en jaune. Cela suggère que la couleur claire des murs peut contribuer à une meilleure réflexion de la lumière et, potentiellement, à une réduction de l'absorption de chaleur. [43]

Ces informations corroborent l'idée que la couleur des murs extérieurs peut jouer un rôle dans la modulation de la température superficielle des murs en raison de l'action directe des rayons du soleil. Une couleur plus claire peut aider à réfléchir davantage de lumière et de chaleur, ce qui peut contribuer à maintenir des températures superficielles plus basses. En revanche, une couleur plus foncée peut absorber davantage de lumière et de chaleur, entraînant des températures superficielles plus élevées.

## **8.9. La ventilation naturelle :**

La ventilation naturelle joue un rôle essentiel dans la gestion du confort d'été en permettant la circulation d'air frais à l'intérieur du bâtiment. Elle offre la possibilité de ventiler avec de l'air frais, et sa capacité de rafraîchissement est disponible jour et nuit. Même en hiver ou par temps froid, il est possible de ventiler ou d'aérer le bâtiment si les conditions météorologiques le permettent. Il est important de noter que l'impact de la ventilation sur un bâtiment n'est pas négligé, car elle peut augmenter les déperditions et les pertes de chaleur par convection. [44]

la ventilation naturelle peut être assurée à l'aide de différentes approches parmi eux: le puits canadien, l'atrium et le patio.

### **8.9.1. Les puits canadiens :**

Le puits canadien, également connu sous les noms de puits provençal, méridional ou puits enterré, est une technique ancestrale utilisée pour préchauffer l'air en hiver et le rafraîchir en été en exploitant l'inertie thermique du sol. Cette méthode de ventilation et d'aération de l'habitation puise l'air extérieur et se sert de la géothermie pour le réchauffer ou le rafraîchir avant de le distribuer à l'intérieur du bâtiment.

Le principe du puits canadien repose sur l'utilisation de la température constante du sol, généralement autour de 15°C à une profondeur de deux mètres. L'air extérieur est acheminé à travers des conduits enterrés pour profiter de cette température stable. En hiver, l'air est préchauffé par le sol avant d'être introduit dans le bâtiment, tandis qu'en été, il est rafraîchi avant d'être distribué, offrant ainsi une ventilation naturelle et confortable.

L'installation d'un puits canadien nécessite une surface suffisamment grande et dégagée pour enfouir les conduits extérieurs. Idéalement, l'installation est effectuée lors de la construction du bâtiment, ce qui permet de profiter des travaux de terrassement. Cependant, il est également possible de l'installer lors d'une rénovation, bien que cela puisse entraîner des coûts supplémentaires pour le terrassement. [45]

### **8.9.2. l'atrium :**

Dans les maisons romaines, l'atrium était un espace central qui servait de point de rencontre et d'accueil pour les hôtes, les clients et les visiteurs. C'était également un lieu de passage qui permettait de distribuer les différentes pièces de la maison. Les portiques entourant l'atrium fournissaient des galeries couvertes qui donnaient accès aux différentes parties de la maison.

Parfois, au centre de l'atrium, on pouvait trouver un impluvium, qui était un bassin destiné à recueillir l'eau de pluie. Cela permettait de collecter l'eau et de la stocker dans une citerne située sous le bassin, offrant ainsi une réserve d'eau potable à domicile. [46]

**8.9.3. Le patio :**

Le patio est en effet une cour ou une zone extérieure présente dans de nombreux bâtiments résidentiels. Il s'agit d'un espace de vie intérieur clos à ciel ouvert, généralement de forme carrée, qui se trouve au centre d'une habitation. Il est caractéristique de l'architecture méditerranéenne traditionnelle.

Le patio peut effectivement contribuer à la ventilation en permettant une ouverture vers l'extérieur, favorisant ainsi la circulation de l'air. En ouvrant les portes ou les fenêtres donnant sur le patio, l'air frais peut entrer dans les espaces intérieurs, assurant une ventilation naturelle. Cela permet également de créer une connexion entre les espaces intérieurs et extérieurs, favorisant une sensation d'ouverture et de convivialité. [47]

**8.10. Dimension des ouvertures :**

Les parois transparentes, telles que le vitrage, jouent un rôle crucial dans les échanges thermiques entre l'environnement intérieur et extérieur d'un bâtiment. Elles peuvent contribuer aux apports de chaleur solaire, ainsi qu'aux déperditions thermiques. Lorsqu'il s'agit des dimensions des ouvertures dans ces parois transparentes, une attention particulière est recommandée en fonction de l'orientation et de la conception du bâtiment.

L'orientation d'un bâtiment est un facteur important à prendre en compte lors de la dimension des ouvertures dans les parois transparentes. Les dimensions peuvent varier en fonction de l'exposition au soleil (orientation est, ouest, sud, nord) et de l'angle d'incidence des rayons solaires à différentes saisons. Par exemple, pour maximiser les apports solaires en hiver, des ouvertures plus grandes peuvent être prévues du côté sud, tandis que des ouvertures plus petites ou des protections solaires peuvent être utilisées du côté nord pour réduire les surchauffes en été.

La conception du bâtiment est également un facteur clé. Différents éléments doivent être pris en compte, tels que le type de vitrage, la position, l'emplacement et la taille des fenêtres, ainsi que le type de protection solaire associée. Le choix du vitrage peut influencer les performances thermiques des parois transparentes, et les dimensions des ouvertures peuvent être adaptées en conséquence pour atteindre les objectifs de performance énergétique du bâtiment. [48]

**8.11. L'isolation de l'enveloppe :**

L'isolation de l'enveloppe d'un bâtiment est un processus essentiel dans la réduction des déperditions thermiques et l'amélioration de l'efficacité énergétique. Elle consiste à mettre en place une isolation thermique sur toute ou une partie de l'enveloppe du bâtiment, que ce soit par l'intérieur ou par l'extérieur.

Une enveloppe mal isolée peut entraîner un gaspillage énergétique important, et les bâtiments mal isolés, souvent appelés "passoires thermiques", peuvent être une source majeure de déperditions thermiques. Il est donc crucial de prendre des mesures pour améliorer l'isolation de l'enveloppe.

En ce qui concerne les techniques d'isolation de l'enveloppe, il existe plusieurs options, dont trois sont couramment utilisées pour les façades : l'isolation par l'intérieur, l'isolation par l'extérieur et l'isolation de la coulisse. Chacune de ces techniques présente des avantages et des inconvénients, et il est important de les prendre en compte lors de la planification de l'isolation d'une façade.

Pour assurer une isolation thermique efficace de l'enveloppe du bâtiment, il est recommandé de mettre à jour l'étude thermique tout au long du processus, d'établir des détails spécifiques pour les points singuliers, de suivre attentivement la mise en œuvre des matériaux et des systèmes sur le chantier, et de vérifier le bon fonctionnement et les réglages des systèmes lors de la réception.

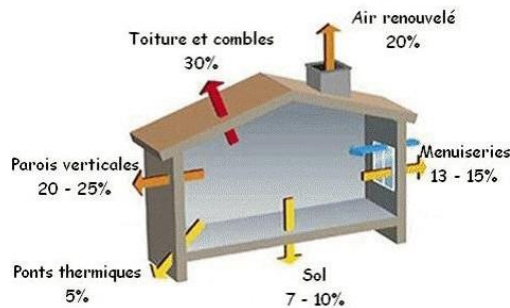


figure 2. 6: Schéma des déperditions de chaleur dans une maison - source : Ademe, <https://www.maitriser-mon-energie.fr/isolation-thermique-exterieur-gagner-en-confort-et-en-economie/>

### 8.11.1 Isolation thermique :

L'isolation thermique regroupe diverses techniques visant à limiter ou empêcher les échanges de chaleur entre un milieu chaud et un milieu froid. Lors d'un projet d'isolation thermique, plusieurs éléments et espaces du bâtiment doivent être pris en compte, notamment les murs, les sols et les planchers, les toitures et terrasses, ainsi que les ouvertures telles que les portes et les fenêtres.

Il existe trois techniques distinctes pour réaliser une isolation thermique efficace : l'isolation intérieure, l'isolation extérieure et l'isolation répartie. Chacune de ces approches présente ses avantages et ses inconvénients.

L'isolation intérieure consiste à ajouter des matériaux isolants à l'intérieur des espaces du bâtiment, ce qui permet de conserver l'apparence extérieure du bâtiment, mais peut réduire l'espace habitable.

L'isolation extérieure implique l'application de matériaux isolants sur la face extérieure de l'enveloppe du bâtiment, améliorant ainsi son efficacité énergétique et protégeant la structure. Cependant, cette méthode peut nécessiter des travaux complexes et altérer l'apparence extérieure du bâtiment.

L'isolation répartie intègre les matériaux isolants aux éléments de construction eux-mêmes, permettant une installation rapide et une conformité aux normes d'isolation. Cependant, elle peut limiter la flexibilité de conception et nécessiter des matériaux spécifiques. [49]

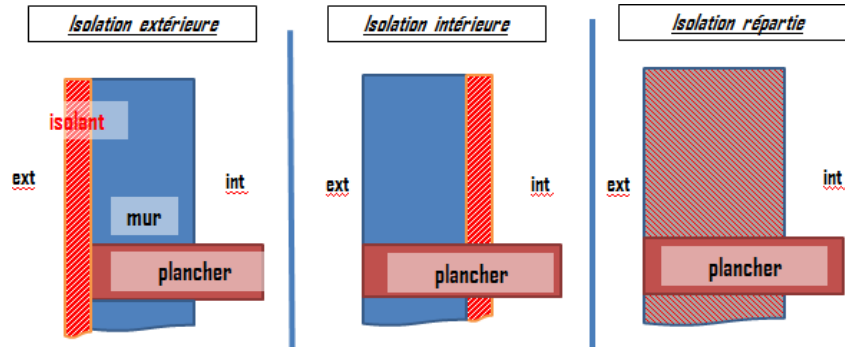


figure 2. 7: Les techniques d'isolation d'un mur. Source : <https://slideplayer.fr/slide/1146854/>

### 8.12. La façade double peau :

La façade double peau est une paroi extérieure à plusieurs couches qui comprend :

- Le niveau extérieur, également appelé façade secondaire, qui a pour fonction de supporter les contraintes environnementales. Cela peut inclure des éléments tels que des vitrages, des panneaux solaires ou d'autres matériaux spécifiques pour résister aux conditions extérieures.
- Le niveau intérieur, connu sous le nom de façade primaire, qui délimite les différentes zones utiles et assure l'isolation thermique. La façade primaire est généralement constituée de matériaux isolants pour minimiser les transferts de chaleur entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment.
- L'espace entre ces deux façades constitue une zone climatique intermédiaire, souvent appelée canal, qui est en liaison ouverte sur plusieurs étages du bâtiment. Cette zone intermédiaire peut être utilisée pour différentes fins, telles que la régulation thermique, l'apport de lumière naturelle ou la ventilation. [50]

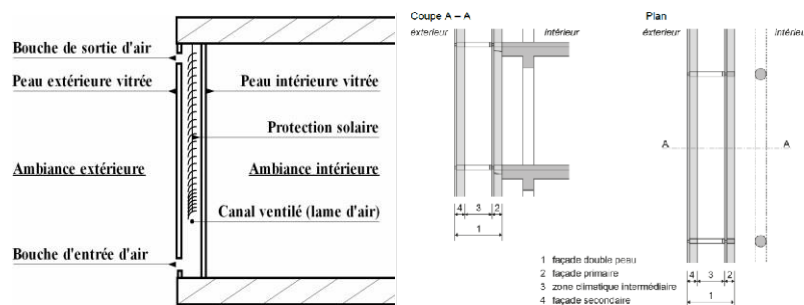


figure 2. 8: Les différents couches d'une façade double peau ,Source : VKFAEI , bâtiments à façade double peau ,p4.



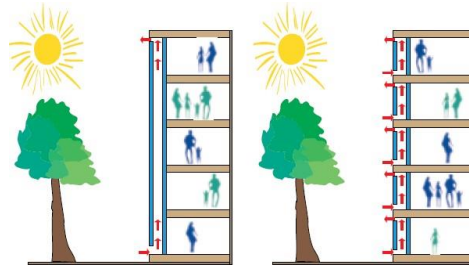


figure 2. 9:Figure 13:Schéma de principe de fonctionnement d'une façade double peau , Source : CSTB recherche, p 2.

Les fonctions principales de cette enveloppe sont la protection thermique, solaire, contre l'air, le feu et les dommages mécaniques.

La conception d'une façade double peau nécessite une prise en compte dès le stade de la conception afin de résoudre les problèmes potentiels de confort thermique en été, de risques de condensation superficielle dans le canal d'air en hiver, ainsi que de surchauffe éventuelle en été dans les parois vitrées du système de façade.

Un exemple concret d'application de ce concept est l'hôtel Renaissance Barcelona Fira en Espagne, conçu par l'architecte Jean Nouvel Ribas & Ribas Arquitectes. Cet hôtel est composé de deux tours de 110 mètres de hauteur, reliées par leurs sommets pour former un restaurant panoramique et une terrasse offrant une vue unique. L'enveloppe de l'hôtel est constituée d'une façade monochrome à double peau, accompagnée d'un jardin vertical avec une végétation naturelle, créant ainsi un véritable oasis qui sublime le paysage urbain.



figure 2. 10:Façade et jardin vertical de l'hôtel renaissance Barcelona Fira, Source : <http://www.azuremagazine.com/article/destination-barcelonas-renaissance-fira-hotel/>



Le volume de l'hôtel est connecté au système de ventilation général du bâtiment. Un système de gestion centralisée permet de réguler le fonctionnement de l'ouvrage en fonction des conditions météorologiques et d'ensoleillement. Par exemple, en hiver par temps froid et couvert, le volume de la double peau est maintenu à une température agréable grâce à la réinjection de l'air extrait par la centrale de ventilation. En revanche, en hiver par temps ensoleillé, la centrale de traitement d'air hygiénique récupère l'air extérieur réchauffé par l'effet de serre dans la double paroi, permettant ainsi d'augmenter la température d'environ 20°C. En été, par temps chaud et ensoleillé, la double paroi est mise en communication avec l'extérieur, favorisant ainsi une protection solaire efficace de la façade par un effet de tirage naturel.

La façade ventilée est un autre type de façade utilisé dans différents types de bâtiments. Elle est considérée comme une solution de construction hautement performante pour le revêtement des bâtiments, avec pour objectif principal de séparer la fonction d'imperméabilité de celle de l'isolation thermique, répondant ainsi aux exigences de protection thermique, d'économie d'énergie et de préservation de l'environnement.

La technique de la façade ventilée implique l'utilisation du revêtement non seulement comme élément décoratif, mais aussi comme protection contre les agressions environnementales. Elle crée un conduit d'air ventilé et continu pour l'ensemble du bâtiment.

Un exemple concret d'adaptation de ce type de façade est l'Hôtel Zénith à Saint-Sébastien en Espagne (4 étoiles), conçu par l'architecte Izaskun Larrazábal. Le système de façade ventilée contribue à l'efficacité énergétique du bâtiment en améliorant l'isolation thermique et acoustique des 80 chambres de l'hôtel.



*figure 2. 11:figure 2. 11: Façade de l'hôtel Zenit, Saint-Sébastien, Source : <https://www.archilovers.com/projects/205271/hotel-zenith-by-grupo-aranzazu.html>*

## **Conclusion**

L'amélioration des performances thermiques dans les hôtels est un élément essentiel pour garantir un confort optimal aux clients tout en réduisant la consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre. Cela peut être réalisé en adoptant différentes stratégies lors de la conception des hôtels, telles que l'orientation, l'implantation, la forme et la compacité du bâtiment, ainsi que l'utilisation de matériaux d'isolation performants et de techniques de façade à double peau.

L'adoption de techniques bioclimatiques est également importante, car elle permet de s'intégrer harmonieusement dans l'environnement immédiat en utilisant des solutions simples et efficaces telles que la ventilation naturelle et l'utilisation de matériaux à grande inertie thermique. Cela permet d'obtenir un bon confort thermique pour les clients, tout en maintenant des coûts raisonnables pour les hôteliers.

## Chapitre 3 : Présentation du cas d'étude

## **Introduction**

L'étude empirique détaillée, dans des conditions naturelles, est considérée comme la clé d'une bonne compréhension du fonctionnement thermique des bâtiments. Elle permet de prendre en compte tous les paramètres liés au contexte climatique et à la composition du bâtiment lui-même. Parmi ces paramètres, la composition des façades et les différents matériaux de construction utilisés, ainsi que leurs caractéristiques thermiques, jouent un rôle très important dans la performance thermique et énergétique des bâtiments. Pour mieux comprendre l'impact des différentes composantes utilisées sur le comportement thermique des bâtiments.

Dans ce chapitre, nous présenterons comme cas d'étude l'Hôtel "CHALABI" situé sur la ville "hammam dalaa, avec une analyse dans le contexte environnemental et climatique.

Présentation de la wilaya de M'sila:

La Wilaya de M'sila, située dans la partie centrale de l'Algérie du Nord, occupe une position privilégiée dans la région des Hauts Plateaux du centre. Elle s'étend sur une superficie de 18 718 km<sup>2</sup>, avec une population estimée à 1 117 126 habitants, ce qui donne une densité moyenne de 65 habitants par kilomètre carré.

La wilaya de M'sila est une région principalement agropastorale, caractérisée par la prédominance de la steppe qui couvre environ 63% de sa superficie totale. En termes d'activités agricoles, environ 20% de la surface totale est consacrée à l'agriculture, en se concentrant principalement sur la céréaliculture, l'arboriculture et le maraîchage.

La wilaya de M'sila est également connue pour son potentiel touristique. Des sites tels que Bou-Saâda, avec ses dunes, ses palmeraies, sa vieille Médina et d'autres attractions, attirent l'attention des touristes étrangers. De plus, des sites historiques comme la Kalâa des Béni Hammad, les ruines romaines de Khoubana et de M'cif, ainsi que des sources thermales renommées, ajoutent à l'attrait touristique de la région.

La wilaya de M'sila comprend 15 daïras et 47 communes, avec M'sila comme chef-lieu de la wilaya. La région a été créée en 1974, en regroupant des parties des départements de Batna, Médéa et Sétif.



figure 3. 1: Carte de situation de la wilaya de M'sila (harazalla, 2019).

### 1.1 Limites administratives

La wilaya de M'sila est limitée administrativement par les régions suivantes:

- Au Nord, elle est limitée par les wilayas de Sétif, Bordj Bou-Argeridj et Bouira.
- À l'Est, elle est limitée par la wilaya de Batna.
- Au Sud-est, elle est limitée par la wilaya de Biskra.
- À l'Ouest, elle est limitée par la wilaya de Médéa.
- Au Sud, elle est limitée par la wilaya de Djelfa.

### 1.2 Climat:

Le régime climatique de la région de M'sila est caractérisé par les éléments suivants:

**Étage bioclimatique semi-aride:** M'sila bénéficie d'un climat semi-aride, qui est un type de climat sec. Selon la classification de Köppen-Geiger, il s'agit d'un climat de steppe sec et froid.

**Un été très chaud et sec:** Les mois de juillet et août sont les mois les plus chauds à M'sila, avec des températures maximales moyennes de 39°C. Pendant cette période, il y a peu de précipitations.

**Un hiver froid et sec:** L'hiver à M'sila est froid et sec. Le mois de janvier est le plus froid de l'année, avec des températures maximales moyennes de 13°C. Il peut également y avoir des précipitations modérées en hiver, avec environ 40 mm de pluie en janvier.

**Pluviométrie moyenne annuelle entre 200 et 250 mm:** La pluviométrie moyenne annuelle à M'sila est d'environ 422 mm. Le mois le plus sec est juillet avec seulement 9 mm de pluie, tandis que le mois le plus pluvieux est avril avec environ 55 mm de précipitations.

Le relief de la wilaya de M'sila présente une transition entre deux grandes chaînes de montagnes, l'Atlas Tellien au nord et l'Atlas Saharien au sud. Le territoire se caractérise par les éléments suivants:

**Zone de montagnes :** La wilaya de M'sila est entourée de montagnes de part et d'autre du Chott El Hodna, une vaste dépression située dans la section nord-est de la province de M'Sila et à l'extrémité ouest de la province de Batna.

**Zone centrale de plaines et de hautes plaines :** Au cœur de la wilaya, on trouve principalement des plaines et des hautes plaines. Cette zone est caractérisée par des paysages relativement plats et étendus.

**Zone de chotts et de dépressions :** La wilaya de M'sila comprend également des chotts (lacs salés) et des dépressions. Le Chott El Hodna est situé au centre-est de la région, tandis que le Chott Zaher Chergui se trouve au centre-ouest.

**Zone de dunes de sable :** la wilaya de M'sila comprend également une zone de dunes de sable. Ces dunes se trouvent probablement dans des régions spécifiques de la wilaya et ajoutent à la diversité des paysages de la région.

### 1.3 Relief:

Le relief varié de la wilaya de M'sila offre un paysage intéressant avec des montagnes, des plaines, des dépressions et des dunes de sable, ce qui contribue à la richesse géographique de la région.

## 2. Situation géographique de La commune d'étude

la commune de Hammam Dalaa est située géographiquement entre la série d'atlas tellien à côté du Nord et la chaîne des montagnes du Hodna à l'Est. Elle se trouve entre les lignes longitudinales (4° 56'- 5° 33') et latitudinales (22° - 34°) Hammam Dalaa est localisée au Nord-Ouest de la wilaya de M'sila, à environ **30km** de là. La superficie de la commune est d'environ **341km<sup>2</sup>** selon l'annuaire statistique de la wilaya de M'sila en **2020**. Elle est limitée au Nord : la wilaya de Bordj Bou Arreridj, au Sud-Est : la commune de M'sila, au Sud : la commune d'Ouled Mansour et à l'Ouest : la commune d'Ouanougha et la commune de tarmount.

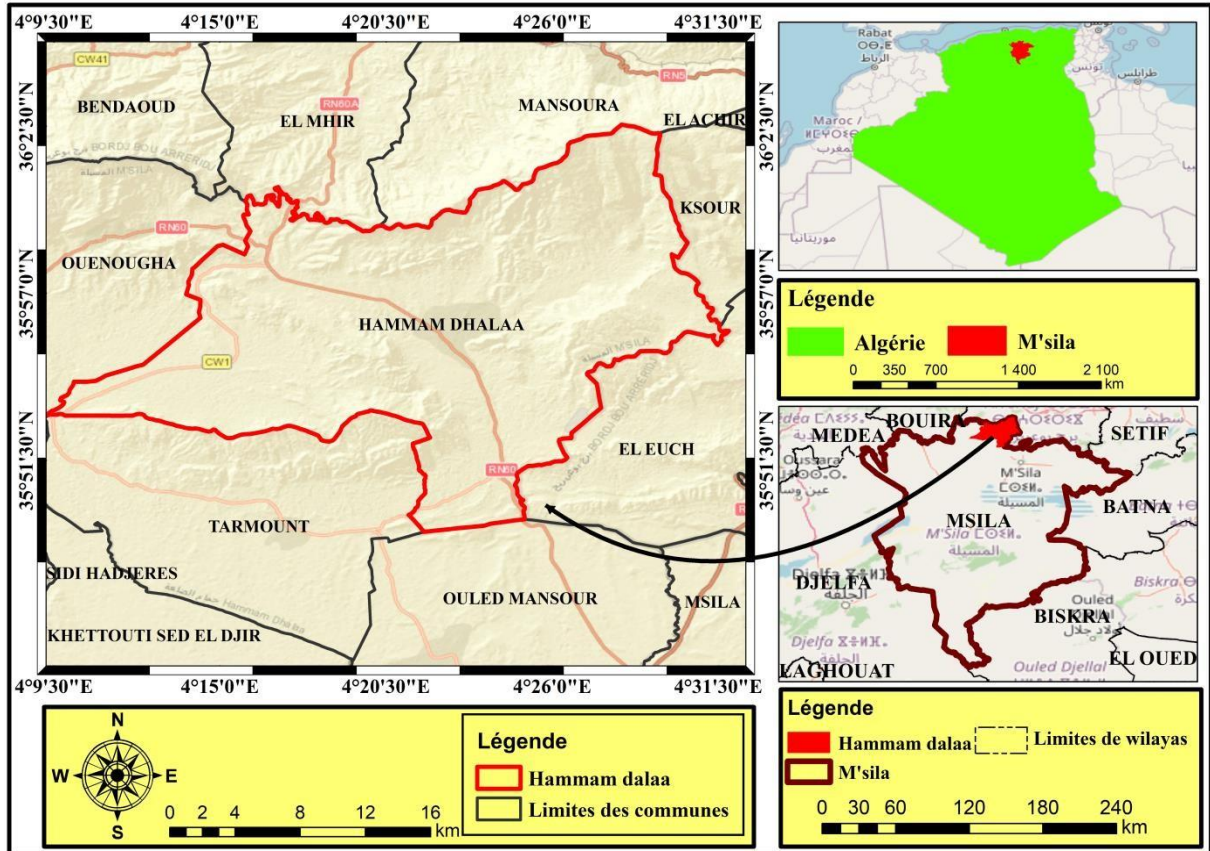


figure 3. 2:Localisation de la région de commune de Hammam Dala.

### 3. Analyse climatique

#### Analyse des éléments de climat:

##### 3.1 La Température :

La température est une grandeur très fluctuante, influencée par plusieurs facteurs tels que l'altitude, le rayonnement solaire incident, le rayonnement émis par le substrat, les apports liés à la mobilité de l'air, la densité de l'air et la quantité d'énergie consommée pour l'évapotranspiration. La mesure de la température se fait en degrés Celsius (°C) ou en Kelvin (K) à l'aide de différents types de thermomètres.

Différentes technologies sont utilisées pour mesurer la température. L'un des dispositifs les plus couramment utilisés est le thermomètre à mercure ou à alcool, qui se compose d'un tube en verre rempli de mercure ou d'un autre liquide. L'augmentation de la température provoque l'expansion du liquide, permettant ainsi de déterminer la température en mesurant le volume du liquide. Les thermomètres à mercure ou à alcool sont généralement calibrés de manière à ce qu'il suffise d'observer le niveau du liquide pour lire la température. Les relevés sont effectués à l'ombre dans un abri à intervalles réguliers fixes (par exemple toutes les 3 heures).



La région de Hammam Dalaa ne dispose d'aucune station météorologique. Les postes météorologiques les plus proches sont ceux de M'sila et de Bordj Bou Arreridj. Nous avons donc adopté sur faite à partir des données recueillies de la station météorologique de M'sila (Ghzel) durant la période (1993-2017), après l'extrapolation (voir annexe 01).

	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
T° Moyenne max	35.73	30.42	22.55	17.16	16.55	18.87	24.65	28.76	34.11	38.71	<b>41.16</b>	40.21
T° Moyenne min	12.19	7.1	0.87	-2.31	-2.75	-2.27	0.02	3.1	7.57	13.17	17.58	17.87
T° Moyenne	23.69	18.31	11.69	7.3	6.43	7.89	11.73	15.41	21.92	26.44	30.09	29.52

Tableau 3. 1:Températures moyennes mensuelles, minimales et maximales de la zone de Hammam Dalaa pendant la période (1993-2017).

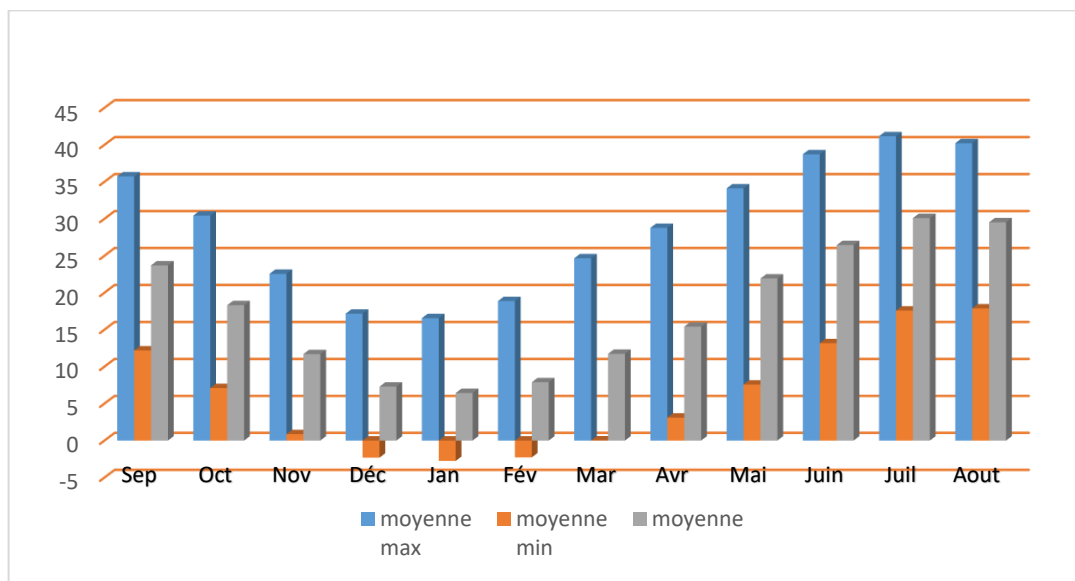


figure 3. 3:Températures moyennes mensuelles, minimales et maximales de la zone de Hammam Dalaa pendant la période (1993-2017).

Selon les données présentées dans le **tableau 01** et la **figure 3**, il est observé que la température maximale dans la zone d'étude est enregistrée au mois de juillet, atteignant une valeur de **41,16 °C**. En revanche, la température minimale est observée au mois de février, avec une valeur de **-2,31 °C**.



**3.2 Les précipitations :**

Les précipitations sont toutes les formes d'eau qui se condensent dans l'atmosphère et tombent ou se déposent ensuite à la surface de la Terre, telles que la pluie, la neige, la grêle et la rosée. Elles sont mesurées en millimètres (**mm**) à l'aide d'un pluviomètre. La quantité cumulée de précipitations au cours des mois de l'année permet de déterminer les saisons sèches et les saisons humides. Ces informations sont importantes dans la conception architecturale, notamment pour déterminer la forme et l'inclinaison des toitures, le système de drainage et le choix des matériaux.

L'étude de la précipitation est faite à partir des données recueillies de la station météorologique de M'sila (Ghzel) durant la période (1993-2017) (voir annexe 01).

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Totale
P (mm)	25.93	22.37	18.77	18.89	21.21	14.41	14.73	21.85	21.49	9.09	4.77	8.57	202.08 mm
Saison	Automne			Hiver			Printemps			Eté			
	67.07			54.51			58.07			22.43			

Tableau 3. 2:Températures moyennes mensuelles, minimales et maximales de la zone de Hammam Dalaa pendant la période (1993-2017).

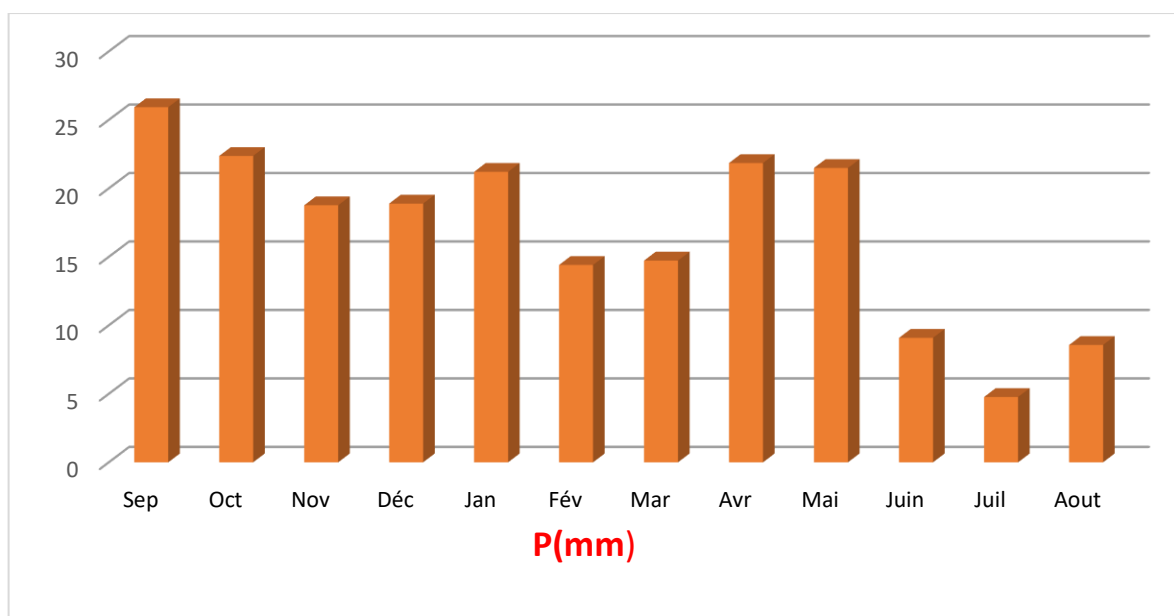


figure 3. 4:Précipitation moyenne mensuelle en (mm) pendant la période (1993-2017) de la commune de Hammam Dalaa.

En se référant au **tableau 02** et à la **figure 4**, on constate que le mois de **Septembre** présente la plus grande quantité de précipitations avec une moyenne mensuelle de **25.93 mm**, tandis que le mois le moins pluvieux est **Juillet** avec une moyenne mensuelle de **4.77 mm**.

En ce qui concerne les saisons, l'**Automne** est la période la plus pluvieuse avec un total de 85,34 **mm** de précipitations, tandis que l'**été** est la saison la moins pluvieuse avec seulement 29,98 **mm** de précipitations.

### 3.3 La classification climatique de la région d'étude

#### 3.3.1 Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausson

#### 3.3.2 Climatogramme d'Emberger

Le diagramme d'Emberger permet de connaître l'étage bioclimatique de la région d'étude et de donner une signification écologique du climat.

Le quotient tient compte des précipitations et des températures, il est déterminé comme suit :

$$Q_2 = \frac{3.43P}{M - m}$$

**Ou :**  $Q_2$ : Le quotient pluviométrique d'Emberger ;

P: Précipitation annuelle ;

M: Température du mois le plus chaud en °K ;

m: Température du mois le plus froid en °K .

Sachant que :  $T^{\circ K} = T^{\circ C} + 273$ .

**Donc :**  $M = 41.16 + 273 = 314.16$  °K ; et

$m = (-2.75) + 273 = 270.25$  °K .

Données	P (mm)	M (°K)	m (°K)	M-m (°K)	Q2
Valeurs	202.08	314.16	270.25	43.91	15.79
Etage bioclimatique	Etage bioclimatique aride à hiver froid				

Tableau 3. 4: Valeurs du quotient pluviométrique de la zone de Hammam Dalaa.

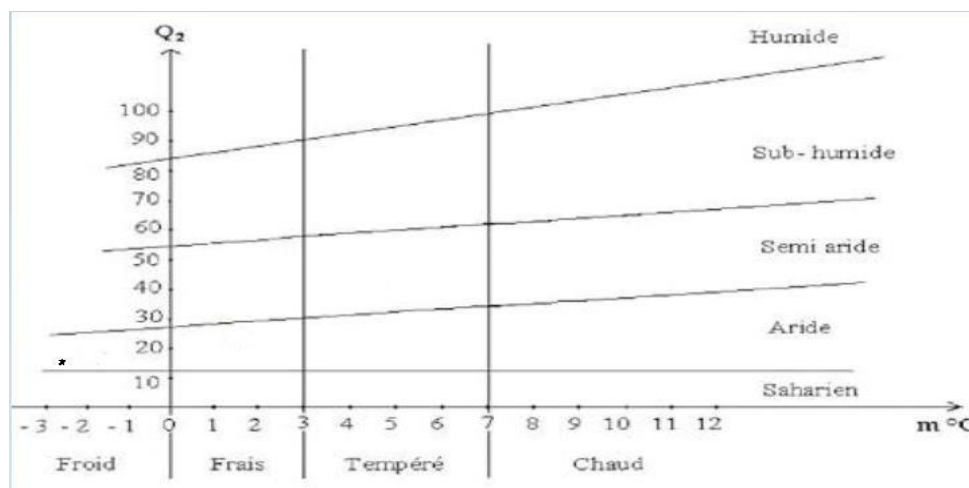


figure 3. 6:Positionnement de la zone de Hammam Dalaa dans le Climatogramme.

Le **Figure 6** : montre que le climat de la zone de Hammam Dalaa appartient à l'étage bioclimatique aride à hiver froid.

### 3.4 Le vent :

Le vent se réfère au déplacement de l'air dans différentes directions par rapport à la surface de la Terre. Il se produit principalement dans un plan horizontal, bien que les mouvements horizontaux soient indissociables des mouvements verticaux. La naissance du vent est due aux disparités de pression observées à différents endroits à un même moment, principalement causées par les variations de température. Ce phénomène météorologique est très instable et est défini par sa vitesse (exprimée en m/s), sa direction et sa fréquence.

La commune de Hammam Dalaa est caractérisée par deux types de vent dominants:

- Vents d'Ouest et du Nord-Ouest, qui souffle en hiver (froid et humide).
- Vents du Sud sont des vents sirocco soufflant en été (chauds et poussiéreux).

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
Vitesse moyenne (m/s)	3.75	3.55	3.75	3.66	3.94	4.54	4.88	4.89	4.71	4.46	4.09	3.91

Tableau 3. 5:La vitesses moyennes mensuelles de vent en (m/s) de la région de Hammam Dalaa pendant la période (2003-2015). Source: S.M.M (Après l'extrapolation).

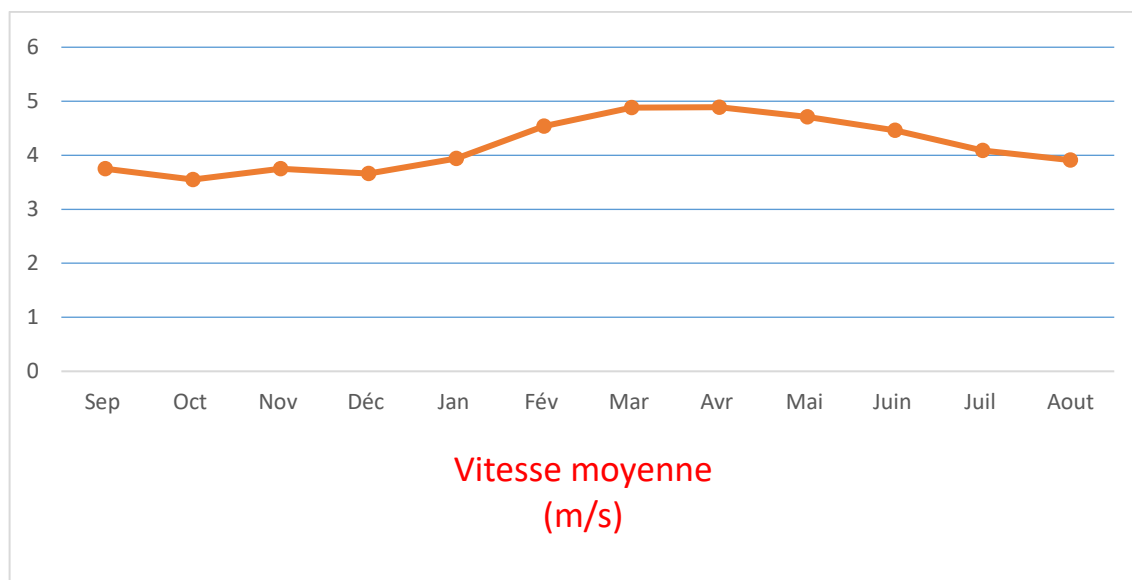


figure 3. 7:Diagramme de la Vitesse du vent mensuelle de vent en (m/s) de la région de Hammam Dalaa pendant la période (2003-2015).

D'après les données du tableau, La vitesse maximale du vent a été enregistrée au mois d'**avril**, avec une moyenne de **4,89 m/s**. En revanche, la vitesse minimale a été enregistrée en **octobre**, avec une moyenne de **3,55 m/s**.

### 3.5. L'humidité relative :

L'humidité dans l'air est générée par l'évaporation de l'eau à la surface des océans, des eaux intérieures, des nappes d'eau et par la transpiration des plantes et des êtres vivants en général. L'humidité relative représente le rapport entre la quantité de vapeur d'eau présente dans l'air et la quantité maximale qu'il peut contenir à une température donnée. Elle est exprimée en pourcentage (%).

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
Humidité(%)	76.62	70.15	63.31	58.00	47.92	40.77	32.62	36.62	51.23	60.15	72.23	77.85

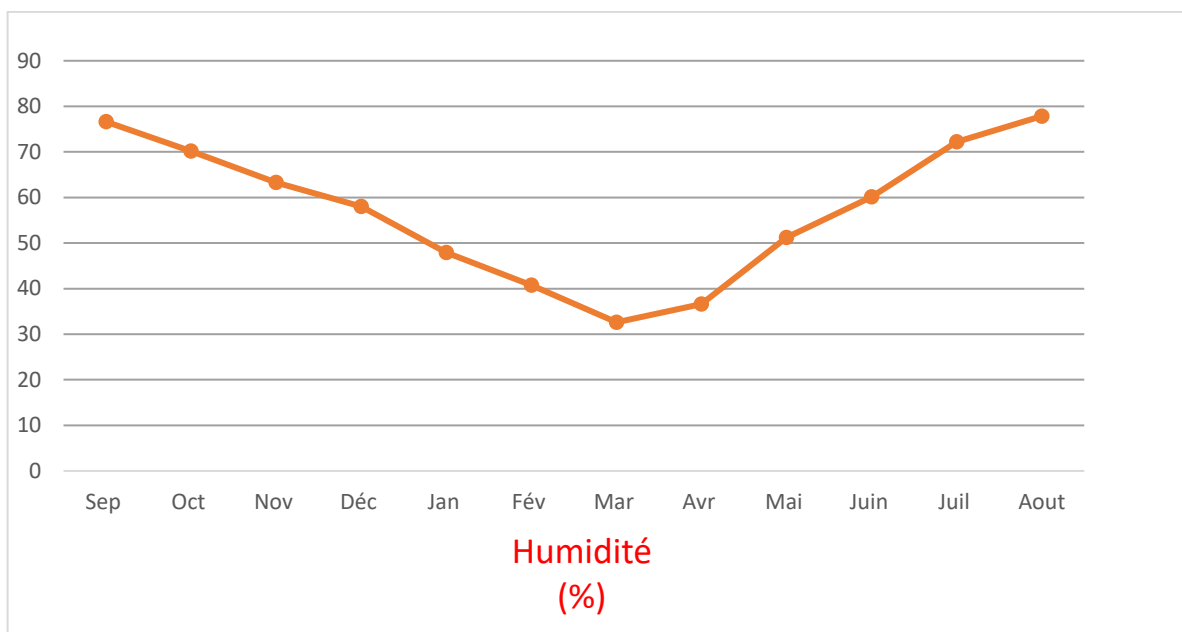


figure 3. 8:Diagramme de l'Humidité relative mensuelle à Hammam Dalaa durant la période (2003-2015).

D'après les données du tableau, il apparaît que le mois d'**août** présente le taux d'humidité le plus élevé, avec une valeur de 77,85%. En revanche, le mois de **mars** enregistre le taux d'humidité le plus faible, avec une valeur de 32,62%.

#### 4. Présentation du projet

Ce projet est un hôtel offrant un service d'hébergement payant avec des chambres conçues pour satisfaire les clients en termes de confort et d'installations.

L'hôtel est idéalement situé à proximité de la route nationale N°60 menant au centre wilaya de M'sila, et en face de la gare routière, offrant un accès pratique aux transports en commun. Il dispose de 50 chambres confortables et fonctionnelles, chacune équipée d'une salle de bain, d'un espace de travail, d'une télévision et de la climatisation pour un maximum de confort. En outre, l'hôtel est doté d'un restaurant et d'une cafétéria avec terrasse.



figure 3. 9:Vue façade principale de l'hôtel (Source : auteur, 2023).



figure 3. 10: plan de situations de cas d'étude (source :Google Earth , 2023).



figure 3. 11: organigramme de l'hôtel chalabi (Source : auteur, 2023).





figure 3. 12:Le hall d'entrée (Source : auteur, 2023).



figure 3. 13: Chambre double(Source : auteur, 2023).



5. Les plans: Les plans suivants résument l'aménagement du bâtiment.

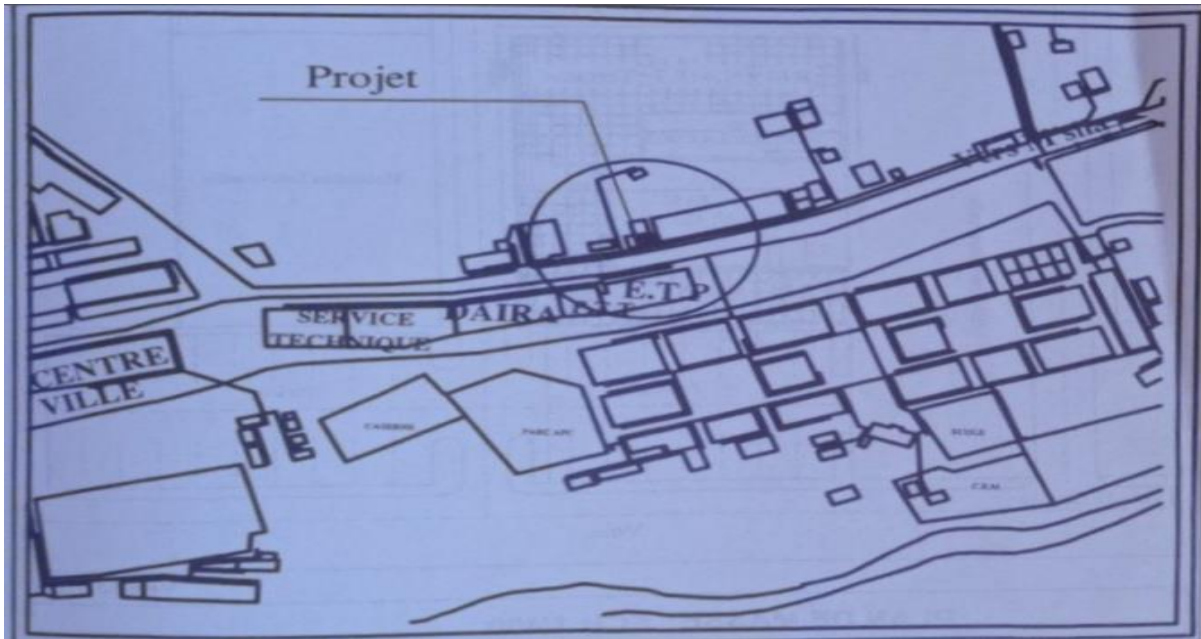


figure 3. 14: plan de situation.

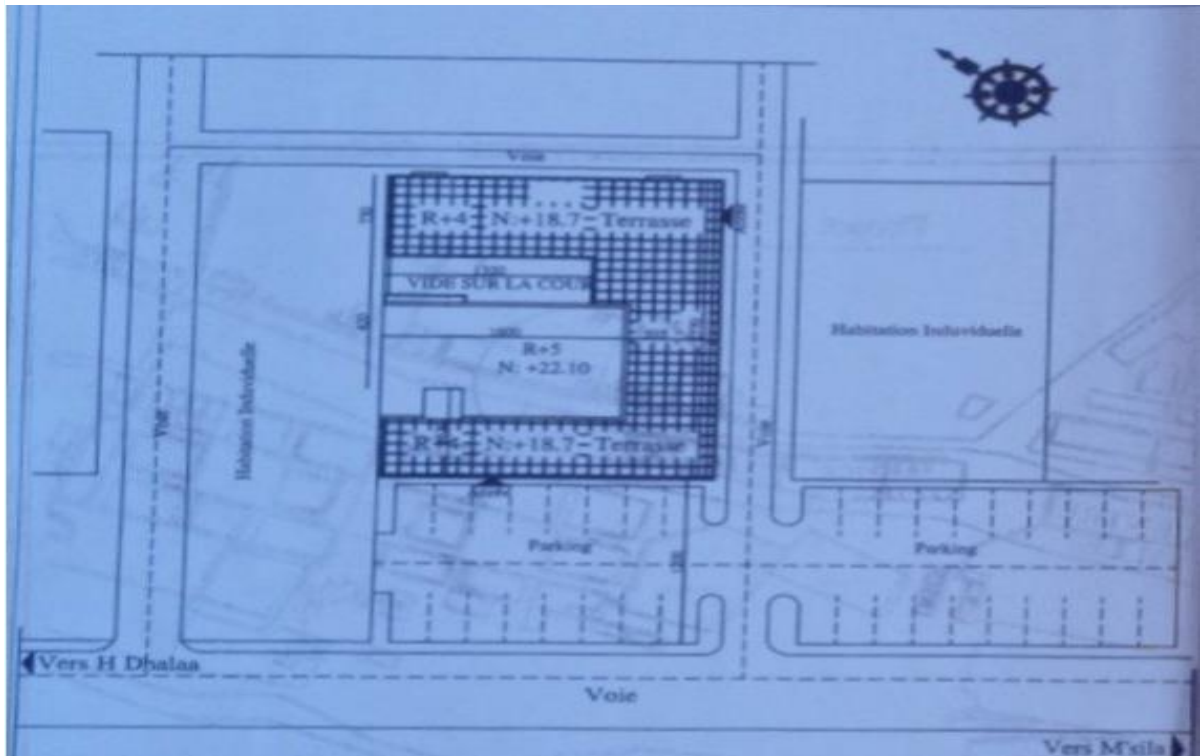


figure 3. 15: plan de masse

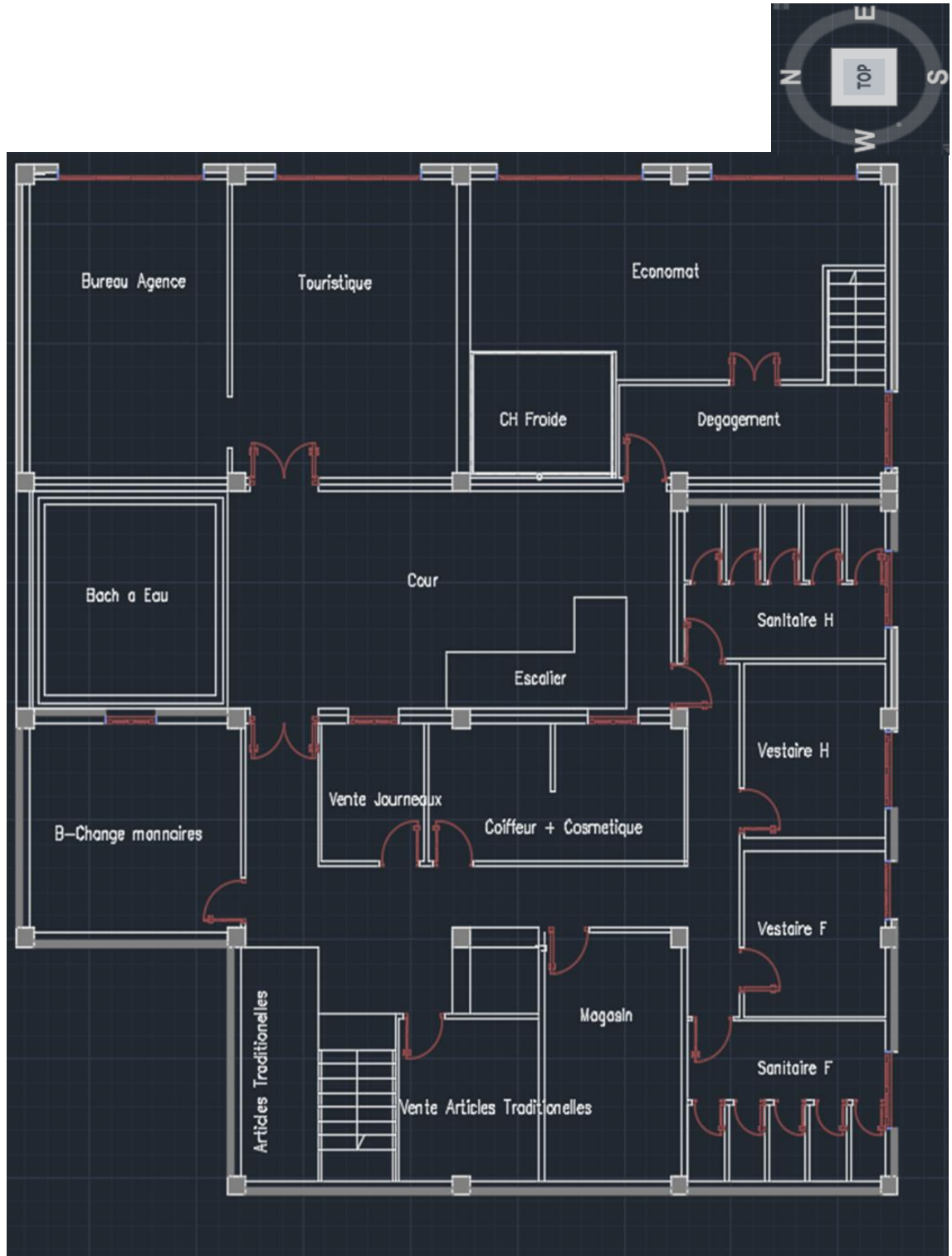


figure 3. 16:PLAN DE SOUS-SOL ECH 1/50

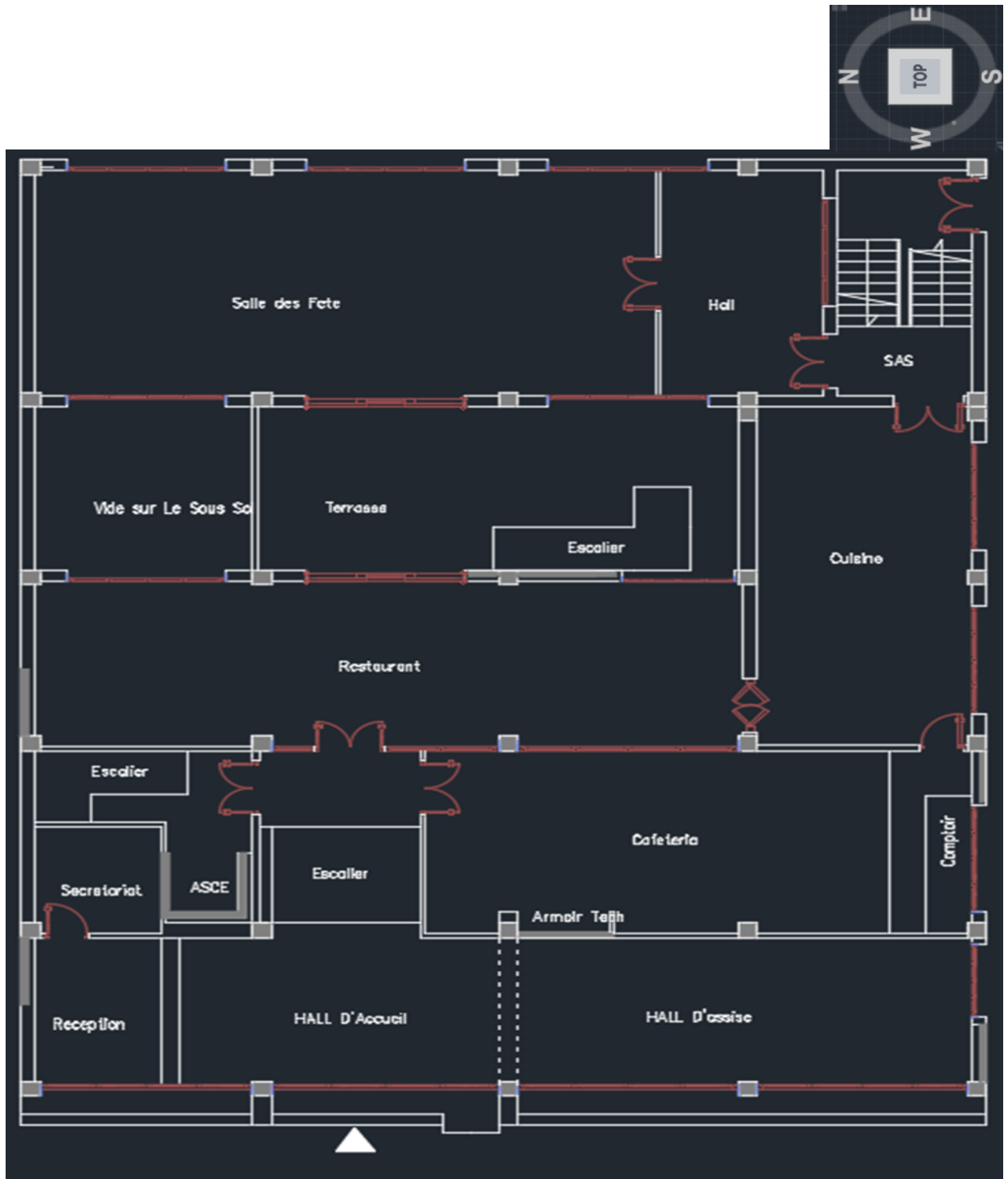


figure 3. 17: PLAN DE RDC ECH 1/50

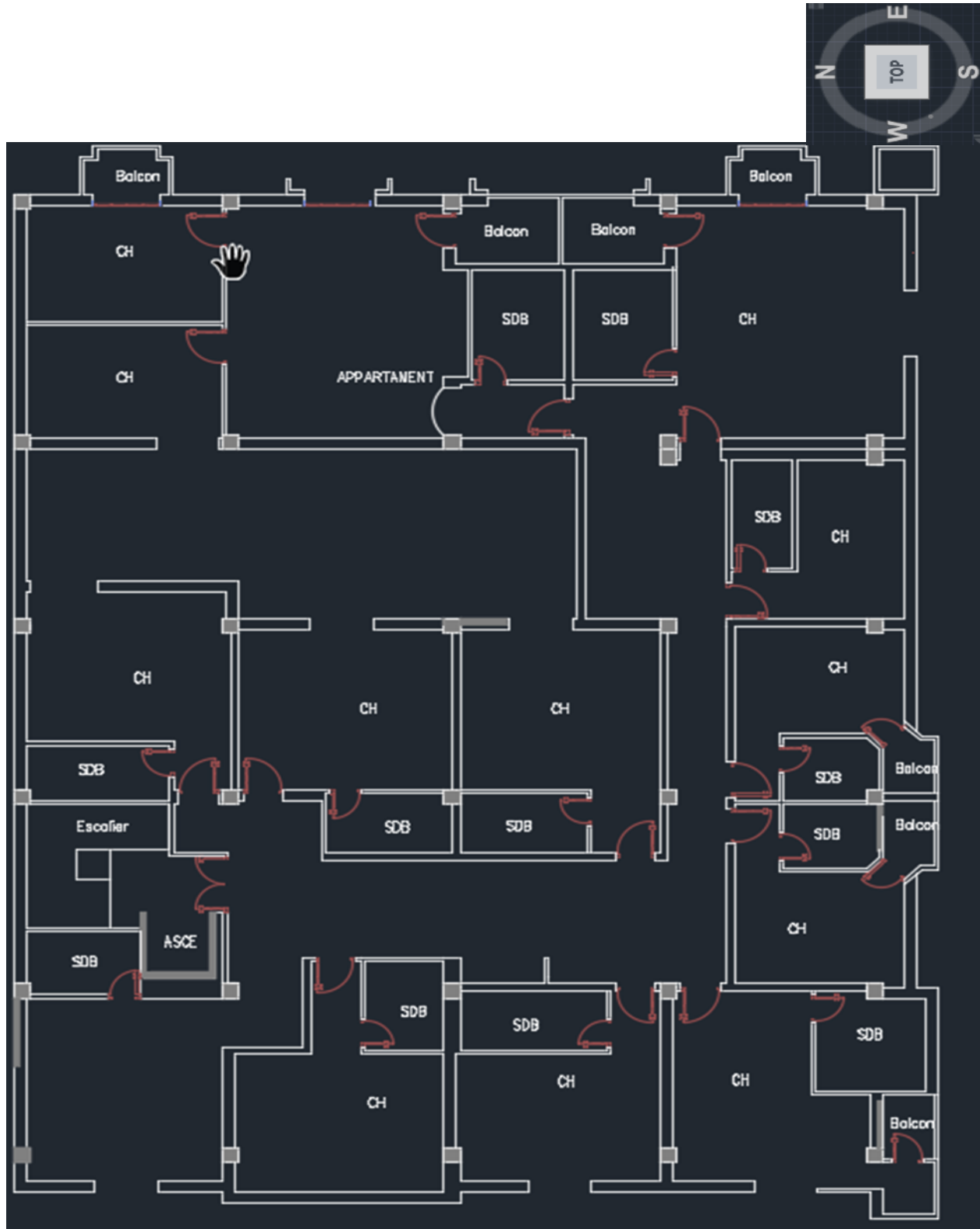


figure 3. 18:PLAN DE 1+2+3ème ETAGE ECH 1/50

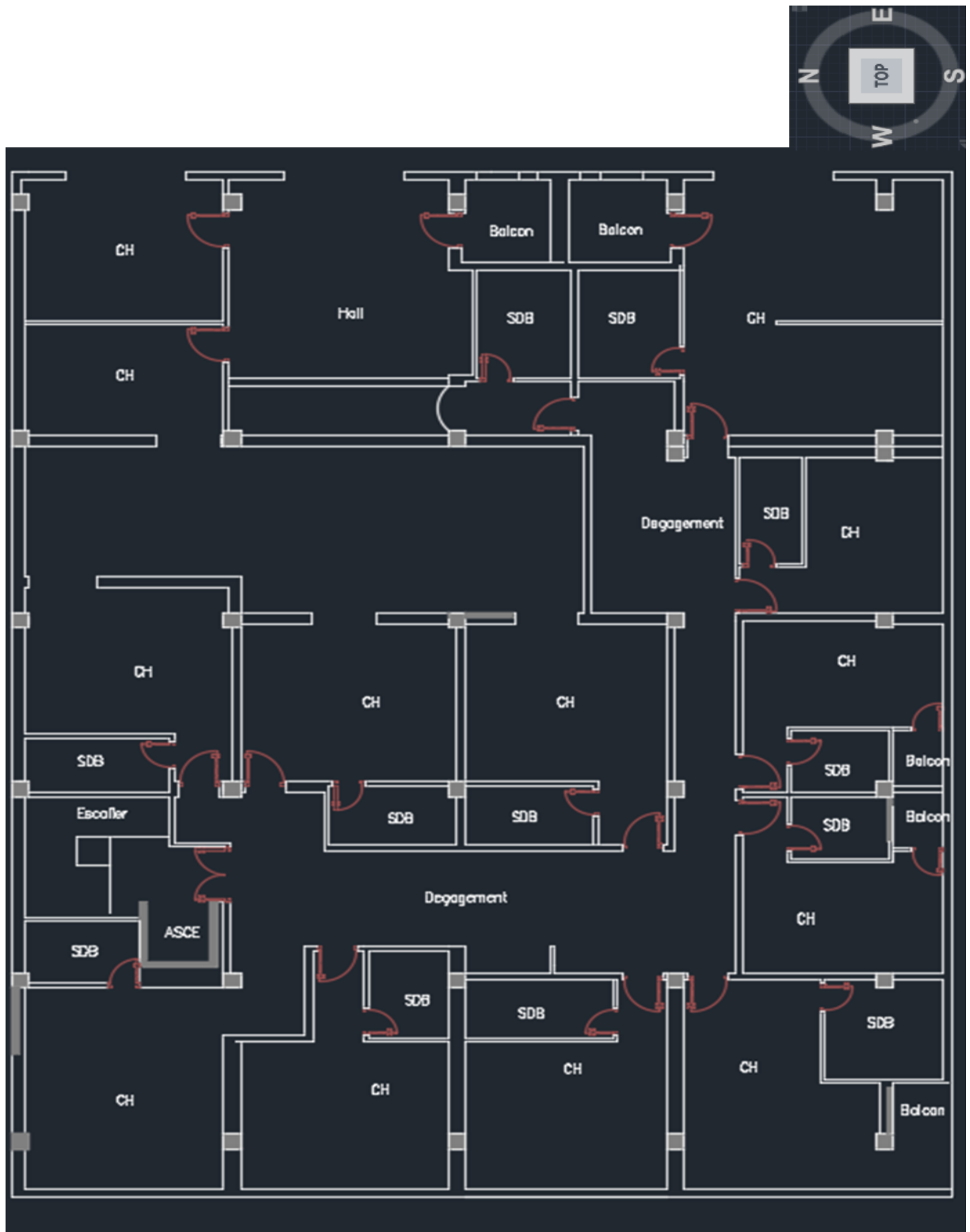


figure 3. 19: PLAN DE 4ème ETAGE ECH 1/50



figure 3. 20:PLAN DE 5éme ETAGE ECH 1/50

6. Matériaux utilisés dans le projet :

Espaces	Matériaux	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hall d'accueil</li> <li>• Réception</li> <li>• Bureaux</li> <li>• Dégagement</li> <li>• Restaurant</li> <li>• Cafétéria</li> </ul>	<b>Mur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enduit au mortier de ciment</li> <li>• Enduit de peinture</li> <li>• Peinture vinylique</li> </ul>
	<b>Plafond</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faux plafond en carreaux de laine de roche de 60x60cm</li> </ul>
	<b>Sol</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carrelage 33x33cm</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sanitaires</li> </ul>	<b>Mur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enduit au mortier de ciment</li> <li>• Enduit de peinture</li> <li>• Peinture à l'huile</li> <li>• Faïence de 20x60cm</li> </ul>
	<b>Plafond</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enduit au mortier de ciment</li> <li>• Enduit de peinture</li> <li>• Peinture à l'huile</li> </ul>
	<b>Sol</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carrelage 33x33cm</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chambres</li> </ul>	<b>Mur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enduit au mortier de ciment</li> <li>• Enduit de peinture</li> <li>• Peinture vinylique</li> </ul>
	<b>Plafond</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faux plafond en carreaux de laine de roche de 60x60cm</li> </ul>
	<b>Sol</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carrelage 33x33cm</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dépôts</li> <li>• Chambre froide</li> </ul>	<b>Mur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enduit au mortier de ciment</li> <li>• Enduit de peinture</li> <li>• Peinture vinylique</li> </ul>
	<b>Plafond</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enduit au mortier de ciment</li> <li>• Enduit de peinture</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peinture vinylique</li> </ul>
	<b>Sol</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carrelage 33x33cm</li> </ul>

Tableau 3. 6:Matériaux de construction.

Composition	Matériaux	Conductivité thermique $\lambda$ (w/m.c°)	Résistances Thermique R(m.c°/w) R=e/ $\lambda$	Coefficient de transmission surfacique K (w/m <sup>2</sup> .c°)
Mur extérieur	Brique creuse	$\lambda= 0.14w/m.c^{\circ}$	R=0.3	1/hi+1/he= 0.17 m <sup>2</sup> . c°/w Rtot=0.88 K=1/R=1.136
	L'âme d'air		R=0.11	
	Brique creuse		R=0.3	
Mur intérieur	Enduit plâtre E=2cm	$\lambda=0.35 w/m.c^{\circ}$	R=0.0	1/hi+1/he= 0.17m <sup>2</sup> .c°/w Rt= 0.32 K=1/R=3.12
	Brique creuse E=10cm	$\lambda=0.48w/m.c^{\circ}$	R=0.20	
	Enduit plâtre E=2cm	$\lambda=0.35w/m.c^{\circ}$	R=0.06	
Le Plancher bas	Carrelage E=1cm	$\lambda=1.7 w/m.c^{\circ}$	R=0.0058	1/hi+1/he= 0.14m <sup>2</sup> c°/w Rt=0.20 K= 1/R=4.78w/m <sup>2</sup> .c°
	Mortier ciment : E=5cm	$\lambda= 1.4w/m.c$	R=0.035	
	Béton : E=5cm	$\lambda=1.75w/m.c^{\circ}$	R=0.028	
Plancher haut	Carrelage : E=1 cm	$\lambda=1.7w/m.c^{\circ}$	R=0.005	1/hi+1/he= 0.22m <sup>2</sup> .c°/w Rt=1.91 K=1/R=0.523w/m <sup>2</sup> .c°
	Mortier ciment : E=5cm	$\lambda=1.4w/m.c^{\circ}$	R=0.035	
	Béton : E=4 cm	$\lambda= 1.75 w/m.c^{\circ}$	R=0.022	
	Hourdis : E=16 cm	$\lambda=0.14 w/m.c^{\circ}$	R=0.14	
	L'âme d'air : E=20 cm	$\lambda= 0.42w/m.c^{\circ}$	R=1.42	
	Faux Plafond : E=3 cm		R=0.072	

Tableau 3. 7:composition des parois.



## 7. Les caractéristiques de la nature des murs

### 7.1 Parois externes « Panneau sandwich »

les panneaux sandwichs offrent une solution efficace et économique pour la construction de bâtiments à haute performance énergétique et acoustique, tout en offrant une grande flexibilité en termes de design grâce au parement en béton architectonique.

### 7.2 Compositions des parois et la menuiserie

La menuiserie	Dimension	Type de vitrage	Nature de la menuiserie	K(m <sup>2</sup> C°/W)
<b>Portes</b>	(0.84×2.10)	Opaque	-En Aluminium	4.5
	(0.94×2.10)		-En Bois	2.00
	(2.50×2.20)		-En Bois	2.00
	(1..00×2.10)		-En métal -	4.5
<b>Fenêtres</b>	(0.50×0.50)	Double vitrage	-En PVC	2.47
	(2.00×1.90)		-En aluminium	2.04
	(0.80×0.95)		-En PVC	2.47

Tableau 3. 8:la menuiserie.

Sachant que :

$e$  : l'épaisseur de la couche de matériau. (m).

$\lambda$  : la conductivité thermique du matériau. (w/m c°).

$\frac{1}{h_i}, \frac{1}{h_e}$ : Les résistances thermiques d'échanges superficielle interieur et exterieure. (m<sup>2</sup> C°/W).

$K$  : coefficient de transmission surfacique. (W/C°m<sup>2</sup>).

$R_{total}$ : Résistance superficiel total (m<sup>2</sup> C°/W).

$r$ : Résistance superficiel de chaque Paroi (m<sup>2</sup> C°/W).

Il est vrai que l'étude des bâtiments existants est importante pour comprendre et maîtriser le comportement thermique des bâtiments. Cela permet d'examiner tous les composants du bâtiment, y compris le contexte climatique environnant, afin de comprendre les phénomènes physiques qui influent sur le fonctionnement thermique de l'espace et de proposer des solutions adéquates pour résoudre les problèmes détectés.

## **conclusion**

Il est vrai que l'efficacité énergétique d'un hôtel passe par une bonne conception architecturale, un traitement adapté de l'enveloppe et du renouvellement d'air, ainsi qu'une bonne gestion du bâtiment. Les stratégies d'efficacité énergétique peuvent considérablement réduire la consommation d'énergie dans le bâtiment. Plusieurs paramètres agissent sur le comportement thermique du bâtiment, y compris sa forme, son orientation, ses éléments constructifs et les aménagements intérieurs.

Dans cette analyse globale de l'hôtel, vous avez présenté l'architecture de l'hôtel et rassemblé toutes les informations nécessaires pour réaliser une étude d'efficacité thermique. Pour améliorer l'efficacité énergétique de l'hôtel, il est important de prendre en compte les caractéristiques thermiques des matériaux de construction, l'isolation, la ventilation et le système de chauffage et de climatisation. Il peut également être utile d'examiner les comportements des usagers en matière de gestion de l'énergie et de régulation thermique.

En fin de compte, une analyse complète de l'efficacité énergétique d'un hôtel peut aider à identifier les domaines où des améliorations peuvent être apportées pour réduire la consommation d'énergie et améliorer le confort thermique des usagers. Ces améliorations peuvent inclure l'installation de panneaux solaires, l'ajout d'isolation, le remplacement des fenêtres ou l'amélioration de la gestion de l'énergie dans le bâtiment.

## Chapitre 04: **Modélisation Thermique dynamique**

## **Introduction**

Afin d'étudier le comportement thermique de notre cas d'étude, on a opté pour l'utilisation du logiciel « Pleiades » qui sert à calculer d'une façon précise les flux thermiques, et ce qui permet de vivre virtuellement le bâtiment sur une année entière, donc dans cette partie nous allons présenter le logiciel d'étude, en introduisant les paramètres et les compositions des parois pour faire un modèle de la partie étudié (RDC), avec le fichier de donnée météorologique et les différents scenarios de fonctionnements.

### **1. Définition de la modélisation**

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

La simulation permet de nous donner trois réponses :

Évolution des températures.

Taux d'inconfort.

Besoins et consommation en chauffage et climatisation.

### **2. Présentation des logiciels de simulation utilisés**

#### **2.1 Pleiades + Comfie:**

Pleiades (version 5.23.4.3) est un outil de prévision du comportement thermique d'un bâtiment. C'est un outil de simulation en dynamique des performances énergétiques des bâtiments, il est utilisé pour analyser en dynamique les performances thermiques Il permet d'établir un bilan énergétique et d'analyser l'influence de nombreux paramètres (comme les protections solaires, les vitrages, l'inertie etc).

#### **2.2 MeteoNorm7:**

Un outil de référence qui s'appuie sur plus de 25 années d'expérience dans les bases de données météorologiques, il contient une base très exhaustive de données météorologiques mais également des algorithmes permettant de créer, à partir des valeurs mesurées, des fichiers météo dans n'importe quel endroit sur le globe.

### **3. Pleiades BIBLIOTEQUE :**

La base des données des éléments constitutifs du bâtiment accessible depuis les autres composants de Pleiades. Matériaux, menuiseries, équipement, elle comporte aussi des éléments pour décrire l'usage (scénarios) et l'environnement proche du bâtiment.

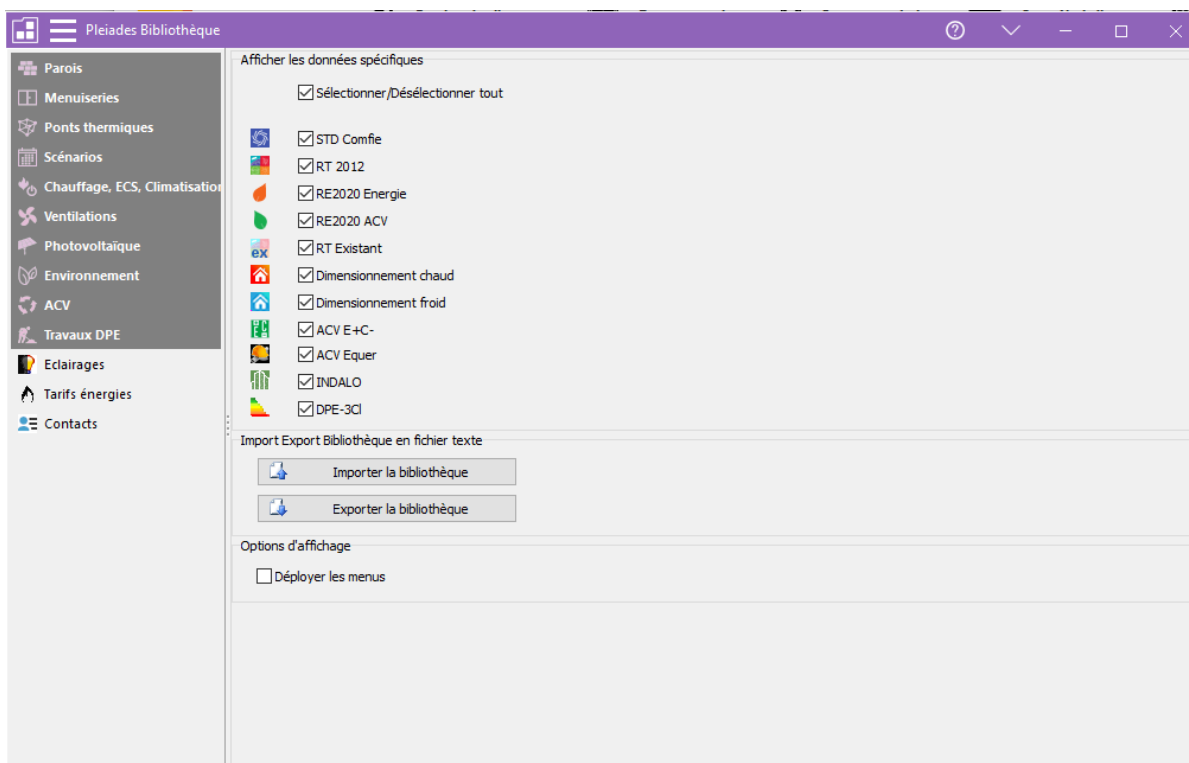


figure 4. 1:Pleiades BIBLIOTHEQUE.

## 4. Création d'un projet sous Pliéade+comfie

### 4.1 composition des éléments constructifs

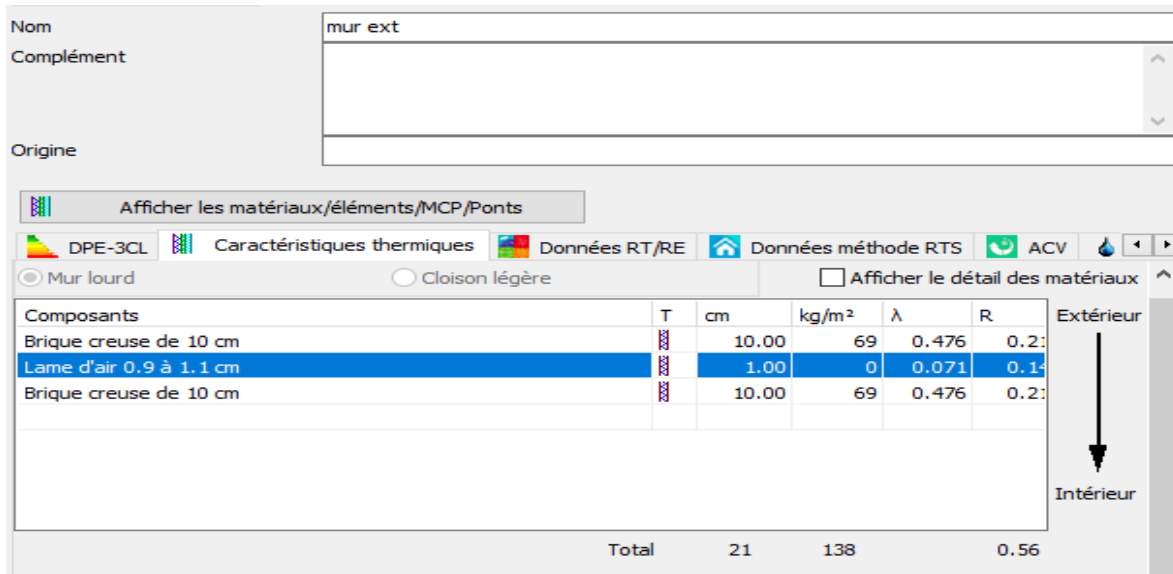


figure 4. 2: mur exterieure.

Nom: mur int

Complément:

Origine:

Afficher les matériaux/éléments/MCP/Ponts

DPE-3CL Caractéristiques thermiques Données RT/RE Données méthode RTS ACV

Mur lourd Cloison légère

Composants	T	cm	kg/m <sup>2</sup>	λ	R
Enduit plâtre	↓	2.000	30	0.35	0.06
Brique creuse de 10 cm	↓	10.00	69	0.476	0.21
Enduit plâtre	↓	2.000	30	0.35	0.06
Total					
		14	129	0.33	

Extérieur ↓ Intérieur

figure 4. 5: mur interieure.

Nom: plancher bas

Complément:

Origine:

Afficher les matériaux/éléments/MCP/Ponts

DPE-3CL Caractéristiques thermiques Données RT/RE Données méthode RTS ACV

Mur lourd Cloison légère

Composants	T	cm	kg/m <sup>2</sup>	λ	R
Carrelage	↓	1.000	23	1.7	0.03
Mortiers ciment ou chaux ( ρ > 2000)	↓	5.000	100	1.8	0.03
Béton lourd	↓	5.000	115	1.75	0.03
Total					
		11	238	0.07	

Extérieur ↓ Intérieur

figure 4. 4:plancher bas.

Nom: toiture

Complément:

Origine:

Afficher les matériaux/éléments/MCP/Ponts

DPE-3CL Caractéristiques thermiques Données RT/RE Données méthode RTS ACV

Mur lourd Cloison légère

Composants	T	cm	kg/m <sup>2</sup>	λ	R
Carrelage	↓	1.000	23	1.7	0.03
Mortiers ciment ou chaux ( ρ > 2000)	↓	5.000	100	1.8	0.03
Béton lourd	↓	4.000	92	1.75	0.02
Hourdi de 14 en terre cuite	↓	16.00	178	0.762	0.21
Lame d'air > 1.3 cm	↓	1.50	0	0.094	0.16
Plafond plaque plâtre entraxe >45cm sc	↓	17.50	144	1.655	0.11
Total					
		45	537	0.54	

Extérieur ↓ Intérieur

figure 4. 3: toiture.

Type des ouvertures :

**Caractéristiques du vitrage**

Classe Fenêtres

Nom Fen alu DV EKD 4.12.4

Complément Double vitrage 4 + 4 mm huisserie alu à rupture thermique

Origine St GOBAIN - DIAMANT + PLANITHERM SOLAR

Nombre de vitrages 2 Vitrages

Changer les caractéristiques

Facteur solaire moyen 0.60

Coeff U moyen 2.04 W/(m2.K)

% de vitrage 80 %

Vitrage

Facteur solaire 0.75

Coeff U Vitrage 1.80 W/(m2.K)

Cadre

Coeff U Opaque 3.00 W/(m2.K)

figure 4. 6:caractéristique de fenêtre en aluminium.

**Caractéristiques du vitrage**

Classe Fenêtres

Nom Fen PVC DV 4.12.4

Complément -

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

Nombre de vitrages 2 Vitrages

Changer les caractéristiques

Facteur solaire moyen 0.57

Coeff U moyen 2.47 W/(m2.K)

% de vitrage 70 %

Vitrage

Facteur solaire 0.81

Coeff U Vitrage 2.80 W/(m2.K)

Cadre

Coeff U Opaque 1.70 W/(m2.K)

figure 4. 7:caractéristique de fenêtre en PVC.

Type de portes :

**Caractéristiques du vitrage**

Classe Portes

Nom Porte métallique

Complément

Origine Guide de la thermique dans l'habitat neuf

Nombre de vitrages Opaque

Changer les caractéristiques

Facteur solaire moyen 0.00

Coeff U moyen 5.80 W/(m2.K)

% de vitrage 0 %

Vitrage

Facteur solaire 0.00

Coeff U Vitrage 3.50 W/(m2.K)

Cadre

Coeff U Opaque 5.80 W/(m2.K)

figure 4. 8:caractéristique de la porte métallique.

## 5. Identification de la station Météorologique

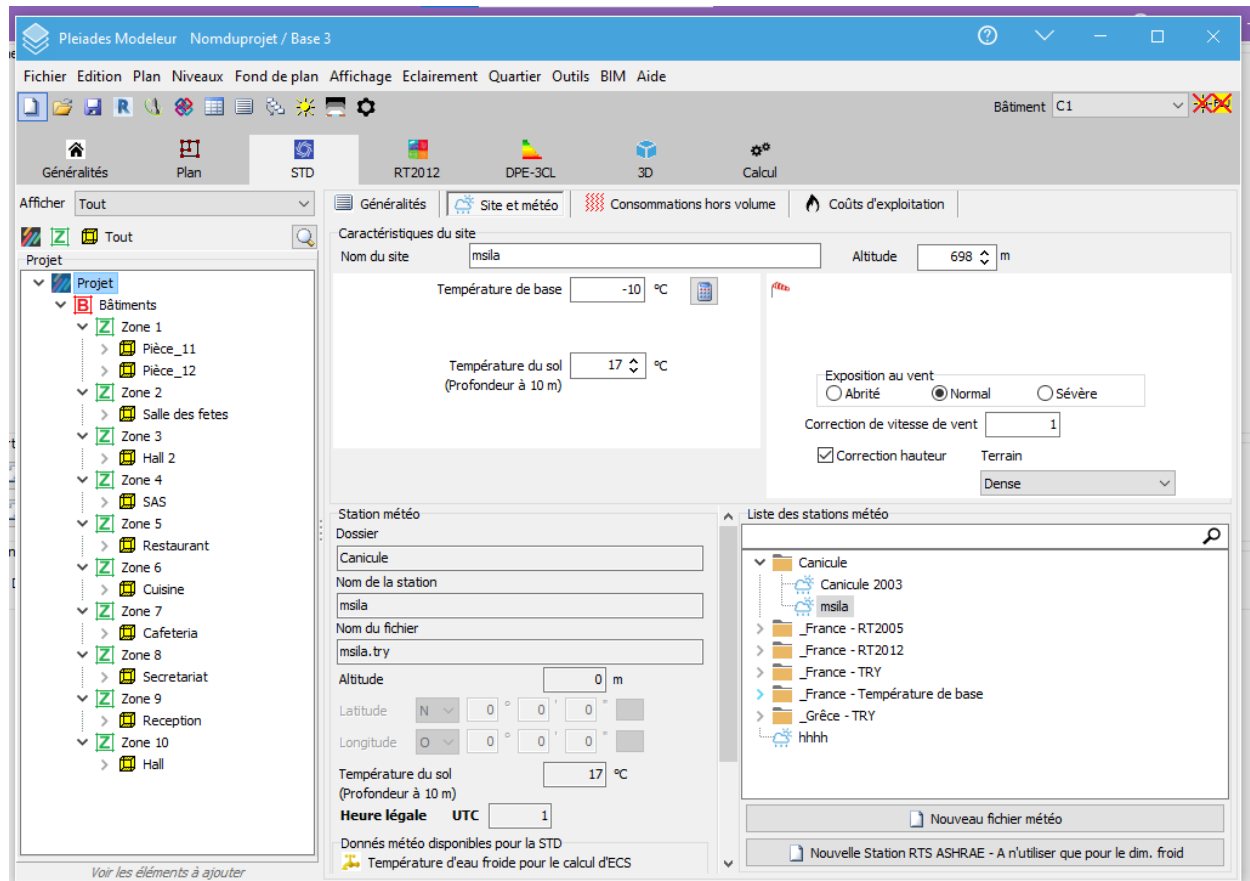


figure 4. 9: identification de la station météorologique sous pleiades.

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

## 6. Dessin du plan sous modeleur

- ✓ Caractéristiques des murs
- ✓ Caractéristiques des ouvrants
- ✓ Identification des pièces
- ✓ Définition de l'orientation
- ✓ Définition du site



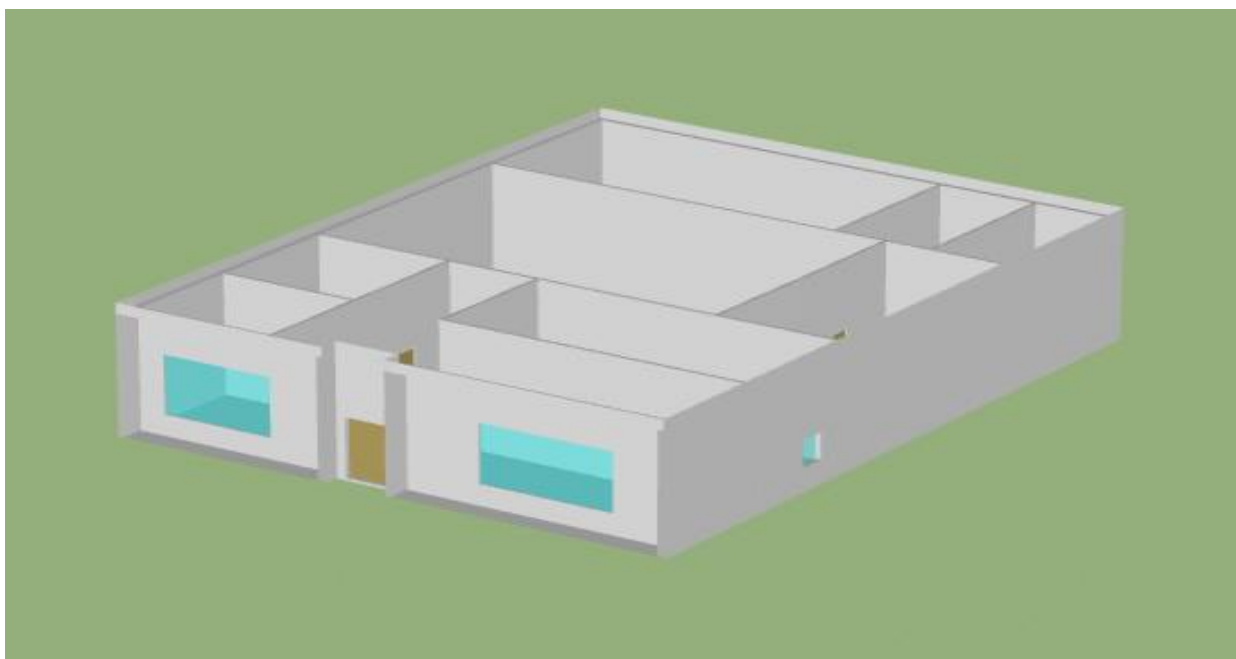
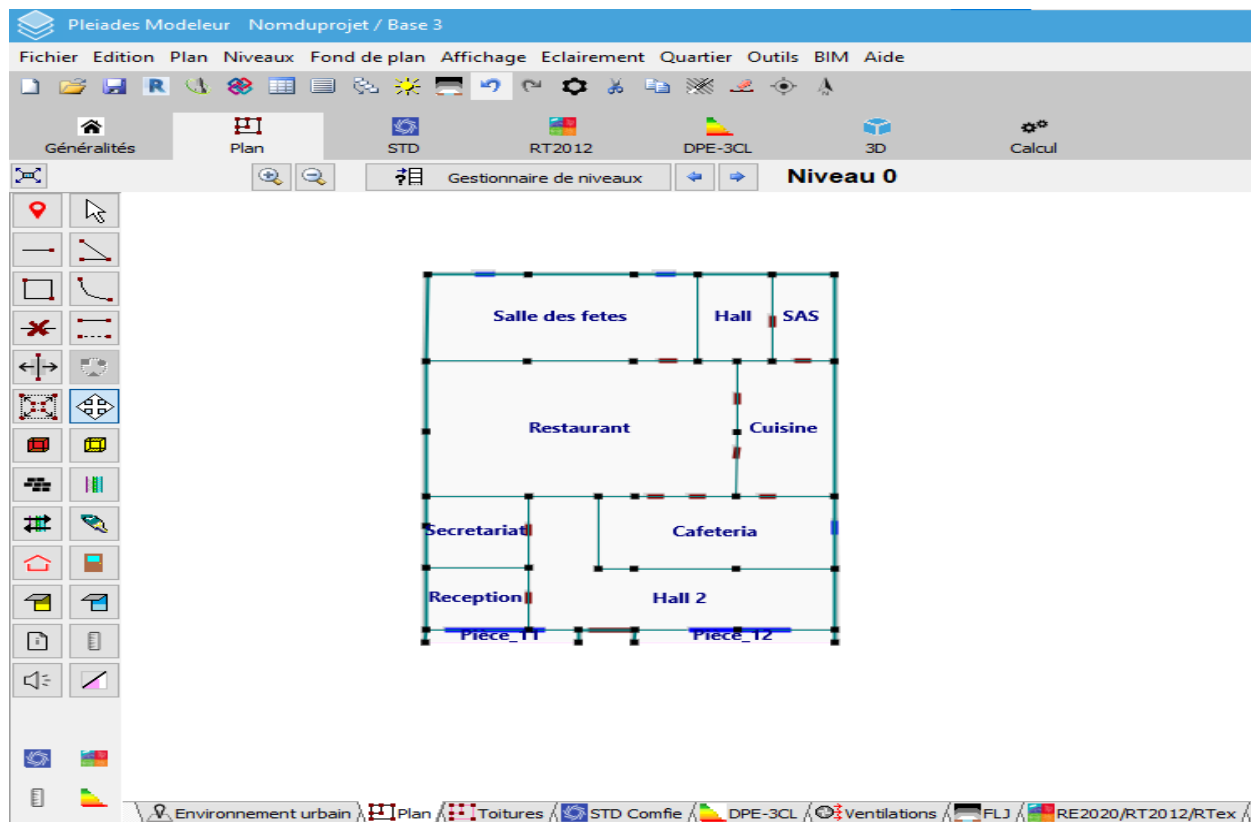


figure 4. 10: plan en 3D sous modeleur.

## 6.1 Caractéristiques des parois :

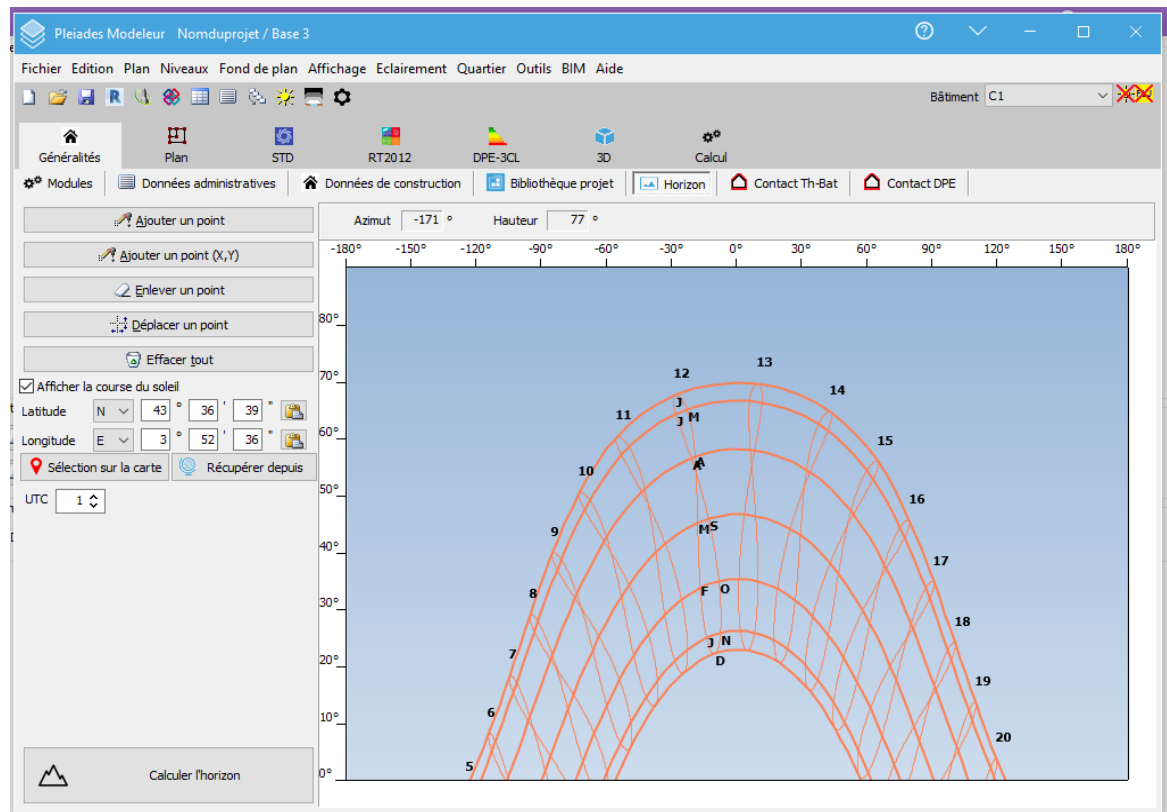


figure 4. 11:Caractéristiques des parois.

## 7. Définition des scénarios

**7.1 Scénarios d'occupation:** Le scénario d'occupation : permet de déterminer le nombre d'utilisateurs du logement ainsi que le taux de fréquentation de l'espace par heure, le but de ce scénario est de déterminer les apports internes produits par les occupants de la maison étudiée. Pour notre simulation, nous avons décidé d'effectuer des scénarios d'occupation déférentes pour chaque zone selon l'occupation de l'espace par heure.

**la zone 01:** salle des fete , **la zone 02:**hall , **la zone 03:**sas , **la zone 04:**restaurant , **la zone 05:**cuisin,  
**la zone 06:** cafetéria ,**la zone 07:** secrétaria , **la zone 08:** reception ,**la zone 09:** hall 2.

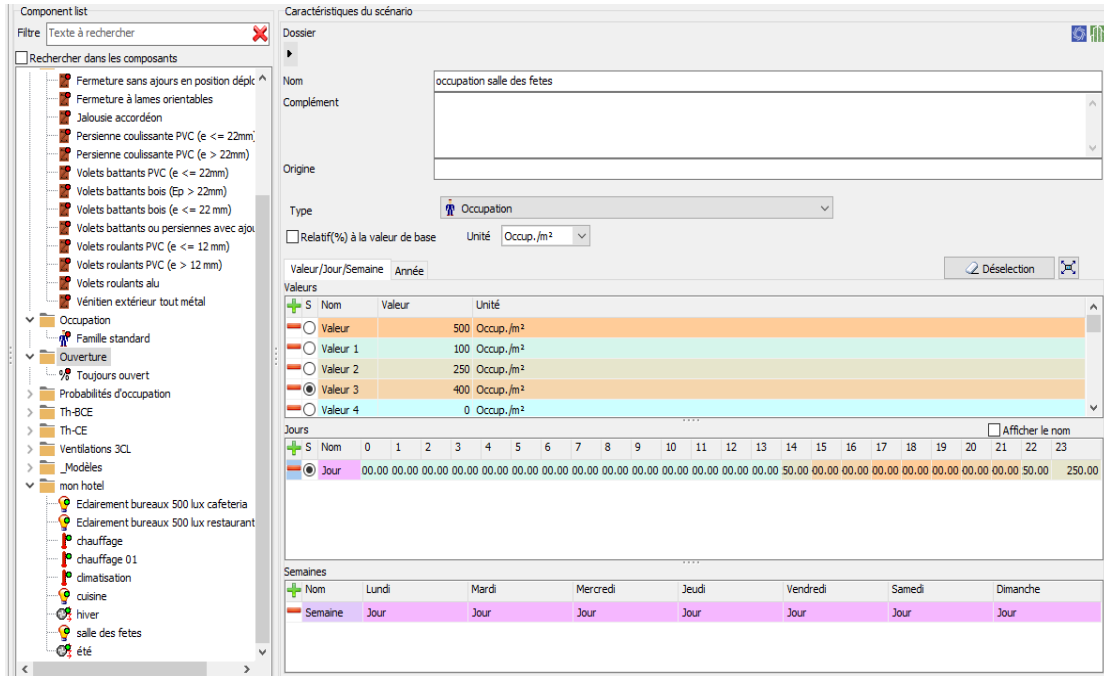


figure 4. 12:scénario d'occupation zone 01: salle des fetes.

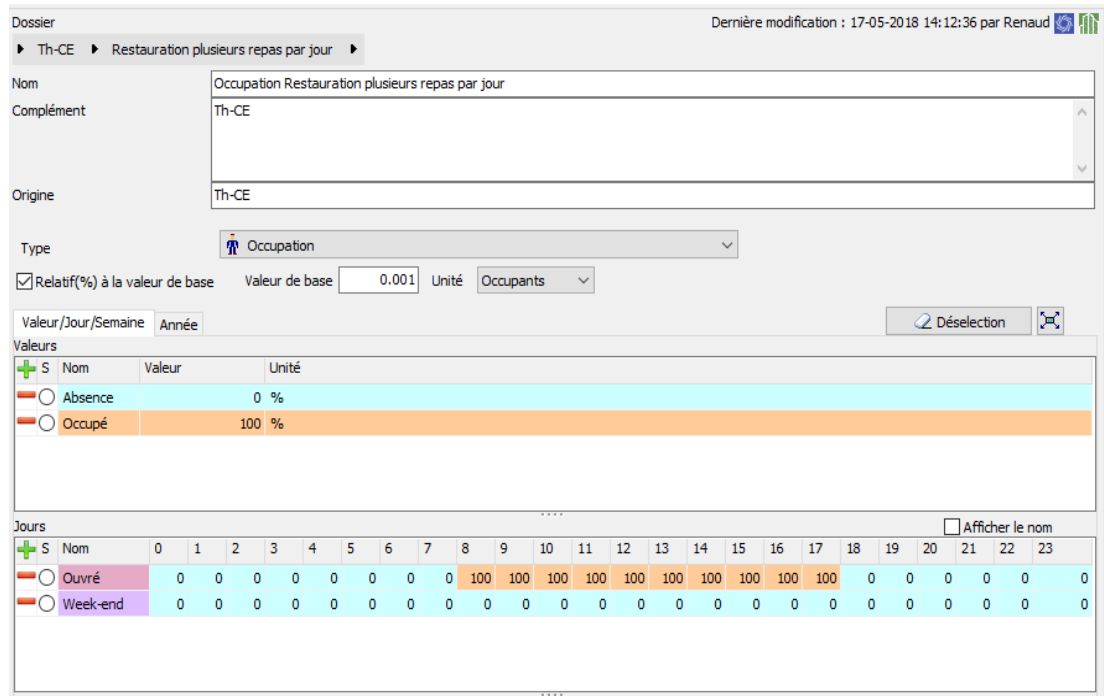


figure 4. 13: scénario d'occupation zone 04:restaurant.

Nom Occupation Hôtellerie et autres hébergements  
 Complément cafeteria  
 Origine  
 Type Occupation  
 Relatif(%) à la valeur de base    Unité Occupants

Valeur/Jour/Semaine Année    Déselection

Valeurs

S	Nom	Valeur	Unité
<input checked="" type="radio"/>	valeur	100	Occupants
<input type="radio"/>	valeur 1	0	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 checked="" type="radio"/>	Ouvré	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0
<input type="radio"/>	Week-end	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Semaines

S	Nom	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
<input checked="" type="radio"/>	Semaine	Ouvré	Ouvré	Ouvré	Ouvré	Ouvré	Week-end	Week-end

OK    Annuler

figure 4. 15:scénario d'occupation zone 06 :cafétéria.

Nom Occupation hôtellerie et autres hébergements  
 Complément reception  
 Origine  
 Type Occupation  
 Relatif(%) à la valeur de base    Unité Occupants

Valeur/Jour/Semaine Année    Déselection

Valeurs

S	Nom	Valeur	Unité
<input checked="" type="radio"/>	valeur	100	Occupants
<input type="radio"/>	valeur 1	0	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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	0	0	0
<input checked="" type="radio"/>	Week-end	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	0	0	0	0	0	0

Semaines

S	Nom	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
<input type="radio"/>	Semaine	Ouvré	Ouvré	Ouvré	Ouvré	Ouvré	Week-end	Week-end

OK    Annuler

figure 4. 14:scénario d'occupation zone 08:reception.

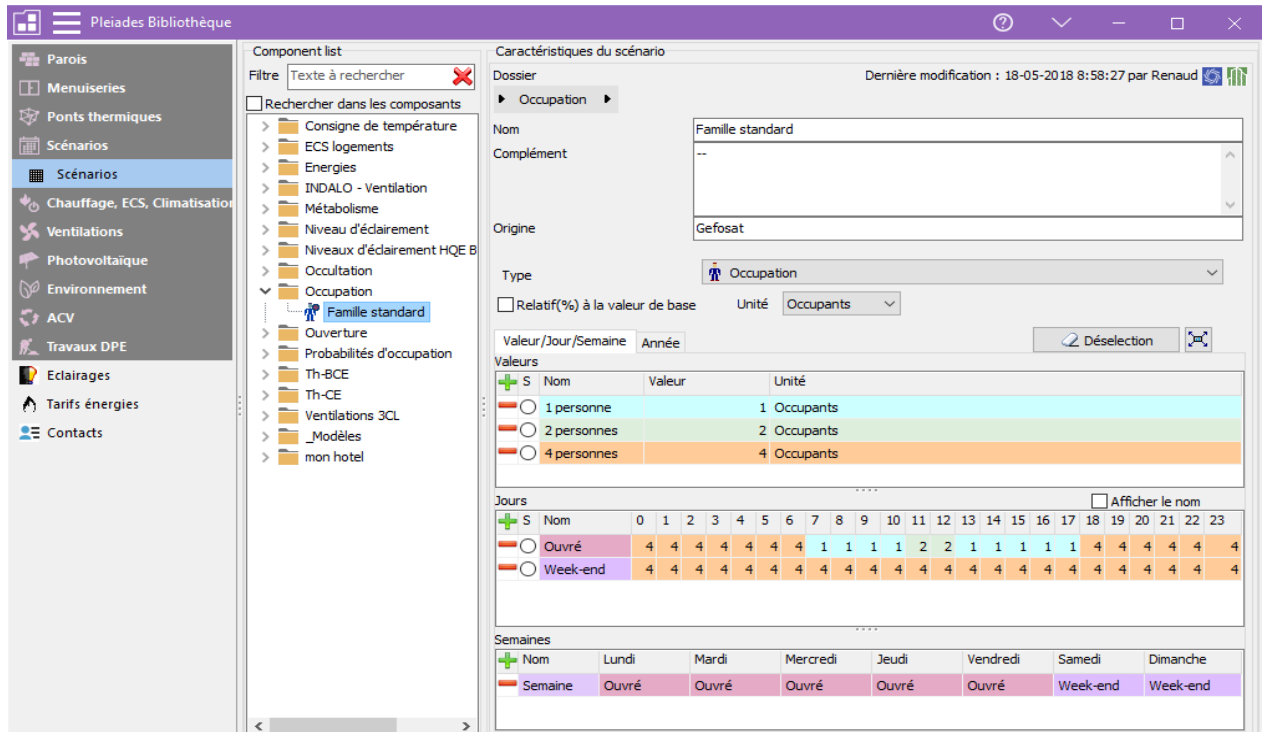


figure 4. 16: occupation famille standard.

## 7.2 consigne de ventilation

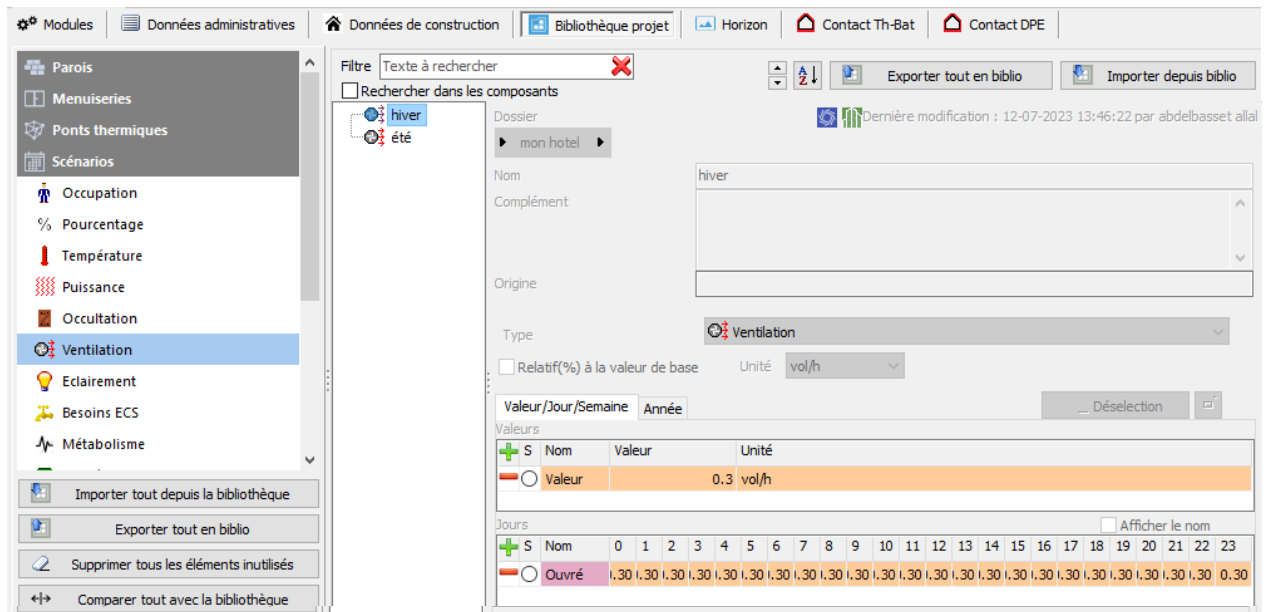


figure 4. 18: consigne de ventilation en été.

figure 4. 17: consigne de ventilation en hiver.

On propose un taux de renouvellement standard de 0.6 vol /h

### 7.3 Scénario de la puissance dissipé

Afin de déterminer les apports internes produits par les appareils.

- TV+ démodulateur (100+100 watts).
- 1 lampes(33watts).

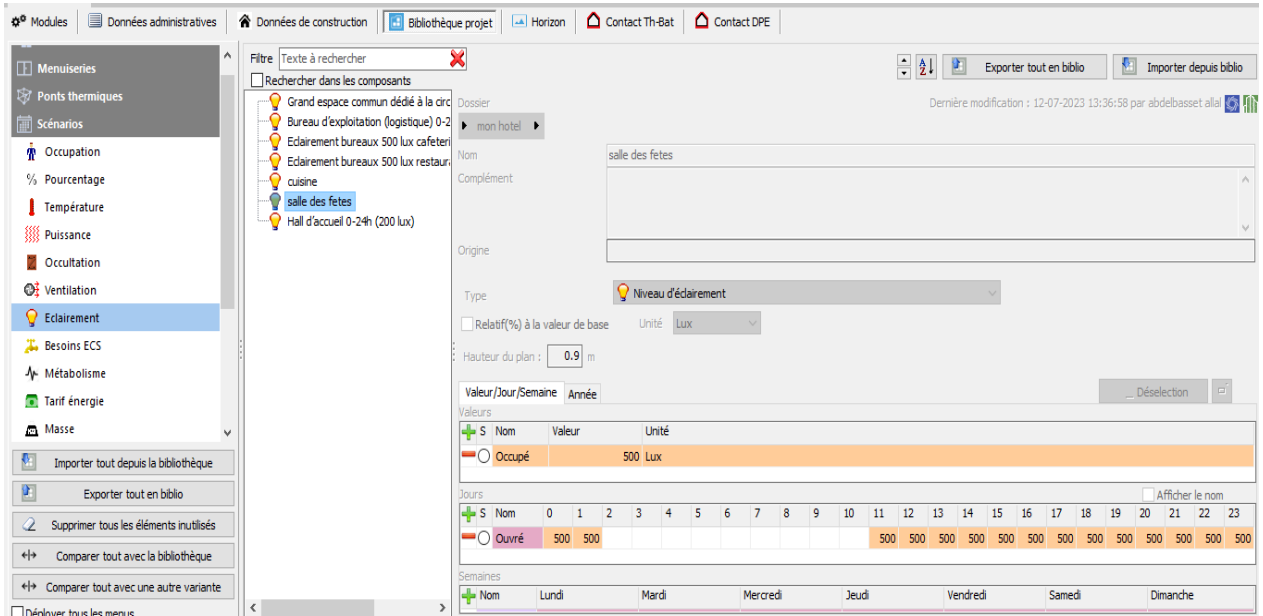


figure 4. 19: Eclairage salle des fetes.

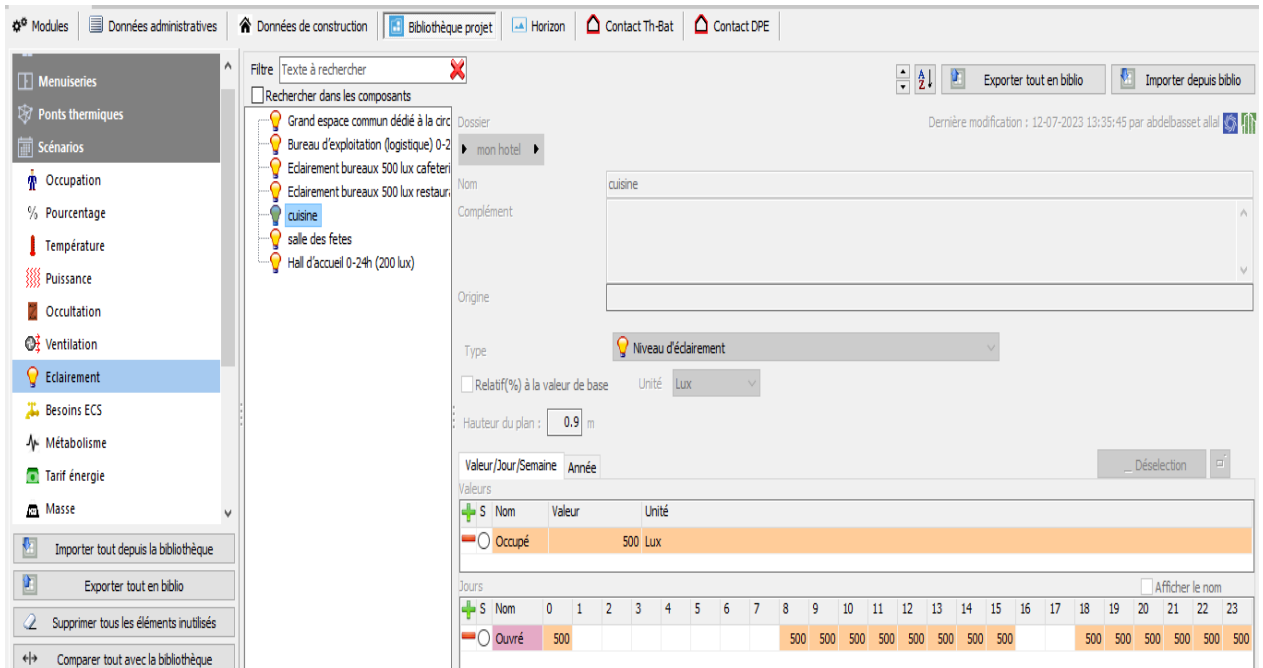


figure 4. 20: Eclairage de cuisine.

## 8. La simulation

Les simulations de comportement thermique du bâtiment sont une méthode courante pour évaluer l'efficacité énergétique et les économies potentielles associées à des améliorations de l'enveloppe du bâtiment. Dans notre cas, deux simulations ont été effectuées pour la semaine la plus froide et la semaine la plus chaude, sans et avec consigne thermostat, pour comparer le comportement thermique de l'hôtel dans les différents scénarios.

La première simulation a été réalisée avec la composition originale de l'hôtel, tandis que la deuxième simulation a été réalisée avec un renforcement d'isolation et une nouvelle menuiserie. Les résultats de ces simulations peuvent aider à déterminer si les améliorations proposées sont justifiées du point de vue de l'efficacité énergétique et des économies potentielles.

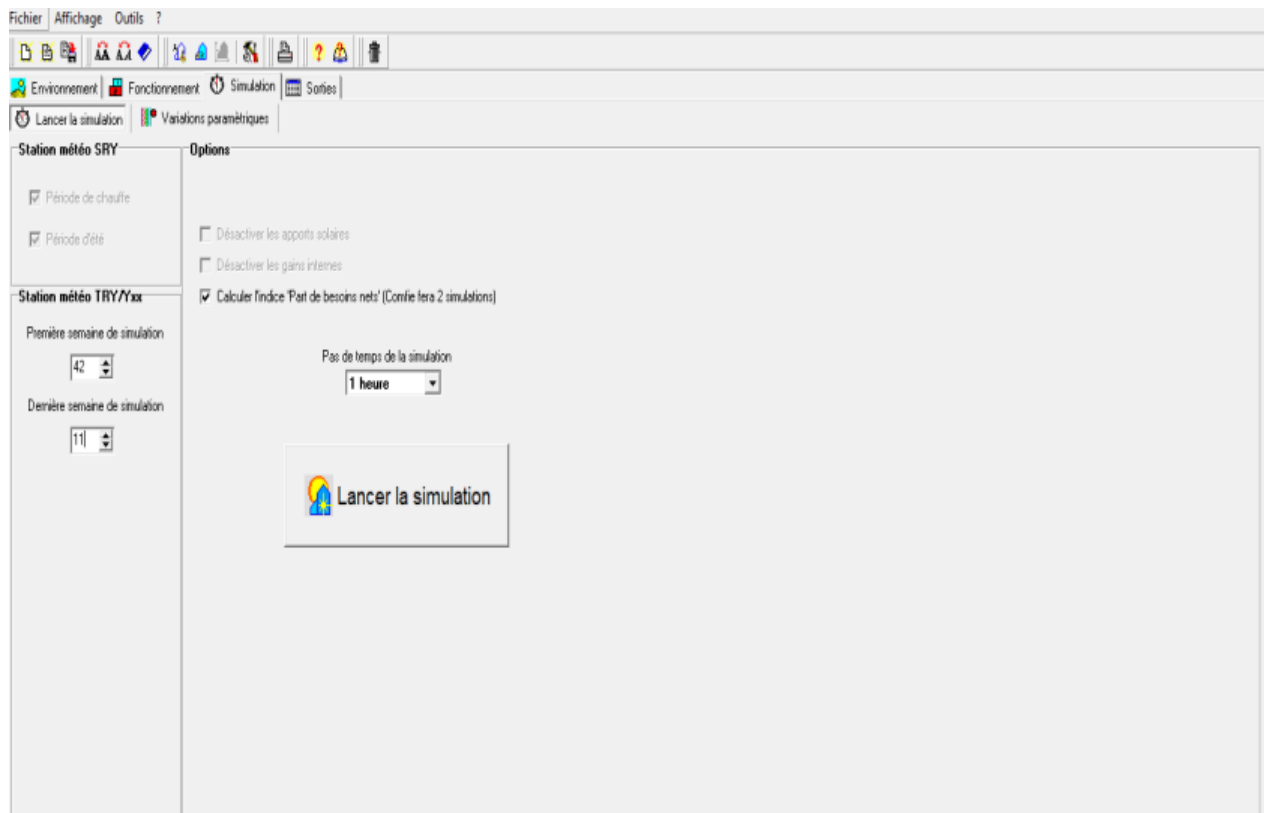


figure 4. 21:Lancement de la simulation.

**Conclusion**

- Les scénarios de fonctionnement sont utilisés afin d'identifier les besoins en chauffage ainsi que l'évolution des températures.
- La STD permet de prendre en compte l'inertie thermique du bâtiment ; les ponts thermiques, le comportement des usagers, la stratégie de régulation et de mener les études de sensibilités afférentes. Elle permet donc d'identifier et de quantifier l'impact des différentes fuites énergétiques (ponts thermiques, infiltration, ventilation...) afin de valider les concepts et solutions techniques retenues.



## Chapitre 05 : Résultats et Discussions

## Introduction

Les résultats de cette étude ; bilan thermique, bilan économique, ainsi que la simulation avec outil informatique « PLEIADES + CONFIE » seront présentés dans ce chapitre.

### 1. Présentation de la Simulation

La simulation a été faite dont le but d'évaluer le comportement thermique de notre cas d'étude ainsi que pour déterminer les besoins et la puissance en chauffage.

#### 1.1 Résultats et commentaires des graphes

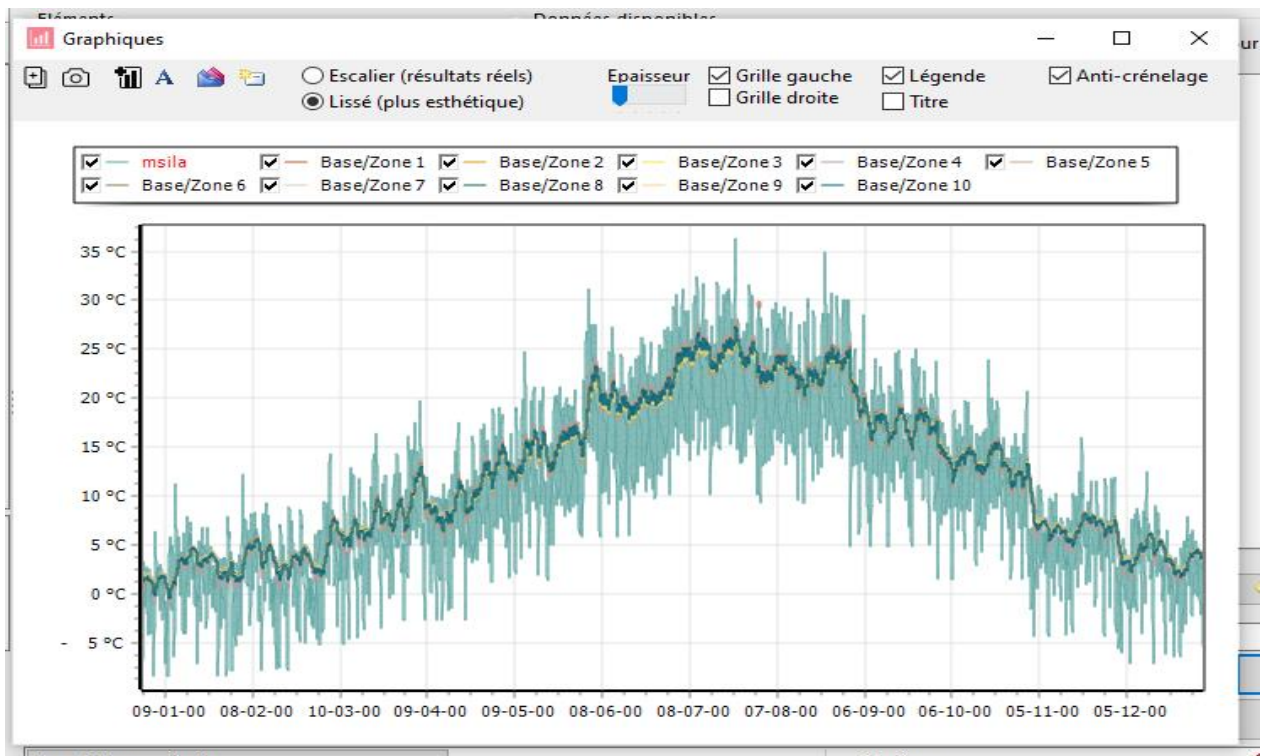


figure5. 1:Évolution des températures tout au long de l'année.

1.1.1 Simulation 01 sans l'isolation

a. Sans consigne thermostat

La semaine la plus chaude

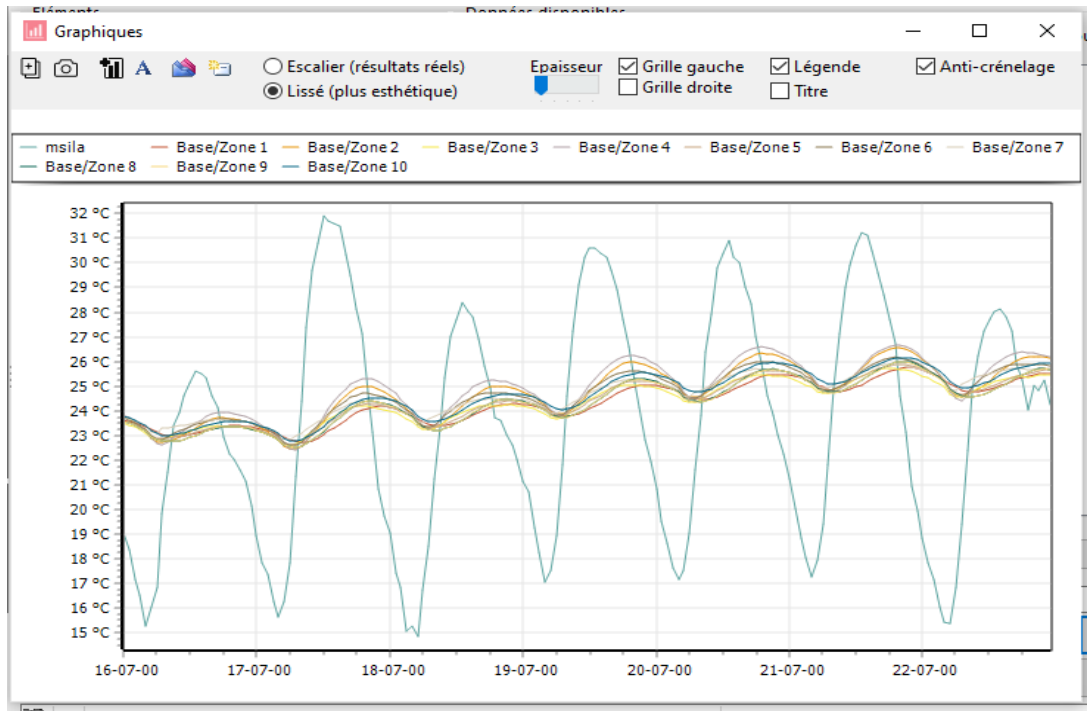


figure5. 2: Evolution des températures durant la semaine la plus chaude.

La semaine la plus froide

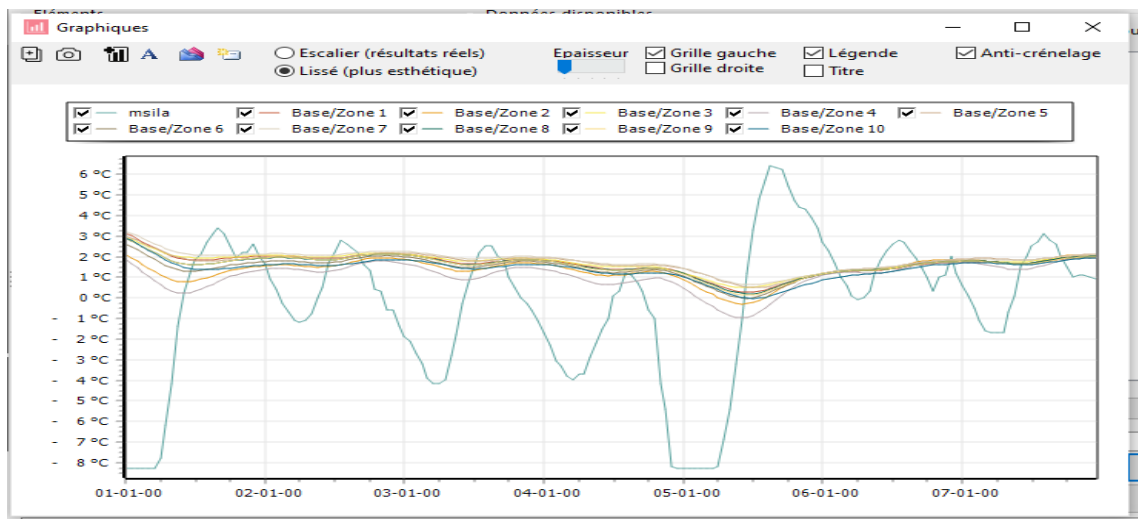


figure5. 3: Evolution des températures durant la semaine la plus froide.

**b. Avec consigne thermostat**

**La semaine la plus chaude**

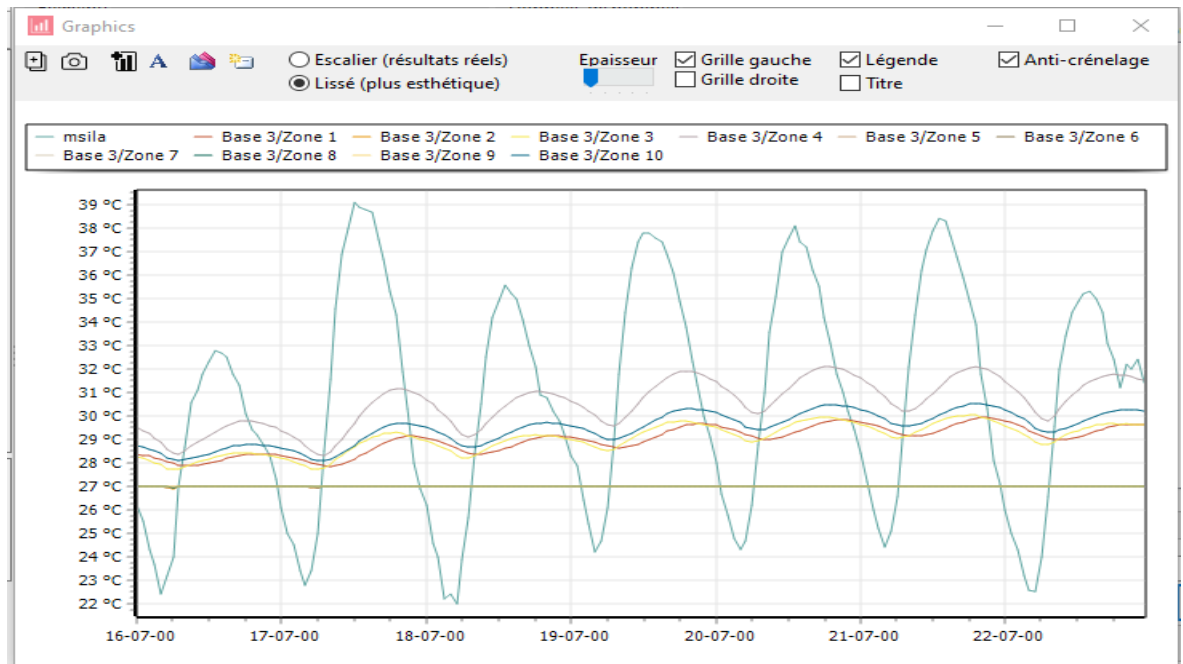


figure5. 4: Evolution des températures durant la semaine la plus chaude.

**La semaine la plus froide**

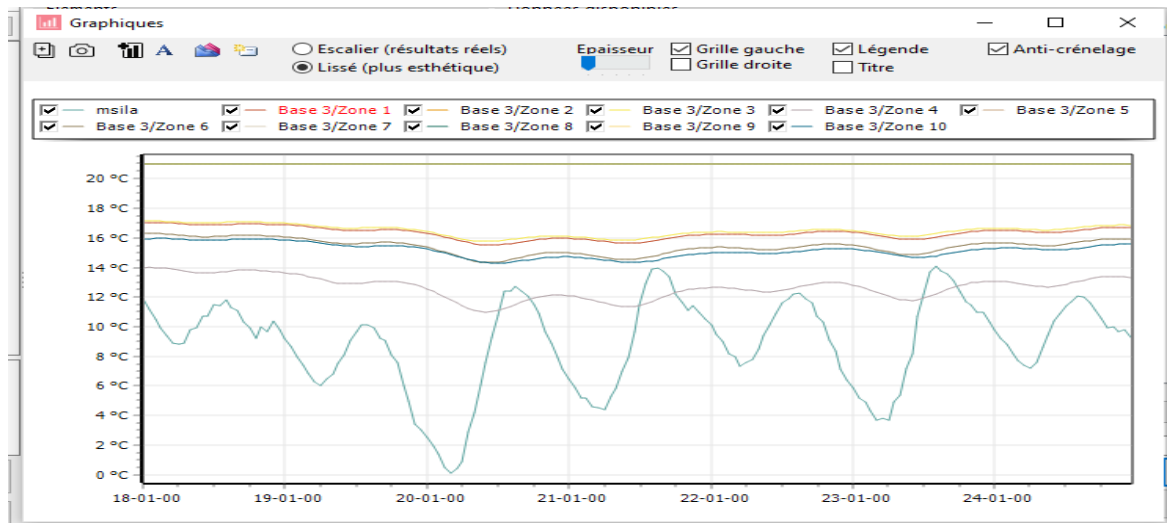


figure5. 5: Evolution des températures durant la semaine la plus froide.

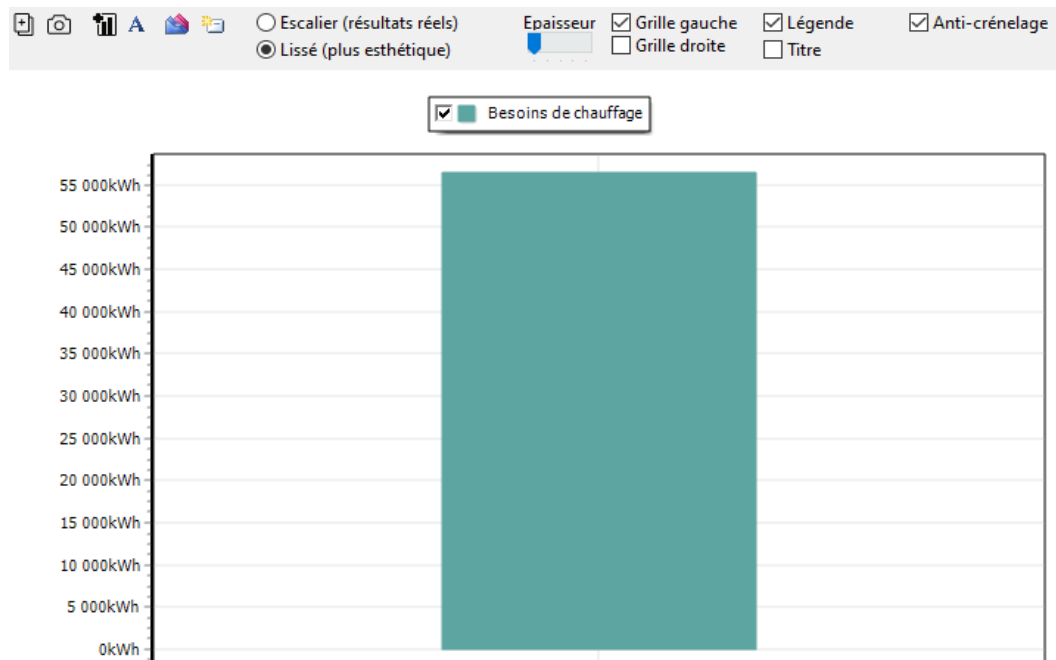


figure5. 6:besoins de chauffage.



figure5. 7:besoins de rafraîchissement.

**c. Tableau des besoins**

Les besoins en chauffage et climatisation de la variante 1

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	56 471	168	8 470	22	89 906	17 165	7.8	22.9	33.5
Zone 1	0	0	0	0	0	0	10.7	21.6	30.6
Zone 2	15 339	186	2 203	27	22 926	4 619	10.2	23.8	30.5
Zone 3	0	0	0	0	0	0	10.7	21.6	30.7
Zone 4	0	0	0	0	0	0	7.8	20.1	33.5
Zone 5	19 608	133	2 262	15	34 255	4 796	10.9	23.8	29.5
Zone 6	0	0	1 239	27	0	2 427	10.2	20.9	30.1
Zone 7	11 159	188	1 464	25	16 627	2 589	11.0	23.8	29.6
Zone 8	4 939	196	630	25	8 591	1 370	10.8	23.8	29.5
Zone 9	5 428	249	671	31	7 507	1 364	10.7	23.8	29.5
Zone 10	0	0	0	0	0	0	10.0	21.1	31.4

tableau5. 1:Tableau des besoins en chauffage et climatisation de la variante 1.

**Conclusion**

- Après l’intégration de la consigne thermostat, dans le deuxième étage on a constaté un confort thermique en hiver dans les deux simulations.
- On est arrivé à une baisse de consommation avec le traitement d’isolation et le choix de la menuiserie.

## **Conclusion Générale**

### **Conclusion Générale**

Cette étude se concentre sur l'analyse du comportement thermique de l'hôtel, et elle a permis de tirer plusieurs conclusions importantes. Les résultats de l'étude paramétrique, réalisée à l'aide d'un outil de simulation de modélisation thermique dynamique, mettent en évidence que le traitement de l'enveloppe extérieure du bâtiment peut réduire considérablement la consommation énergétique, améliorant ainsi sa performance énergétique.

L'étude de l'impact de l'intégration d'un système de rafraîchissement adiabatique (PDEC) a également révélé des résultats intéressants, montrant que ce système permet d'atteindre un niveau de confort hygrothermique satisfaisant dans les maisons du climat semi-aride.

De plus, les résultats concernant le choix du vitrage démontrent son influence significative sur les pertes thermiques, qui ont été réduites de 15% à 6% en remplaçant un simple vitrage par un double vitrage à faible émissivité avec gaz argon. Des améliorations similaires ont été observées après avoir remplacé la brique creuse par la brique mono-mur en terre cuite et en intégrant de l'isolant en liège, qui a permis de réduire les pertes thermiques de la surface opaque de 22% à 8%. Cette optimisation a entraîné une amélioration significative de la qualité des températures intérieures, se rapprochant de la plage de confort thermique, et par conséquent, une diminution de la quantité d'énergie nécessaire pour le chauffage et la climatisation.

Ces résultats soulignent l'importance cruciale du choix des matériaux de construction de la façade, en tenant compte de leur adaptation au contexte climatique, en particulier en privilégiant l'utilisation de matériaux locaux. Cette approche joue un rôle primordial dans la détermination de la qualité du confort thermique à l'intérieur des bâtiments et de leur efficacité énergétique.

**Bibliographie**

- [1] APRUE : L'agence nationale pour la promotion et la rationalisation de l'utilisation de l'énergie en Algérie.
- [2] Dictionnaire le petit Larousse illustré, édition la rousse, 2012, p 545.
- [3] Établissement touristique d'hébergement, Décret 85-12 du 26-11-1985,( loi tunisienne ).
- [4] Article n 4 du Décret exécutif n° 2000-46 du 25 Dhou El Kaada 1420 correspondant au 1er mars 2000 définissant les établissements hôteliers et fixant leur organisation, leur fonctionnement ainsi que les modalités de leur exploitation ( loi algérienne ).
- [5] Dictionnaire Larousse, Edition la rousse, disponible en ligne :  
<http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/hôtel/40476?q=hotel#40386>
- [6] ODIT (observation développement et ingénierie touristique France), GLOSSAIRE DES HEBERGEMENTS TOURISTIQUES (Actualisation mai 2006), p9.
- [7] En ligne : <http://fr.calameo.com/read/000899869b469be82c6ab>
- [8] En ligne : <https://www.joradp.dz> ,Décret exécutif n° 2000-46 du 25 Dhou El Kaada 1420 correspondant au 1er mars 2000 définissant les établissements hôteliers et fixant leur organisation, leur fonctionnement ainsi que les modalités de leur exploitation, p.3
- [9] ERNEST Neufert, 10eme édition, édition le moniteur , p216
- [10] En ligne : <https://www.revfine.com/fr/types-de-chambres-dhotel>
- [11] Consoglobe. "L'éco-hôtel ou Ecohôtel".  
<https://www.consoglobe.com/eco-hotel-tourisme-ecologique-ecotourisme-cg>
- [12] France.fr."Hotels éco-responsables en France".  
<https://www.france.fr/fr/actualite/liste/hotels-eco-responsables-france>
- [13] Atelier Bucolique. "Tourisme durable : un éco-hôtel au Sri Lanka".  
<https://atelierbucolique.com/tourisme-durable-un-eco-hotel-au-sri-lanka/>
- [14] Les Echos Solutions. "Environnement : un engagement incontournable pour les entreprises."  
<https://solutions.lesechos.fr/equipe-management/c/environnement-un-engagement-incontournable-pour-les-entreprises-19613/>
- [15] Gouvernement du Québec. "Mettre en place un système de gestion environnemental : une démarche payante." <https://www.economie.gouv.qc.ca/bibliotheques/en-entreprise/diminuer-limpact-environnemental-de-mon-entreprise/mettre-en-place-un-systeme-de-gestion-environnemental-une-demarche-payante/>
- [16] Les Echos. "Les entreprises sont au cœur de la transition climatique".



- <https://www.lesechos.fr/industrie-services/energie-environnement/les-entreprises-sont-au-coeur-de-la-transition-climatique-1152693>.
- [17] En ligne : <https://www.actis-isolation.com/guides/isolation-thermique/lamda-%CE%BB-r-et-u-des-indicateurs-deperformance-thermique-necessaires-mais-pas-suffisants/>, consulté le 3 mai 2022
- [18] En ligne : <https://www.asjp.cerist.dz/en/downArticlepdf/401/12/3/119674>
- [19] En ligne : <https://energieplus-lesite.be/theories/confort11/le-confort-thermique-d1/>
- [20] En ligne : <https://fr.khanacademy.org/science/biologie-a-l-ecole/x5047ff3843d876a6:bio-5e-annee-sciences-de-base/x5047ff3843d876a6:bio-5-1h-homeostasie/a/homeostasis>
- [21] En ligne : <https://www.systemed.fr/isolation-interieure/6-cles-confort-thermique,2442.html>
- [22] En ligne : <https://www.maxicours.com/se/cours/mecanismes-de-transfert-thermique--premiere--svt/>
- [23] En ligne : <https://parlonssciences.ca/ressources-pedagogiques/documents-dinformation/les-transferts-de-chaleur>
- [24] MAALEJ, J « Émetteurs de chaleur dans les bâtiments : comportement thermique et étude des performances ».Thèse de Doctorat, l'université de Valenciennes, 1994 ,p 151.
- [25] CORINNE, M « Travail à la chaleur et confort thermique ». Les notes scientifiques et techniques de l'INRS,NST décembre 1999, p184.
- [26] OLSEN B.W « thermal confort requirement fir floors occuppied by people with bare feet »
- [27] MOUJALLED, B « Modélisation dynamique du confort thermique », thèse de doctorat, présentée à l'institut des sciences appliquées de Lyon .France, 2007.
- [28] Tandfonline. (2011, octobre 4). Energy consumption in buildings in Algeria. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/12795119.2002.9692393>
- [29] CDER. (s.d.). Réglementation thermique algérienne (DTR C3.2/4). [https://www.cder.dz/download/Art20-4\\_5.pdf](https://www.cder.dz/download/Art20-4_5.pdf)
- [30] 123Dok.net. (s.d.). Aspect réglementaire du confort thermique en Algérie. <https://123dok.net/article/aspect-r%C3%A9glementaire-du-confort-thermique-en-alg%C3%A9rie.zx53v09d>
- [31] En ligne : <https://presse.ademe.fr/2021/06/lademe-publie-le-guide-rafraichir-les-villes-des-solutions-variees-19-solutions-pour-lutter-contre-le-rechauffement-urbain.html>.
- [32] En ligne : [https://publications.gc.ca/collections/collection\\_2008/cmhc-schl/nh18-22/NH18-22-107-124F.pdf](https://publications.gc.ca/collections/collection_2008/cmhc-schl/nh18-22/NH18-22-107-124F.pdf)
- [33] En ligne : <https://malcolmsweb.com/quest-ce-que-le-chauffage-solaire-passif-fonctionnement-et-limites/>

- [34] En ligne : <https://lab.cercle-promodul.inef4.org/tool/doc/21>
- [35] En ligne : <https://www.maxicours.com/se/cours/strategie-d-implantation>
- [36] GIVONI .B , L’homme, L’architecture Et Le Climat , Edition: le Moniteur Paris,1978.
- [37] Roulet, Claude-Alain. (2014). Concevoir un bâtiment confortable et sain. Les Cahiers de l'IAU. 147.
- [38] V.OLGYAY, (Design with climate : Bioclimatic approach to architectural regionalism), Princeton : University Press,N.J, USA, 1963,p185.
- [39] En ligne : <https://www.asder.asso.fr/conception-bioclimatique/>
- [40] En ligne : <https://www.guidebatimentdurable.brussels/protections-solaires-exterieures>
- [41] En ligne : <https://energieplus-lesite.be/concevoir/fenetres2/choisir-la-protection-solaire/choisir-une-protection-mobile-fixe-ou-permanente>
- [42] Kemajou, Alexis & Mba, Leopold. (2011). Matériaux de construction et confort thermique en zone chaude Application au cas des régions climatiques camerounaises. Rev. Des. Energies Renouvelables. 14. 239-248.
- [43] La couleur d'une peinture peut influencer la consommation d'énergie. <https://www.energie-environnement.ch/le-saviez-vous/1402-la-couleur-d-une-peinture-peut-influencer-la-consommation-d-energie>
- [44] Ventilation intensive naturelle d'été. <https://www.lemoniteur.fr/article/la-ventilation-naturelle-peut-elle-assurer-le-confort-d-ete.1917964>
- [45] En ligne : <https://www.ecosources.org/puit-canadien>
- [46] En ligne : [http://gallo-romains.maison-pays.com/les\\_romains-pdf/Atrium.pdf](http://gallo-romains.maison-pays.com/les_romains-pdf/Atrium.pdf)
- [47] Le patio de jardin.  
[https://www.m-habitat.fr/terrasse/types-de-terrasses/le-patio-de-jardin-2959\\_A](https://www.m-habitat.fr/terrasse/types-de-terrasses/le-patio-de-jardin-2959_A)
- [48] En ligne : <https://123dok.net/article/parois-transparentes-parois-performantes.z1d3255e> [49]  
Article sur l'isolation thermique de l'enveloppe sur Qualité Construction:  
<https://qualiteconstruction.com/fiche/isolation-thermique-enveloppe/>
- [50] Bâtiments à façades double-peau / 102-15fr.  
<https://services.vkg.ch/rest/public/georg/bs/publikation/documents/BSPUB-1394520214-811.pdf/content>.
- [51] M'Sila : Climat, Température, Quand partir, Météo...]  
(<https://www.ou-et-quand.net/partir/quand/afrique/algerie/msila/>).

## Annexe n°1

Tableau : Moyenne mensuelle des températures maximales en °C pendant la période (1993-2017) de la région de M'sila.

Année	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
1993	36.6	32.6	22.1	20.5	16.5	17.7	25.6	29	37.8	43.7	45.3	42.4
1994	37.1	34.6	24.6	18.6	18.8	23.6	27	29	43.6	43	43.6	43.4
1995	39	28	24.7	19.9	19	23.6	26	26.7	35.8	40.1	41.8	43.1
1996	37.3	30.7	27.5	18.8	20.3	17.7	28.2	27.9	35.6	38.8	43.2	42.2
1997	36.5	30.5	26	23.3	19	24.4	25.5	29.3	37.5	43.7	45.2	43.5
1998	38.5	32.4	22.5	17.2	18.7	21.8	26.5	31.4	32	42.5	44.2	42.2
1999	42.2	29.6	26.6	20	18.3	22.7	25.5	34.1	41.7	43.3	43.3	44.7
2000	37.4	31.8	25.7	19.6	20.2	21.7	24.9	35.7	36.4	42.9	43.9	42
2001	41.2	30.2	25.8	20.3	18.6	21.4	33.8	31.6	38.2	41	43	41.7
2002	39.2	34	26.1	20.7	21.2	22.8	28.5	33.8	39.4	41.3	45.6	41.7
2003	36.2	34	26.1	18.5	20	17.8	24.8	36.8	35.7	42.6	45.2	42.8
2004	40.4	39.3	28.6	18.4	18.8	24.7	25.6	26.8	30	41.5	43.1	43.6
2005	39.2	34.5	24.7	21.5	20.2	21.4	32.8	33	37.2	41.9	46.2	44
2006	36.4	36.3	30.8	19.5	16.4	17.8	28.9	32.8	39.7	44.2	43.8	42.1
2007	36.8	34.7	21.4	20.8	22.6	22.3	27.7	28.8	36.9	44.1	42.2	42.2
2008	39.5	29.3	21.4	17	19.2	23.4	30.5	34.4	36.2	40.7	45.7	45
2009	40.8	32.7	27	22.8	18.3	18	25.4	28.7	37	39.8	45.2	43.4
2010	36.7	35	23.3	22.1	20	28.7	28.2	30.2	34	42.6	45.3	42.7
2011	41	30.9	22.6	18.8	20.3	20.4	25.6	33	36.1	41.3	43.6	44.6
2012	38.5	36	28.1	19.3	18.4	21.5	26.1	31.7	36.4	43.3	46.2	44.8
2013	33	29.6	18.9	14.2	21.3	19.6	26.8	34.1	27.4	34.1	38	36.1
2014	41.4	37.2	26.1	18.5	18.8	25.4	23.6	33.3	36.6	39.4	43.3	44.3
2015	39.4	34.3	24.2	20.4	20	17.7	29.4	34.4	41.3	40.2	44.2	45.3
2016	37.4	34	27.4	22	22.4	23.7	32.7	32.4	43.2	40.3	43.2	43.4
2017	37.4	34	27.4	22	12.3	17.8	22.4	25.8	32.9	37.1	40.4	39.9
<b>Moyenne</b>	38.36	33.05	25.18	19.79	19.18	21.5	27.28	31.39	36.74	41.34	43.79	42.84

## Annexe n°2

**Tableau :** Moyenne mensuelle des températures minimales en °C pendant la période (1993-2017) de la région de M'sila.

Année	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
1993	15.1	6.5	2.0	0.2	-2.3	-0.3	-3.2	3.2	8.0	18.8	18.9	18.9
1994	11.1	6.4	1.6	-0.2	-0.3	1.0	4.0	2.3	8.0	13.8	20.7	20.7
1995	12.2	11	3.2	-2.7	-1.3	-1.6	3.3	2.8	8.9	12.9	18	18
1996	12	9.2	2.4	0.9	3.8	2.2	1.8	3.9	6.9	12.4	16.5	16.5
1997	11.5	6.5	1.0	-1.1	-0.6	0.7	3.0	4.9	6.8	12.7	17	17
1998	14	6.9	-2.0	-1.9	-3.3	-1.0	1.9	4.0	6.8	14	18.9	18.9
1999	16	6.0	0.6	-3.0	0.2	-0.5	1.6	4.4	11.2	16.8	21.2	21.2
2000	14.2	12	-0.2	-0.2	-2.8	-0.8	3.2	3.0	13	12.8	17.2	17.2
2001	12.6	8.3	1.0	-1.0	-0.9	0.2	1.9	5.0	8.4	16	21	21
2002	15.6	13	3.4	-1.4	-1.8	-0.8	4.8	6.8	8.0	12.8	16	16
2003	13.9	8.6	3.2	1.6	1.0	-0.2	4.2	5.2	9.3	18.2	20.8	20.8
2004	15.4	9.0	4.5	-2.3	-1.6	-3.8	0.2	4.1	4.7	13.4	19.5	19.5
2005	11.2	7.3	1.2	-2.8	-7.1	-0.2	-2.4	3.1	9.5	13.7	15.3	15.3
2006	11.9	10	-1.9	-3.0	-3.8	-0.2	1.4	4.7	13	7.7	17.6	17.6
2007	11.5	11	4.8	-0.9	-0.3	-0.1	-0.6	4.2	9.1	12.2	19.3	19.3
2008	12.2	8.2	2.0	-0.8	-2.0	-1.5	-0.9	4.0	8.4	13.2	18.7	20.5
2009	13	6.8	2.4	0.5	00	-2.0	0.5	2.2	7.0	15.2	22	18.8
2010	12.3	4.1	2.0	-4.1	-2.2	-2.8	1.5	6.8	6.8	15.3	19.9	21.6
2011	16.4	8.4	5.4	-0.3	-3.4	-1.9	0.7	7.0	9.4	13.5	18.3	19.8
2012	14.4	4.6	2.4	-1.2	-2.9	-5.0	2.2	4.0	8.8	18.9	17.9	20.8
2013	20.4	17.7	7.9	3.3	-1.2	-3.2	-1.7	3.6	13.5	18.2	23.5	21.9
2014	15.8	7.6	5.7	-0.6	0.1	-1.8	1.0	5.3	8.6	13.8	19.7	19.9
2015	13.9	8.9	1.7	0.4	-1.0	-1.5	1.6	4.6	8.8	15.6	20.8	18.6
2016	12.8	8.5	2.5	0.2	-0.3	-0.4	0.4	4.2	5.7	12.8	13.6	18.7
2017	12.8	8.5	2.5	0.2	2.8	6.3	7.7	11.6	18.1	22	24.6	25.7
<b>Moyenne</b>	13.69	8.6	2.37	-0.81	-1.2	-0.77	1.52	4.60	9.07	14.67	19.08	19.37

## Annexe n° 3

Tableau : Moyenne mensuelle des températures moyenne en °C pendant la période (1993-2017)

Année	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
1993	26.2	19	13.3	9.1	6.8	8.8	12.2	16	22.1	29.3	31.2	31.2
1994	24.9	20.5	13.2	9.3	9.2	10.3	15.7	15	25	28.9	32.5	33.5
1995	25.3	18.9	13.8	8.9	8.2	12.7	12.5	15.7	23.2	26.8	32	29.8
1996	23.5	20	13.4	10.6	10.4	8.5	12.6	16	20.9	25.1	30.3	29.6
1997	23.5	17.6	13.5	10.6	9.7	12.3	13.7	16.5	23.5	29.3	31.3	30.3
1998	24.5	19.2	12.3	9.4	8.9	10.8	13.3	16.8	19.6	28.8	32.4	30.5
1999	26.1	17.3	13.1	8.3	8.8	8.8	13.3	18.2	26.1	30	31.9	33.8
2000	26.4	22.2	12.7	8.7	6.0	10.4	14.8	17.9	25	28	32.4	31
2001	26.2	18.5	13.9	10.1	8.9	10	17.5	17.6	22.3	29.7	32.6	32
2002	26	23.5	13.2	8.0	7.9	11.2	15.4	18.3	23.3	29.7	31.5	30
2003	25.3	20.6	14	10.6	8.6	8.6	14	18.1	23.3	30	33.9	31.8
2004	25.2	20.5	13.6	8.4	8.4	11.1	13.9	15.5	18	26.9	31	31.6
2005	25.1	21.5	12	9.3	6.2	7.3	14.7	17.9	25.6	29.2	33.4	30.7
2006	24.4	22.5	14.6	9.6	7.1	8.3	14	19.7	24.8	29	31.7	30.7
2007	25.1	20.1	11.6	8.9	8.9	11.6	12.1	16.7	21.8	29	31.7	31.3
2008	25.6	18.7	11.5	7.4	9.1	11.6	13.1	18.4	22.6	27.5	32.7	31.8
2009	25.2	19.9	13.8	10.5	8.5	8.2	12.6	13.1	23.2	28.9	31.9	31.6
2010	25.8	19.1	13.2	9.2	9.7	11.2	14.1	17.9	20.2	27.6	32.6	31.6
2011	27.7	19.4	13.8	9.5	9.1	9.3	13	19	22.3	27.1	32	31.8
2012	26.6	20.8	14.5	9.2	8.0	6.6	13.7	16.3	24.1	31.3	33.9	33.7
2013	30	26.7	23.9	12.9	8.8	8.0	14	18.4	21	26.9	32	34
2014	28.1	22.1	15.4	9.1	9.6	11.5	12.8	19.7	23.2	27.6	31.8	32.5
2015	25.9	19.5	13.6	8.8	8.2	8.5	13.9	20.3	25.2	27.9	32.8	31.4
2016	25.9	21.8	13.5	9.0	10	11.4	13	19.2	22.9	28.7	32	30.8
2017	25.6	19.5	12.6	8.8	7.6	12.1	15.1	18.7	25.5	29.5	32.5	32.8

## Annexe n°4

Tableau : Pluviométrie mensuelle en mm pendant la période (1993-2017) de la région de M'sila.

Année	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
1993	1	3	35	14	NT	16	9	5	30	NT	NT	NT
1994	18	NT	41	20	14	26	15	6	NT	NT	NT	14
1995	45	44	9	4	11	7	40	7	NT	3	NT	1
1996	16	7	11	35	62	26	32	23	46	6	7	3
1997	3	NT	6	24	30	7	5	40	36	8	1	33
1998	61	33	50	13	10	18	10	46	60	8	NT	2
1999	39	6	9	5	52	6	16	12	1	21	NT	12
2000	31	47	26	58	NT	NT	5	3	25	2	2	2
2001	54	15	7	31	25	2	5	25	NT	NT	NT	5
2002	45	17	15	18	11	6	1	5	5	NT	2	16
2003	7	13	26	13	73	11	2	17	29	28	1	3
2004	47	83	29	25	5	5	31	36	75	10	2	29
2005	11	8	11	29	1	18	6	6	NT	7	3	3
2006	20	NT	29	22	26	50	1	14	26	3	29	5
2007	23	10	5	NT	5	12	17	80	26	6	NT	4
2008	35	57	10	26	5	5	6	NT	16	6	2	3
2009	23	4	6	19	31	17	5	34	2	8	1	3
2010	4	11	8	3	7	32	21	21	3	3	2	6
2011	19	26	12	11	3	8	8	21	13	40	2	5
2012	59	27	9	9	NT	2	31	21	4	1	1	4
2013	6	38	29	28	15	10	21	27	14	NT	5	7
2014	13	2	27	13	20	7	19	NT	50	11	6	2
2015	27	51	NT	NT	12	25	13	6	6	3	NT	16
2016	5	9	16	14	5	8	12	50	22	NT	14	NT
2017	1	13	8	3	72	1	2	6	13	18	4	1
<b>Moyenne mensuelle</b>	24.52	20.96	17.36	17.48	19.8	13	13.32	20.44	20.08	7.68	3.36	7.16

## Annexe n°5

### Méthode d'extrapolation des données (Pour la zone de Hammam Dalaa)

- L'altitude de la région de M'sila : **441m**.

- L'altitude moyenne de la région d'étude (Hammam Dalaa) : **816,71m**.

La différence d'altitude : **816,71-441= 375,71m**.

#### a.Température :

❖ Les températures maximales décroissent de **0,7°C** avec l'élévation de **100m** d'altitude.

Dans notre zone d'étude :

**0,7°C→100m**

**X°C→375,71m**

Donc : 
$$T^{\circ}C = \frac{375,71 \times 0,7}{100} = 2,63^{\circ}C$$

Donc, chaque valeur de la **T°C** max mensuelle de station de M'sila à **441m** d'altitude diminue de **2,63 °C** respectivement pour déterminer les valeurs de **T°C** max mensuelles de la région de Hammam Dalaa à **816,71m**.

❖ Les températures minimales décroissent de **0,4 °C** pour **100m** d'altitude. Dans notre zone d'étude :

**0,4→100m**

**X°C→375,71m**.

Donc : 
$$T^{\circ}C = \frac{375,71 \times 0,5}{100} = 1,50^{\circ}C$$

Donc, chaque valeur de la **T°C** minimale mensuelle de station de M'sila à **441m** d'altitude diminue de **1,50°C** respectivement pour les valeurs de **T°C** minimales de la région de Hammam Dalaa à **816,71m**.

❖ □ Les températures moyennes décroissent de **0,55°C** pour une hausse de **100m** d'altitude. Dans notre zone d'étude :

**0,55°C→100m**

**X°C→375,71m**

Donc : 
$$T^{\circ}C = \frac{375,71 \times 0,55}{100} = 2,07^{\circ}C$$

Donc, chaque valeur de la **T°C** moyenne de la station de M'sila à **441m** d'altitude diminue de **2,07°C** respectivement pour les valeurs de **T°C** moyenne de la région de Hammam Dalaa.

#### b- Précipitation :

Les précipitations augmentent de **20mm** pour une élévation de **100m** d'altitude.

Dans notre zone d'étude :

**20mm→100m**

**P mm→375,71m**

Donc : 
$$T^{\circ}C = \frac{375,71 \times 20}{100} = 75,142mm$$

Et La moyenne annuelle des précipitations de la station météorologique de M'sila :  
185,16mm

Donc, les précipitations annuelles de la région d'étude = 75,142+185,16= 260,302mm

Le coefficient de correction (K) :

$$k = \frac{P(\text{moyenne annuelle de région d'étude à 816,71m})}{P(\text{moyenne annuelle de la région de M'sila à 441m})}$$

Donc :  $T^{\circ}C = \frac{260,302}{185,16} = 1,41$