



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministre de l'Enseignement Supérieur et la Recherche Scientifique
Université de Saad Dahleb de BLIDA 01
Faculté de technologie
Département des Energies Renouvelables

Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master

Spécialité : Energies Renouvelables

Option : Habitat bioclimatique

ETUDE DU COMPORTEMENT THERMIQUE D'UN HÔTEL 3 ETOILES À BLIDA ; BN HOTEL

Réalisé par :

- **Ghouila Abderraouf**
- **Benzegane Mohamed El Amine**

Devant le jury composé :

- | | |
|--------------------|----------------|
| • Abdelkader Hamid | président |
| • Guebli Wassila | examineur |
| • Lafri Djamel | examineur |
| • Mme H.Aliouat | Encadrant |
| • Mme. S. Oukaci | Co - Encadrant |

Blida, 2022

REMERCIEMENTS :

Nous tenons à remercier Dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage, la force et la volonté pour réaliser ce travail.

Nous adressons aussi notre sincère sentiment de gratitude à notre promotrice Madame Aliouat hafida et Co- promotrice Madame Oukaci Soumia qui nous ont guidé et orienté durant ce mémoire.

À l'ensemble des enseignants du département des énergies renouvelables

Nous tenons également à remercier toute personne ayant contribué de près ou de loin à la concrétisation de ce mémoire.

Nous espérons que ce mémoire servira d'exemple et de support pour les années à venir.

Finalement un grand merci à ceux qui ont fait l'honneur de juger ce mémoire.

DÉDICACE :

A nos chers parents

Pour leur soutien, leur patience, leur sacrifice

,Et leur amour, vous méritez tout éloge

.Vous qui avez fait de nous ce que nous sommes maintenant

.Nous espérons être comme vous l'avez souhaité

.Que dieu vous garde et vous bénisse

,Nous dédions aussi ce travail à nos chers frères et sœurs

Pour leurs affections et leur encouragement

.Qui ont toujours été pour nous des Plus précieux

.A ceux qui ont sacrifié, patienté, donné tout pour continuer leurs études

*Pour être là entre nous, apprendre plus et plus pour éclairer le monde par
leur savoir*

.À tous mes amis à tous ce qui nous a aidés

A tous ceux que nous aimons nous dédions ce travail

ملخص :

تعد الطاقة أحد العوامل المشتركة المرتبطة بالمشكلات الاجتماعية والبيئية والاقتصادية ، ولكنها تساهم أيضًا في حل هذه المشكلات. يعد قطاع البناء الثالث أحد القطاعات التي يمكن إجراء البحوث فيها لتقليل الطلب على الطاقة.

الأعمال التي نصفها في هذا السياق تشمل دراسة فندق BN (منطقة البلدية) ، والتي تهدف إلى تقليل استهلاك الطاقة لاحتياجات التدفئة والتكييف ، وكذلك إنتاج الكهرباء للإضاءة داخل الفندق.

في هذا الصدد ، يتم استخدام برنامج المحاكاة الحرارية الديناميكية "Pléiades" في المحاكاة لاكتشاف المشكلات التي تؤثر على الراحة الحرارية واستهلاك الطاقة من أجل إيجاد حلول للتعامل معها.

كلمات مفتاحية : تصميم المناخ الحيوي , الطاقة , دراسة فندق BN , منطقة البلدية , تقليل استهلاك الطاقة , احتياجات التدفئة والتكييف , Pléiades .

Résumer :

L'énergie est l'un des facteurs communs associés aux problèmes sociaux, environnementaux et économiques, mais elle contribue également à résoudre ces problèmes. L'un des secteurs dans lesquels des recherches peuvent être menées pour réduire la demande d'énergie est le secteur de la construction tertiaire.

Le travail que nous décrivons dans ce contexte comprend une étude de l'hôtel BN (région de blida), qui vise à réduire la consommation d'énergie pour les besoins de chauffage et de climatisation, ainsi que la production d'électricité pour l'éclairage à l'intérieur de l'hôtel.

A cet égard, le logiciel de simulation thermique dynamique "Pléiades" a été utilisé en simulation pour découvrir les problèmes qui influent sur le confort thermique et la consommation énergétique afin de trouver des solutions pour les traiter.

Mots-clés : conception bioclimatique, énergie, étude hôtelière BN, région de Blida, réduction des consommations énergétiques, besoins de chauffage et de climatisation, Pléiades.

Abstract:

Energy is one of the common factors associated with social, environmental and economic problems, but it also contributes to solving these problems. One of the sectors in which research can be carried out to reduce energy demand is the tertiary construction sector.

The works that we describe in this context include a study of the BN hotel (blida region), which aims to reduce energy consumption for heating and air conditioning needs, as well as the production of electricity for the lighting inside the hotel.

In this regard, the dynamic thermal simulation software "Pleiades" is used in simulation to discover the problems that influence thermal comfort and energy consumption in order to find solutions to deal with them.

Keywords: bioclimatic design, energy, BN hotel study, Blida region, reduction of energy consumption, heating and air conditioning needs, Pleiades.

SOMMAIRE

Contents

Introduction générale :	1
CHAPITRE 01 :	3
RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE ET ETAT DE L'ART	3
1-1-Introduction :	4
1-2 La conception bioclimatique :	4
1-3 L'architecture bioclimatique :	5
1-4 La démarche bioclimatique :	6
1-5- Les objectifs de l'architecture bioclimatique :	7
1-6-Histoire de l'architecture bioclimatique :	7
1-6-1 la période Antique et néolithique :	7
1-6-2 Au Moyen Age :	9
1-6-3 À partir du XIXe siècle jusqu'au choc pétrolier :	9
1-6-4 Depuis les années 1960-70 jusqu'aux années 2000 :	10
1-7 Les principes de base de l'architecture bioclimatique	11
1-8 Les éléments bioclimatiques :	11
1-9 Les bases de la conception bioclimatique :	12
1-9-1 L'implantation et orientation :	12
1-9-2 L'architecture et la forme :	15
1-9-3 La distribution intérieure :	16
1-9-4 Le choix des matériaux :	19
1-9-5 Le confort d'été :	20
1-10 Les stratégies architecturales de la conception bioclimatique :	21
1-10-1 Les Stratégies du chaud :	21
1-10-2 Les stratégies du froid :	26
1-10-3 Les stratégies de l'éclairage naturel :	27
1-11 Les solutions techniques adaptées au bio-climatisme :	29
Mur capteur :	29
Les doubles peaux :	31
Les serres :	33

SOMMAIRE

Les capteurs à air en façade :.....	34
Le puit canadien :	35
La toiture végétalisée :.....	36
1-12 Etat de l'art :.....	40
1-12-1 Mémoires consultés :	40
1-12-2 Articles consultés :.....	42
1-12 Conclusion :	45
CHAPITRE 02 : PRESENTATION DU CAS D'ÉTUDE	46
2-1 Introduction :.....	47
2-2 Présentation de la région étudiée :	47
2-3 Données climatiques de la ville :	48
2-4 Climat en Blida :	48
2-4-1 Caractéristiques météorologiques de la ville :	49
2-5 Situation géographique du cas d'étude :	53
2-5-1 La description de cas d'étude :.....	54
2-5-2 photos de l'hôtel :.....	54
2-5-3 Présentation du plan du cas étudié :.....	55
2-6 Matériaux de construction utilisés :	57
2-6-1 Composition du mur extérieur :	57
2-6-2 Composition du mur intérieur :.....	58
2-6-3 Composition de plancher intermédiaire :	58
2-6 Types d'ouvertures :.....	59
2-7 Conclusion :.....	59
CHAPITRE 3 : simulation THERMIQUE DYNAMIQUE.....	60
3-1-Introduction :	61
3-2-Les outils informatiques utilisés :.....	61
3-3 Sous modeler :.....	62
3-4-Création de la station sous météoforme :.....	67
3-5-Définition des zones :	67
3-6-Définir les scénarios de fonctionnement :	68
Scénario d'occupation :	68
Scénario de ventilation :	69

SOMMAIRE

Scénario de puissance dissipée :	70
Scénario de consigne thermostat :	73
3-6-Lancement de simulation :	77
3-7-Conclusion :	78
Chapitre04 : résultats et Discussions	79
4-1-Introduction :	80
4-2-Les variantes de simulation :	80
Sans consigne :	80
Avec consigne :	84
4-3 Mesure des températures théoriques et expérimentales.....	86
Synthèse :	92
Conclusion :	93
Conclusion générale :	94
Référence	95

Liste des figures :

FIGURE 1-1 L'ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE PLACE L'OCCUPANT AU CENTRE DE SES PREOCCUPATIONS. [5]	5
FIGURE 1-2 LES TROIS ELEMENTS D'ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE [5]	6
FIGURE 1-3 L'HABITAT TROGLODYTIQUE,[4]	7
FIGURE 1-4 HABITAT DE TYPE IGLOO [4]	8
FIGURE 1-5 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UN TOUR A VENT. [5]	9
FIGURE 1-6 RECAPITULE LES REGLES DE BASE QUI REGISSENT L'ORIENTATION DES PIECES. [5]	13
FIGURE 1-7 L'ORIENTATION DE L'EDIFICE PAR RAPPORT AUX VENTS ET AU SOLEIL [5]	14
FIGURE 1-8 :LA COMPACTITE VARIE SUIVANT LA FORME, LA TAILLE ET LE MODE DE CONTACT [5]	16
FIGURE 1-9 : LES SERRES SONT PLACEES EN ESPACE TAMPON ENTRE L'AMBIANCE EXTERIEURE ET LA PAROI DES LOGEMENTS, DIJON (ARCH. DUBOSC- LANDOWSKI). [5]	18
FIGURE 1-10 ESPACES TAMPONS ORGANISES PAR ZONAGE, AU NORD (ARCH. R. MARLIN). [5]	19
FIGURE 1-11 LE TEMPS DE DEPHASAGE [8]	20
FIGURE 1-12 LES PRINCIPES DU CONFORT D'HIVER [5]	22
FIGURE 1-13 LES PRINCIPES DE CONFORT D'ETE [5]	26
FIGURE 1-14 STRATEGIES DE L'ECLAIRAGE NATUREL [5]	29
FIGURE 1-15 SCHEMA DE PRINCIPE DU MUR DE TROMBE [5]	30
FIGURE 1-16 DEUX MURS CAPTEURS SONT INTERCALES ENTRE LES FENETRES AU SUD (ARCH.R. MARLIN).	30
FIGURE 1-17 ELEMENTS D'UNE FAÇADE DOUBLE PEAU. [5]	31
FIGURE 1-18 LES TRIOS CRITERES PRINCIPAUX DE LA CLASSIFICATION DES FAÇADES DOUBLE PEAU	32
FIGURE 1-19 LE FONCTIONNEMENT D'ESPACES DE LA SERRE EN HIVER COMME EN ETE [5]	34
FIGURE 1-20 MECANISMES PASSIF ET ACTIF DU CAPTEUR-FENETRE. [5]	35
FIGURE 1-21 PRINCIPE DE PUIT CANADIEN [13]	36
FIGURE 1-22 LES COMPOSANTS D'UN TOIT VERT [14]	37
FIGURE 1-23 LES COUCHES DE LA TOITURE [14]	37
FIGURE 1-24: LES CARACTERISTIQUES DES TOITS VERTS	39
FIGURE 2-1 BLIDA MAP	47
FIGURE 2-2 CLASSIFICATION THERMIQUE DES COMMUNES D'ALGERIE	48
FIGURE 2-2 LES TEMPERATURES ET PRECIPITATIONS MOYENNES MENSUELLE	49
FIGURE 2-3 : DIAGRAMME DES TEMPERATURES ANNUELLES A BLIDA, SOURCE METEONORM.	50
FIGURE 2-4 : DIAGRAMME DE TEMPERATURE JOURNALIERE A BLIDA SOURCE METEONORM.	51
FIGURE 2-5 : DIAGRAMME DE PRECIPITATION A BLIDA, SOURCE METEONORM.	51
FIGURE 2-6 DIAGRAMME D'ENSOLEILLEMENT ANNUEL A BLIDA, SOURCE METEONORM.	52
FIGURE 2-7: DIAGRAMME DU RAYONNEMENT GLOBAL JOURNALIER A BLIDA, SOURCE METEONORM	52
FIGURE 2-8 : RAYONNEMENT A BLIDA, SOURCE METEONORM.	53
FIGURE 2-9 CAPTURE DE LA SITUATION DU SITE, SOURCE GOOGLE MAPS.	53
FIGURE 2-10 PLAN ETAGE ETUDIE	56
FIGURE 2-11 PLAN ETAGE ETUDIE SUR PLEIADES	57
FIGURE 3-1 PLAN 3EME ETAGE	62
FIGURE 3-2 PLAN 3D	63
FIGURE 3-3 PLAN 3D SANS TOITURE	63
FIGURE 3-4 MUR EXTERIEUR	64
FIGURE 3-5 MUR INTERIEUR	64
FIGURE 3-6 PLANCHER INTERMEDIAIRE	64
FIGURE 3-7 PORTE CHAMBRE	65

LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

FIGURE 3-8 PORTE BOIS INTERIEUR WC+SDB	65
FIGURE 3-9 PORTE DE HALL INTERIEUR	66
FIGURE 3-10 P-FEN BAT METAL SV 1.2	66
FIGURE 3-11 FENETRE CHAMBRE 1.5 X 1.5	66
FIGURE 3-12 CREATION DE LA STATION SOUS METEONORME	67
FIGURE 3-13 HORAIRES D'OCCUPATION	68
FIGURE 3-14 SCENARIO DE VENTILATION	69
FIGURE 3-15 LE DEBIT DE VENTILATION	70
FIGURE 3-16 SCENARIO DE PUISSANCE DISSIPEE	71
FIGURE 3-17 UTILISATION D'ECLAIRAGE	71
FIGURE 3-18 UTILISATION DU FRIGO	72
FIGURE 3-19 UTILISATION DU TV	72
FIGURE 3-20 UTILISATION DU PC	73
FIGURE 3-21 UTILISATION DU WC ET SDB	73
FIGURE 3-22 SCENARIO DE CONSIGNE THERMOSTAT	74
FIGURE 3-23 SCENARIO DE CONSIGNE THERMOSTAT HIVER	74
FIGURE 3-24 CONSIGNE THERMOSTAT HIVER	75
FIGURE 3-25 CONSIGNE DE THERMOSTAT	75
FIGURE 3-26 CONSIGNE DE THERMOSTAT ETE	76
FIGURE 3-27 CONSIGNE THERMOSTAT ETE	76
FIGURE 3-28 CONSIGNE THERMOSTAT	77
FIGURE 3-29 LANCEMENT DE SIMULATION	77
FIGURE 4-1 SANS CONSIGNE PERIODE ESTIVALE : TOUTES LES ZONES	80
FIGURE 4-2 : VISUALISATION GRAPHIQUE DE LA SIMULATION SANS CONSIGNE PERIODE ESTIVALE	81
FIGURE 4-3 AVEC CONSIGNE PERIODE HIVERNALE : TOUTES LES ZONES	83
FIGURE 4-4 : VISUALISATION GRAPHIQUE DE LA SIMULATION SANS CONSIGNE PERIODE HIVERNALE	83
FIGURE 4-5 : SYNTHESE DES BESOINS CLIMATISATIONS ET CHAUFFAGES	84
FIGURE 4-6 : CONSOMMATION ELECTRIQUE DU 3EME ETAGE	84
FIGURE 4-7: BESOIN DE CLIMATISATION ET CHAUFFAGE	85
FIGURE 4-8 : BESOIN DE CLIMATISATION ET CHAUFFAGE POUR TOUS LES ZONE	85
FIGURE 4-9 : ETIQUETTE DU CLASSEMENT ENERGETIQUE DU BATIMENT.	86
FIGURE 4-26 : MESURE EXPERIMENTALE	90
FIGURE 4-27 : MESURE THEORIQUE	92

LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

Liste des tableaux :

TABLEAU 1-1 COEFFICIENT D'ABSORPTION DE LA CHALEUR DE DIFFERENTS MATERIAUX ET COULEURS	23
TABLEAU 2-1 COMPOSITION DE MUR EXTERIEUR	58
TABLEAU 2-2 COMPOSITION DE MUR INTERIEUR	58
TABLEAU 2-3 COMPOSITION DE PLANCHER INTERMEDIAIRE	58
TABLEAU 3-1 DEFINITION DES ZONES	67
TABLEAU 3-2 DISTRIBUTION DES OCCUPATIONS DANS LES ZONES	68
TABLEAU 4-1 HUMIDITE MESUREE	89
TABLEAU 4-2 TEMPERATURES MESUREES	90

Introduction générale :

Le bâtiment, notamment le secteur tertiaire ont le plus grand impact sur la croissance de consommation énergétique. Dans l'avenir, il est prévu que la consommation d'énergie dans le secteur tertiaire est susceptible d'augmenter considérablement. [1]

La croissance de la consommation électrique dans les bâtiments tertiaire se conjugue avec celle des sources d'énergie renouvelables, Résultant une augmentation de consommation de 14 % entre 2010 et 2017. [1]

Au cours des dix dernières années, l'Algérie a réalisé un certain nombre de projets intensifs de bâtiments, ignorant les facteurs climatiques et environnementaux, qui peuvent provoquer des inconforts thermiques, conduisant à l'installation de systèmes de climatisation et de chauffage pour les rendre habitables.

Dans le cadre de ce contexte, la mise en place des mesures d'efficacité énergétique appropriées peut réduire cette consommation d'énergie et protéger l'environnement, sans influencer le confort des occupants.

En recherchant d'abord le concept bioclimatique, en appliquant des stratégies adaptées à leurs environnements respectifs et en réalisant de meilleures conditions de confort thermique à l'intérieur de l'hôtel, pour arriver au niveau de confort recherché pour la conception de ce dernier.

La méthode utilisée servira de guide aux futurs architectes et professionnels du bâtiment pour réaliser des bâtiments écologiques, durables et sobres en énergie.

Problématique : Comment peut-on améliorer les performances énergétiques d'hôtel BN ?

Dans le cadre de cette problématique une recherche a été faite, et qui a pour objectif de trouver les solutions adéquates dite passives et actives afin de réduire la consommation énergétique dans le bâtiment tertiaire (Hôtel BN)

Notre travail comprend quatre chapitres :

Le premier chapitre : nous permis à travers une recherche bibliographique et un état de l'art de tirer les recommandations nécessaires pour notre cas d'étude.

Le deuxième chapitre : contient la présentation de notre cas d'étude.

Le troisième chapitre : comprend la simulation thermique à l'aide du logiciel de simulation thermique-dynamique : Pléiades, pour les solutions passives proposées.

Le quatrième chapitre : comprend les résultats après simulation, et une discussion sur le bâtiment considéré.

CHAPITRE 01 :
RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE ET ETAT
DE L'ART

1-1-Introduction :

Dans ce chapitre nous avons présenté quelques définitions dans le domaine de l'architecture bioclimatique et comment assurer le confort thermique dans le bâtiment, les méthodes de construction bioclimatique. Pour tirer parti des conditions d'un site et de son environnement. Cette architecture s'adapte aux caractéristiques et particularités propres au lieu d'implantation : son climat, sa géographie et sa géomorphologie

1-2 La conception bioclimatique :

Olgay a utilisé le terme « bioclimatique » pour la première fois en 1953 pour définir L'architecture qui répond à son environnement climatique en vue de réaliser le confort pour les occupants grâce à des décisions de conception appropriées.

La conception bioclimatique est surtout une sorte d'engagement dont les bases sont : un programme architectural, un paysage, une culture, quelques matériaux locaux, certaine notion de bien-être et d'abri dont la synthèse est une couverture habitable.

Pour Pierre Lavigne et Pierre Fernandez l'architecture bioclimatique vise principalement l'amélioration du confort qu'un espace bâti peut induire de manière naturelle, c'est-à-dire en minimisant le recours aux énergies non renouvelables, les effets pervers sur le milieu naturel et les coûts d'investissement et de fonctionnement.

L'intérêt du Bioclimatique va donc du plaisir d'habiter ou d'utiliser un espace à l'économie de la construction, ce qui fait un élément fondamental de l'art de l'architecte.

Le concept de l'architecture bioclimatique est à l'origine de l'émergence des nouveaux concepts comme : « Haute Qualité Environnementale, HQE » ou mieux encore « Très Haute Performance Energétique », « Architecture Ecologique », « Architecture Durable » et « Architecture Verte ». Le concept de l'architecture bioclimatique mérite une explication plus profonde. L'hypothèse est que cette affiliation mène aux réactions favorables en termes de performance, de santé humaine et même les situations émotionnelles. [2]

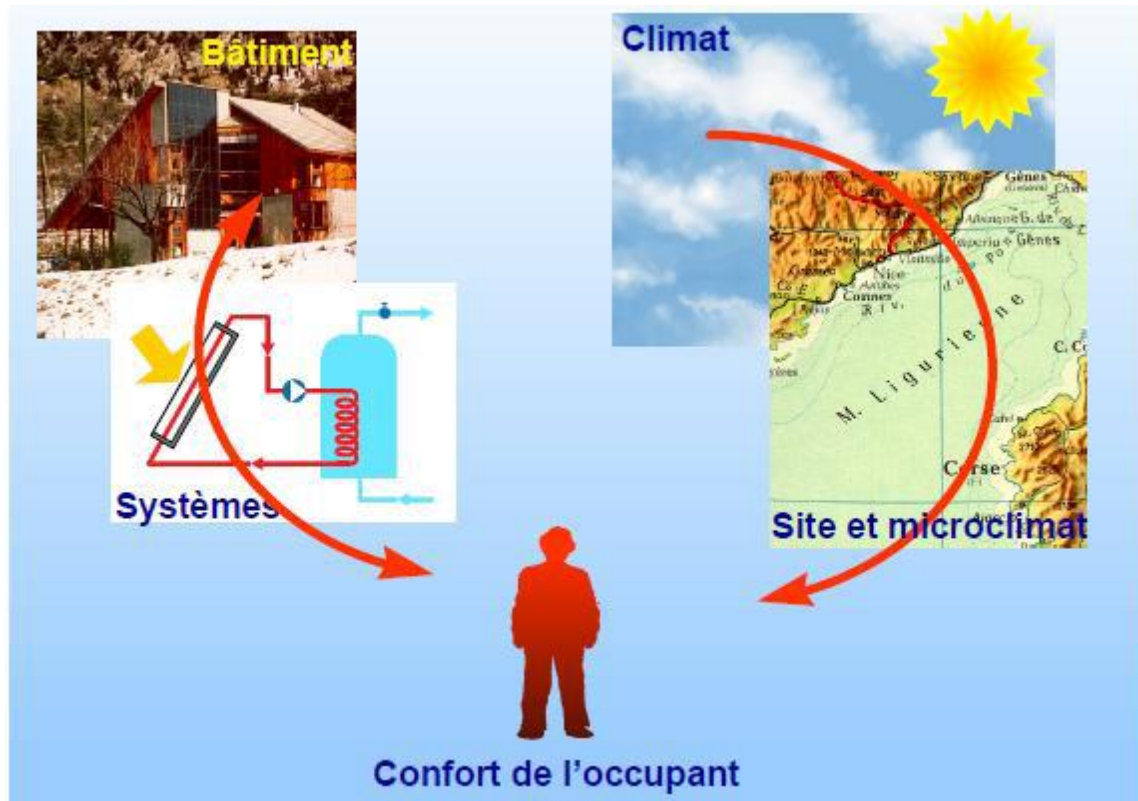


Figure 1-1 L'Architecture bioclimatique place l'occupant au centre de ses préoccupations. [5]

Une conception bioclimatique est basée sur le maintien du bien-être des utilisateurs.

- Confort visuel.
- Confort acoustique.
- Confort thermique.
- Qualité de l'air.
- Autres : volumes, aménagements, densité d'occupation,

1-3 L'architecture bioclimatique :

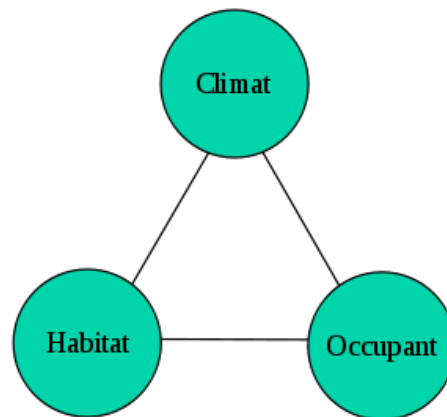


Figure 1-2 les trois éléments d'architecture bioclimatique [5]

L'architecture bioclimatique c'est utiliser le potentiel local (climats, matériaux, main-d'œuvre...) pour recréer un climat intérieur confortable en s'adaptant aux variations climatologiques du lieu. Elle rétablit l'architecture dans son rapport à l'homme et au climat. C'est pourquoi on ne peut définir une unique typologie de l'architecture bioclimatique : Il y en a autant que de climats. Ceci est d'autant plus vrai que le confort de chacun se déplace avec les conditions climatologiques.

L'architecture bioclimatique passe donc inévitablement par une excellente connaissance de son environnement.

L'architecture bioclimatique, c'est l'art et le savoir-faire de tirer la meilleure partie des conditions d'un site et de son environnement (le climat et le microclimat, la géographie et la morphologie), pour une architecture naturellement la plus confortable pour ses utilisateurs. Le vocable a été inventé par l'urbaniste américain Victor Olgyay au début des années 1950. Est aussi un mode de conception qui consiste à trouver le meilleur équilibre, entre Un bâtiment, le climat environnant et le confort de l'habitant.[2]

1-4 La démarche bioclimatique :

Redécouverte au début des années 70, l'architecture bioclimatique recherche une synthèse harmonieuse entre la destination du bâtiment, le confort de l'occupant et le respect de l'environnement, en faisant largement appel aux principes de l'architecture. L'architecture

bioclimatique permet de réduire les besoins énergétiques et de créer un climat de bien être dans les locaux avec des températures agréables, une humidité contrôlée et un éclairage naturel abondant. Le concept « bioclimatique » fait référence à la bioclimatologie qui est une partie de l'écologie. Elle étudie plus particulièrement les relations entre les êtres vivants et le climat

D'où une définition générale de l'architecture bioclimatique se résumant à ceci : « Cette expression vise principalement l'amélioration du confort qu'un espace bâti peut induire de manière « naturelle » c'est à dire en minimisant le recours aux énergies non renouvelables, les effets pervers sur le milieu naturel et les coûts et de fonctionnement.

L'intérêt du Bioclimatique va donc du plaisir d'habiter ou d'utiliser un espace à l'économie de la construction, ce qui fait un élément fondamental de l'art de construire » [3]

1-5- Les objectifs de l'architecture bioclimatique :

- Réduire les besoins énergétiques des bâtiments.
- Obtenir des conditions de vie adéquates et confortables (température, taux d'humidité, luminosité...etc.) de manière la plus naturelle possible grâce à une conception intelligente des bâtiments, tout en limitant le recours aux systèmes mécaniques et énergivores de chauffage, de climatisation et de ventilation.

1-6-Histoire de l'architecture bioclimatique :

La conception bioclimatique n'était pas une notion récente, elle déjà existe dans la nature durant le passé.

1-6-1 la période Antique et néolithique :

L'habitat troglodytique:(la caverne et l'igloo)

Elle a des exemples dans le monde entier (Europe du sud ; Turquie, Tunisie ; Chine ...) et ses occupants sont des troglodytes, recouvre l'ensemble des abris humains situés dans le sol, Ce type d'abri est soit naturel soit il résulte d'une excavation d'origine anthropique.

Les cavités sont en général des roches calcaire, molasse ou en grès. Se caractérise par la disparition de façade exposée à l'extérieur et par une augmentation considérable de l'inertie thermique de l'enveloppe (capacité d'un matériau à emmagasiner la chaleur) de



Figure 1-3 L'habitat troglodytique,[4]

CHAPITRE 01 : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE ET ETAT DE L'ART

l'enveloppe grâce à la disparition d'une façade (selon son épaisseur et son exposition).

Son succès vient du fait qu'il n'y a nul besoin autre matériau et donc il n'y a pas d'entretien.

L'igloo (du mot inuktitut "iglou", signifiant maison) il se trouve généralement dans l'extrême Nord du Canada est un édifice construit en blocs de neige et qui a généralement la forme d'un dôme.[4]

Il a une excellente propriété isolante de la neige, l'intérieur est étonnement confortable. En effet, la température interne entre -5°C et 5°C , ce qui est relativement convenable compte tenu des températures extérieures.

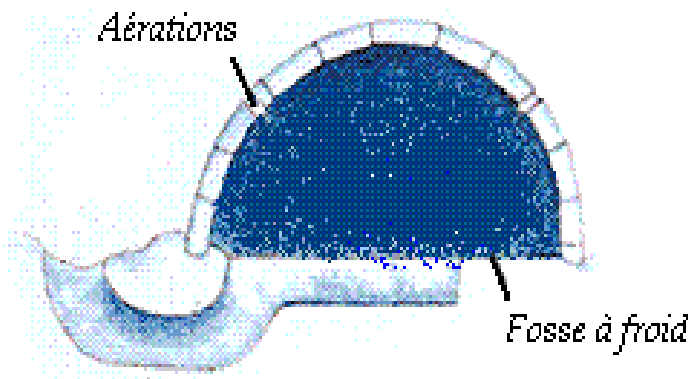
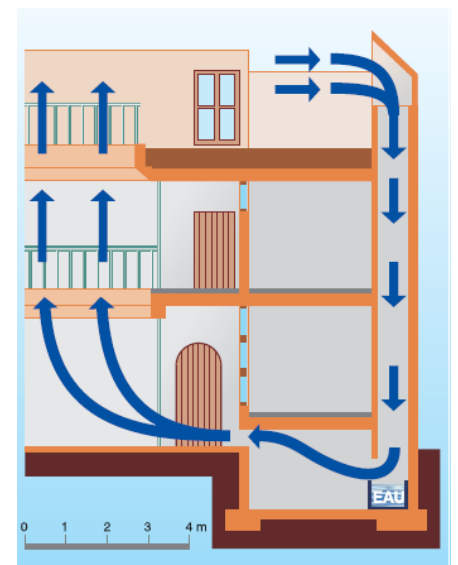


Figure 1-4 Habitat de type Igloo [4]

La tour a vent :

Les tours à vent sont des dispositifs architecturaux traditionnels. Cette technique de construction traditionnelle existe depuis environ 5000 ans et s'est principalement développée dans les régions arides du Moyen-Orient.



CHAPITRE 01 : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE ET ETAT DE L'ART

C'est un élément d'architecture vernaculaire perse, utilisé depuis des siècles afin de Créer une ventilation naturelle à l'intérieure du bâtiment. Il apporte de l'air neuf, rafraichi, parfois humidifié et participent à l'évacuation des chaleurs internes du bâtiment par la différence de pression entre le sommet et le bas de la colonne qui aide à remonter l'air chaud vicié vers le sommet et amène de l'air frais vers le bas. Les tours à vent sont utilisées en Irak, en Iran et en Egypte, ou on les appelle les (Malquaf).[5]

Figure 1-5 Principe de fonctionnement d'un tour à vent. [5]

1-6-2 Au Moyen Age :

La maison à colombage :

Il s'agit de la technique de construction la plus répandue dès le début du Moyen Age qui répondait aux exigences urbaines naissantes. On trouve ce genre d'habitat principalement en Europe jusqu'au XIXe siècle. Les deux éléments qui constituent cette maison sont l'ossature bois et le colombage qui remplit et raidit le squelette ligneux. Il est constitué de briques crues recouvertes d'une couche de plâtre ou de torchis (mélange d'argile, de sable, de chaux et de fibres végétales) qui est un matériau isolant et surtout imperméable. Le soubassement de la maison est généralement en pierre afin d'isoler le bois de l'humidité.

1-6-3 À partir du XIXe siècle jusqu'au choc pétrolier :

C'est l'essor de l'air industriel et les habitudes de vie vont être révolutionnées et que l'on commence à parler de confort moderne à l'occidental.

La standardisation des constructions dans le monde entier :

A la veille du premier choc pétrolier, nous sommes dans la situation suivante :

Une énergie bon marché (charbon, pétrole, gaz) ; l'essor et le développement de machines Thermiques (réfrigérateur, centrale électrique, moteur à combustion...) et le développement de Techniques de construction industrielle couplée avec la recherche de la seule performance Quantitative et économique (bâtiments en verre et acier, en béton à fabrication rapide et pas Cher).

CHAPITRE 01 : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE ET ETAT DE L'ART

Les matériaux sont de plus en plus faciles à acheminer d'un bout à l'autre de la planète et la standardisation des constructions supprime de façon irrémédiable les bâtiments traditionnels et artisanaux. Durant la période des trente glorieuses on assiste pleinement à la séparation entre la conception architecturale et la problématique thermique d'un bâtiment. Le choc pétrolier de 1973 met un terme dans un premier temps à tout cela en alourdissant la facture énergétique et la première réglementation thermique en 1974 et s'adresse aux constructions neuves. Cependant, on décide de résoudre les déperditions de calories en isolant par l'intérieur avec des matériaux hautement toxiques et non durables telles que la laine minérale, le polystyrène etc. En réalité, cette proposition est totalement en phase avec le développement en parallèle du chauffage électrique.

1-6-4 Depuis les années 1960-70 jusqu'aux années 2000 :

Conception architecturale avec les techniques du bâtiment :

Dans les années 1960 aux États-Unis en s'inspirant des œuvres en symbiose avec la nature de l'architecte Frank Lloyd Wright (début XXe siècle). Ce courant s'oppose radicalement aux constructions dites conventionnelles et recherche plutôt l'utilisation de soleil, Ces premiers militants de la construction alternative sont en général autodidactes et ont peu de moyens mais ils assument une certaine aliénation du pouvoir politique.

Les expériences se multiplient et se renforcent suite au choc pétrolier. Cette conception bioclimatique devient perceptible, il est encore trop tôt pour que les pouvoirs publics voient dans cette innovation du bâtiment un réel débouché dans leurs commandes. Il faudra attendre le sommet de Rio en 1992 pour entendre enfin la notion de développement durable qui inclut développement économique et préservation de la planète suivie du protocole de Kyoto en 1997 qui a imposé – de façon timide- la réduction des Gaz à Effet de Serre aux pays développés de 5,2% d'ici 2012 par rapport à 1990. Mais cela n'est pas encore suffisant Car en réalité, il faudrait diviser par 4 voire jusqu'à 10 en fonction des pays, nos émissions de GES pour freiner considérablement l'augmentation de la température sur terre.

La conscience collective et une responsabilisation des citoyens :

L'occident a réussi à imposer un mode de vie à l'échelle de la planète entière basé sur une technique qui a largement montré aujourd'hui ses limites : la production d'énergie à partir de machines thermiques en exploitant des ressources fossiles à quantité limitée et de façon non durable. Les conséquences désastreuses sont malheureusement bien connues, mais malgré tout, une prise de conscience collective émerge et pense qu'il est peut-être encore possible d'imaginer un futur désirable. Pour cela, il faut remettre en cause de façon radicale nos modes de vie et cesser le gaspillage intempestif. À l'échelle individuelle, nous pouvons repenser notre habitat et donc notre façon de vivre. Il devient urgent d'anticiper sur la raréfaction des énergies fossiles et donc de repenser un confort plus sain avec des moyens et des techniques plus performantes tout en préservant l'environnement.

1-7 Les principes de base de l'architecture bioclimatique

L'architecture bioclimatique recherche une synthèse harmonieuse entre la destination du bâtiment, le confort de l'occupant et le respect de l'environnement, en faisant largement appel aux principes de l'architecture. Cette architecture permet de réduire les besoins énergétiques et de créer un climat de bien-être dans les locaux avec des températures agréables, une humidité contrôlée et un éclairage naturel abondant. Ces principes sont fondés sur un choix judicieux de la forme du bâtiment, de son implantation, de la disposition des espaces, des matériaux utilisés et de l'orientation en fonction des particularités du site : climat, vents dominants, qualité du sol, topographie, ensoleillement et vues. Nous présentons d'abord les bases de conception d'ensemble qui conditionnent le choix d'un parti architectural, pour ensuite nous intéresser aux bases de détail.

1-8 Les éléments bioclimatiques :

Se divisent généralement en éléments passifs et actifs.

- Les systèmes de chauffage solaire actifs sont orientés de façon à capturer l'énergie solaire au moyen de systèmes mécaniques et/ou électriques : les capteurs solaires (pour chauffer l'eau ou l'espace) et les panneaux (pour produire de l'énergie électrique).
- Les systèmes de chauffage solaire passifs optimisent les avantages du soleil en utilisant des caractéristiques de construction standards, tout en fonctionnant avec peu ou pas d'aide mécanique. Le mouvement naturel de la chaleur et de l'air, ou tout simplement l'utilisation optimale du soleil, par exemple en termes de lumière du jour et de chaleur, permettent de maintenir des températures confortables.[7]

1-9 Les bases de la conception bioclimatique :

1-9-1 L'implantation et orientation :

L'implantation judicieuse d'un édifice est la tâche la plus importante de l'architecte.

Elle détermine l'éclairement, les apports solaires, les déperditions, les possibilités d'aération, etc... Pour une implantation réussie du bâti, on doit tenir compte autant du relief environnant, de la course annuelle du soleil que de l'orientation et les vents dominants, l'implantation va aussi déterminer l'éclairement, les apports solaires recherchés en saison froide ainsi que les mouvements naturels de l'air.

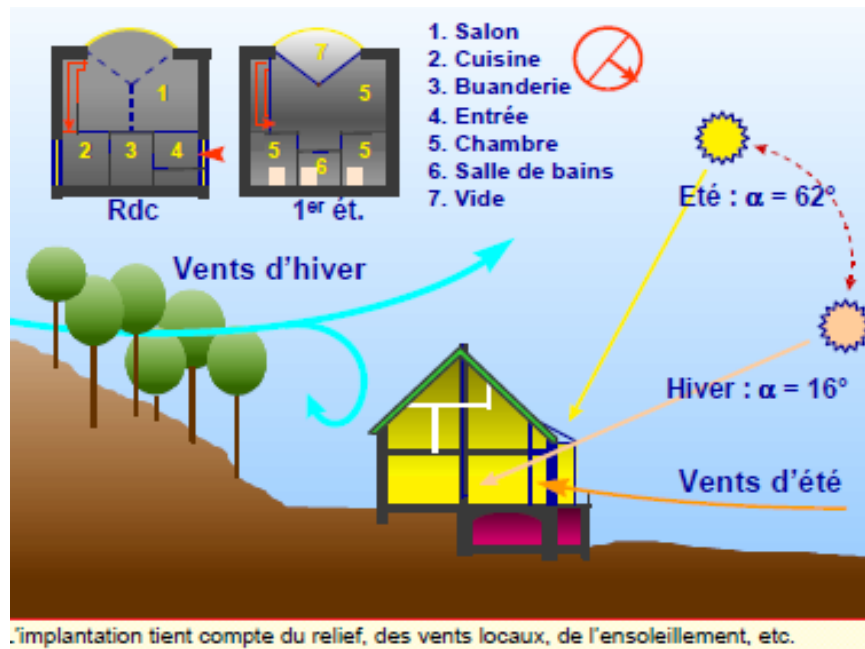


Figure 1-6 récapitule les règles de base qui régissent l'orientation des pièces. [5]

L'orientation d'un édifice répond à sa destination : les besoins en lumière naturelle, l'intérêt d'utiliser le rayonnement solaire pour chauffer le bâtiment ou, au contraire, la nécessité de s'en protéger pour éviter la surchauffe, l'existence de vents pouvant refroidir le bâtiment en hiver ou le rafraîchir en été, sont autant de paramètres importants dans le choix de l'orientation. Parfois agréable l'été, le vent est toujours source d'inconfort l'hiver. Par conséquent, protéger les façades des vents froids est toujours souhaitable, voire prioritaire, pour minimiser la consommation de chauffage.

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

CHAPITRE 01 : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE ET ETAT DE L'ART

Une projection cylindrique de la course solaire à Paris permet de rapprocher orientation et hauteur solaire au fil des saisons. L'azimut est donné par les points cardinaux et la hauteur solaire est mesurée par les cercles concentriques. En regard des 8 orientations principales, un pourcentage indique la fraction du rayonnement solaire disponible par rapport au sud, considéré égale à 100 %. Les pièces orientées au nord bénéficient toute l'année d'une lumière égale et du rayonnement solaire diffus. Pendant l'été, elles peuvent souffrir d'un rayonnement direct au petit matin et en soirée car le soleil est bas et ses rayons provoquent un éblouissement difficile à contrôler. Les pièces orientées à l'est bénéficient du soleil le matin mais la lumière est difficile à maîtriser car les rayons sont bas sur l'horizon. L'exposition solaire y est faible en hiver mais, en été, elle est

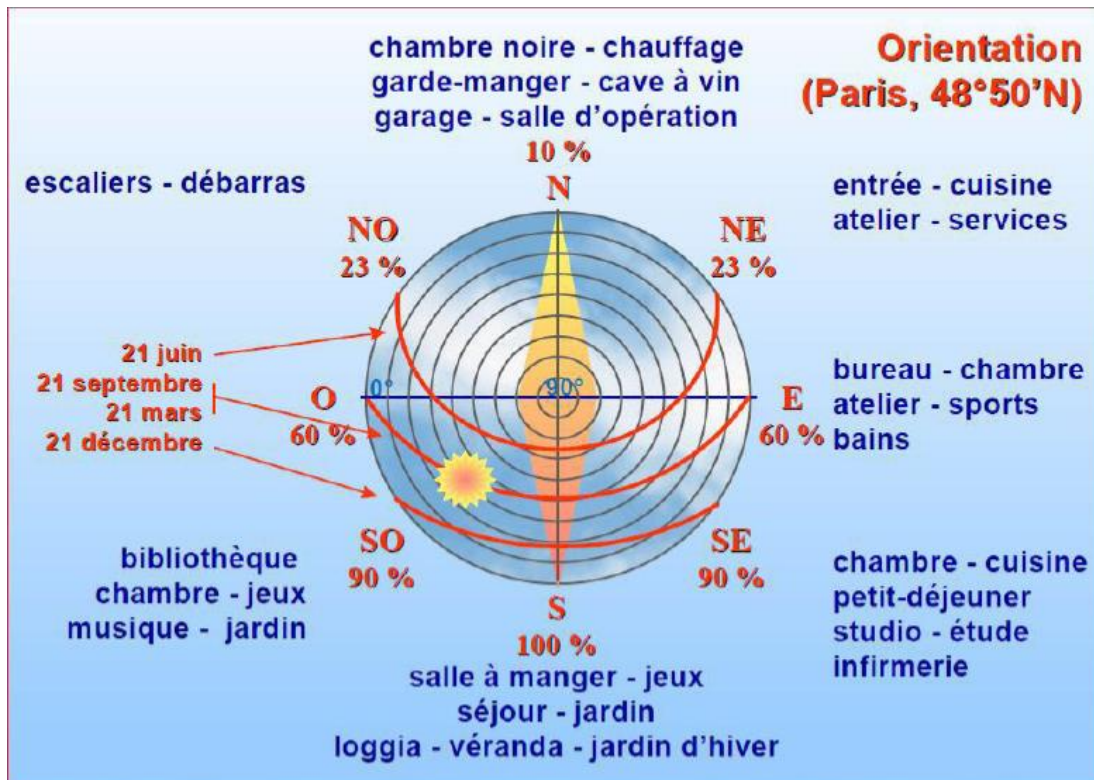


Figure 1-7 L'orientation de l'édifice par rapport aux vents et au soleil [5]

supérieure à l'orientation sud, ce qui est peu intéressant.[5]

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

Les pièces orientées au sud bénéficient d'une lumière plus facile à contrôler et d'un ensoleillement maximal en hiver et minimal en été. En effet, en hiver, le soleil bas ($\pm 17^\circ$) pénètre profondément dans la maison tandis qu'en été, la hauteur solaire est plus élevée ($\pm 60^\circ$) et la pénétration du soleil est donc moins profonde.

Le sud est l'orientation qui permet le meilleur contrôle passif de l'ensoleillement.

Les apports solaires sur une surface verticale (fenêtre) sont également nettement inférieurs au sud car ils sont diminués par un facteur égal au cosinus de l'angle d'incidence.[5]

1-9-2 L'architecture et la forme :

La compacité d'un bâtiment est mesurée par le rapport entre la surface des parois extérieures et la surface habitable. Plus ce coefficient est faible, plus le bâtiment sera compact.

La surface de l'enveloppe étant moins importante, les déperditions thermiques sont réduites. Elle varie suivant la forme, la taille et le mode de contacts des volumes construits. En effet, la mitoyenneté et l'habitat collectif favorisera la réduction des surfaces de déperditions une très bonne compacité. La figure 08 propose, à partir d'une analyse purement géométrique, de comparer la variation de la compacité par rapport à :

- la forme (à volume constant),
- la taille (à forme constante),
- au mode de contact (à forme et volume constants).

L'intérêt des formes sphériques a largement suscité l'imagination des architectes dans les années 70 : dômes, demi-sphères, structures polygonales complexes, visant toutes à économiser les matériaux et l'énergie en réduisant l'enveloppe. L'architecture vernaculaire, elle aussi, a toujours cherché à optimiser le rapport surface / volume, notamment par le travail de la toiture (à brisis, à deux ou quatre pans, etc.). La taille influence aussi directement la compacité : cela signifie qu'elle n'a de valeur pour les architectes qu'à leur échelle d'intervention. Le mode de contact entre volumes détermine également la compacité. Pour le même volume, la compacité de maisons mitoyennes est inférieure à celle d'un pavillon car les deux murs mitoyens sont disposés entre deux espaces chauffés et ne doivent donc plus être comptés dans la surface déperditive. C'est pourquoi, la législation de nombreux pays encourage certaines typologies urbaines (rangées de maisons mitoyennes, immeubles collectifs) en abaissant les niveaux d'isolation globale requis si la compacité du bâtiment est inférieure à un niveau de référence.[5]

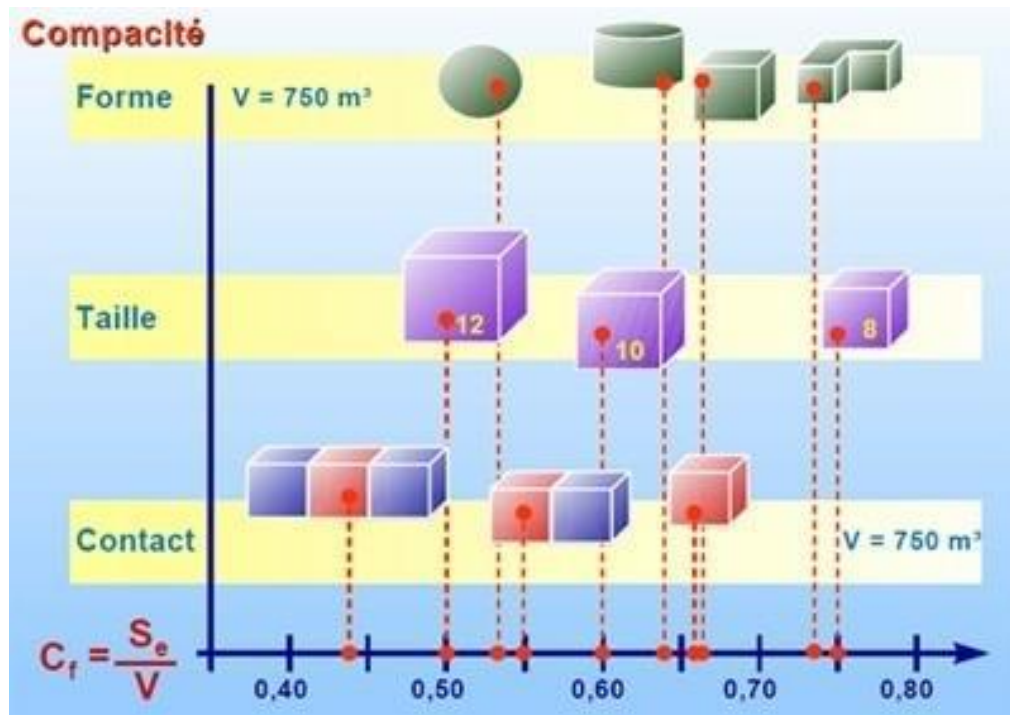


Figure 1-8 : La compacité varie suivant la forme, la taille et le mode de contact [5]

1-9-3 La distribution intérieure :

Le zonage d'un habitat permet d'adapter des ambiances thermiques appropriées à l'occupation et l'utilisation des divers espaces.

Au nord on aménagera des espaces non chauffés dits « tampons », type garage, cellier, couloirs... ils assurent une protection thermique et contribuent directement aux économies d'énergies et au confort des occupants.

Le principe de cloisonnement, également appelé zonage, permet d'adapter le type d'ambiance thermique à l'utilisation propre de l'espace : une pièce peu utilisée ou une chambre sera moins chauffée (température de consigne de $18 \text{ }^\circ\text{C}$) qu'un séjour ou une salle de bains (20 à $22 \text{ }^\circ\text{C}$). Ce principe de cloisonnement peut se compléter par l'adjonction d'espaces tampons protecteurs tels que rangements et garage, adossés côté nord de l'habitation. Dans les bâtiments à toiture inclinée, le grenier peut aussi devenir un espace protecteur des conditions climatiques extérieures.

CHAPITRE 01 : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE ET ETAT DE L'ART

Afin qu'un espace tampon remplisse pleinement son rôle, au nord, il est nécessaire de placer l'isolant entre les espaces de vie et les zones tampons plutôt qu'au niveau de l'enveloppe du bâtiment : de cette manière, les espaces tampons sont exclus du volume chauffé. Côté sud, une serre peut également servir de tampon en protégeant les parois vitrées.

Contrairement aux espaces tampons nord dont le rôle est passif, la serre joue un rôle actif en permettant de profiter des apports solaires.[5]



Le zonage remet en question le rapport entre les occupants et les rythmes climatiques. Il réintroduit les nomadismes saisonniers car certains espaces comme les serres pourront être habitables en été mais pas en hiver.

Enfin, l'adjonction d'un sas à l'entrée principale du bâtiment peut compléter la gamme des espaces protecteurs. Un sas permet de réduire l'engouffrement d'air frais à chaque ouverture de la porte tout en jouant le rôle de tampon entre les espaces de vie et l'extérieur. La figure illustre le concept de zonage thermique et d'espaces tampons pour une habitation individuelle située dans un climat relativement rigoureux, dans les Hautes-Alpes.

Au rez-de-chaussée, les pièces de vie sont orientées au sud, alors que les pièces d'appoint (chambre d'amis et bureau) sont placées au nord.

Figure 1-9 : Les serres sont placées en espace tampon entre l'ambiance extérieure et la paroi des logements, Dijon (arch. Dubosc- Landowski). [5]

Entre ces deux zones, plusieurs espaces de service (WC, hall d'entrée et rangements) procurent un effet tampon supplémentaire. A l'étage, les chambres s'ouvrent largement au sud par leur grand côté, alors que le grenier fait office d'espace tampon protecteur au nord.[5]

1-9-4 Le choix des matériaux :

Est un élément capital de la conception bioclimatique, qui offre plusieurs avantages :

- impact limité sur l'environnement. Bon nombre de ces matériaux sont des « puits de carbone » (bilan CO2 négatif). Ils sont d'autant plus écologiques qu'ils sont produits localement, ce qui

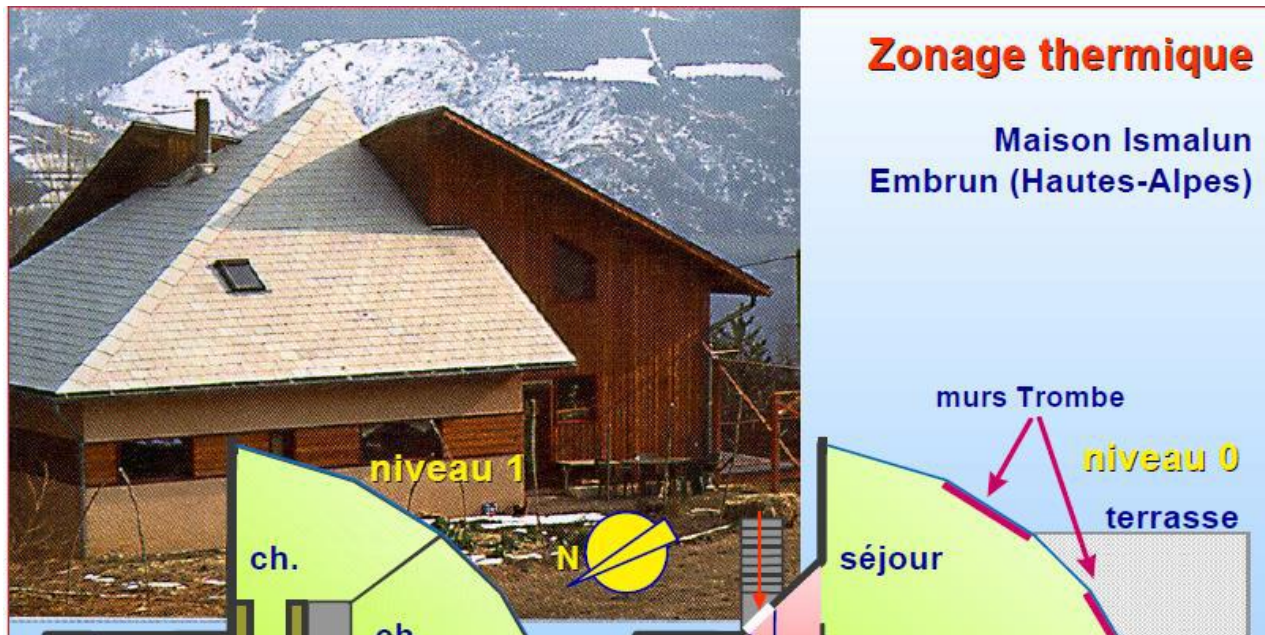


Figure 1-10 Espaces tampons organisés par zonage, au nord (arch. R. Marlin). [5]



permet aussi de pérenniser et/ou développer des filières locales d'emplois.

- absence de polluants organiques ou de COV* garantissant la qualité de l'air intérieur
- capacité d'hygro-régulation*. Chacune des couches qui composent les parois (éléments de structure, isolants, enduits, peintures) permettent la migration de l'humidité entre l'intérieur et l'extérieur, ce qui est essentiel à la pérennité des ouvrages, notamment les charpentes et les ossatures en bois.
- performants thermiquement, notamment pour le confort d'été où leur inertie est primordiale pour emmagasiner puis diffuser avec un décalage dans le temps les calories accumulées ; c'est le principe du déphasage.[8]

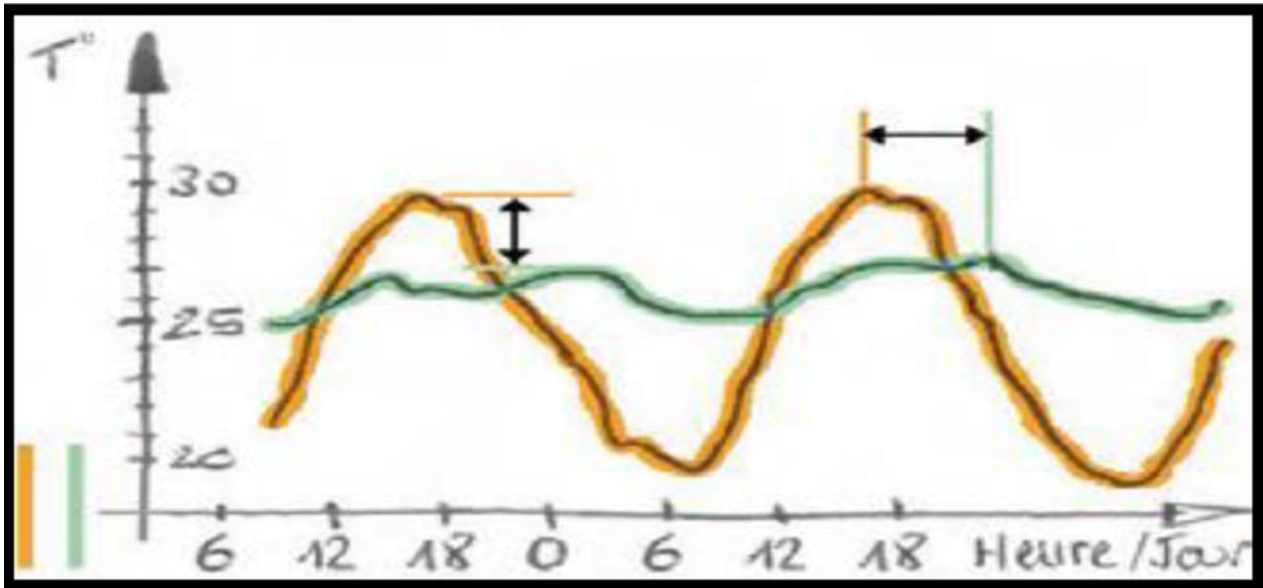


Figure 1-11 le temps de déphasage [8]

Il assure le confort des occupants : en captant la chaleur ou en préservant la fraîcheur et en évitant les sensations de « parois froides » et favorise les économies d'énergies. Les matériaux reçoivent différemment le rayonnement selon leur degré de transparence ou d'opacité, leur couleur ou leur texture de surface. Mais ils ont aussi des caractéristiques thermiques particulières tenant à leur structure et à leur masse qui leur permettent de gérer différemment les apports caloriques.

Ces caractéristiques thermiques seront prises en compte dans la conception bioclimatique, qui aura pour mission première selon les cas de capter, de stocker, de transmettre et/ou de conserver les calories.

1-9-5 Le confort d'été :

A température élevée égale, on peut avoir une sensation de confort si l'air est sec (facilité de l'évaporation de la sueur), s'il est mis en mouvement (ventilateur, courant d'air) ou si la température des parois est plus faible que celle de l'air (meilleur rayonnement du corps vers ces

parois). La notion de bien-être thermique reste bien sûr liée à chaque individu mais quelques paramètres mesurables peuvent être pris en compte :

- la température intérieure de l'air qui ne devra pas excéder 26 C°.
- une humidité de l'air inférieure à 80%.
- des parois fraîches.

Pour bannir la climatisation, le principe est de filtrer le rayonnement solaire, de limiter les transmissions de chaleur, et d'utiliser des matériaux "lourds" permettant de profiter d'un bon déphasage thermique afin de dissiper la surchauffe diurne par une ventilation nocturne, si possible naturelle.

Pour obtenir un confort thermique satisfaisant en été, il faut se protéger des apports solaires trop importants et minimiser les surchauffes. Il ne faut pas que les dispositions prises pour le confort d'hiver deviennent une source d'inconfort en été. Les masques et protections solaires naturels ou artificiels au niveau de la façade sud limitent la pénétration du rayonnement et évitent les surchauffes.[5]

1-10 Les stratégies architecturales de la conception bioclimatique :

1-10-1 Les Stratégies du chaud :

Au confort d'hiver répond la stratégie du chaud : capter la chaleur du rayonnement solaire, la stocker dans la masse, la conserver par l'isolation et la distribuer dans le bâtiment.

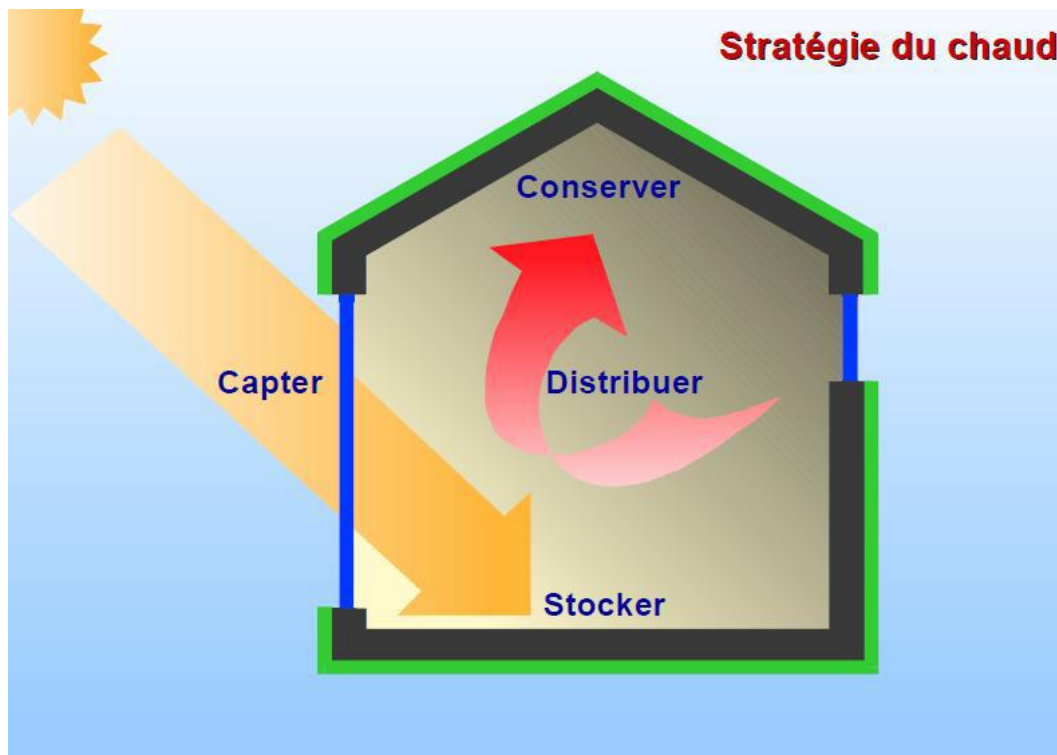


Figure 1-12 Les principes du confort d'hiver [5]

Capter :

Capter la chaleur consiste à recueillir l'énergie solaire et à la transformer en chaleur. Le rayonnement solaire reçu par un bâtiment dépend du climat et de ses variations journalières et saisonnières, mais aussi de l'orientation du bâtiment, de la nature de ses surfaces et de ses matériaux, de la topographie du lieu, de l'ombrage, etc. Le rayonnement solaire n'est pratiquement utilisable qu'au droit des surfaces vitrées, où il est partiellement transmis à l'ambiance intérieure et fournit un gain direct de chaleur.

Le captage se fait principalement par des surfaces vitrées, qu'elles correspondent à des fenêtres, des murs-capteurs ou des collecteurs solaires. L'énergie solaire interceptée par une surface opaque isolée (murs, toit) ne pénètre pas vraiment dans le bâtiment, mais est en majorité rediffusée vers l'extérieur : cet apport peut être négligé en hiver. En tant qu'élément de captage seul, la dimension des fenêtres doit correspondre à la disponibilité du soleil (site, orientation, inclinaison) et à la demande de chaleur (pertes du bâtiment : transmission et renouvellement d'air).

CHAPITRE 01 : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE ET ETAT DE L'ART

L'enveloppe du bâtiment a un rôle de conservateur mais aussi de capteur. Comme dans une serre, les rayons du soleil sont captés grâce aux surfaces vitrées. Ceux-ci atteignent les murs, le mobilier et les sols qui sont réchauffent en fonction de leurs couleurs. Cet échauffement provoque une réémission des rayons mais dans une plus grande longueur d'onde, l'infrarouge, que le verre ne laisse plus passer. La chaleur est emprisonnée et redistribuée dans la maison.

Pour profiter des apports solaires de façon passive, la maison doit être orientée au sud car le soleil y est disponible toute l'année. Cette façade doit donc s'ouvrir à l'extérieur par de larges surfaces vitrées. Les orientations est-ouest ne sont jamais favorables. En effet, trop de surfaces vitrées à l'ouest engendrent des surchauffes en été. Des vitres orientées à l'est peuvent être envisagées si les brumes matinales sont absentes. Elles apportent de la lumière et de la chaleur le matin. Enfin, l'orientation au nord n'est jamais favorable et il faut minimiser les ouvertures sur cette façade. Certaines couleurs des matériaux présentent une meilleure absorption de la chaleur. Pour la conserver, les parois qui sont directement exposées au soleil doivent être de couleur foncée. Les moquettes ou les tapis sont à éviter sur les surfaces d'absorption car elles ne permettent pas un stockage de la chaleur. Le tableau suivant donne des valeurs de coefficient d'absorption pour différents matériaux, revêtements et couleurs.[5]

Coefficient d'absorption de la chaleur de différents matériaux et couleurs

Couleur	Coefficient d'absorption
Matériaux	
Béton brut	0.6
Plâtre	0.07
Brique rouge	0.55
Ardoise	0.89
Peinture de l'huile	
Noire	0.90
Blanc casse	0.33
Gris clair	0.55
Rouge	0.74
Jaune paille	0.45
Peinture cellulosique	
Bleu foncé	0.91
Maron	0.79
Vert	0.79
Orange	0.41
Rouge foncé	0.57
Blanche	0.12

Tableau 1-1 Coefficient d'absorption de la chaleur de différents matériaux et couleurs

Stocker :

Le rayonnement solaire produit souvent de la chaleur au moment où elle n'est pas nécessaire. Il est alors intéressant de pouvoir stocker cette énergie jusqu'au moment où ce besoin se fait sentir. Ce stockage a lieu au sein de chaque matériau suivant sa capacité d'accumulation et permet ainsi d'absorber la chaleur et d'atténuer les fluctuations de température dans le bâtiment en tirant parti de son inertie.[5]

Selon le mode de couplage entre le capteur solaire et l'espace à chauffer on distingue principalement deux types de systèmes :

- **Le gain direct** : le captage est lié directement à l'espace à chauffer qui stocke lui-même la chaleur en excès. Le stock est représenté principalement par les parois et les dalles constituant l'enveloppe du local. Même si une partie du rayonnement capté chauffe directement le stock (le sol par exemple), on parle de gain direct.
- **Le gain indirect** : le captage est lié indirectement à l'espace, l'énergie captée transite par le stock.

Le choix entre les deux systèmes se fait sur des critères de confort, de performance et de taux de couverture des besoins par le soleil : du fait que l'occupant habite le capteur et marche sur le stock. Équivalente un gain direct couvre une part plus importante des besoins en chaleur. La majorité des surfaces de captage d'un gain direct servant aussi de fenêtres (lumière, ventilation, contact visuel) leur coût n'est à imputer que partiellement au système solaire.

Tous les éléments lourds et inertes situés à l'extérieur de la peau isolée ne participent pas au stockage de la chaleur captée.

40% avec un gain direct sans entraîner, en toutes saisons, des surchauffes difficilement maîtrisables.

On rencontre toutes les combinaisons possibles entre ces deux systèmes. Pour un système à gain indirect (mur, serre), on admet habituellement que la surface de stockage doit être équivalente à la surface de captage (surface frontale de la serre par exemple). Dans un système à gain direct, la distribution des masses dans un espace n'a pas une grande

CHAPITRE 01 : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE ET ETAT DE L'ART

importance: les masses peuvent se trouver au sol, au plafond ou dans les murs . La masse participant au stockage doit se trouver à l'intérieur de l'enveloppe isolée du local, la distribution des masses n'ayant par contre pas une grande importance. La surface de stockage doit être libre par rapport au local.

Pour qu'une habitation bioclimatique ait le meilleur rendement possible, il faut que :

- l'architecture et l'agencement des pièces soient adaptés,
- le bâtiment soit isolé de manière optimale, étanche à l'air,
- les matériaux de construction soient lourds et massifs afin de stocker la chaleur et d'atténuer Les fluctuations de températures.

Conserver :

En climat froid ou frais, on s'efforcera de conserver toute chaleur, qu'elle découle de l'ensoleillement, d'apports internes ou du système de chauffage. C'est essentiellement la forme et l'étanchéité de l'enveloppe ainsi que les vertus isolantes de ses parois qui limiteront les déperditions thermiques du bâtiment. Cloisonner les espaces en différentes zones permettant de créer des ambiances thermiques différenciées (températures de consignes différentes ou zones tampons), orientées suivant leur utilisation, permet aussi de répartir au mieux la charge de chauffage.[5]

Distribuer :

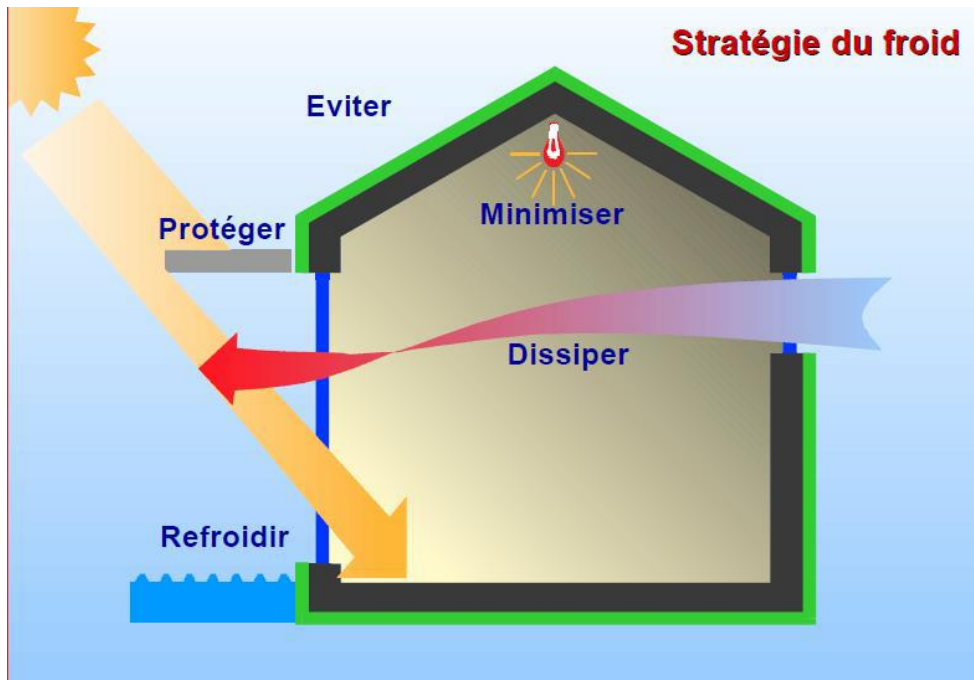
Distribuer la chaleur dans le bâtiment tout en la régulant consiste à la conduire dans les différents lieux de vie où elle est souhaitable. Cette distribution peut s'effectuer naturellement lorsque la chaleur accumulée dans un matériau durant la période d'ensoleillement est restituée à l'air ambiant par rayonnement et convection. Un autre mode de distribution de la chaleur est celui de la thermocirculation de l'air (migration naturelle des masses d'air chaud vers le haut). Enfin, cette distribution peut être assurée par un circuit de ventilation forcée. La chaleur doit également être régulée en fonction des différentes pièces de l'habitation et de leur utilisation. Une fois la chaleur captée et emmagasinée, il faut la restituer. Pour cela, l'aménagement de la maison est très important : il faut que les pièces principales aient un accès à la façade sud, source de chaleur. La chaleur se propage ensuite vers les pièces orientées au nord. Les pièces doivent être disposées en

conséquence : celles ayant des besoins de chauffage moindres ou discontinues comme le garage, la salle de bain, les toilettes sont placées au nord de la maison.[5]

1-10-2 Les stratégies du froid :

On fera appel aux mêmes quatre grands principes physiques (Conduction, convection, rayonnement et évaporation) pour contrôler le climat d'été.

Simplement on utilisera souvent l'effet inverse par rapport à la stratégie d'hiver : par exemple on se protège du rayonnement solaire plutôt que de le laisser pénétrer dans le bâtiment. Le choix d'une architecture plus ouverte sur l'extérieur augmente sa sensibilité aux éléments



climatiques. Si la stratégie pour la période froide était de laisser entrer le soleil dans le bâtiment, et de limiter les pertes de chaleur, celle de la période chaude sera plutôt de minimiser tous les gains et de privilégier leur évacuation vers l'extérieur.[5]

Figure 1-13 Les principes de confort d'été [5]

On applique les principes suivants :

Eviter :

Il s'agit d'éviter au le transfert de la chaleur vers l'intérieur par les matériaux :

- Par l'isolation des murs.
- Par l'isolation des toitures.

- Par la ventilation des espaces sous toiture.
- Par la présence de végétaux, sur les murs verticaux ou par des toitures végétalisées.

Dissiper :

Il s'agit de dissiper l'air chaud rentré dans l'habitat pendant la journée, ou l'air chaud produit par les activités à l'intérieur de l'habitat.

- Par une ventilation nocturne naturelle (l'air est plus frais que pendant la journée).
- L'idéal est d'avoir une ventilation transversale (traversant toute l'habitat).
- La ventilation nocturne permet de rafraîchir les matériaux intérieurs ayant une forte inertie par absorption, leur permettant d'emmagasiner du frais la nuit et de le « rendre » la journée.

Rafraîchir :

Il s'agit par un dispositif mécanique ou naturel d'apporter de la fraîcheur dans l'habitat. Quelques possibilités simples :

- Présence de l'eau (mouvement d'air, évapotranspiration)
- Bassin, mais aussi jarre de grande porosité, tissu humide, paille humide, etc.)
- Présence de la végétation (mouvement d'air, évapotranspiration)

Minimiser :

Les occupants, équipements et appareils d'éclairage artificiel constituent les principales sources de gains internes de bâtiment. Bien que la spécification d'équipement à très grande efficacité énergétique et que le nombre d'usagers ainsi que leur taux métabolique soit difficile à contrôler par l'Architect, ce dernier est le seul à pouvoir optimiser l'éclairage naturel afin de minimiser les gains internes par l'éclairage artificiel. Cette stratégie a d'ailleurs été abordée dans un feuillet antérieur.[5]

1-10-3 Les stratégies de l'éclairage naturel :

La stratégie de l'éclairage naturel vise à mieux capter et faire pénétrer la lumière naturelle, puis à mieux la répartir et la focaliser. On veillera également à contrôler la lumière pour éviter l'inconfort visuel. L'utilisation intelligente de la lumière naturelle permet de réduire la consommation électrique consacrée à l'éclairage.[5]

- Capter :

Une partie de la lumière du jour est transmise par les vitrages à l'intérieur du bâtiment.

La quantité de lumière captée dans un local dépend de la nature et du type de paroi vitrée, de sa rugosité, de son épaisseur et de son état de propreté. L'aménagement des abords peut aussi créer une barrière à la pénétration rasante du rayonnement d'hiver ou d'été, tout en laissant une large ouverture à la lumière du ciel. Inversement, des surfaces réfléchissantes au sol

(Dallage, plan d'eau) peuvent contribuer à capter davantage de lumière.

- Pénétrer :

La pénétration de la lumière dans un bâtiment produit des effets de lumière très différents non seulement suivant les conditions extérieures (type de ciel, trouble atmosphérique, saison, heure du jour et dégagement du site) mais aussi en fonction de l'emplacement, l'orientation, l'inclinaison, la taille et le type des vitrages. L'éclairage latéral fournit une lumière dirigée, qui souligne généralement le relief, mais limitée en profondeur, contrairement à l'éclairage zénithal qui est beaucoup plus uniforme, mais possible qu'au dernier niveau des bâtiments.

- Répartir :

La lumière se réfléchit d'autant mieux sur l'ensemble des surfaces intérieures des locaux que le rayonnement ne rencontre pas d'obstacles dus à la géométrie du local ou au mobilier, et que les revêtements des surfaces sont mats et clairs. Elle peut également être diffusée par le type même du vitrage utilisé (translucide) ou par des systèmes de réflecteurs, qui permettent à la lumière de gagner le fond du local.

- Protéger et contrôler :

La pénétration excessive de lumière naturelle peut être une cause de gêne visuelle (Éblouissement, fatigue). Elle peut se contrôler par la construction d'éléments architecturaux fixes (surplombs, bandeaux lumineux ou lightshelves, débords de toiture, etc.) associés ou non à des écrans mobiles (marquises, volets, persiennes ou stores). - Focaliser :

Il est parfois nécessaire de focaliser l'apport de lumière naturelle pour mettre en valeur un lieu ou un objet particulier. Un éclairage zénithal - ou latéral haut - crée un contraste lumineux important avec l'éclairage d'ambiance, moins puissant. Un atrium au centre d'un bâtiment permet aussi à la lumière du jour de mieux pénétrer dans le bâtiment tout en créant un espace de circulation et de repos attrayant. Des bâtiments hauts et profonds peuvent ainsi recevoir la lumière naturelle en leur cœur par le biais de conduits lumineux.[5]

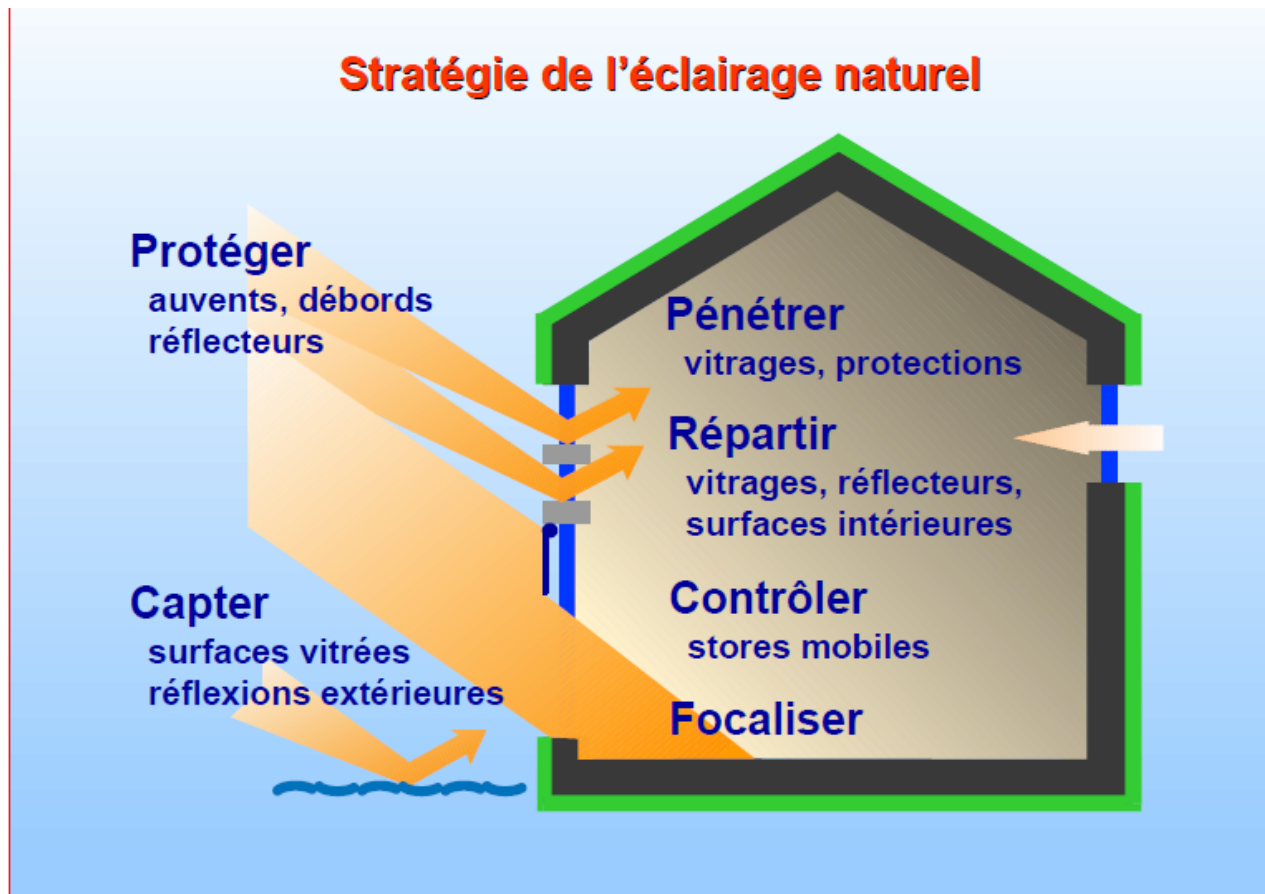


Figure 1-14 Stratégies de l'éclairage naturel [5]

1-11 Les solutions techniques adaptées au bio-climatisme :

Pour optimiser un peu plus la conception d'un bâtiment, le maître d'œuvre peut recourir à des systèmes techniques qui ne consomment pas d'énergie pour fonctionner :

Mur capteur :

Il s'agit d'un mur en maçonnerie lourde placé quelques centimètres derrière un vitrage performant. D'après les auteurs, certains types de murs capteurs ne seraient pas plus chers qu'une paroi courante. Le confort d'été est conservé grâce à des protections solaires de type casquette

La figure au-dessous indique le schéma de principe du mur capteur ainsi qu'un exemple de températures représentatives d'une journée par ciel clair, le 15 mars, à Bruxelles.[5]

La température ambiante intérieure est de 20 °C ; le mur est en maçonnerie ; le temps est donné en temps universel (t.u.). Dans la pratique, les valeurs maximales et minimales de la température de surface du mur sont plus rapprochées : entre 18 et 22 °C.[5]

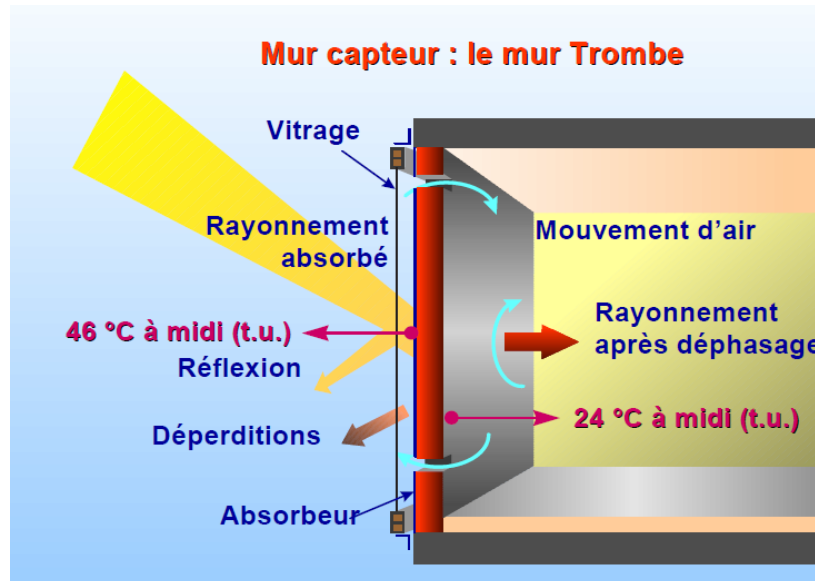


Figure 1-15 Schéma de principe du mur de trombe [5]

Les premières maisons prototypes remontent aux années 1960 à Odeillo, dans les Pyrénées, par l'architecte Jacques Michel. De nos jours, d'autres constructions telles que la maison Ismalun dans les Hautes-Alpes, continuent à intégrer avec succès les murs capteurs.



Figure 1-16 Deux murs capteurs sont intercalés entre les fenêtres au sud (arch.R. Marlin).

Les doubles peaux :

Une façade double peau est constituée d'une paroi extérieure entièrement vitrée et d'une paroi intérieure plus massive, composée de parois vitrées et de parois opaques capables d'accumuler la chaleur.

La façade double peau applique les mêmes principes que ceux des serres, mais elle ne propose pas d'espace habitable. Elle est intéressante pour des orientations proches du sud $\pm 30^\circ$; mais l'orientation ouest est à éviter pour cause de surchauffe.

Le rayonnement qui traverse les deux parois vitrées procure des gains solaires directs, qui seront éventuellement accumulés dans les sols et les parois intérieurs. Le rayonnement qui frappe les parties opaques de la double peau permet aux apports solaires d'être différés de quelques heures. Quant à l'espace intercalaire entre les deux peaux, il offre un effet tampon supplémentaire puisqu'il est échauffé par les déperditions vers l'extérieur de la paroi opaque : il réduit ainsi les pertes thermiques de l'enveloppe.

Le renouvellement de l'air doit être assuré car les doubles peaux sont trop étanches pour qu'un renouvellement d'air par les défauts d'étanchéité du bâtiment suffise. Par ailleurs, les ouvrants intérieurs et extérieurs devront être conçus de manière à pouvoir être ouverts simultanément.[5]

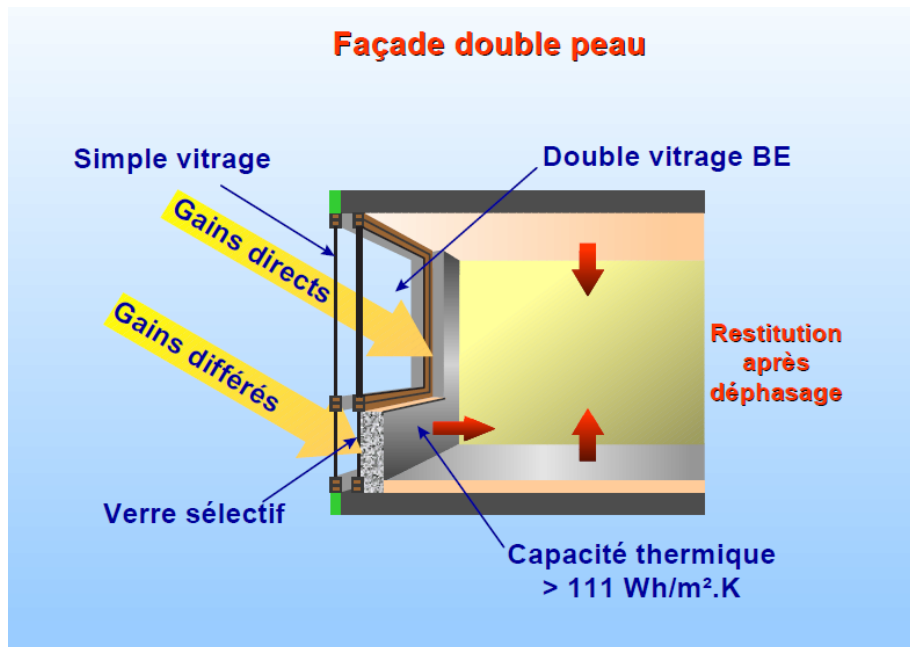


Figure 1-17 Eléments d'une façade double peau. [5]

La double peau est conçue pour réduire les gains solaires et se protéger du bruit de la circulation. Elle est également munie d'une protection solaire indispensable pour limiter les surchauffes en été (store extérieur). Sur la photo, on peut distinguer les protections solaires (Fixes et mobiles) ainsi que la ventilation.

Les trios critères principaux de la classification des façades double peau :

On retrouve dans la littérature de classifications nombreuses classifications des FDP. La plupart de ces classifications sont essentiellement basées sur les caractéristiques géométriques des façades. Leurs différents modes de fonctionnement ne sont pas toujours pris en compte.¹³ La classification élaborée ici prend en compte les modes de fonctionnement de la façade et introduit trois critères indépendants entre eux.^[9]

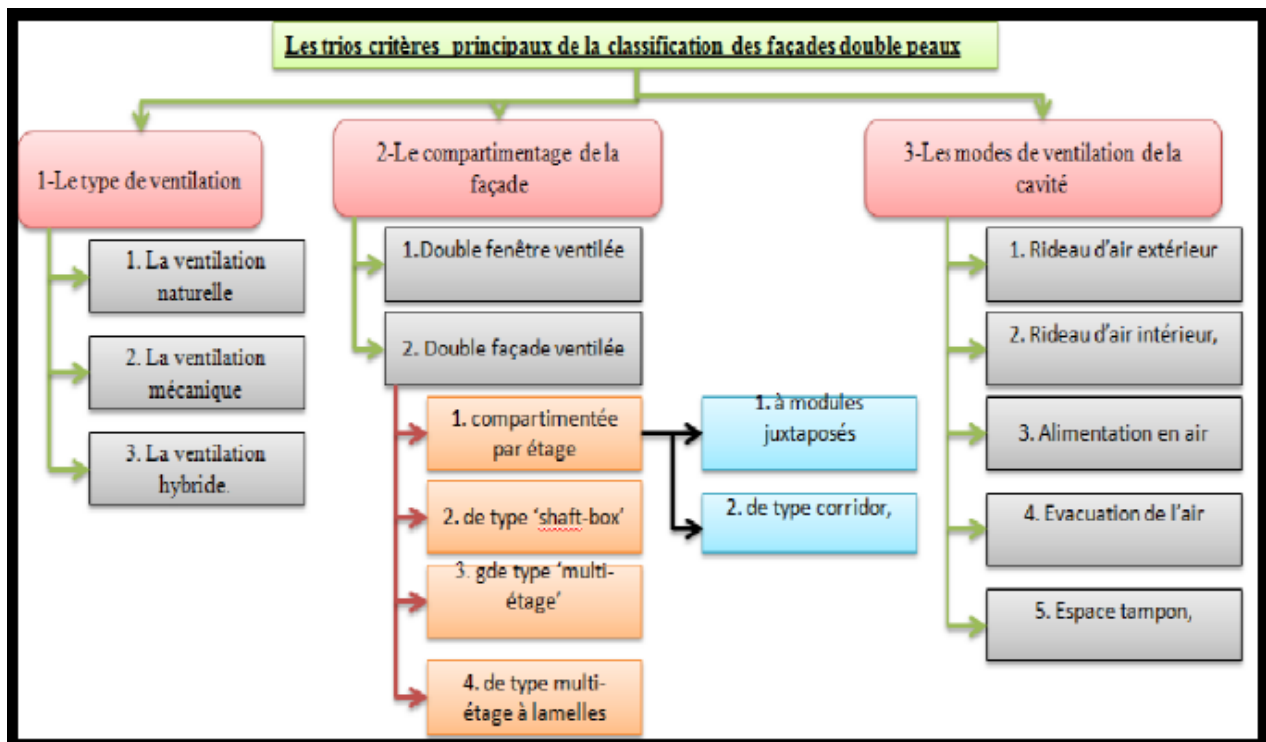


Figure 1-18 Les trios critères principaux de la classification des façades double peau

Les serres :

Les serres offrent un espace tampon qui favorise le captage du rayonnement solaire. Ce rayonnement est transformé en chaleur par effet de serre et se retrouve piégé dans l'espace tampon.

Les serres vitrées fonctionnent comme des espaces servant l'habitation. Il faut donc distinguer la surface vitrée (captage), la capacité de stockage (généralement le sol) et l'interface entre la serre et l'intérieur. L'habitation peut puiser de la chaleur directement par les surfaces vitrées de l'interface, par conduction au droit des surfaces opaques et par convection naturelle (ou éventuellement mécanique) de l'air réchauffé dans la serre. Elle est à considérer comme un système technique et non comme un espace habitable. Elle possède plusieurs fonctions : système de rafraîchissement en été, espace tampon et captage solaire en hiver. Le dimensionnement, l'emplacement, les protections et l'architecture de la serre doivent être étudiés précisément. Les auteurs donnent quelques principes de base.

La figure 2 illustre le fonctionnement de ces espaces en hiver comme en été. En hiver, le rayonnement solaire est le bienvenu pour réchauffer l'air de la serre et préchauffer l'air frais. Celle-ci peut offrir un lieu de séjour occasionnel (grande variation des températures) et constitue un espace tampon qui réduit les déperditions thermiques vers l'extérieur.

En été, des protections solaires extérieures et une ventilation continue permettent de limiter la surchauffe. L'orientation préférentielle de la serre doit être le sud ($\pm 30^\circ$). Sa volumétrie idéale est celle d'un corps mince et élevé : profondeur inférieure à 2,50 mètres et hauteur sur 2 niveaux. Il existe actuellement une variété de systèmes constructifs : profils en aluminium avec coupure thermique, bois, PVC, etc. Le vitrage doit impérativement être double (sauf pour les vérandas dont la surface est inférieure à 8 m²), alors qu'un simple vitrage avec protection infrarouge suffira pour les parties vitrées de l'interface. Les protections solaires seront de préférence mobiles et extérieures et la conception devra permettre d'assurer une ventilation estivale (lucarnes ou ouvrants en partie haute).[5]

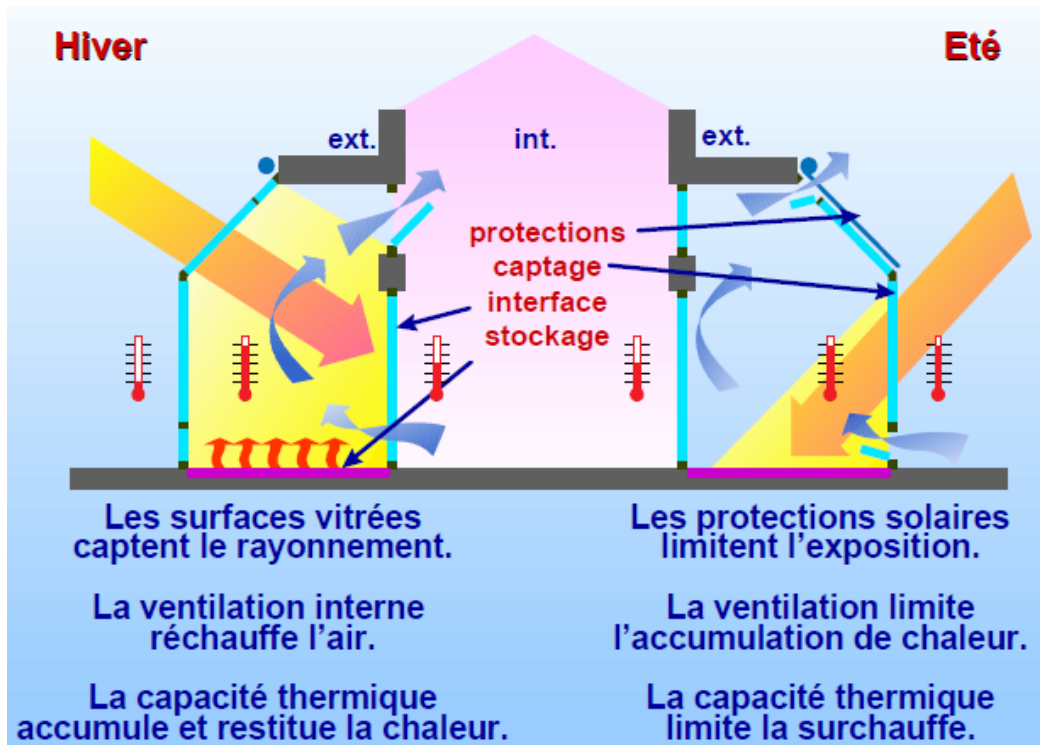


Figure 1-19 le fonctionnement d'espaces de la serre en hiver comme en été [5]

Les capteurs à air en façade :

Les capteurs à air (capteurs-fenêtres ou capteurs-murs) sont des systèmes hybrides fonctionnant tantôt en mode passif (gains solaires directs), tantôt en mode actif (stockage et pulsion d'air). Le capteur-fenêtre est composé de deux fenêtres distantes entre elles de 10 à 20 cm et l'air circulant entre ces deux fenêtres est relié à un stock thermique (lit de gravier, etc.). Par faible ensoleillement, le capteur-fenêtre se comporte comme une fenêtre ordinaire (mode passif). Lorsque le rayonnement solaire dépasse une valeur seuil (par exemple, plus de 300 W/m²), un store absorbant est mis en place entre les fenêtres ; le système devient alors collecteur et un ventilateur pulse l'air chauffé vers le stock

(Mode actif). La chaleur, ainsi stockée, complète la chaleur apportée par les gains solaires directs et permet de traverser de courtes périodes d'intempéries sans apport extérieur.

Les systèmes de capteurs à air en façade doivent être orientés au sud à $\pm 30^\circ$. Le rapport entre surface vitrée et volume chauffé doit être d'environ 1 m² pour 13 m³. Il est important de limiter les déperditions de chaleur (doubles vitrages isolants à l'extérieur et à l'intérieur, isolation nocturne, isolation du stock) ainsi que les risques de surchauffe en été

(Protections solaires extérieures car les stores disposés entre les deux fenêtres ne peuvent servir de protection).[5]

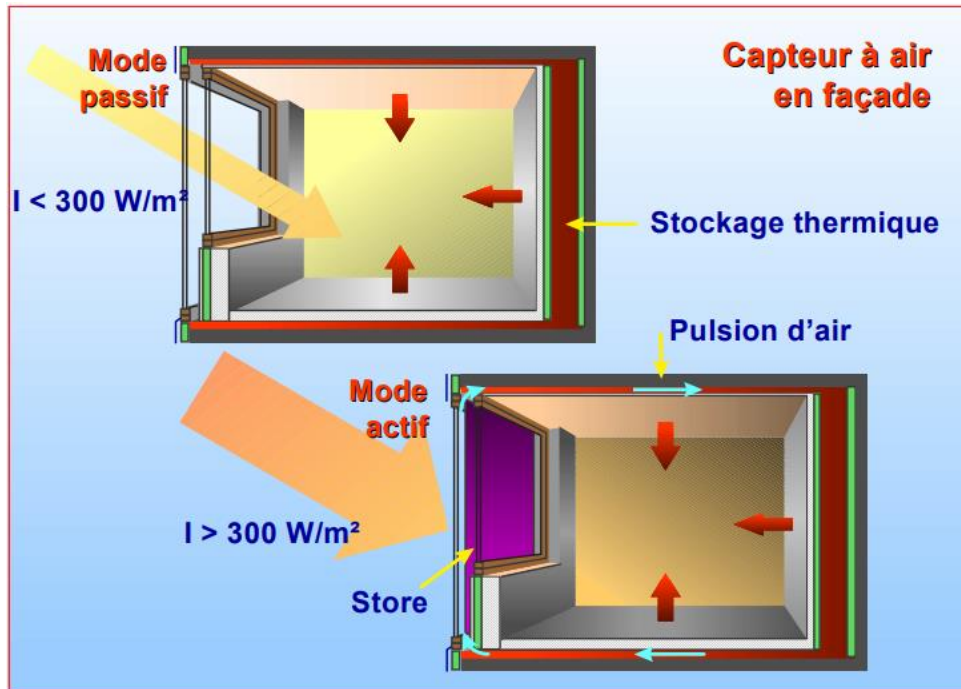


Figure 1-20 Mécanismes passif et actif du capteur-fenêtre. [5]

Le puit canadien :

Au-delà des apports solaires, d'autres solutions complémentaires permettent de gagner des degrés toujours précieux comme les puits canadiens ou provençaux, des solutions intéressantes. Ils ont pour but de limiter les consommations d'énergie liées au chauffage et à la climatisation, ou même éviter l'installation d'un système de climatisation. Le principe consiste à faire circuler dans des tuyaux placés à une profondeur de 1,5 à 2mètres dans le sol, sur une longueur de 25 à 30 mètres renouvellements destiné à être introduit dans le bâtiment. En hiver, le sol à cette profondeur est plus chaud (de l'ordre de $12 \text{ }^\circ\text{C}$) que la température extérieure, l'air froid est donc préchauffé lors de son passage dans les tuyaux. En été, le sol est à l'inverse plus froid que la température extérieure, l'air est passage dans les tuyaux. Ce système peut augmenter ou réduire la température de 2 à $5 \text{ }^\circ\text{C}$.14

L'avenir est cependant l'installation d'un système de ventilation naturelle assistée : le bâtiment est équipé de sondes et de capteurs qui vérifient la qualité de l'air et d'un système qui adapte ainsi les

débites des bouches d'extraction et d'insufflation. Les bouches d'extraction fonctionnent grâce à une cheminée thermique et un ventilateur d'appoint. La cheminée thermique Ce système est peut connu en France.[10]

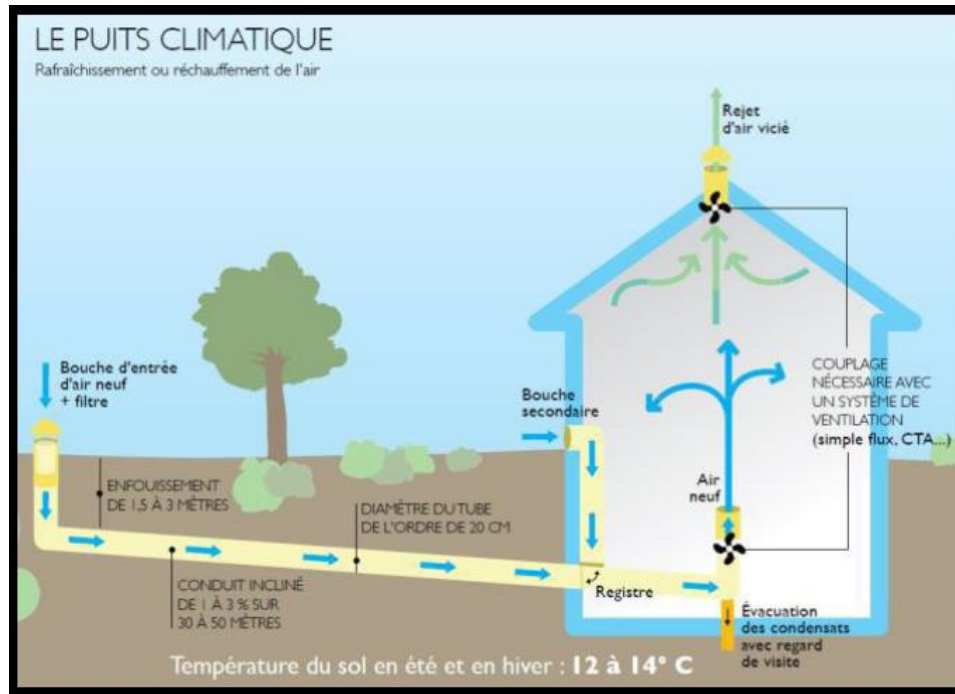


Figure 1-21 Principe de puit canadien [13]

La toiture végétalisée :

Cette technique est aujourd'hui très en vogue chez les occidentaux : la toiture végétalisée est largement utilisée dans la plupart des pays d'Europe, et même en Amérique du Nord. En Allemagne, plus de 40% des villes proposent des incitations financières pour le développement des toitures végétalisées. À Berlin, par exemple, la ville prend à sa charge 60% des dépenses liées aux toitures végétalisées et à l'installation de traitement de l'eau de pluie [31]. Au Japon, cette technique est encouragée par une réduction de taxes. Tandis qu'en France, alors que 150 000 m² de toitures végétalisées ont été recensées en 2002, 22 millions de m² de toitures étanchées sont potentiellement transformables en toitures vertes, selon le CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment). Une ville comme STUTTGART l'impose même dans son règlement d'urbanisme.[11]

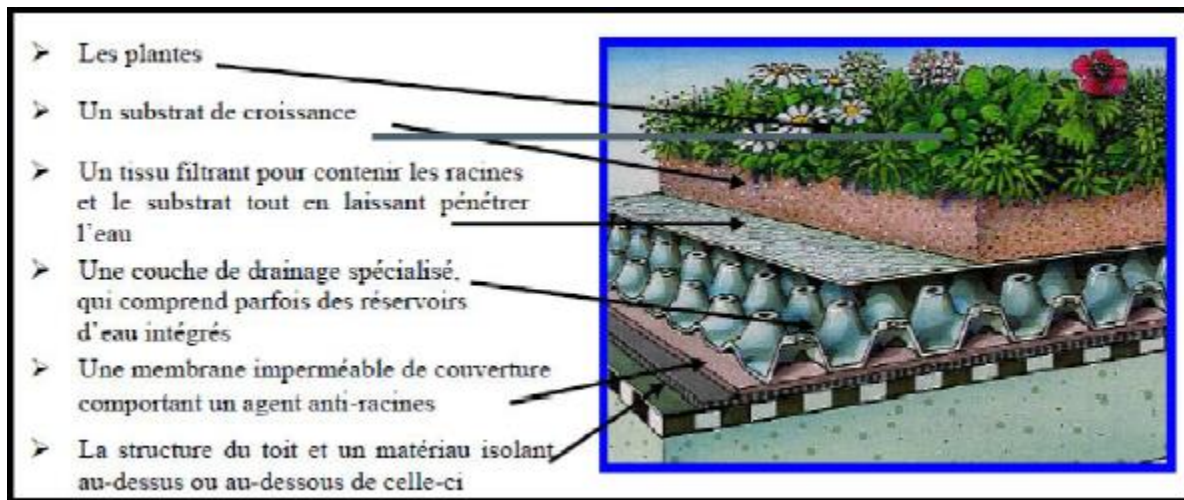


Figure 1-22 Les composants d'un toit vert [14]

La définition :

La toiture végétalisée est : un dispositif superposant des végétaux à un support bâti.

Cette association offre l'opportunité d'augmenter la présence du végétal en milieu construit : cela contribue bien à l'agrément du cadre de vie mais surtout à l'amélioration du confort thermique, de la qualité de l'air et s'inscrit pleinement dans une démarche de projet du développement durable.

En se référant à la figure suivante nous pouvons observer les différentes couches composant le système d'un toit vert. Une toiture végétale comprend la pose de différentes membranes d'étanchéité et d'isolation permettant d'installer sur la structure d'un toit traditionnel une couche de terre appelée substrat, sur laquelle pousseront des végétaux.

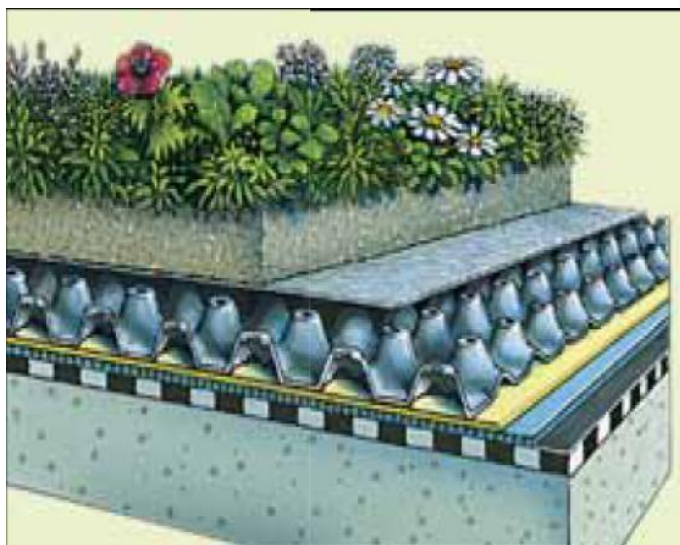


Figure 1-23 les couches de la toiture [14]

Typologie des toitures végétalisées :

Selon l'épaisseur du substrat et le type de végétaux, les toits verts sont classifiés comme intensifs ou extensifs :

Les toits verts extensifs :

Les toits verts extensifs sont conçus pour les bâtiments avec un toit conventionnel et agissent comme nouvelle toiture¹⁶

Sont rarement accessibles et comportent les caractéristiques suivantes :

- Légèreté.
- Faible coût en capital.
- Faible diversité de la végétation.
- Entretien minimal.

Les toits verts intensifs : appelé aussi jardin suspendu, préconisé pour les petites et moyennes surfaces.

L'épaisseur du substrat est plus importante (15 à 30 cm environ) pour un poids de surcharge compris entre 120 et 350 kg/m² (poids humide) permettant d'accueillir une végétation plus variée à fort développement racinaire et aérien du fait de sa charge importante.

Sont souvent accessibles et comportent les caractéristiques suivantes :

- Profondeur et poids supérieurs.
- Coût en capital plus élevé.
- Diversité accrue de la végétation.
- Entretien plus fréquent.

			
	Extensif	Semi-intensif	Intensif
Épaisseur	3-12 cm	12-30 cm	>30 cm
Portance	30-150 kg/m ²	150-350 kg/m ²	>350 kg/m ²
Végétation	Sédums 	Sédums, graminées, vivaces 	Herbacées, arbustes, arbres 
Entretien	2 fois/an pas d'arrosage au Nord de la Loire	4 fois/an arrosage conseillé en été	type jardin classique
Accès	non	oui	oui
Coût	25-100 €/m ²	100-200 €/m ²	>200 €/m ²

Figure 1-24: les caractéristiques des toits verts

Les avantages du toit végétal :

A/ Économie d'énergie :

L'été : Les plantes d'un toit vert protègent l'immeuble contre les rayons solaires et grâce au phénomène d'évapotranspiration, peuvent atténuer voire éliminer les gains thermiques, ce qui contribue à rafraîchir l'endroit et à réduire les besoins énergétiques en climatisation de l'immeuble.

L'hiver : L'isolation supplémentaire fournie par le substrat contribue à réduire les besoins énergétiques en chauffage de l'immeuble. L'ampleur des économies d'énergie dépend :

- de la taille de l'immeuble.
- de son emplacement.
- de la profondeur du substrat de croissance.
- du type de plantes et d'autres variables.

B/ Contribuer à l'amélioration de l'efficacité énergétique du bâtiment :

En servant d'écran contre les rayons solaires, la couche de végétation évite que le toit subisse des variations de température trop importantes et fréquentes ; entre le jour et la nuit et entre les différentes saisons.

C/ Prolonger la durée de vie des toitures :

Les toitures végétales permettent d'améliorer l'isolation des bâtiments contre le froid en hiver et surtout la chaleur en été. Une baisse de 3 à 7 degrés de l'air intérieur d'un bâtiment amène des économies de 10% en climatisation. Pour un bâtiment à un étage, on peut espérer des économies de 20 à 30% en climatisation.

D/ La récupération des eaux de pluie :

Les toitures végétalisées permettent de réaliser d'importantes économies sur le traitement des eaux.

- usage domestique, arrosage.
- Surface : très faible, des points de récupération des eaux de pluies peuvent être aménagés en surface mais aussi en aval du système de drainage de la zone végétalisée.
- La cuve de récupération peut être placée dans le bâtiment.

1-12 Etat de l'art :

1-12-1 Mémoires consultés :

Mémoire n°01 : Etude thermique dynamique d'une mosquée avec l'intégration d'un système photovoltaïque :(Beltoum Amine et Chaibeddour abdelmalek 2019-2020).

Objectif :

- Etude thermique sur une mosquée située dans la région de Blida dont le but d'améliorer son efficacité énergétique.
- Proposition de solutions passives comme l'isolation et l'intégration des panneaux photovoltaïques pour réduire la consommation énergétique.

Résultats :

- Réussi de faire avoir une mosquée réglementaire a travers connaitre le comportement thermique est mettre des solutions passives.

-Pour coté active le système PV récupérer tous les besoins d'utilisations pendant toute l'année et faire une décroissante économique des factures.

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

Objectif :

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

- une proposition d'amélioration de la composition des éléments constructifs a été faite afin de minimiser sa consommation énergétique

Résultats :

- après renforcement de l'isolation et choix judicieux du type d'ouvertures, le bâtiment a pu vérifier les exigences réglementaires selon le Document Technique Réglementaire et a permis de réduire sa consommation énergétique.

Mémoire n°03 : Amélioration de l'efficacité énergétique du centre de recherche CRAPC : LAIFA KHEIREDDINE et YAMNAINE YACINE, 2019-2020).

Objectif :

- Comment peut-on améliorer l'efficacité énergétique du centre ?

Résultats :

- D'améliorer les conditions du confort thermique à l'intérieur du centre.

- Réduction de la consommation de chauffage et climatisation au 45.65%, grâce aux solutions passives, l'isolation intérieure et extérieure (panneau sandwich).

- L'indice de performance de cette étude est : 65,5 %,

1-12-2 Articles consultés :

Article n°01 : hôtel Ibis Styles de Troyes (le 1^{er} hôtel en France ayant reçu la certification BBC (bâtiment à base consommation)).

Stratégies de conception :

✓ L'hôtel dépense deux fois moins d'eau grâce à une cuve de récupération des eaux de pluie de 20m³, utilisées pour les toilettes, les parties communes, ainsi que pour l'arrosage du jardin.



✓ Au niveau énergétique, une isolation thermique extérieure a été réalisée, entraînant une diminution 1/3 de la consommation du bâtiment.

✓ Pour les chambres, un système automatique contrôlé par la GTB (gestion technique du bâtiment).

✓ Des pompes à chaleur sont branchées par chambre et des stores installés aux fenêtres permettent d'empêcher une surchauffe de la pièce, et restent ouverts l'hiver pour laisser pénétrer au maximum la lumière.

✓ Les 80 m² de panneaux solaires exposés en terrasse servent à l'eau chaude sanitaire et

contribuent à réduire 50% des besoins énergétiques.

Article n°02 : B&B Hôtels groupe (situé à Lille, France).

Ce nouvel hôtel a été conçu pour répondre aux exigences BBC (bâtiment basse consommation) :

Stratégies de conception :

- ✓ L'isolation extérieure limite les ponts thermiques.
- ✓ La toiture terrasse est renforcée par les végétations
- ✓ La production de l'eau chaude sanitaire est assurée à 40 % par des panneaux solaires.
- ✓ Des brise-soleils ont été installés sur les façades sud et ouest.



Le bâtiment a également été conçu de façon à maîtriser les puissances d'éclairage.

Article n°03 : HOTEL Cinnamon Grand, Colombo, Sri Lanka.

Objectif :

- Réduire considérablement la consommation d'énergie pour atteindre les objectifs énergétiques et de durabilité.

Résultats :

- 2.6 million kWh économisé la première année.



Article n°04 : Hôtel Le Méridien Goa, l'inde.

Objectif :

-Centraliser la gestion des bâtiments accroître l'efficacité énergétique.

Résultats :

- Réduction de 10 à 12 % de la consommation d'énergie.
- Pleine visibilité sur la consommation d'énergie.
- Surveillance et contrôle centralisés de tous les systèmes et appareils.



1-12 Conclusion :

Tout concepteur a besoin de connaître le climat du site où il doit construire. Ce chapitre a abordé un axe essentiel, qui a dressé en détail les différents éléments qui se rapportent à la conception bioclimatique qui sont le produit de la décision de l'architecte.

Pour un projet de construction ou de rénovation, la bioclimatique doit être pensée dès le début du projet et ne doit pas constituer une contrainte mais un plus pour se protéger du climat et profiter des ressources naturelles pour le réchauffement et l'éclairage des pièces. Il faut que le terrain se prête à une réalisation de ce type en fonction des caractéristiques topographiques, microclimatiques, hydrographiques et de la végétation. On peut conclure dans ce chapitre que l'habitat bioclimatique utilise l'aspect climatique environnant afin de réduire la consommation énergétique de ce dernier.

CHAPITRE 02 : PRESENTATION DU CAS D'ÉTUDE

PRESENTATION DE CAS D'ETUDE

2-1 Introduction :

Dans ce cadre, notre étude porte sur un hôtel qui se trouve à la wilaya de Blida. On vise à faire une étude thermique pour réduire sa consommation énergétique, donc dans ce chapitre on va présenter notre cas d'étude l'hôtel BN qui est situé à Ouled Yaich.

2-2 Présentation de la région étudiée :

La wilaya de Blida (en arabe : ولاية البليدة) est une collectivité publique territoriale algérienne située entre la wilaya d'Alger au Nord-Est et celle de Tipaza au Nord-ouest. Elle compte 818 223 habitants en 2011 contre 784 283 en 1998 (RGPH 1998). En arabe elle se dit El Bouleïda. Sa situation est particulière car toute sa périphérie nord tend à s'agglomérer progressivement avec les banlieues internes à la Wilaya d'Alger (Meftah, Larbaa, Bougara...). Sa partie sud est constituée en grande partie de l'agglomération de Blida qui comprend les communes de Blida et Bouarfa

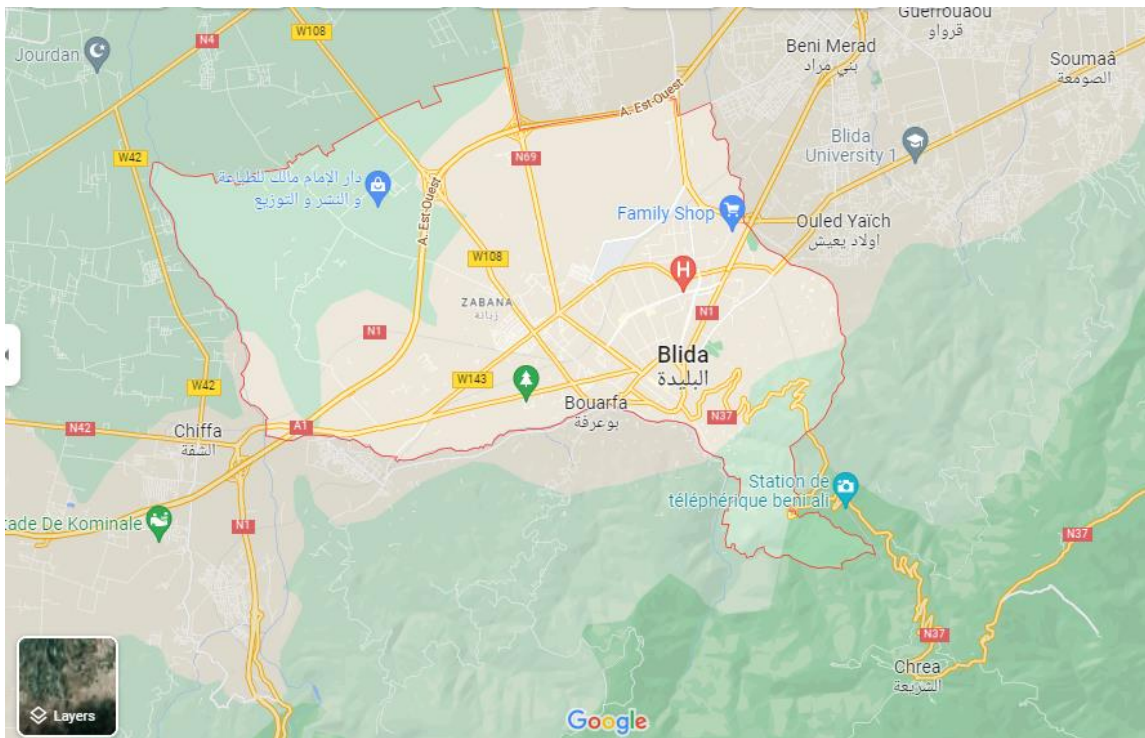


Figure 2-1 Blida map

(Daïra Blida), Beni Merad, Gherouaou, Ouled Yaich et Soumaa(295 153 habitants en 1998) . [12]

2-3 Données climatiques de la ville :

Wilaya	Communes	Zone
07 BISKRA	Toutes les communes	D
08 BECHAR	Toutes les communes	D
09 BLIDA	Toutes les communes	B

Figure 2-2 Classification thermique des communes d'Algérie

Latitude: **36.5 N**,

Longitude: **2.8E**,

altitude: **191 m**.

Classification de la ville de Ouled Yaich selon la classification thermique du DTR C 3-2 des communes de l'Algérie :

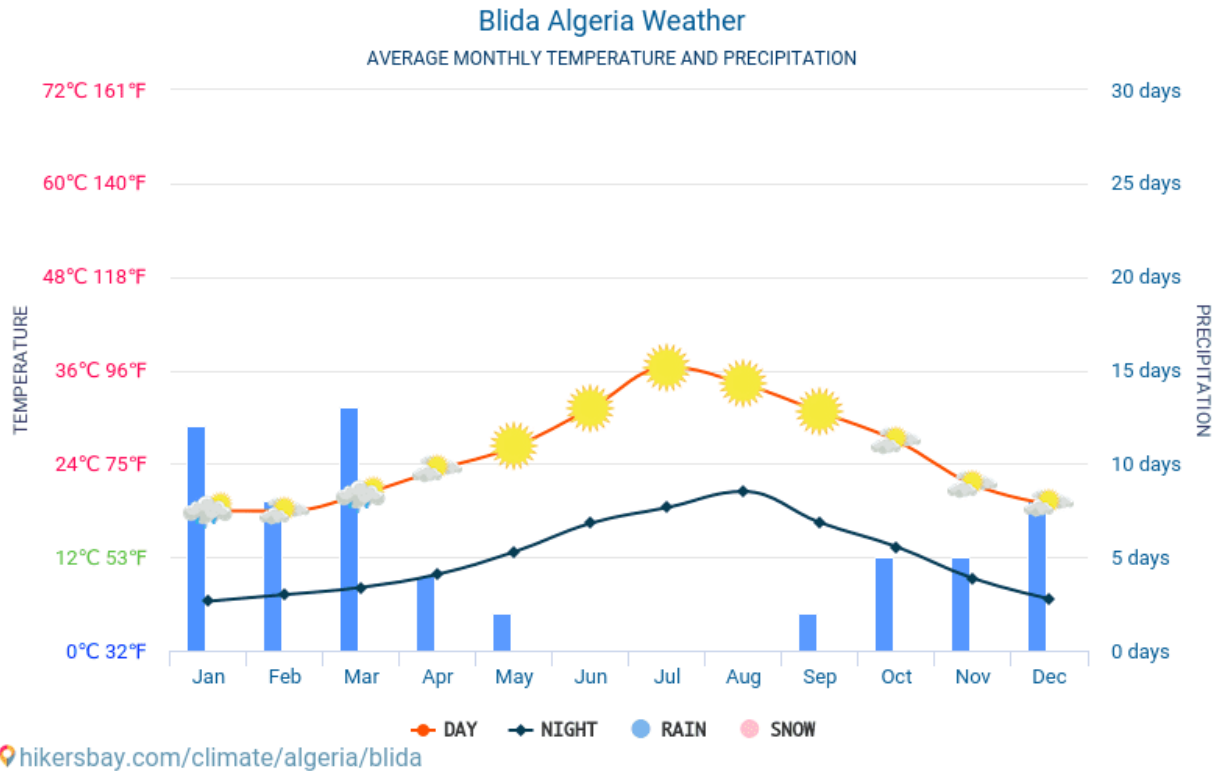
Donc la ville Ouled Yaich est classée dans la zone B, cette zone comprend la plaine derrière le rivage de la mer et les vallées entre les chaînes côtières et l'atlas tellien [DTR C 3-2].

2-4 Climat en Blida :

Tous les diagrammes climatiques de cette page résultent des données collectées par 4 stations de mesure en Blida.

Les stations météorologiques situées à une altitude supérieure à 1040m n'ont plus été prises en compte.

Toutes les données correspondent aux valeurs mensuelles moyennes des 20 dernières années.



2-4-1 Caractéristiques météorologiques de la ville :

Les conditions climatologiques sont très variables en fonction des saisons. Ces conditions devront être prises en considération par les concepteurs et les constructeurs afin de définir les systèmes constructibles répondant à ces variables.

Figure 2-2 Les températures et précipitations moyennes mensuelle

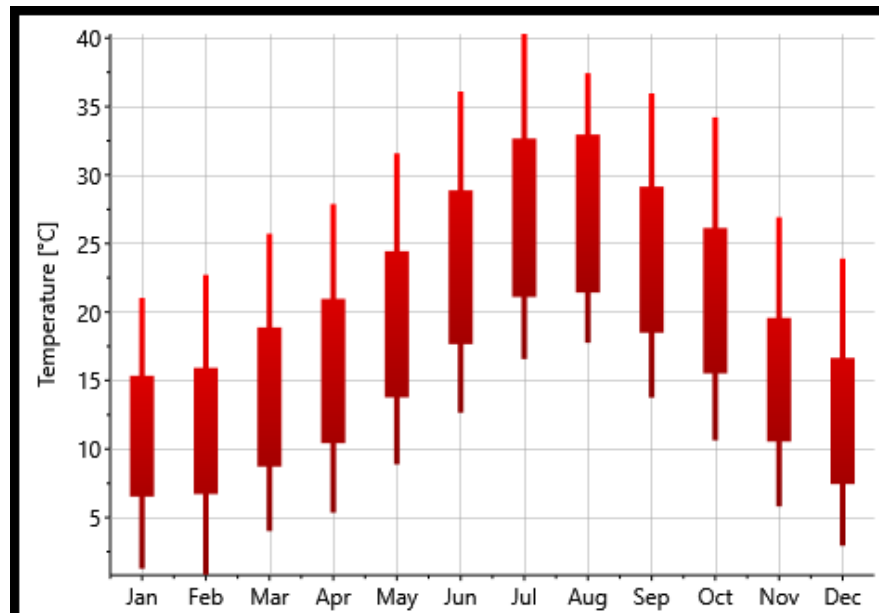


Figure 2-3 : Diagramme des températures annuelles à blida, source méteonorm.

Dans la (figure 2-3), on remarque d'après le diagramme des températures annuelles que la région de Blida est caractérisée par des températures basses, les mois les plus froids sont les mois de janvier et février avec une température de 0°C.

CHAPITRE 02 : PRESENTATION DU CAS D'ÉTUDE

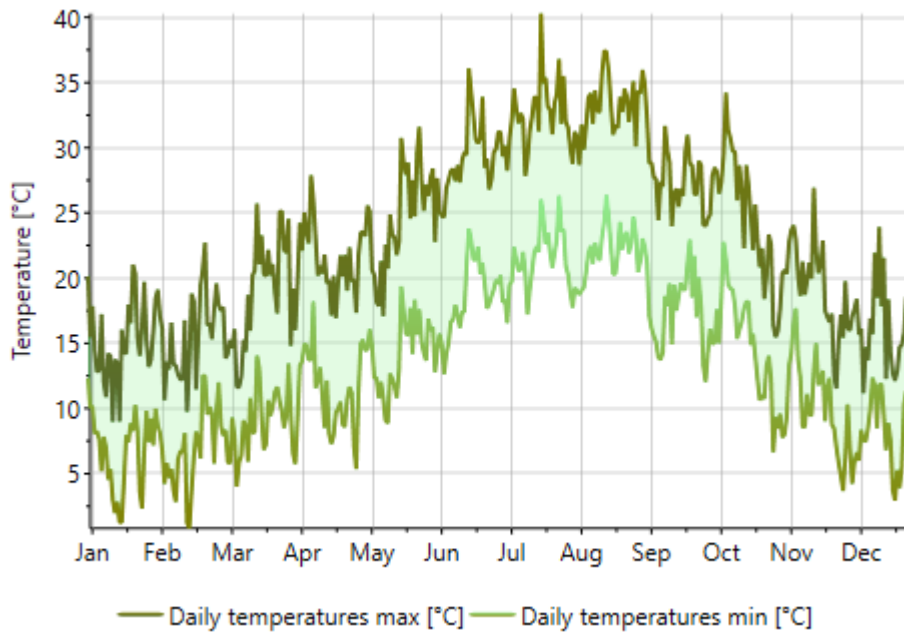


Figure 2-4 : Diagramme de température journalière à Blida source météoform.

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

D'après le graphe de la (figure 2.5), on remarque que cette région à un taux de précipitation

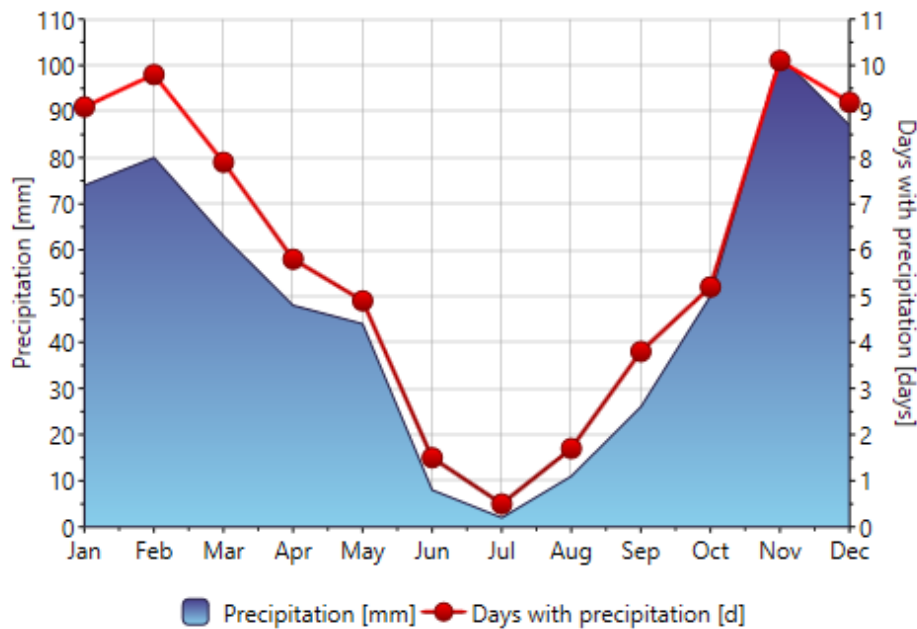


Figure 2-5 : Diagramme de précipitation à Blida, source météoform.

important qui arrive à 100 mm par jour.

Le diagramme d'ensoleillement de la (figure 2.6), montre que le mois de juillet est le mois le plus ensoleillé (11h/jour).

D'après la (figure 2.7), On voit que le rayonnement global est de 0.9 kWh/m² en hiver, et 8.5

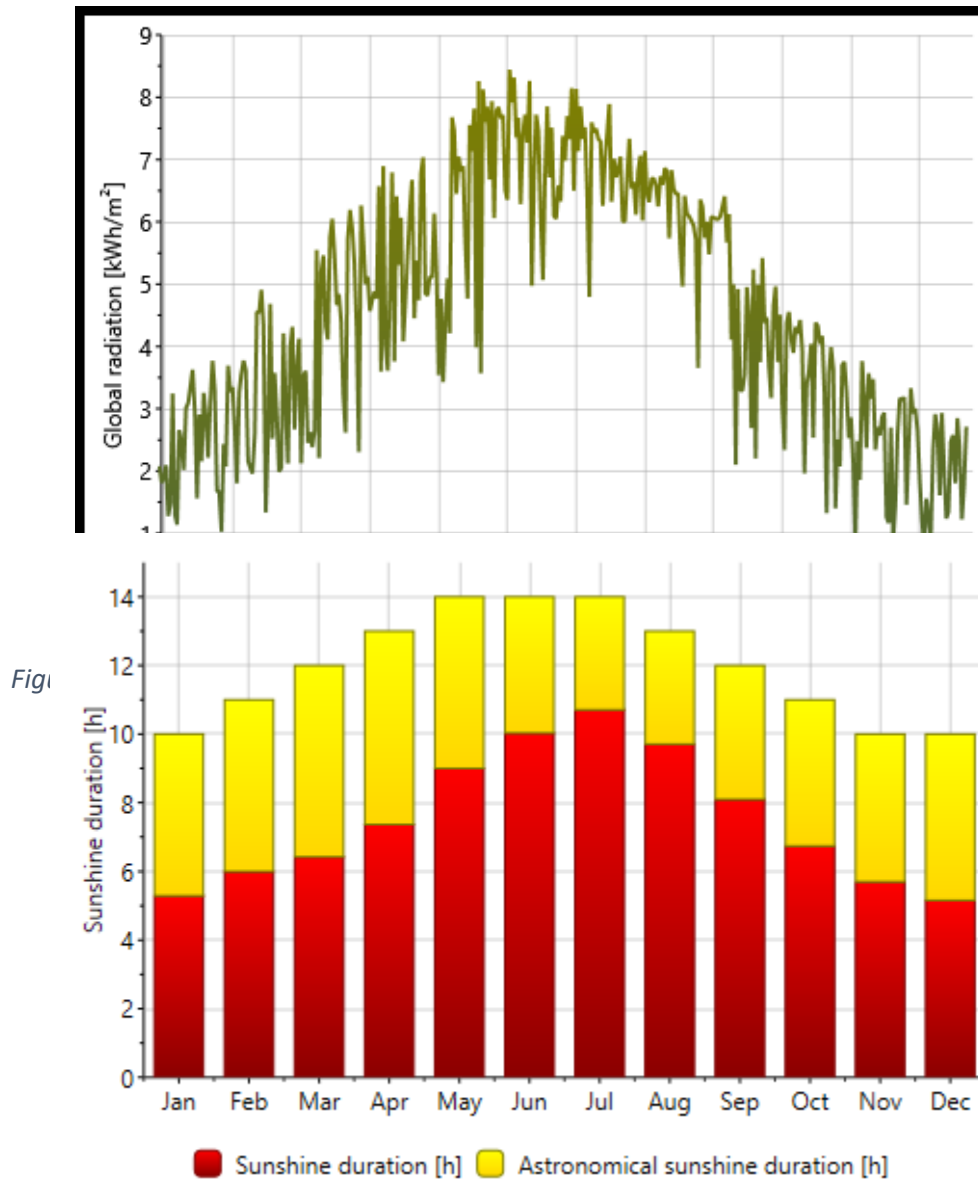


Figure 2-6 Diagramme d'ensoleillement annuel à Blida, source méteonorm.

kWh/m² en été.

La région de Blida est exposée à un taux de rayonnement global important qui dépasse les 220KW/m².

2-5 Situation géographique du cas d'étude :

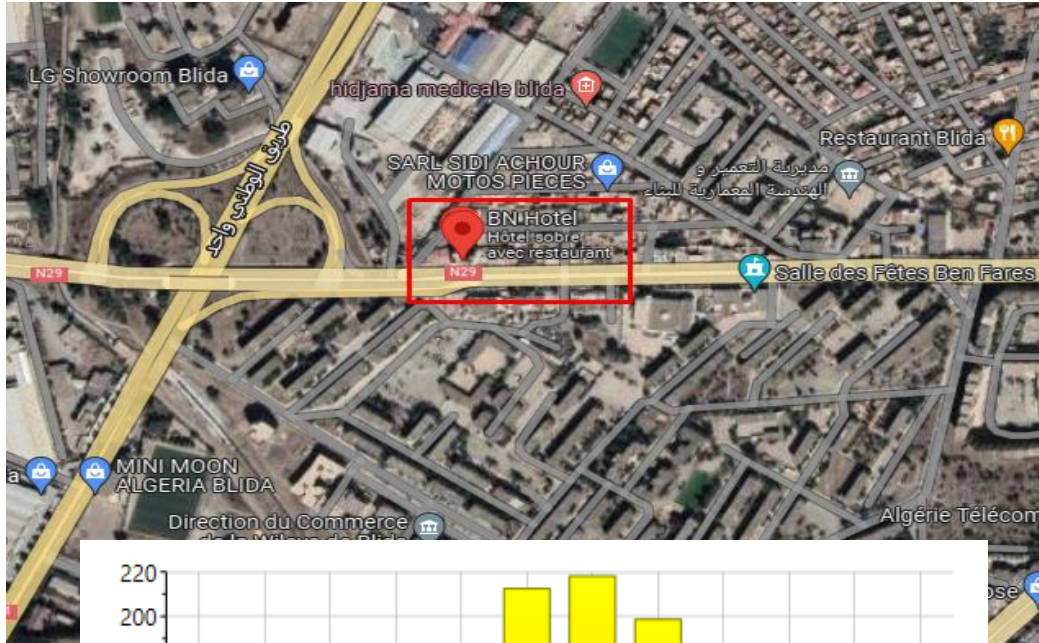


Figure 2-9 Capture de la situation du site, source Google maps.

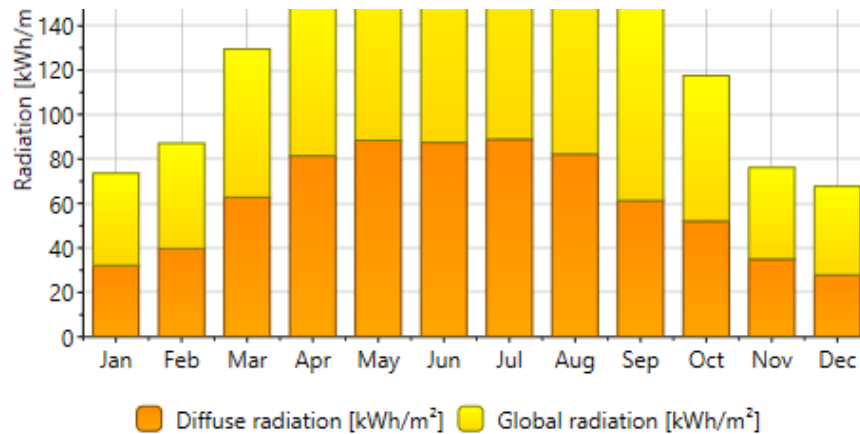


Figure 2-8 : Rayonnement à Blida, source méteonorm.

2-5-1 La description de cas d'étude :

Hôtel BN est un hôtel urbain de trois étoiles, il s'étend sur une surface de 420m² possède une forme rectangulaire.

Ce bâtiment de six étages (entre sol plus R+6) de l'hôtel offre à ses clients 20 chambres et 4 suites, très spacieuses et confortables. L'hôtel est desservi par deux cages d'escaliers et un ascenseur plus un parking.

2-5-2 Photos de l'hôtel :





2-5-3 Présentation du plan du cas étudié :

Dans notre cas d'étude, on travaille sur les trois étages supérieurs (le deuxième, troisième et quatrième étage) comme montre la figure II.8. L'échelle du plan est 1/75. Et pour l'orientation, le plan est orienté au Nord.

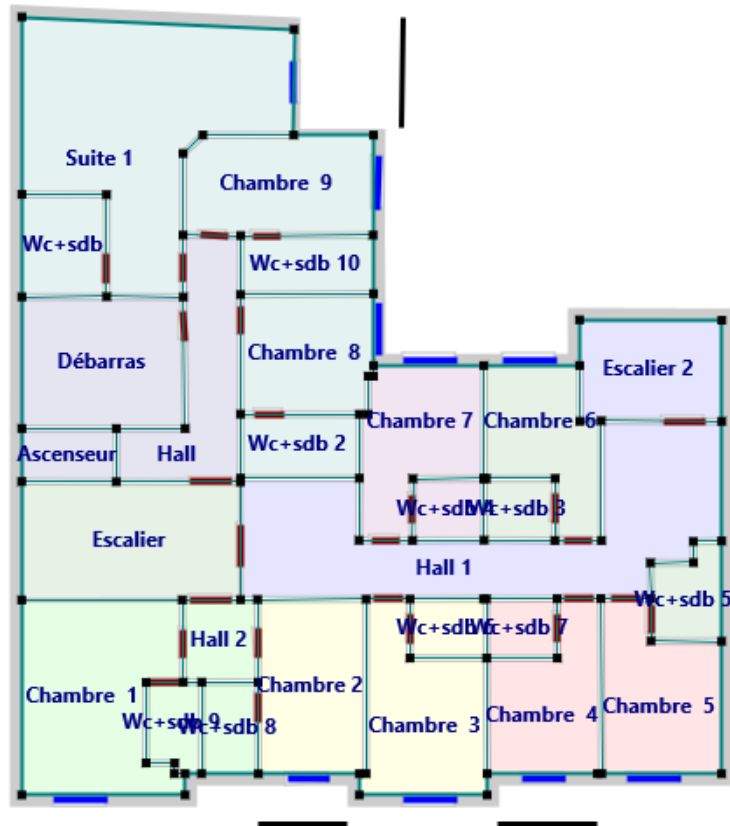


Figure 2-11 plan étage étudié sur pléiades

2-6 Matériaux de construction utilisés :

Les matériaux sont cités de l'extérieur à l'intérieur :

2-6-1 Composition du mur extérieur :

Composition	Épaisseur (m)	λ (W/m °C)	R (m ² °C/W)	Masse surfacique(kg/m ²)
Enduit extérieur	0.01	1.15	0.01	17
Mortier ciment	0.01	1.3	0.01	19
Brique creuse	0.15	0.508	0.30	188
Polystyrène expansé	0.05	0.039	1.28	1
Brique creuse	0.1	0.476	0.21	69
Placoplatre BA 13	0.013	0.325	0.04	11

CHAPITRE 02 : PRESENTATION DU CAS D'ÉTUDE

Tableau 2-1 Composition de mur extérieur

2-6-2 Composition du mur intérieur :

Composition	Épaisseur (m)	λ (W/m °C)	R (m ² °C/W)	Masse surfacique(kg/m ²)
Placoplatre BA 13	0.013	0.325	0.04	11
Béton lourd	0.15	1.75	0.09	345
Placoplatre BA 13	0.013	0.325	0.04	11

Tableau 2-2 Composition de mur intérieur

2-6-3 Composition de plancher intermédiaire :

Composition	Épaisseur (m)	λ (W/m °C)	R (m ² °C/W)	Masse surfacique(kg/m ²)
Placoplatre BA 13	0.013	0.325	0.04	11
Hourdis 16	0.16	1.231	0.13	208
Béton lourd	0.04	1.75	0.02	92
Mortier	0.05	1.15	0.04	100
Carrelage	0.01	1.7	0.01	23

Tableau 2-3 Composition de plancher intermédiaire

Avec : λ : la conductivité thermique en W/m.°C

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

2-6 Types d'ouvertures :

- Fenêtre PVC simple vitrage.
- Porte fenêtre métallique.
- Porte bois intérieur.

2-7 Conclusion :

Dans cette partie nous avons présenté la région de Blida et l'identification de ces caractéristiques climatiques à l'aide du logiciel « meteonorm8 », Ainsi que la présentation de notre cas d'étude (hôtel BN).

CHAPITRE 3 : SIMULATION THERMIQUE DYNAMIQUE

3-1-Introduction :

Pour évaluer notre cas d'étude, nous avons choisi d'utiliser le logiciel Pléiade Comfie 5.2 de modélisation thermique dynamique, qui permet de réaliser l'évaluation tout au long de l'année, en tenant compte des conditions climatiques ainsi que des propriétés thermo-physiques des éléments de construction.

3-2-Les outils informatiques utilisés :

Les programmes suivants sont ce que nous utiliserons pour trouver des solutions pour réduire l'énergie utilisée et la préserver du confort thermique

Meteonorm : Meteonorm est une combinaison unique de sources de données fiables et d'outils de calcul sophistiqués. Il donne accès à des années types et à des séries chronologiques historiques. [15]



Comfie-pleiades : Pleiades STD Comfie

Ce modèle de simulation thermique dynamique des bâtiments anticipe la consommation énergétique et les risques d'inconfort en toutes saisons. Grâce au module Amapola, ce logiciel permet d'identifier les solutions les moins coûteuses, d'anticiper les usages et d'optimiser la fiabilité des prévisions. Comfie est le moteur de calcul de simulation thermique dynamique (STD) de Pleiades. À chaque pas de temps, l'algorithme détermine les besoins de chauffage, de refroidissement, l'humidité et les températures dans chaque zone du bâtiment. [16]



Les étapes de simulation :

Ce travail se déroule en 3 parties au cours desquelles, il conviendra de :

Partie 1 : définir la composition des parois (sous modeler) ; construire le plan (sous modeler)

Prévoir des scénarios de chauffage, de climatisation, de ventilation, d'occupation.

Partie 2 : définir la station météorologie du site d'intervention Blida (sous méteonorme)

3-3 Sous modeler :

- Plan de travail :

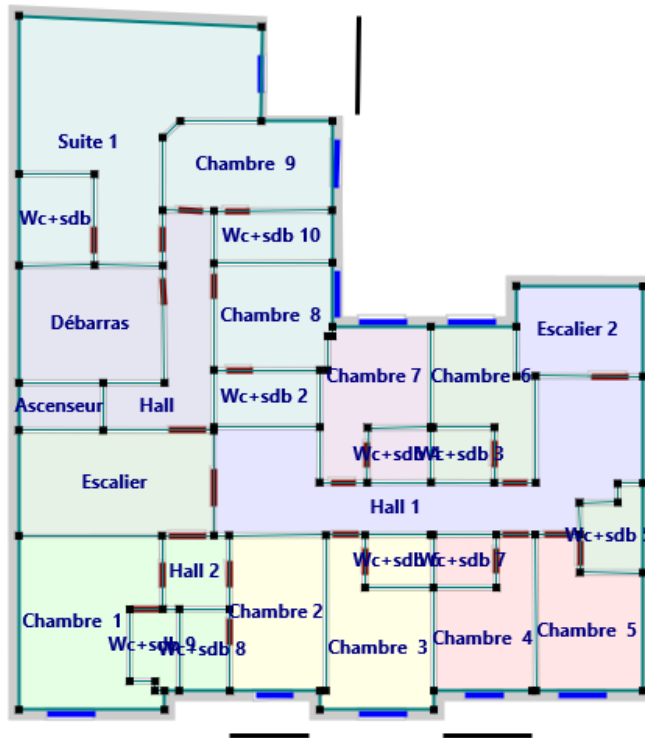
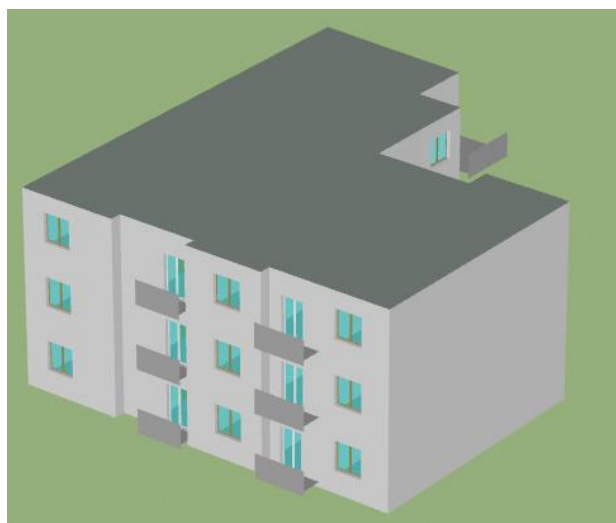


Figure 3-1 plan 3eme étage



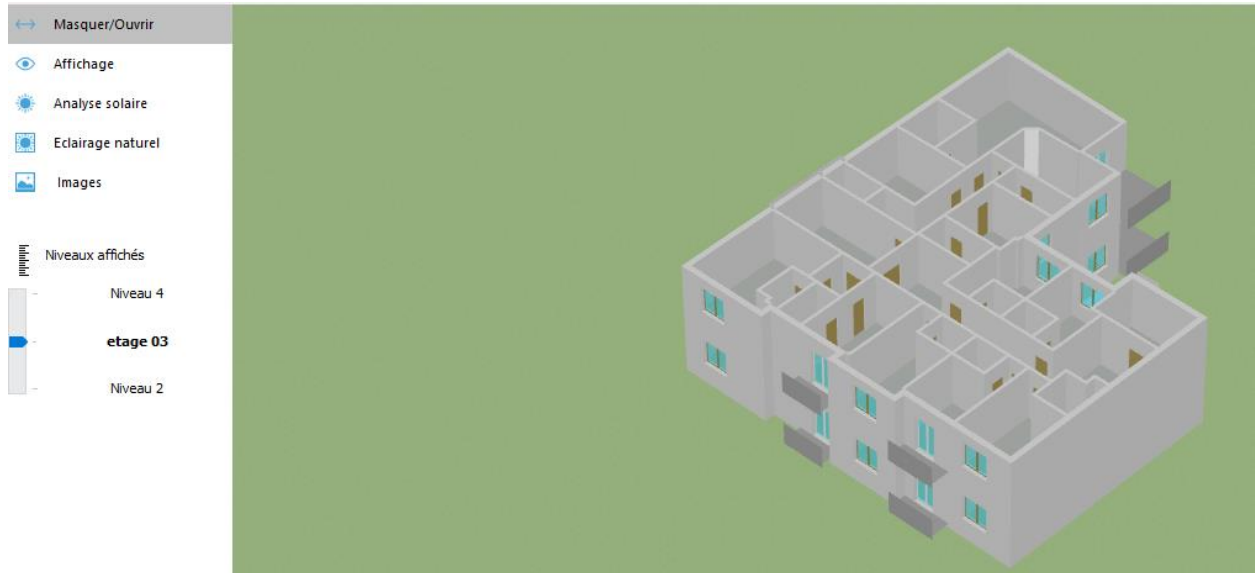


Figure 3-3 plan 3D sans toiture

➤ **Composition des éléments constructifs :**

Mur extérieur :

<input checked="" type="radio"/> Mur lourd <input type="radio"/> Cloison légère		<input type="checkbox"/> Afficher le détail des n				
Composants	T	cm	kg/m ²	λ	R	
Enduit extérieur	↕	1.000	17	1.15	0.01	Extérieur ↓ Intérieur
Mortiers ciment ou chaux ($1800 < \rho \leq 2000$)	↕	1.000	19	1.3	0.01	
Briques creuses type1 15cm	↕	15.00	188	0.508	0.30	
Polystyrène expansé	↕	5.000	1	0.039	1.28	
Brique creuse de 10 cm	↕	10.00	69	0.476	0.21	
Placoplatre BA 13	↕	1.30	11	0.325	0.04	
Total		33.3	305		1.85	

Mur intérieur :

Mur lourd Cloison légère Afficher le dé

Composants	T	cm	kg/m ²	λ	R
Placoplatre BA 13		1.30	11	0.325	0.04
Béton lourd		15.000	345	1.75	0.09
Placoplatre BA 13		1.30	11	0.325	0.04
Total					
		17.6	367		0.17

Extérieur
↓
Intérieur

Figure 3-5 mur intérieur

Plancher intermédiaire :

Mur lourd Cloison légère Afficher le dé

Composants	T	cm	kg/m ²	λ	R
Placoplatre BA 13		1.30	11	0.325	0.04
Hourdis de 16 en béton		16.00	208	1.231	0.13
Béton lourd		4.000	92	1.75	0.02
Mortier		5.000	100	1.15	0.04
Carrelage		1.000	23	1.7	0.01
Total					
		27.3	434		0.24

Extérieur
↓
Intérieur

Figure 3-6 plancher intermédiaire

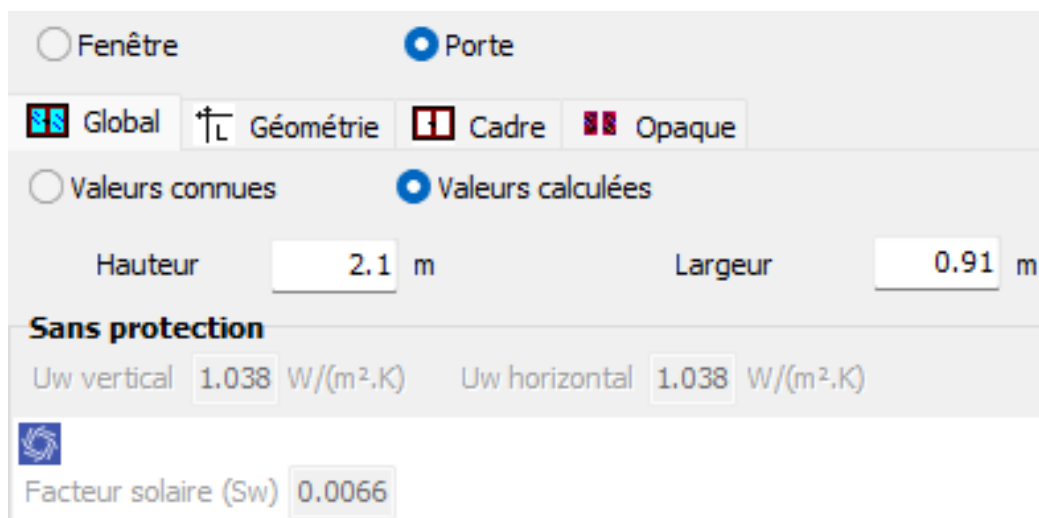
CHAPITRE 3 : SIMULATION THERMIQUE DYNAMIQUE

Avec : λ : la conductivité thermique en $\text{W/m}\cdot^{\circ}\text{C}$ || R : résistance thermique en $\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C/W}$.

Et kg/m^2 c'est la masse surfacique

Menuiserie :

En insérant les menuiseries sur modeler :



Fenêtre Porte

Global Géométrie Cadre Opaque

Valeurs connues Valeurs calculées

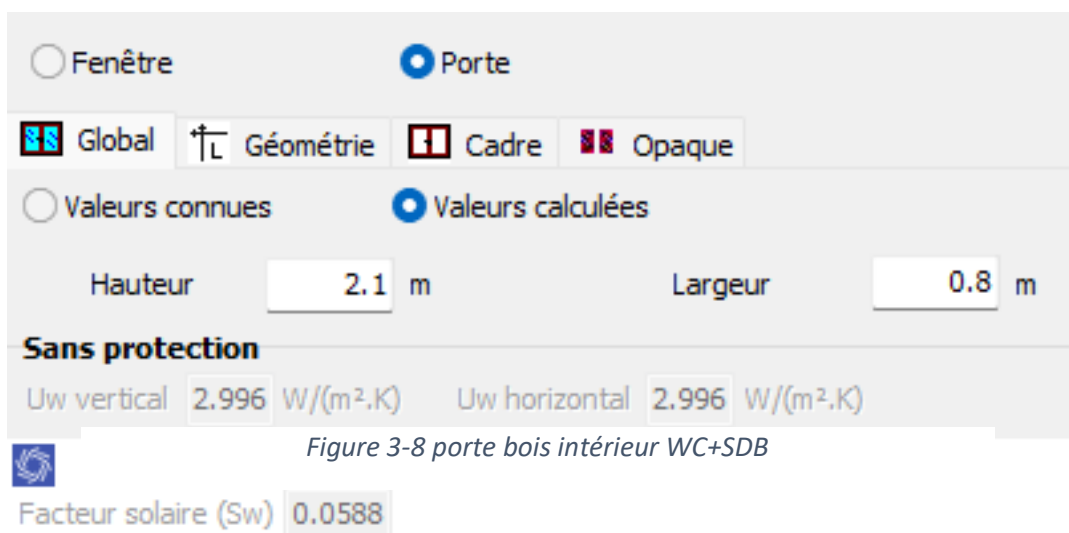
Hauteur m Largeur m

Sans protection

Uw vertical $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ Uw horizontal $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$

Facteur solaire (Sw)

Figure 3-7 porte chambre



Fenêtre Porte

Global Géométrie Cadre Opaque

Valeurs connues Valeurs calculées

Hauteur m Largeur m

Sans protection

Uw vertical $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ Uw horizontal $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$

Facteur solaire (Sw)

Figure 3-8 porte bois intérieur WC+SDB

Fenêtre Porte

Global Géométrie Cadre

Valeurs connues Valeurs calculées

Hauteur m Largeur m

Sans protection

Uw vertical W/(m².K) Uw horizontal W/(m².K)

Figure 3-9 porte de hall intérieur

Global Géométrie Cadre Vitrage

Valeurs connues Valeurs calculées

Hauteur m Largeur m

Sans protection

Uw vertical W/(m².K) Uw horizontal W/(m².K) Tl global

Facteur solaire (Sw) Vitrage spécial

Figure 3-10 P-Fen bat métal SV 1.2

Global Géométrie Cadre Vitrage

Valeurs connues Valeurs calculées

Hauteur m Largeur m

Sans protection

Uw vertical W/(m².K) Uw horizontal W/(m².K) Tl global

Facteur solaire (Sw) Vitrage spécial

Figure 3-11 fenêtre chambre 1.5 x 1.5

3-4-Création de la station sous météoforme :

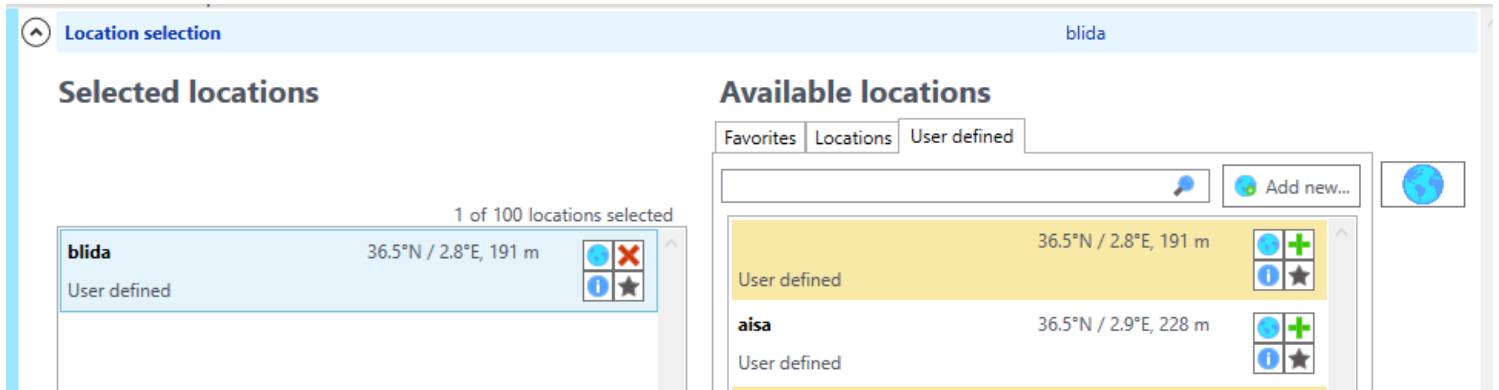


Figure 3-12 Création de la station sous météoforme

3-5-Définition des zones :

Zone	Pièces
0	Chambres 8-9 / suite 1 / wc+sdb 1-2-10
1	Chambre 6 / wc+sdb3
2	Chambre 4-5 / wc+sdb 5-7
3	Chambre 1-2 / hall 2 / wc+sdb 8-9
4	Hall 1 / escalier 2
8	Débarras / ascenseur / hall /escalier
Nord	Chambre 7 / wc+sdb 4
Sud	Chambre 3 / wc+sdb 6

Tableau 3-1 Définition des zones

3-6-Définir les scénarios de fonctionnement :

- Scénario d’occupation
- Scénario de ventilation
- Scénario de puissance dissipée
- Scénario de consigne thermostat

Scénario d’occupation : les scenarios d’occupation ont été intégrés selon le fonctionnement de l’hôtel BN :

distribution des horaires d’occupation :

Ce tableau représente les horaires d’occupation dans l’hôtel, et cela est appliqué sur les scénarios d’occupation pour toutes les zones

Distribution des occupations dans les zones :

Les personnes	Les zones
1 personne	Zone sud
2 personnes	Zone nord,zone1 zone2
3 personnes	Zone 3
6 personnes	Zone 0

Tableau 3-2 Distribution des occupations dans les zones

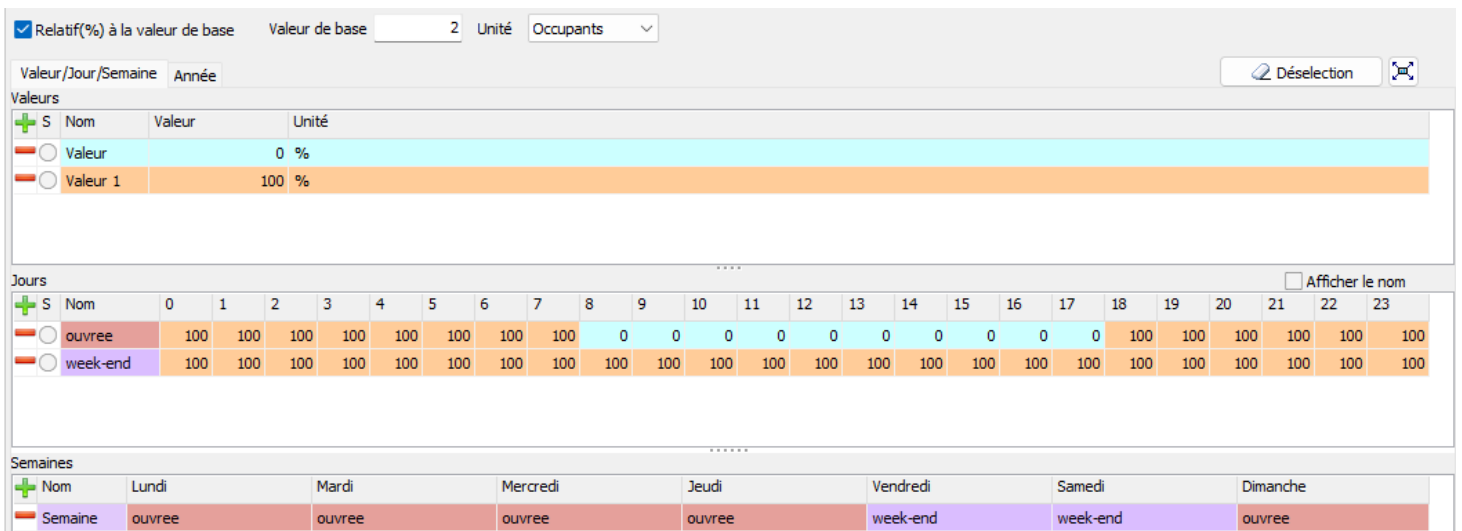


Figure 3-13 horaires d'occupation

Scénario de ventilation :

On applique un débit de ventilation naturelle par defaults d'étanchéité (menuiseries) de 1.03 vol/h.

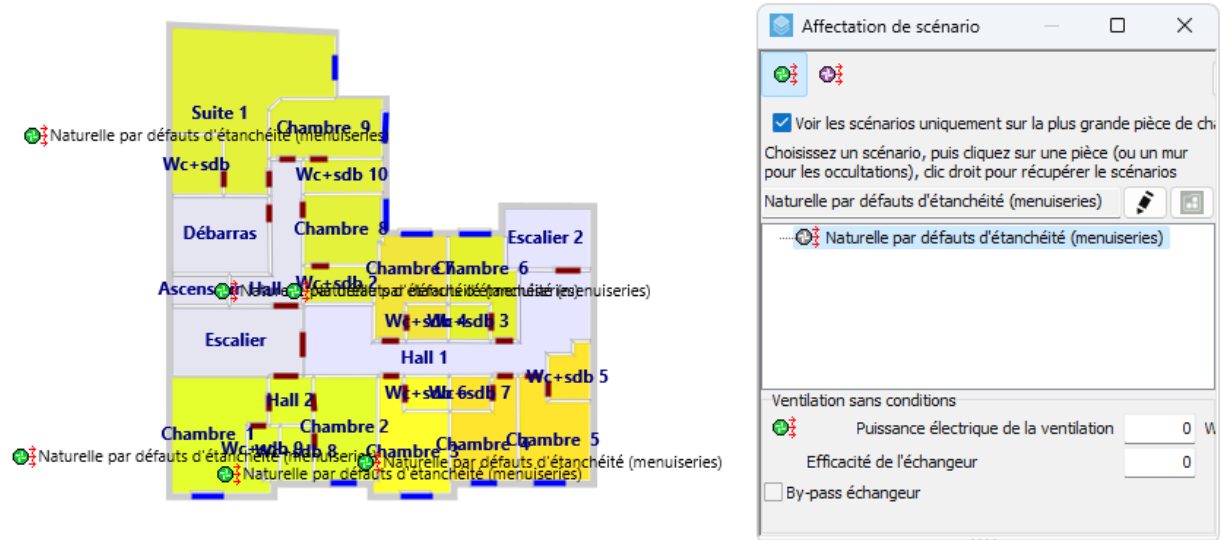


Figure 3-14 Scénario de ventilation

Nom : Naturelle par défauts d'étanchéité (menuiseries)

Complément :

Origine :

Type : Ventilation

Relatif(%) à la valeur de base Unité : vol/h

Valeur/Jour/Semaine Année

Valeurs

+	S	Nom	Valeur	Unité
-	<input type="radio"/>	Débit	1.03	vol/h

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"/>	Jour	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03

Figure 3-15 le débit de ventilation

Scénario de puissance dissipée :

En insérant les valeurs de puissance dissipée des équipements électriques sur pléiades, on obtient les scénarios suivants :

CHAPITRE 3 : SIMULATION THERMIQUE DYNAMIQUE

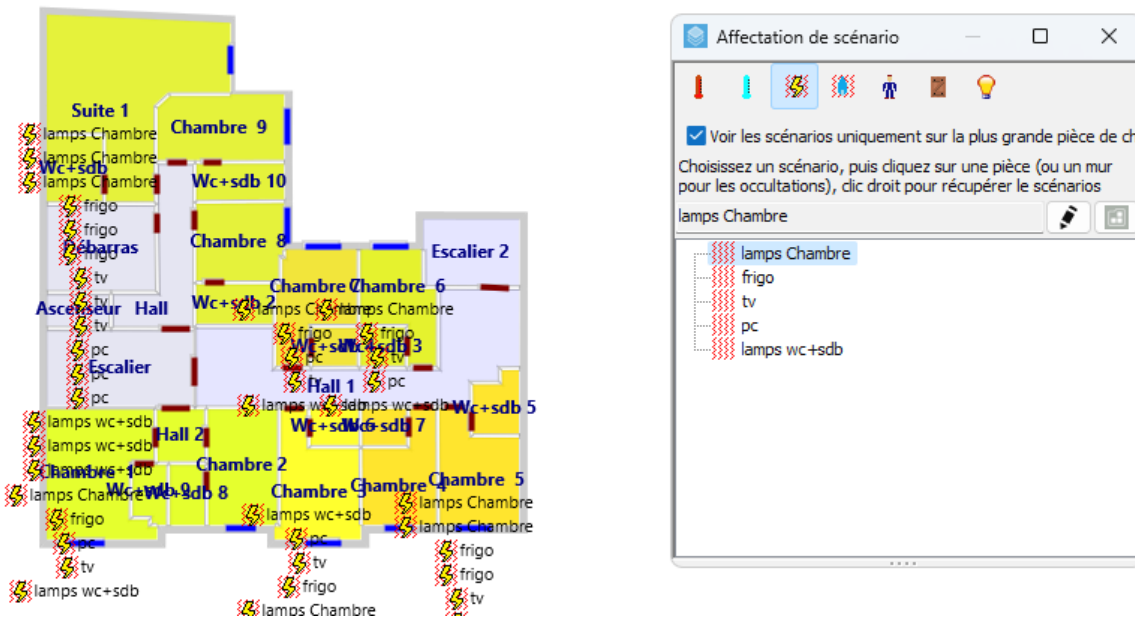


Figure 3-16 Scénario de puissance dissipée

Valeurs			
S	Nom	Valeur	Unité
+	lamps	48	W
-	Valeur	0	W

Jours																									
S	Nom	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
+	lamps	48	0	0	0	0	0	0	0	48	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	48	48	48

Semaines								
S	Nom	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
+	lamps	lamps	lamps	lamps	lamps	lamps	lamps	lamps

Figure 3-17 utilisation d'éclairage

CHAPITRE 3 : SIMULATION THERMIQUE DYNAMIQUE

Valeur/Jour/Semaine Année

Désélection

Valeurs

S	Nom	Valeur	Unité
<input type="radio"/>	Valeur	83	W

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"/>	Jour	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83

Semaines

S	Nom	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
<input type="radio"/>	Semaine	Jour	Jour	Jour	Jour	Jour	Jour	Jour

Figure 3-18 utilisation du frigo

Relatif(%) à la valeur de base Valeur de base 100 Unité W

Valeur/Jour/Semaine Année

Désélection

Valeurs

S	Nom	Valeur	Unité
<input type="radio"/>	Valeur	100	%
<input type="radio"/>	Valeur 1	0	%

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"/>	Jour	0	0	0	0	0	0	0	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	0

Semaines

S	Nom	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
<input type="radio"/>	Semaine	Jour	Jour	Jour	Jour	Jour	Jour	Jour

Figure 3-19 utilisation du TV

CHAPITRE 3 : SIMULATION THERMIQUE DYNAMIQUE

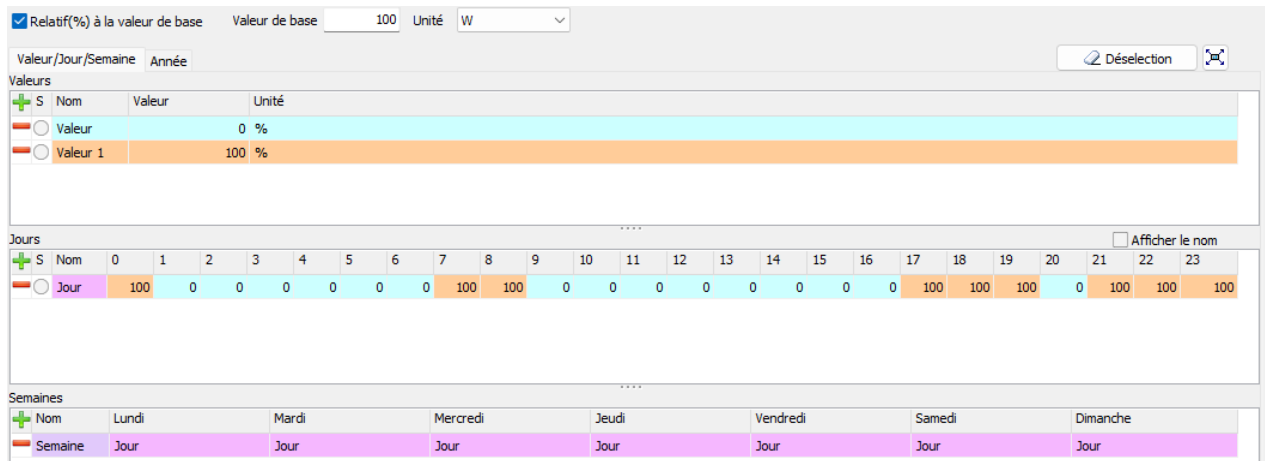


Figure 3-20 utilisation du PC

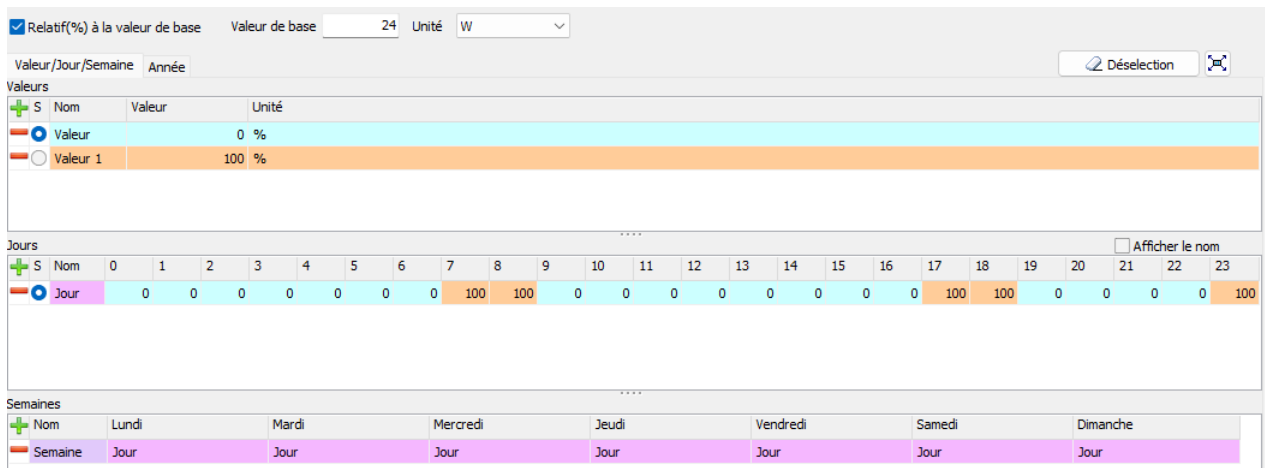


Figure 3-21 utilisation du WC et SDB

Scénario de consigne thermostat :

On va insérer les températures de confort en été et en hiver :

CHAPITRE 3 : SIMULATION THERMIQUE DYNAMIQUE

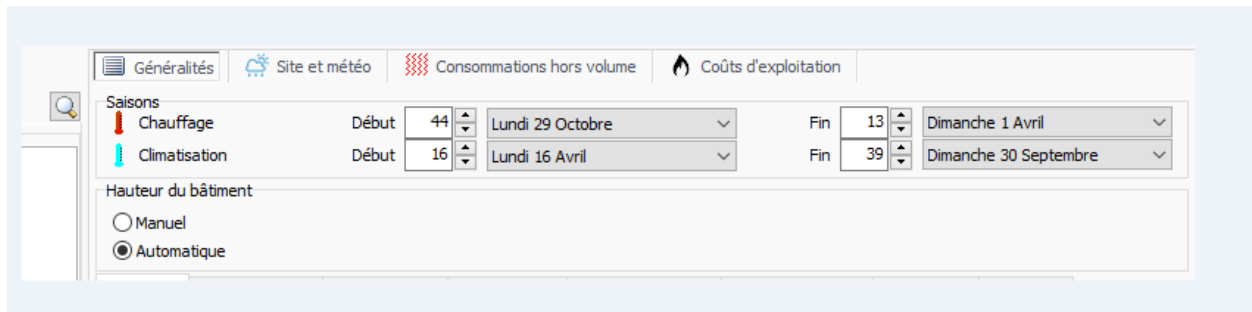


Figure 3-22 Scénario de consigne thermostat

Type	Début	Fin
Chauffage	1 novembre	31 mars
Climatisation	15 avril	30 septembre

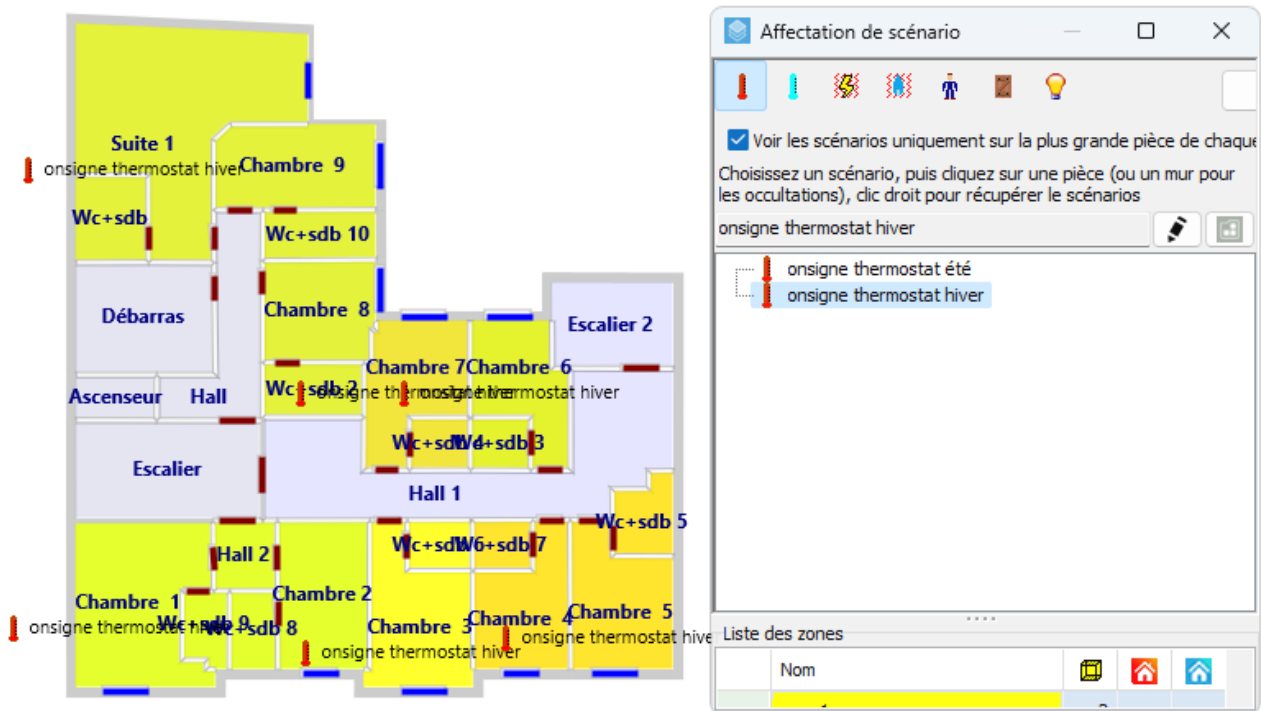


Figure 3-23 Scénario de consigne thermostat hiver

CHAPITRE 3 : SIMULATION THERMIQUE DYNAMIQUE

Valeur/Jour/Semaine		Année																				Désélection							
Valeurs																													
+	S	Nom	Valeur	Unité																									
-	O	Valeur	21	°C																									
Jours																													
+	S	Nom	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Afficher le nom		
-	O	Jour	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21		
Semaines																													
+	Nom	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche																					
-	Semaine	Jour	Jour	Jour	Jour	Jour	Jour	Jour																					

Figure 3-24 consigne thermostat hiver

Valeur/Jour/Semaine		Année												Désélection		
<input type="checkbox"/> Montrer les détails Semaines Semaine																
1	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Semaine			
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																
21																
22																
23																
24																
25																
26																
27																
28																
29																
30																
31																
Jours																
-		Jour														

Figure 3-25 consigne de thermostat

Les cases en violet représentent les jours auxquelles on applique la consigne de thermostat

CHAPITRE 3 : SIMULATION THERMIQUE DYNAMIQUE

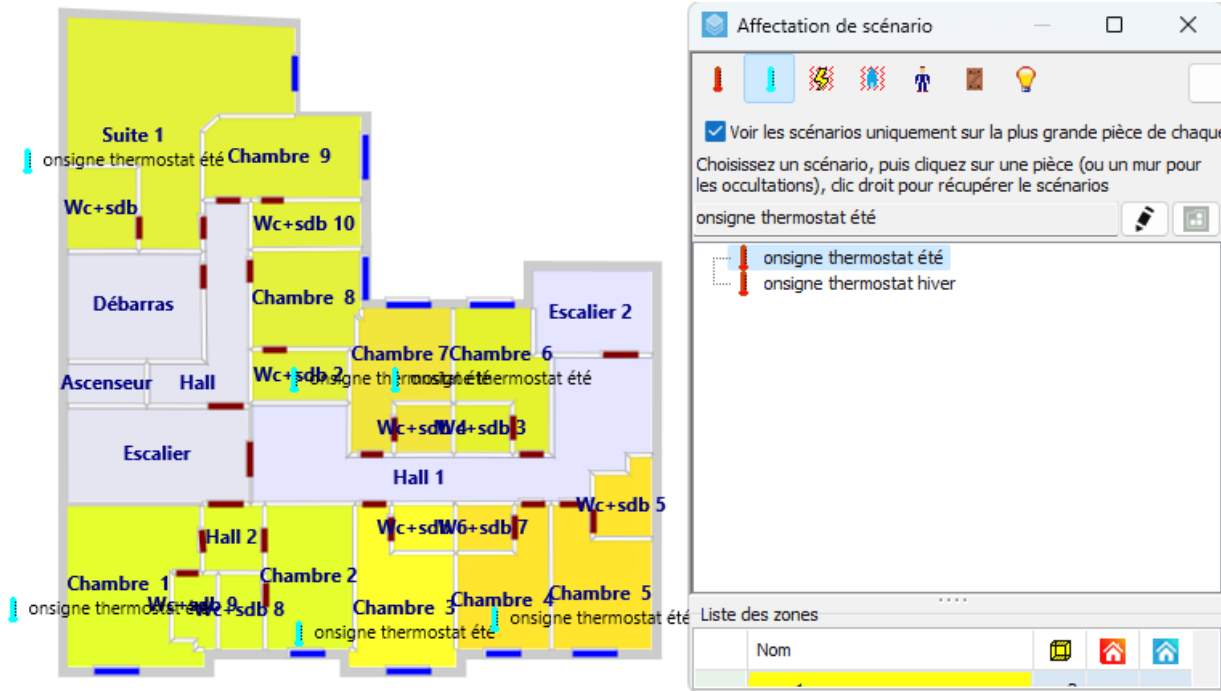


Figure 3-26 consigne de thermostat été

nom : onsigne thermostat été

complément :

origine :

Type : Température

Relatif(%) à la valeur de base Unité : °C

Valeur/Jour/Semaine Année Désélection

valeurs		Unité	
S	Nom	Valeur	Unité
<input type="radio"/>	Valeur	27	°C

jours

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"/>	Jour	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27

semaines

semaines		Afficher le nom						
S	Nom	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
<input type="radio"/>	Semaine	Jour	Jour	Jour	Jour	Jour	Jour	Jour

Figure 3-27 consigne thermostat été

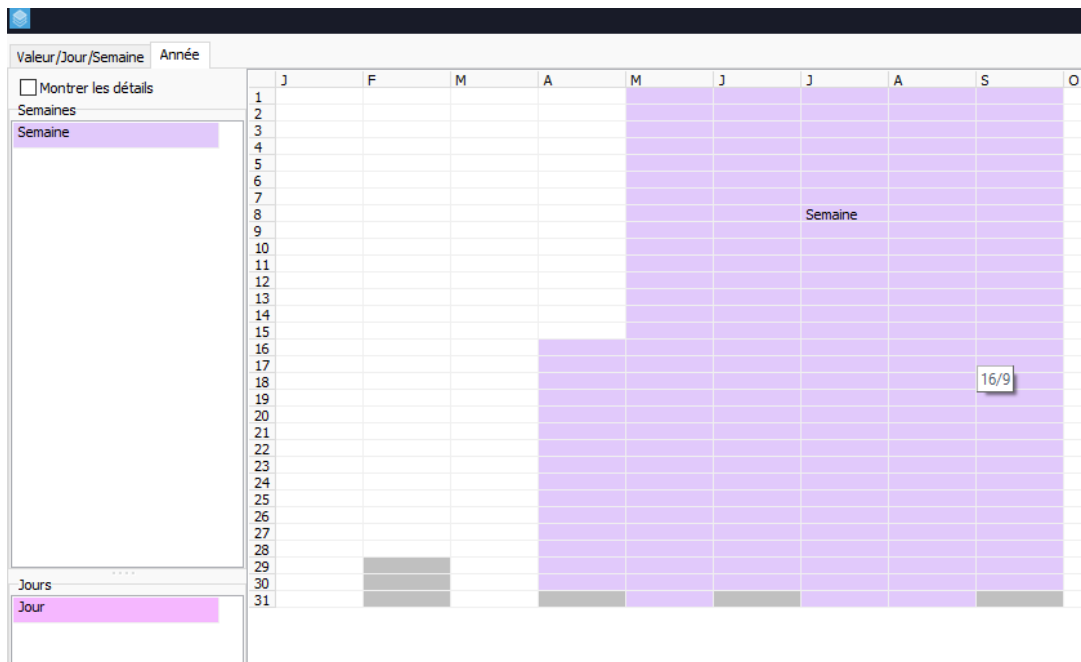


Figure 3-28 consigne thermostat

Les cases en violet représentent les jours auxquelles on applique la consigne de thermostat

3-6-Lancement de simulation :

The screenshot shows the 'Lancement' (Launch) window of the simulation software. On the left, there are 'Paramètres de simulation' (Simulation Parameters) for 'Calcul sans systèmes' (Calculation without systems). The parameters include:

- Première semaine de simulation: 1 (Lundi 1 Janvier)
- Dernière semaine de simulation: 52 (Dimanche 30 Décembre)
- Pas de temps de la simulation: 1/2 heure
- 1er jour de l'année: Lundi
- Heure d'été: [checked]
- Début heure été: 21 May
- Fin heure été: 21 Sep
- Limite haute d'inconfort: 27 °C
- Limite basse d'inconfort: 16 °C
- Chaleur humaine: 80 W/occupant
- Humidité occupants: 0.055 kg/h/occupant
- Options: Désactiver les apports solaires, Désactiver les gains internes et occupations, Calculer les besoins bruts, Diagramme de Sankey/Part de besoins nets, Calculer l'éclairage artificiel à partir de l'éclairage naturel, Calcul aéraulique.
- Calcul avec systèmes: Au pas de temps (selected), En post-traitement.
- Options: Récupération des pertes dans l'ambiance, Limitation de la puissance par les systèmes, Pénaliser les équipements non certifiés.

 On the right, there are two large buttons: 'Lancer la simulation' and 'Lancer la simulation avec les systèmes'. Below these buttons, a summary of the simulation parameters is displayed, including the calculation type, simulation dates, time step, and various limits and expert parameters.

Figure 3-29 Lancement de simulation

3-7-Conclusion :

Dans ce chapitre on a fait l'intégration de nos données sur Pléiades et Modeler pour lancer la simulation qui fera l'objet de discussions dans le chapitre suivant pour bien comprendre les résultats obtenus.

CHAPITRE 04 : RESULTATS ET DISCUSSIONS

CHAPITRE 04 : RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

4-1-Introduction :

Dans ce chapitre nous allons présenter les résultats de la simulation thermique dynamique des différentes variantes durant période hivernale et estivale sans consigne et avec consigne de thermostat.

4-2-Les variantes de simulation :

Afin de vérifier l'impact de l'orientation sur le comportement thermique des chambres, nous avons fait une comparaison de l'évolution des températures de deux chambres la première est orientée vers le nord et l'autre vers le sud.

Sans consigne :

- Estivale :

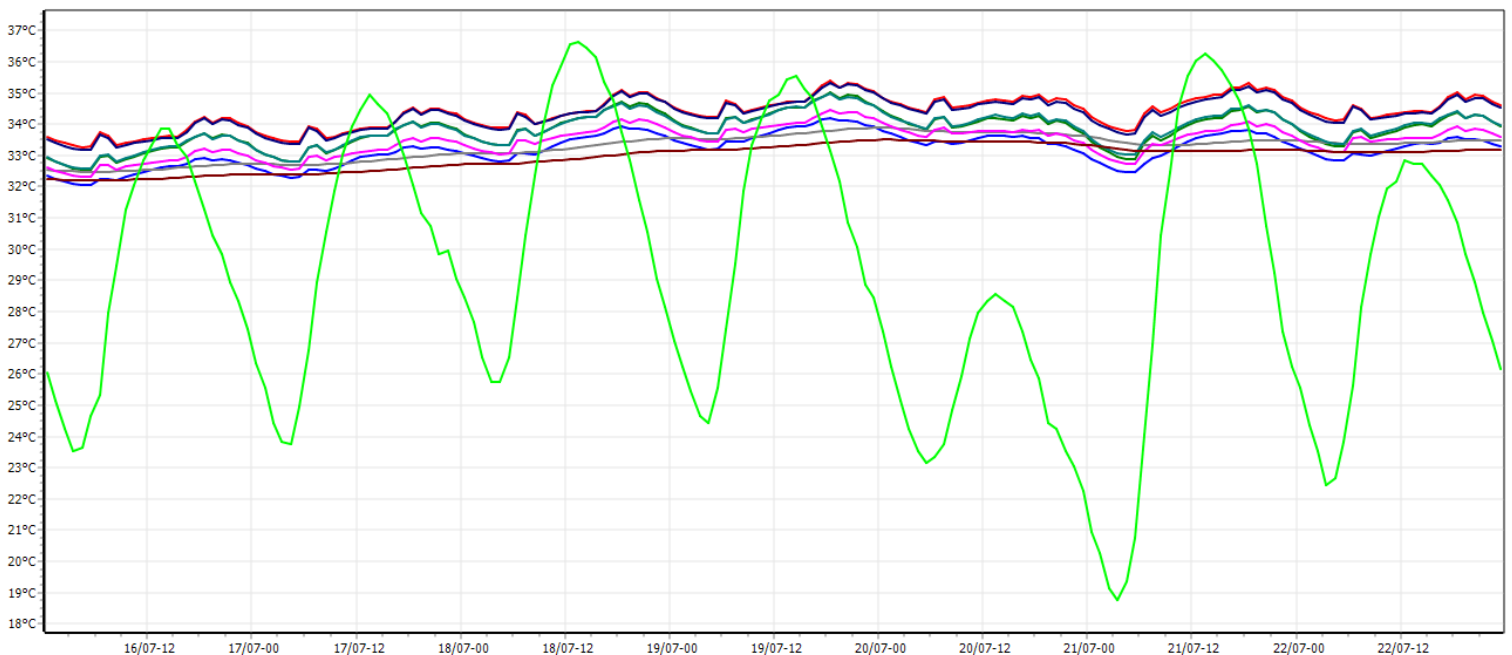


Figure 4-1 sans consigne période Estivale : toutes les zones

- | | | |
|--|---|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> sans consig / variant01 / zone 3 | <input checked="" type="checkbox"/> sans consig / variant01 / Zone 4 | <input checked="" type="checkbox"/> sans consig / variant01 / Zone 0 |
| <input checked="" type="checkbox"/> sans consig / variant01 / Zone 8 | <input checked="" type="checkbox"/> sans consig / variant01 / Extérieur | |
| <input checked="" type="checkbox"/> sans consig / variant01 / zone 1 | <input checked="" type="checkbox"/> sans consig / variant01 / zone 2 | |
| <input checked="" type="checkbox"/> sans consig / variant01 / zone sud | <input checked="" type="checkbox"/> sans consig / variant01 / zone nord | |

CHAPITRE04 : RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Synthèse :

Durant la semaine la plus chaude les températures extérieures varient entre 18.7 C° la nuit et 36.5 C° le jour et les températures intérieures sont presque stables et peuvent atteindre 35°C dans les différentes chambres due aux apports solaires reçus, en remarquant que les températures intérieures varient entre 32°C et 35.4°C.

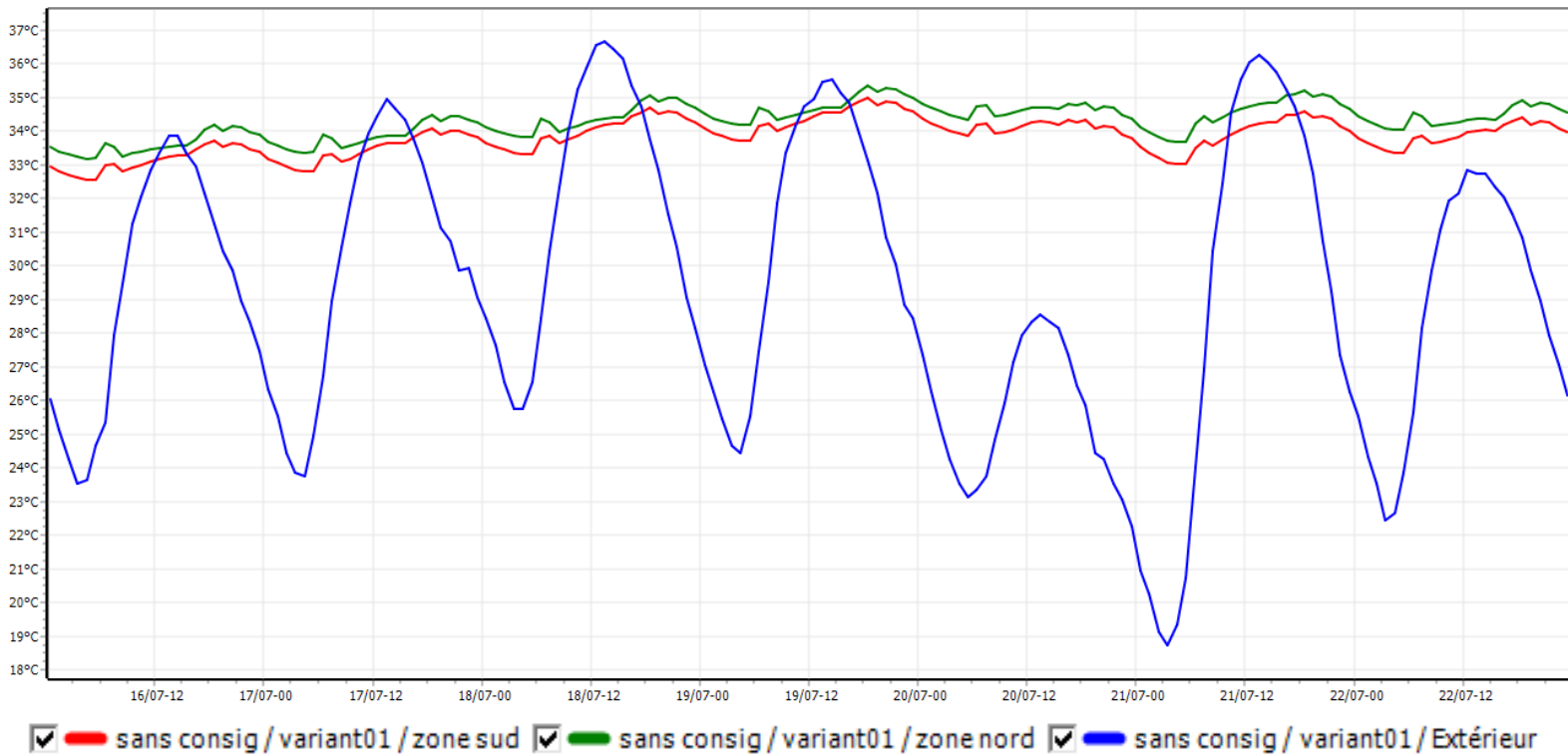


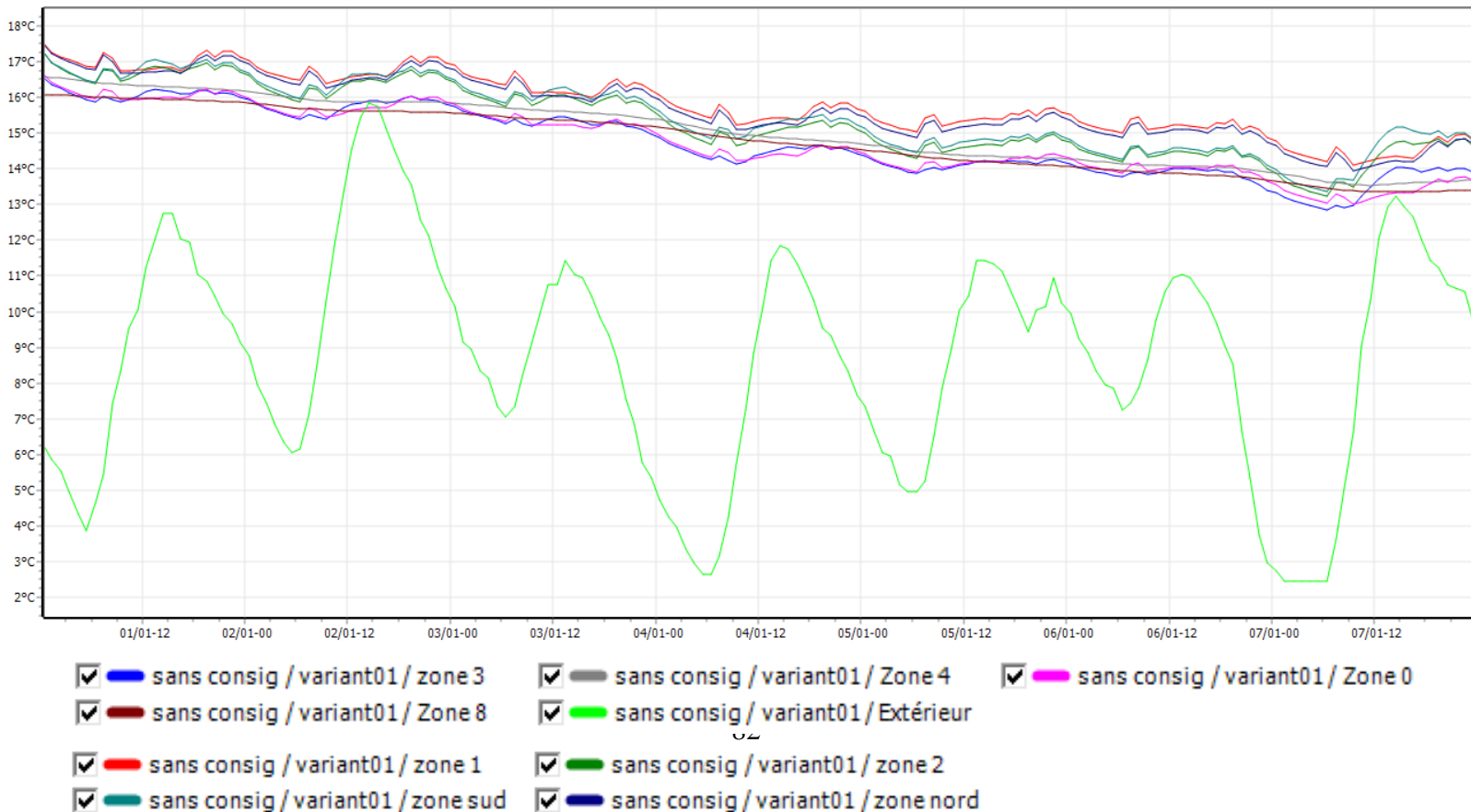
Figure 4-2 : visualisation graphique de la simulation sans consigne période Estivale

CHAPITRE04 : RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Synthèse :

D'après les résultats obtenus et présentés sur la Figure 4-2, nous avons constaté que durant la semaine la plus chaude les températures extérieures varient de 18.7 C° jusqu'à 36.5 C° alors qu'à l'intérieur le profil est presque stable, les températures sont respectivement estimées à 33°C et 34°C dans la chambre orientée Nord et celle orientée Sud, l'écart est estimé à 1°C.

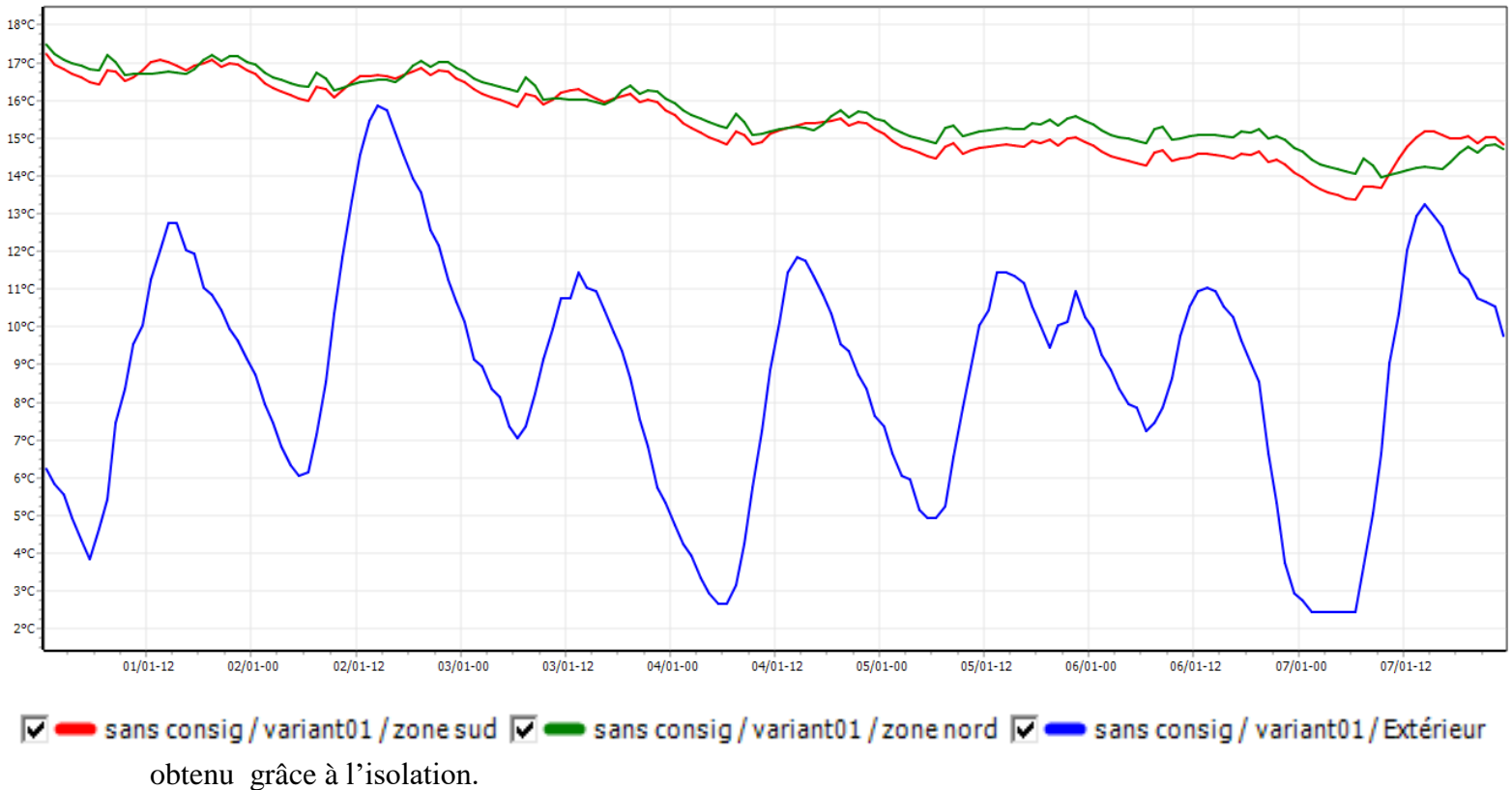
Hivernale :



CHAPITRE04 : RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Synthèse :

Durant la semaine la plus froide les températures extérieures varient de 2.5°C à 15.8°C et le profil des températures intérieures sont presque stables et peuvent atteindre les 17.5°C dans les différentes chambres malgré que la température extérieure baisse jusqu'à 2.5 °C, Ce résultat a été



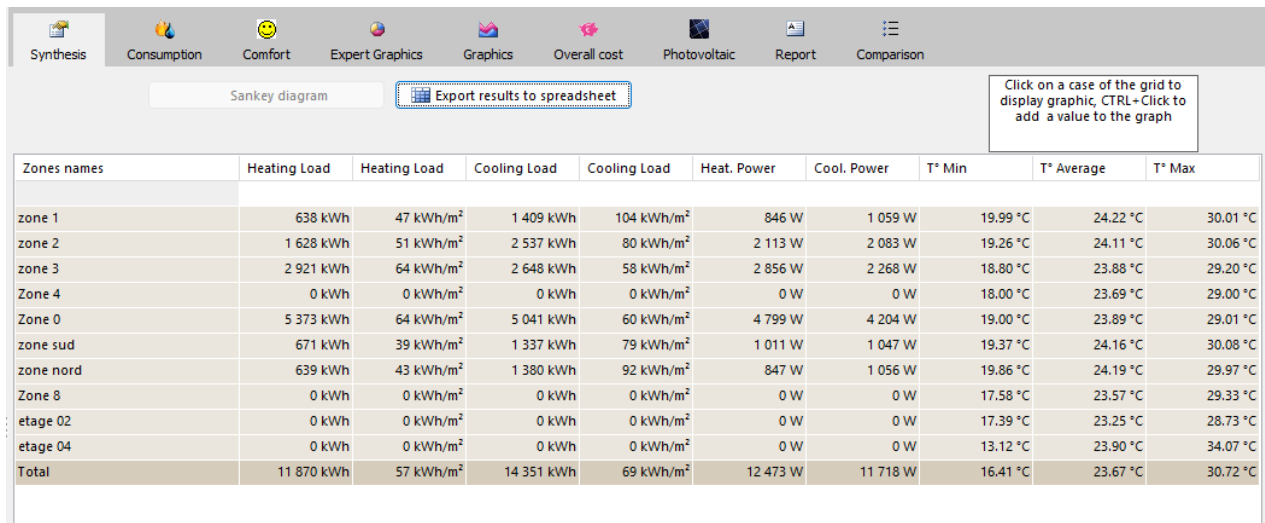
Synthèse :

Selon la visualisation graphique nous avons constaté que les températures extérieures varient de 2.5°C à 15.8°C ainsi qu'à l'intérieur les températures fluctuent entre 13.4°C et 17.5°C

CHAPITRE 04 : RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

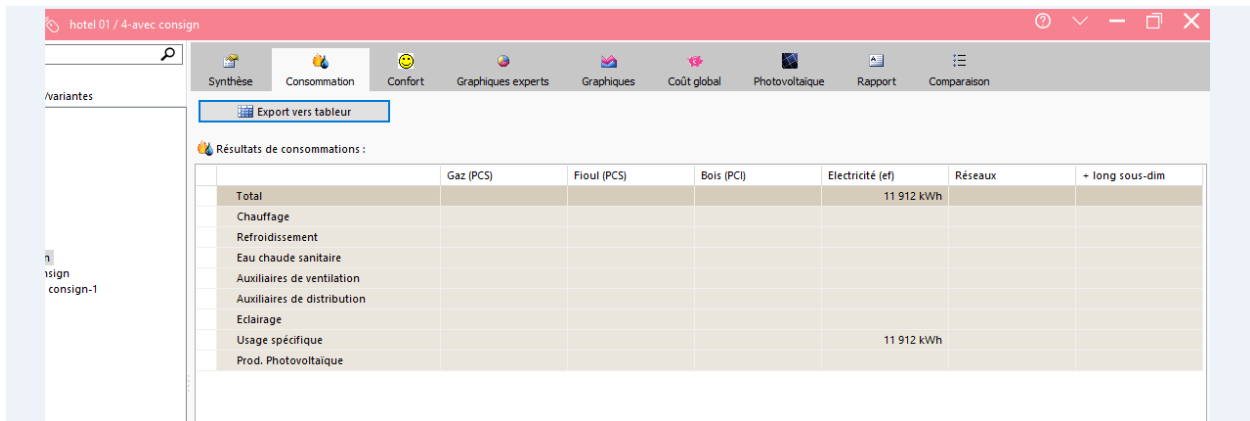
Avec consigne :

Après l'intégration de la consigne de thermostat dans l'étage étudié, on a obtenu les résultats suivants :



Zones names	Heating Load	Heating Load	Cooling Load	Cooling Load	Heat. Power	Cool. Power	T* Min	T* Average	T* Max
zone 1	638 kWh	47 kWh/m ²	1 409 kWh	104 kWh/m ²	846 W	1 059 W	19.99 °C	24.22 °C	30.01 °C
zone 2	1 628 kWh	51 kWh/m ²	2 537 kWh	80 kWh/m ²	2 113 W	2 083 W	19.26 °C	24.11 °C	30.06 °C
zone 3	2 921 kWh	64 kWh/m ²	2 648 kWh	58 kWh/m ²	2 856 W	2 268 W	18.80 °C	23.88 °C	29.20 °C
Zone 4	0 kWh	0 kWh/m ²	0 kWh	0 kWh/m ²	0 W	0 W	18.00 °C	23.69 °C	29.00 °C
Zone 0	5 373 kWh	64 kWh/m ²	5 041 kWh	60 kWh/m ²	4 799 W	4 204 W	19.00 °C	23.89 °C	29.01 °C
zone sud	671 kWh	39 kWh/m ²	1 337 kWh	79 kWh/m ²	1 011 W	1 047 W	19.37 °C	24.16 °C	30.08 °C
zone nord	639 kWh	43 kWh/m ²	1 380 kWh	92 kWh/m ²	847 W	1 056 W	19.86 °C	24.19 °C	29.97 °C
Zone 8	0 kWh	0 kWh/m ²	0 kWh	0 kWh/m ²	0 W	0 W	17.58 °C	23.57 °C	29.33 °C
etage 02	0 kWh	0 kWh/m ²	0 kWh	0 kWh/m ²	0 W	0 W	17.39 °C	23.25 °C	28.73 °C
etage 04	0 kWh	0 kWh/m ²	0 kWh	0 kWh/m ²	0 W	0 W	13.12 °C	23.90 °C	34.07 °C
Total	11 870 kWh	57 kWh/m ²	14 351 kWh	69 kWh/m ²	12 473 W	11 718 W	16.41 °C	23.67 °C	30.72 °C

Figure 4-5 : synthèse des besoins climatisations et chauffages



	Gaz (PCS)	Fioul (PCS)	Bois (PCI)	Electricité (ef)	Réseaux	+ long sous-dim
Total				11 912 kWh		
Chauffage						
Refroidissement						
Eau chaude sanitaire						
Auxiliaires de ventilation						
Auxiliaires de distribution						
Eclairage						
Usage spécifique				11 912 kWh		
Prod. Photovoltaïque						

Figure 4-6 : consommation électrique du 3ème étage

CHAPITRE 04 : RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

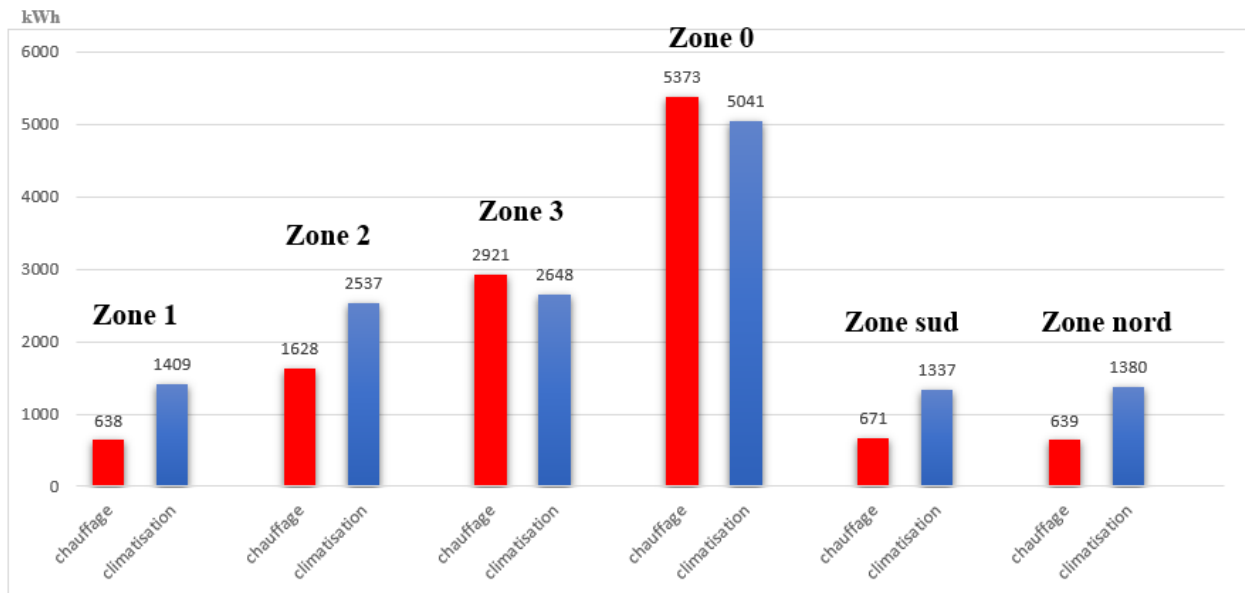
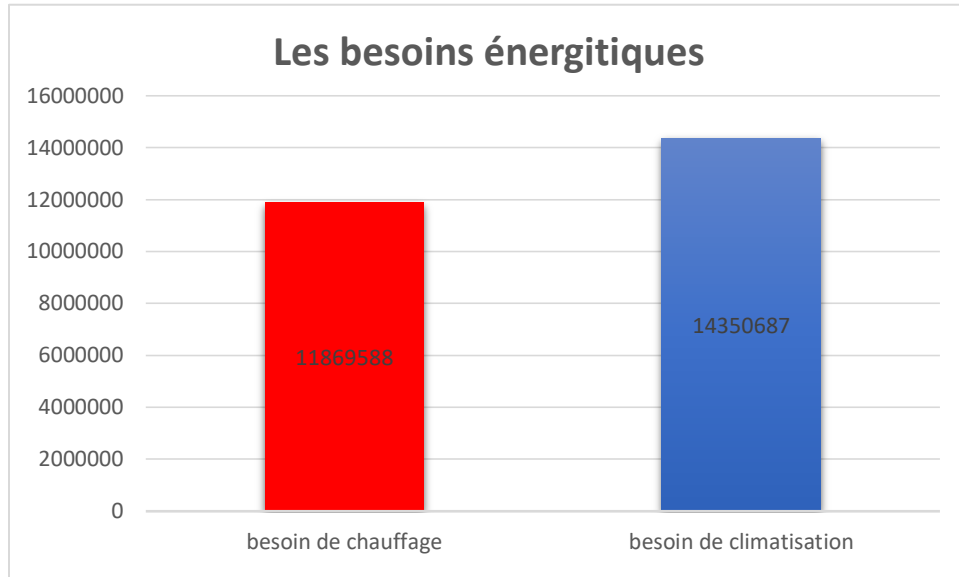


Figure 4-8 : besoin de climatisation et chauffage pour tous les zone

Figure 4-7: besoin de climatisation et chauffage

CHAPITRE 04 : RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

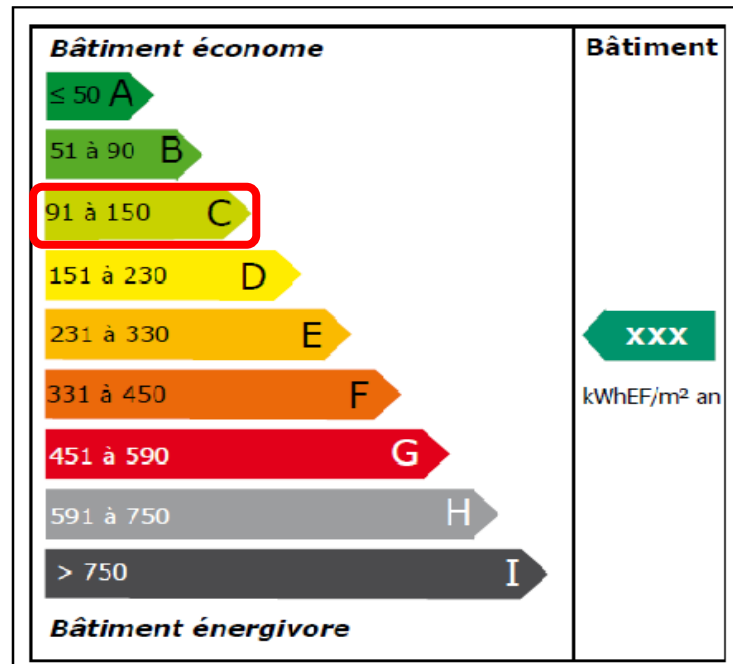


Figure 4-9 : Etiquette du classement énergétique du bâtiment.

Après comparaison des résultats obtenus aux normes exigées par l'étiquette énergétique qui permet d'évaluer et classer le bâtiment tertiaire, on a déduit que notre cas d'étude est classé dans la catégorie C avec une consommation de 126 KWh /m².

4-3 Mesure des températures théoriques et expérimentales

A l'aide du thermomètre, on a mesuré la température et l'humidité de deux chambres la première est orientée vers le nord et la deuxième vers le sud. On a pris également les températures extérieures pendant une semaine de la saison estivale puis on les a comparées avec les températures du programme (pléiades).

Les figures suivantes représentent ces mesures, celles au-dessus représentent les températures et l'humidité mesurées avec thermomètre, et celles au-dessous sont obtenues avec pléiades.

CHAPITRE 04 : RÉSULTATS ET DISCUSSIONS



CHAPITRE04 : RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Les jours	Les heures	Ch nord (%)	Ch sud (%)
Mardi	08 : 00	43	42
	12 : 00	44	43
	16 : 00	43	45
	20 : 00	40	43
Mercredi	08 : 00	48	46
	12 : 00	52	51
	16 : 00	47	45
	20 : 00	44	44
Jeudi	08 : 00	55	53
	12 : 00	57	56
	16 : 00	62	64
	20 : 00	58	59
Vendredi	08 : 00	69	67
	12 : 00	70	69
	16 : 00	71	73
	20 : 00	66	69
Samedi	08 : 00	61	59
	12 : 00	65	65
	16 : 00	58	59
	20 : 00	51	54
Dimanche	08 : 00	52	50
	12 : 00	54	52
	16 : 00	55	54
	20 : 00	56	56
Lundi	08 : 00	54	52
	12 : 00	55	54
	16 : 00	58	60
	20 : 00	59	58

CHAPITRE 04 : RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Tableau 4-1 humidité mesurée

Les jours	Les heures	Ch nord (°C)	Ch sud (°C)	Ext (°C)
Mardi	08 : 00	27.9	27.4	30.5
	12 : 00	27.6	27.1	30.2
	16 : 00	29.2	29.6	32
	20 : 00	26.2	26.5	29.1
Mercredi	08 : 00	26.9	26.8	29.3
	12 : 00	30.3	29.9	32.8
	16 : 00	31.1	31.7	33.5
	20 : 00	29.3	29.8	31.6
Jeudi	08 : 00	25.2	25	27.7
	12 : 00	28.3	27.9	30.9
	16 : 00	29	29.5	32
	20 : 00	27.3	27.1	29.8
Vendredi	08 : 00	25.1	24.8	27.3
	12 : 00	27.3	27.1	29.1
	16 : 00	28.6	29.2	30.7
	20 : 00	26.4	27.5	28.6
Samedi	08 : 00	26.2	25.9	28.6
	12 : 00	28.4	28	30.7
	16 : 00	29.7	30	31.8
	20 : 00	30.1	31.4	33.1
Dimanche	08 : 00	27.5	26.7	29.7
	12 : 00	28.9	27.9	31
	16 : 00	28.7	28.3	30.7
	20 : 00	29.3	29.6	31.2
Lundi	08 : 00	28.2	27.5	30
	12 : 00	29.1	28.3	31.5
	16 : 00	29.4	30	32.8
	20 : 00	28.5	28.1	30.2

CHAPITRE 04 : RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Tableau 4-2 températures mesurées

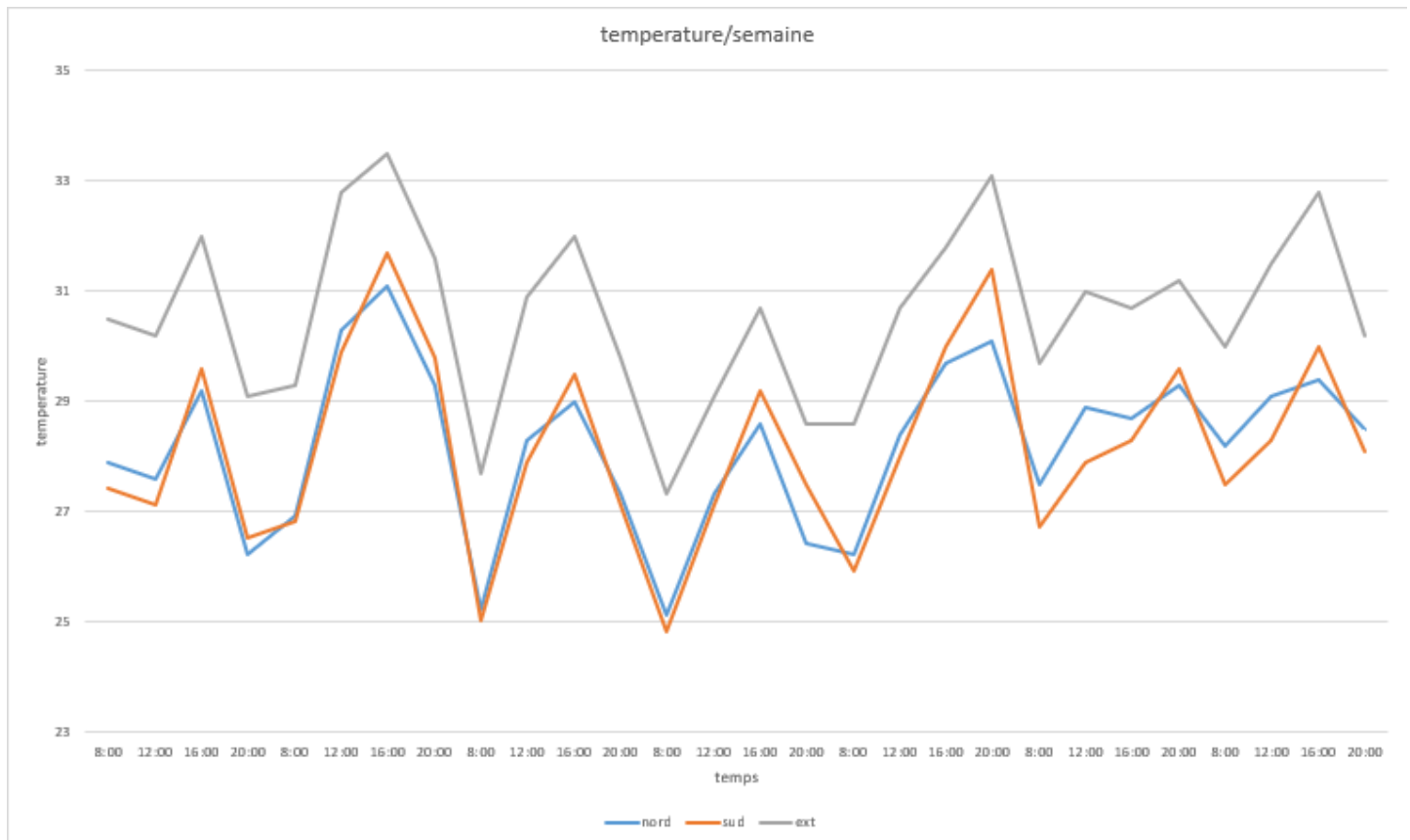


Figure 4-26 : mesure expérimentale

CHAPITRE04 : RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

CHAPITRE 04 : RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

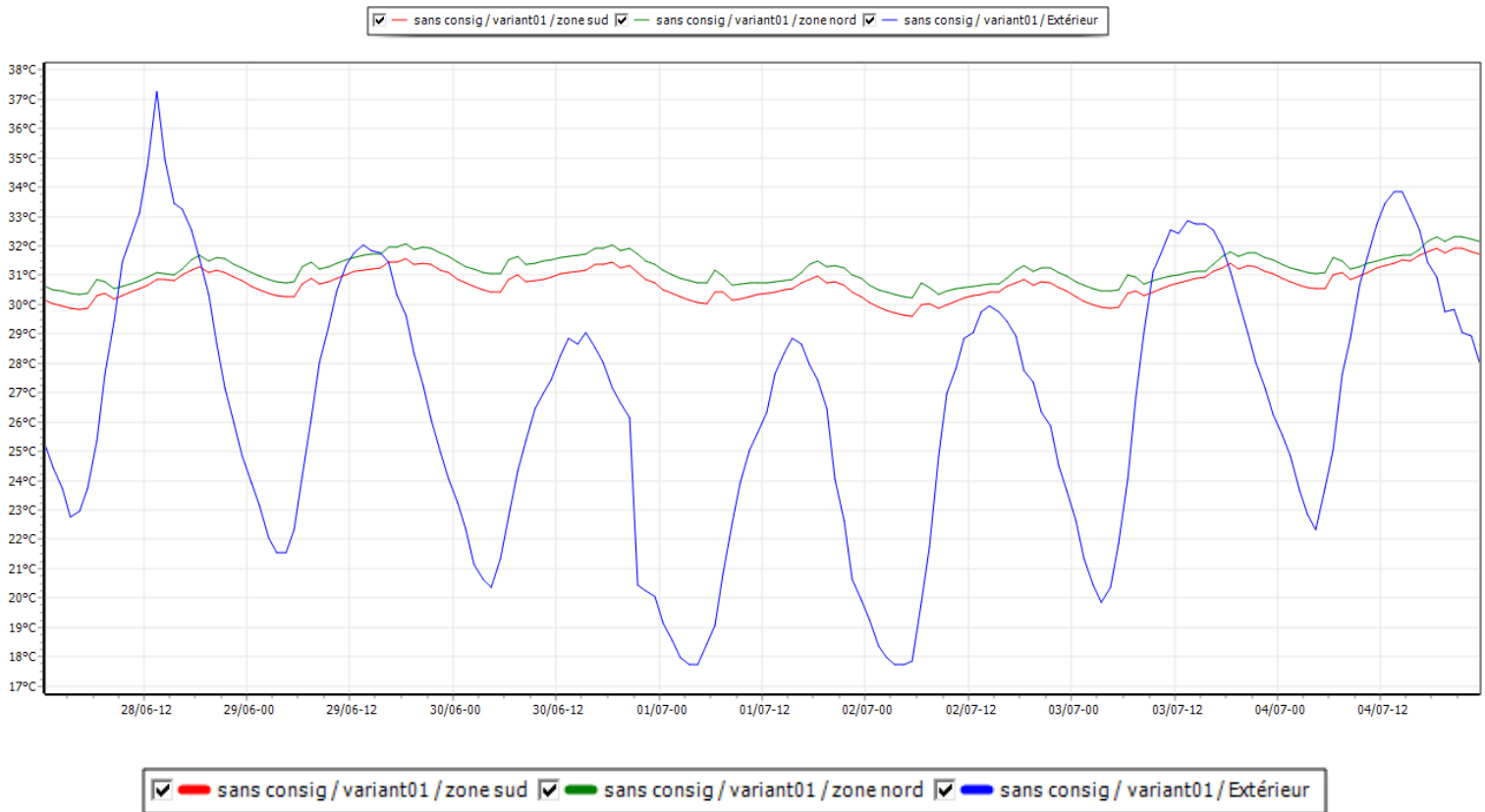


Figure 4-27 : mesure théorique

Synthèse :

Nous observons dans le premier graphe (mesuré par thermomètre) que la température des chambres qui va de 25°C jusqu'à 32°C et qui varie relativement avec une différence de 3°C par rapport aux températures extérieures qui se trouvent dans l'intervalle entre 27.5°C et 33.5°C

Mais dans le deuxième graphe (obtenu sur pléiades) on a observée pendant la semaine étudiée que les températures extérieures varient de 17.6°C jusqu'à 37.2°C avec une variation de 20°C, alors que les températures des chambres restent presque stable dans un intervalle de température entre 30°C et 33°C avec une variation de 3°C. On trouve également que la température de la chambre au nord est supérieure de 1°C comparée à celle de l'orientation sud.

CHAPITRE04 : RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Conclusion :

D'après les résultats obtenus, on peut conclure que la température intérieure simulée par pléiades est presque constante grâce à l'isolation thermique, et nous avons remarqué que notre étage est classé dans la catégorie C avec consommation de 126 KWh/m². On peut donc proposer une ventilation nocturne car la température extérieure baisse le soir.

Conclusion générale :

Malgré l'essor considérable qu'a connu le pays en matière de réalisation de logements et d'équipements publics, l'intégration de la notion de bioclimatique n'est pas ou rarement prise en charge dans leur conception.

Cet état de fait a fait sortir des insuffisances considérables sur le plan qualitatif de ces constructions, d'où un problème d'inconfort et de surconsommation d'énergie (électricité et chauffage).

Enfin, à partir de cette recherche nous proposons certaines recommandations qui peuvent améliorer d'une manière significative les performances thermiques et énergétiques d'un hôtel économe en énergie qui respecte les normes de la durabilité :

- Avec l'adaptation de la construction aux paramètres climatiques, les divers besoins domestiques sont énormément minimisés.
- La recherche d'économie d'énergie à long terme (diminution nette des factures de l'énergie donc l'utilisation des matériaux durables).
- L'orientation des bâtiments était un paramètre important pour la sélection des mesures possédant les propriétés les mieux adaptées aux besoins annuels du bâtiment en énergie pour la climatisation et le chauffage dans le climat froid. Cependant, dans un climat chaud, il est d'une importance mineure en raison de l'excès de soleil toute l'année.
- Les paramètres de vitrage des fenêtres peuvent modifier la performance énergétique du bâtiment. Afin de minimiser la consommation d'énergie, il est préférable dans le climat froid d'utiliser le double vitrage à faible émissivité et que tous les verres à double vitrage soient appréciés. Alors que pour le climat chaud, une vitre réfléchissante était préférable pour réduire les rayons solaires.
- La protection solaire, interne ou externe, avait un impact important sur la réduction de besoin en énergie de climatisation.

Référence

- [1] APRUE, « Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie ».
- [2] Fiche N° 23. « Construire-bioclimatique-à-la-Martinique ». 2010. p 1
- [3] LAVIGNE Pierre : « Architecture climatique une contribution au développement durable Tome2 : concepts et dispositifs » EDISUD Aix en Provence France 1998 p 10.
- [4] Cours ; 2eme année master présenté par : Boukadoum Amina
- [5] Livre Traité d'Architecture et d'Urbanisme Bioclimatique ; Concevoir, édifier et aménager avec le développement durable
- [6] : X.Loncour, A.Deneyer,M.Blasco, G.Flamant,P. Wouters., 2014)
- [7] Manuel _ de _ bâtiments efficacité énergétique et énergies renouvelables
- [8] Fiche_ Construire _ bioclimatique-sept-2013- S I T E : [www. C a u e 6 7. Com](http://www.Caue67.com)
- [9] Nassim Safer. « Modélisation des façades de type double multi-échelles » thèse de doctorat. L'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon Avant Après BRIVE-LA-GAILLARDE (19). 2006.P 7
- [10] [Http://fr.ekopedia.org/Puits_canadien](http://fr.ekopedia.org/Puits_canadien) (page consultée le 20-02-2015)
- [11] BENHALILOU KARIMA. « Impact de la végétation grimpante sur le confort hygrothermique estival du bâtiment : cas du climat semi-aride. » mémoire de magister. Université Mentouri Constantine. 2008. P 83 ; 84
- [12] [Https://fr-academic.com/dic.nsf/frwiki/1733486](https://fr-academic.com/dic.nsf/frwiki/1733486)
- [13] [Www.bioclimatique.over over-blog.fr](http://Www.bioclimatique.over-over-blog.fr)
- [14] Dany Laroche, Anne-Marie Mitchell, Sophie Péloquin.2004
- [15] <https://meteonorm.com>
- [16] <https://www.izuba.fr>