

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT PHYSIQUE
N° : Ph/ENR/20/2021



DOMAINE : Sciences de la matière
FILIERE : Physique
OPTION : Physique Énergétique et
Energie renouvelable

Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Académique

Par: MEKIDECHE Zahra

et LACHACHE Manel

Intitulé

Etude de l'effet de l'humidité sur le confort
thermique dans les bâtiments

Soutenu le / /2021 devant le jury composé de:

Zakria Haddad	Université de M'sila	Président
Nadia Benmansour	Université de M'sila	Rapporteur
Farouk Tahrou	Université de M'sila	Examineur

Année universitaire: 2020/2021

Remerciement

Nous remercions notre ALLAH de nous avoir aidé pour atteindre ce but, de nous avoir donné la force et la patience afin d'accomplir ce travail.

*Nous tenons aussi à présenter nos remerciements à notre encadreur **Dr: Nadia BENMANSOUR** pour sa précieuse collaboration à la réalisation de ce modeste mémoire de fin d'étude.*

*Nos remerciements également les membres du jury, **Dr: Z.HADDAD** et **Dr:F.TAHROUR** pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail.*

Dédicaces

Je dédie ce travail :

- *A Dieu le tout puissant de m'avoir donné le courage, la santé, et m'a accordé son soutien durant les périodes les plus difficiles.*
- *A mon très cher père ***Saïd*** qui a tant espéré voir ce jour, qu'il trouve ici l'expression de ma profonde gratitude, et qu'il soit fier de moi comme il l'a toujours été*
- *A ma chère mère ***Malika*** qui m'a soutenue durant mes études et ne m'a jamais privée de son amour, de son attention et de ses encouragements, à toi maman je dédie ce travail.*
- *A mon frère : Bilel, Fares*
- *A ma sœur : Layla ,Hadjer*
- *A mes amies : Karima , Riyane , Farida , Ahlem,*
- *A mon binôme : Zahra*

*Et à tous ceux qui m'ont aidé à finir ce
mémoire.*

LACHACHE Manel

Dédicaces

Je dédie ce travail :

- *A Dieu le tout puissant de m'avoir donné le courage, la santé, et m'a accordé son soutien durant les périodes les plus difficiles.*
- *A mon très cher père ***Saleh*** qui a tant espéré voir ce jour, qu'il trouve ici l'expression de ma profonde gratitude, et qu'il soit fier de moi comme il l'a toujours été*
- *A ma chère mère ***Souad*** qui m'a soutenue durant mes études et ne m'a jamais privée de son amour, de son attention et de ses encouragements, à toi maman je dédie ce travail.*
- *A mon frère : Adem, Abd Elrahman, Abd Eldjalil*
- *A mon fiancé : Zouhir*
- *A ma sœur : Imen, Noura*
- *A mes amies : Fairouz*
- *A mon binôme : Manel*
- *Mon neveu et ma nièce: Yaakoube, Ghofran,*

*Et à tous ceux qui m'ont aidé à finir ce
mémoire.*

MEKIDECHE Zahra

TABLE DES MATIERES

Table des matières.....	5
Liste des figures	8
Liste des tableaux.....	10
Introduction générale	11
Chapitre I: Généralités sur le confort thermique	12
Introduction	13
I. 1 Notions de confort	13
I. 2 Le confort thermique	13
I. 3 Evaluation du confort thermique	14
I. 3. 1 Indices pour l'évaluation du confort thermique.....	15
I. 3. 1. 1 Les indices PMV et PPD	15
I. 3. 1. 2 La température de l'air ambiant (Ta).....	17
I. 3. 1. 3 La température opérative (top).....	18
Chapitre II: Les paramètres du confort thermique.....	19
Introduction.....	20
II. 1 Les paramètres influant le confort thermique	20
II. 1 Paramètres liés à l'ambiance (Les paramètres objectifs).....	21
II. 1. 1 La température de l'air ambiant	22
II. 1. 2 La vitesse de l'air	23
II. 1. 3 L'humidité relative de l'air	24

II. 2 Paramètres liés à l'individu (Les paramètres subjectifs)	25
II. 2. 1 La vêtture	25
II. 2. 2. L'activité.....	26
II. 2. 3 Paramètres liés aux gains thermiques internes.....	27
II.3. Autres paramètres influencent sur le confort thermique.....	28
II. 3. 1. L'enseillement.....	28
II. 3. 2 Effet de l'orientation.....	32
II. 3. 3 L'albédo.....	32
II. 3. 4 Effet de l'inertie thermique	34
II. 3. 5 Effet de la ventilation naturelle.....	36
II. 4 Le confort thermique et l'humidité.....	39
II. 4. 1 Influence de l'humidité ambiante.....	39
Chapitre III: Cas d'étude	41
III. 1 Présentation de la région de M'SILA	42
III. 1. 1 Localisation et limites géographiques de la région de M'SILA.....	42
III. 2 L'analyse climatique de la région de M'SILA.....	43
III. 2. 1 Température.....	43
III. 2. 2 Précipitation.....	45
III. 2. 3 Soleil.....	46
III. 2. 4 L'humidité.....	48
III. 2. 5 Vent	52

III. 3 Confort physiologique et confort global ressenti.....	53
III. 3. 1 La température et le confort ressenti.....	54
III. 3. 2 La diffusion de chaleur entre l'individu et l'ambiance s'effectue selon les mécanismes	56
III. 3. 3 L'impact de l'humidité relative dans un bâtiment.....	56
III. 3. 4 La plage de confort température-humidité.....	57
III. 4 Recommandation.....	58
Conclusion général	65
Résumé	66
ملخص	67
Summary	67
Références	68

LISTE DES FIGURES

Figure I. 1: Indice PMV-PPD.....	17
Figure II. 1: Paramètres influents sur la sensation de confort thermique.....	21
Figure II. 2: Confort thermique: température de rayonnement et température ressentie....	23
Figure II. 3: Humidité de l'air.....	24
Figure II. 4: Valeurs exprimées en Clo des tenues vestimentaires.....	26
Figure II. 5: Activités domestiques typiques (Mallick 1996).....	27
Figure II. 6: Gains thermiques internes d'un espace.....	28
Figure II. 7: Rayonnement solaire direct sur une surface.....	29
Figure II. 8: Rayonnement solaire diffus sur une surface.....	30
Figure II. 9: Radiations solaires globales.....	30
Figure II. 10: Radiations directes pour une surface verticale pour différentes orientations durant un mois chaud de l'année – Juillet- pour la ville de Constantine.....	32
Figure II. 11: Coefficients d'absorption pour différents matériaux et différentes couleurs.	33
Figure II. 12: Temps de déphasage de différents matériaux de construction en fonction des épaisseurs types.....	35
Figure II. 13: Ventilation traversant.....	37
Figure II. 14: Ventilation unilatérale.....	38
Figure II. 15: Ventilation par effet cheminée.....	38
Figure II. 16: Différentes causes de l'humidité [36].....	39
Figure III. 1: Situation de la ville M'SILA.....	43
Figure III. 2: Température moyenne maximale et minimale.....	44

Figure III. 3: Température horaire moyenne.....	45
Figure III. 4: Probabilité de précipitation quotidienne.....	46
Figure III. 5: Heures de clarté et crépuscule.....	47
Figure III. 6: Lever du soleil et coucher du soleil avec crépuscule.....	47
Figure III. 7: Niveaux de confort selon l'humidité.....	48
Figure III. 8: Niveaux de confort selon l'humidité en janvier, février, mars, avril.....	50
Figure III. 9: Niveaux de confort selon l'humidité en mai, juin, juillet, août.....	51
Figure III.10: Niveaux de confort selon l'humidité en septembre, octobre, novembre, décembre.....	52
Figure III. 11: Vitesse moyenne du vent.....	53
Figure III. 12: Direction du vent.....	54
Figure III. 13: Score touristique.....	55
Figure III. 14: Score plage/piscine.....	55
Figure III. 15: Échanges thermique entre l'homme et son environnement (Architecture et climat).....	57
Figure III. 16: Plage de confort température-humidité	58
Figure III. 17: Les facteurs de la ventilation naturelle.....	60
Figure III.18: Répartition moyenne des déperdition dans une maison individuelle neuve.....	61
Figure III. 19: Les coordonnées solaires.....	61
Figure III. 20: Pourcentage du rayonnement intercepté par une paroi	62
Figure III. 21: Abri solaire.....	63
Figure III. 22: Élément d'une façade double peau.....	64

Figure III.23: Le principe du mur capteur65

LISTES DES TABLEAUX

Tableau I. 1: Correspondances entre PMV et échelle des sensations thermiques.....	16
Tableau I. 2: Valeurs de α en fonction de la vitesse d'air.....	18
Tableau II. 3: Les valeurs de l'isolement thermique vestimentaire pour quelques habits.....	22
Tableau II. 4: Apports calorifiques sur une paroi selon son orientation.....	24
Tableau II. 5: Les valeurs de l'isolement thermique vestimentaire pour quelques habits.....	25
Tableau II. 6: Apports calorifiques sur une paroi selon son orientation.....	31

Introduction générale

Le confort thermique constitue une demande reconnue et justifié dans le bâtiment public du fait de son impact sur la qualité des ambiances thermiques intérieures ; il est donc considéré comme un élément important de la qualité globale d'usage de ce type de bâtiments. Ce confort ne peut être assuré que par l'optimisation de l'isolation thermique, du critère de l'inertie thermique et bien sur la prise en considération des paramètres de l'architecture bioclimatique lors de sa conception [1].

La maîtrise des éléments passifs, contribuant au confort thermique, tels que l'isolation thermique, l'orientation des façades, les ouvertures, la compacité de l'édifice et l'utilisation d'un vitrage à hautes performances thermiques minimisera sans aucun doute les déperditions et gains thermiques dont souffrent les édifices à caractère public.

Le présent travail est scindé à étudier de l'effet de l'humidité sur le confort thermique dans les bâtiments en analysant les données climatiques de la région de M'sila et de discuter la plage optimale température –humidité selon la région considéré.

Le premier chapitre présente une des généralités sur le confort thermique, les définitions et les différents indices d'évaluation du confort thermique

Dans le deuxième chapitre, nous avons présenté les différents paramètres qui influencent le confort thermique.

Le troisième chapitre est consacré à analyser les données climatiques de wilya de M'sila, spécialement, l'humidité en montrant l'effet de l'humidité sur le confort thermique dans les bâtiments et la plage - température-humidité - optimal pour atteindre un confort thermique désirable dans les bâtiments.

Chapitre I

Généralités sur le confort thermique

Introduction

La notion de confort est employée en des sens différents, le terme est associé à d'autres termes renvoyant à la fois à des dimensions matérielles et sensorielle [2, 3]. A l'origine, le mot confort n'avait pas le sens de bien-être ou de satisfaction. Pendant des siècles, conforté qui voulait dire renforcer, consolider ou reconforter. Au 16ème siècle: « confortable » signifiant, acceptable ou suffisant. Au 18ème siècle, bien-être physique et de satisfaction [4]. Cette notion de confort est associée en premier lieu à une appréciation thermique. Ne pas avoir très froid, ne pas avoir très chaud, ne pas sentir de courant d'air gênant, est depuis longtemps un souci majeur pour et les concepteurs et les occupants de l'espace.

I. 1 Notions de confort

Etymologiquement, le terme confort, tiré du mot angla « confort », est défini comme « un sentiment de bien-être et de satisfaction » ou comme un ensemble des éléments qui contribuent à la commodité et au bien-être». Ce qui donne a ce concept difficilement mesurable, un caractère dépendant des appréciations personnelles de chaque individu.

En effet, la compréhension et l'évaluation du confort dans l'environnement de l'homme sont nécessaires, car ce dernier représente un élément majeur dans le développement et la conception des individus, de leur accoutumance et de leur état physiologique. Cependant l'influence des facteurs âge, sexe et appartenance à un groupe ethnique sur la sensation de reste faible [5].

Il existe plusieurs type de confort à savoir: le confort visuel, le confort acoustique, le confort olfactif et le confort hygrothermique, ce dernier est l'un des facteurs intervenant dans notre recherche[6].

I.2 Le confort thermique

- ❖ Le confort thermique est défini comme " un état de satisfaction du corps vis-à-vis de l'environnement thermique".

- ❖ Le confort thermique se définit comme la satisfaction exprimée à l'égard de l'ambiance thermique du milieu environnant. Pour qu'une personne se sente confortable, trois conditions doivent être réunies:
 - Le corps doit maintenir une température interne stable.
 - La production de sueur ne doit pas être trop abondante et la température moyenne de la peau doit être confortable.
 - Aucune partie du corps ne doit être trop chaude ni trop froide (inconfort local).
- ❖ La notion de confort thermique, désigne l'ensemble des multiples interactions entre l'occupant et son environnement où l'individu est considéré comme un élément du système thermique [7].
- ❖ Pour le définir on lui associe plusieurs paramètres, notamment:

➤ Le paramètre physique: l'homme est représenté comme une machine thermique et on considère ses interactions avec l'environnement en termes d'échange de chaleur.

➤ Le paramètre psychologique: il concerne la sensation de confort éprouvées par l'homme et la qualification des ambiances intérieures.

Une définition satisfaisante du confort thermique doit pouvoir intégrer tous ces paramètres; mais des nombreuses définitions avancées jusqu'à maintenant ne caractérisent le problème que sous la lumière d'un seul de ces paramètres; par exemple:

➤ Aspect physiologique: « les conditions pour lesquelles les mécanismes d'autorégulation du corps sont un niveau d'activités minimum » [8].

➤ Aspect sensoriel: « état d'esprit exprimant la satisfaction. L'individu ne peut pas dire s'il veut avoir plus froid ou plus chaud » [9].

➤ Aspect psychologique et sensoriel: « sensation de bien être physique et mentale total » [10].

En conséquence, le caractère subjectif de la notion de confort thermique est mis en avant par l'ensemble de ces définitions. Selon Hoffmann, J.B, la définition plus classique du confort thermique n'est autre qu'une absence d'inconfort [11, 12].

I.3 Evaluation du confort thermique

L'évaluation du confort thermique dans les espaces est un paramètre capital dans toute conception architecturale [13]. Les premières recherches se sont basées sur les enquêtes de

terrain avec des questionnaires en classifiant la sensation thermique (très chaud, neutre et très froid) ainsi que sur les essais de laboratoires sous des conditions climatiques artificielles [14].

Cette évaluation a conduit plusieurs chercheurs à développer et à élaborer des indices de prédiction des niveaux de confort à l'intérieur des bâtiments.

En plus des indices thermiques, des tentatives ont été effectuées pour combiner les facteurs environnementaux sous forme d'outils graphiques qui permettent de prédire des zones de confort, connus sous le nom de diagrammes.

Bioclimatiques, ils sont l'aboutissement direct de la connaissance du climat, ces outils sont également développés pour permettre d'obtenir des bâtiments confortables, adaptés aux variables climatiques.

I. 3. 1 Indices pour l'évaluation du confort thermique

De nombreux travaux de recherche, réalisés à l'intérieur des bâtiments ou dans des conditions expérimentales parfaitement contrôlées en laboratoire, ont recensé les principales causes d'inconfort et ont permis d'établir un certain nombre d'indices, nommés « indices de confort thermique », qui sont en général définis en fonction de la température et de la vitesse de l'air.

Nous ne citerons ici que les indices les plus couramment utilisés dans l'ensemble des normes de confort.

I. 3. 1. 1 Les indices PMV et PPD

À partir d'études réalisées en laboratoire sous des conditions stables, c'est-à-dire sans que l'individu ne change ni de vêtements, ni d'activité physique, Fanger a développé les indicateurs de confort thermique; le PMV (*Vote Moyen Prévisible*) et le PPD (*Pourcentage Prévisible D'insatisfaits*). Le premier prédit la sensation thermique moyenne d'un large groupe d'individus et le second, le pourcentage d'occupants insatisfaits de l'environnement thermique.

- **Le PMV (*Vote Moyen Prévisible*)**

Le PMV établi par Fanger permet de mesurer une sensation thermique globale du corps humain à partir du métabolisme et donne la moyenne des votes en référence à une échelle de sensation thermique. Les valeurs de l'indice PMV varient entre -3 et 3 comme l'indique le Tableau I.1.

En constatant que les questionnaires utilisés pour évaluer le confort peuvent omettre certaines situations de confort, Fanger a avancé le postulat suivant: « Sont déclarées inconfortables toutes les personnes ayant des sensations supérieures à l'échelle 2 ou inférieures à l'échelle -2 ». Il a ensuite associé le PPD (Pourcentage Prévisible D'insatisfaits) qui exprime le pourcentage des sujets «insatisfaits» de manière générale.

-3	-2	-1	0	1	2	3
Très froid	froid	légèrement froid	Neutre	légèrement chaud	chaud	très chaud

Tableau I. 1: Correspondances entre PMV et échelle des sensations thermiques

- **Le PPD (*Pourcentage Prévisible D'insatisfaits*)**

À cause des différences physiologiques, il s'avère impossible de satisfaire tout le monde en réunissant des conditions "idéales", et le PPD (pourcentage prévisible d'insatisfaits) exprime sous forme de pourcentage les sujets «insatisfaits» d'une ambiance thermique déterminée.

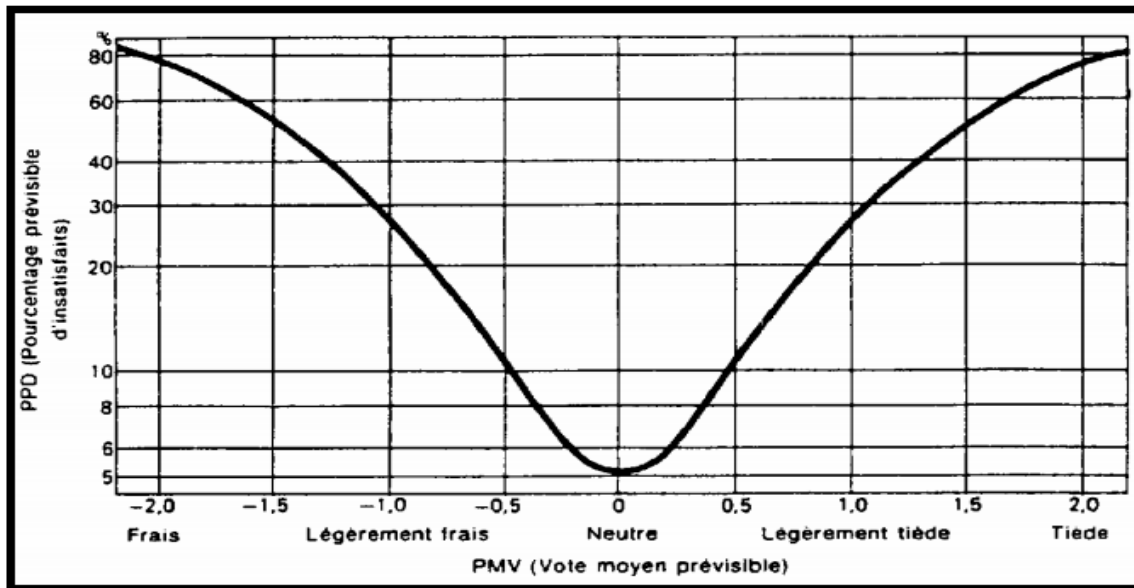


Figure I. 1: Indice PMV-PPD

Par contre, il est possible de créer un environnement dans lequel le pourcentage de personnes satisfaites est maximum, qui correspond aux conditions optimales de neutralité thermique du corps humain[15]. Il reste néanmoins, en moyenne, 5 % d'insatisfaits lorsque le PMV est nul, comme le montre le tableau I.2 suivant [10].

La norme stipule que pour se situer dans la zone de confort thermique, il faut que:

$$-0,5 < \text{PMV} < 0,5 \text{ soit } \text{PPD} < 10 \%$$

I. 3. 1. 2 La température de l'air ambiant (Ta)

Elle représente l'indice le plus utilisé pour le contrôle des ambiances en intérieur du fait de la simplicité de sa mesure. Ce paramètre ne présente pas de grosses difficultés de mesure et d'évaluation, mais revêt un caractère toutefois limité pour la caractérisation complète du confort. Indice connu de tous, la température de l'air sera donc largement utilisée comme indice de confort dans le cas d'un contrôle peu strict du confort thermique[16]. Il est utilisé pour définir les consignes de température références pour les installations de chauffage en période hivernale et climatisation en période estivale.

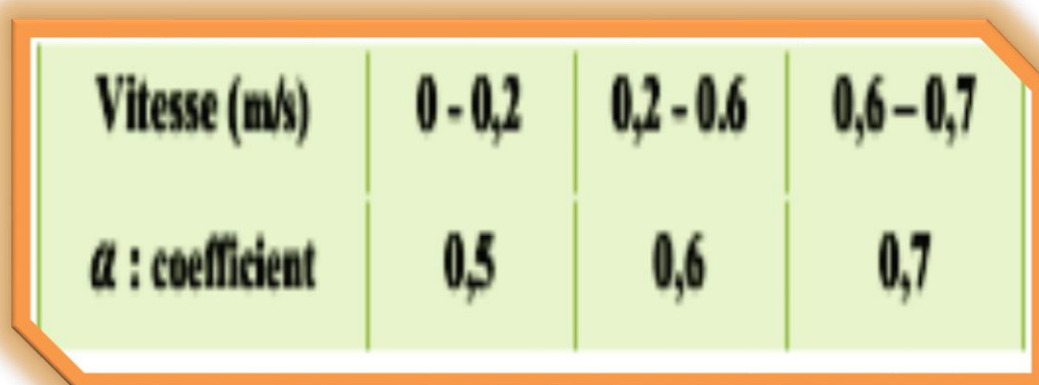
I. 3. 1. 3 La température opérative (T_{op})

La température opérative, T_{op} , est un indice de confort thermique intégrant deux paramètres physiques, la température de l'air ambiant et la température moyenne radiante. Il s'agit donc d'un indice d'appréciation des effets convectifs et radiatifs sur le confort de l'individu[16]. La norme ISO 7730 fournit le calcul simple de cet indice par la formulation (Equation I.1)[17]:

$$T_{op} = \alpha T_a + (1 - \alpha) T_{mrt} \quad \text{Eq I.1}$$

Avec:

- T_{op} : La température opérative. [$^{\circ}\text{C}$]
- T_a : La température d'air, [$^{\circ}\text{C}$]
- T_{mrt} : La température moyenne radiante. [$^{\circ}\text{C}$]
- α : Coefficient en fonction de la vitesse d'air.



Vitesse (m/s)	0 - 0,2	0,2 - 0,6	0,6 - 0,7
α : coefficient	0,5	0,6	0,7

Tableau I. 2: Valeurs de α en fonction de la vitesse d'air

Avec des vitesses de l'air inférieures à 0,2 m/s, la température opérative est égale avec une bonne approximation, à la moyenne arithmétique des températures citées[10], et pouvant être écrite de la façon suivante.

$$T_{op} = (T_a + T_{mrt}) / 2 \quad \text{Eq I.2}$$

Pour des activités sédentaires ou légères exercées par des personnes portant une tenue vestimentaire estivale normale, la température opérative limite de confort est de 27°C pour un environnement avec 55% d'humidité relative, elle peut, par contre, être augmentée jusqu'à 29°C, si la vitesse de l'air est au-dessus de 0,2 m/s[18].

Chapitre II

Paramètres du confort thermique

Introduction

Avec les préoccupations grandissantes du développement durable, le secteur du bâtiment doit répondre à deux exigences primordiales: maîtriser les impacts de la consommation des énergies fossiles sur l'environnement extérieur, et assurer des ambiances intérieures saines et confortables. Ainsi, une vision globale du confort thermique qui tient compte de sa pluridisciplinarité est indispensable.

En fait, l'ambiance thermique dans les bâtiments est un facteur important pour le confort des occupants car les températures extrêmes, qu'elles soient chaudes ou froides, peuvent provoquer des effets gênants et parfois mortels chez l'homme. Donc il y a lieu de définir tous les éléments et paramètres qui influent sur le confort thermique des occupants du bâtiment, ce qui fera l'objet du présent chapitre [19].

II. 1 Les paramètres influant le confort thermique

La sensation de confort thermique est fonction de plusieurs paramètres (**Figure II.1**):

- Les paramètres physiques d'ambiance, au nombre de quatre, sont la température de l'air, la température moyenne radiante, la vitesse de l'air, et l'humidité relative de l'air
- Les paramètres liés à l'individu, ils sont multiples, on recense notamment deux paramètres principaux qui sont l'activité et la vêtue de l'individu;
- Les Paramètres liés aux gains thermiques internes, gains générés dans l'espace par des sources internes autres que système de chauffage. (éclairage, appareils postes informatiques...), électriques.

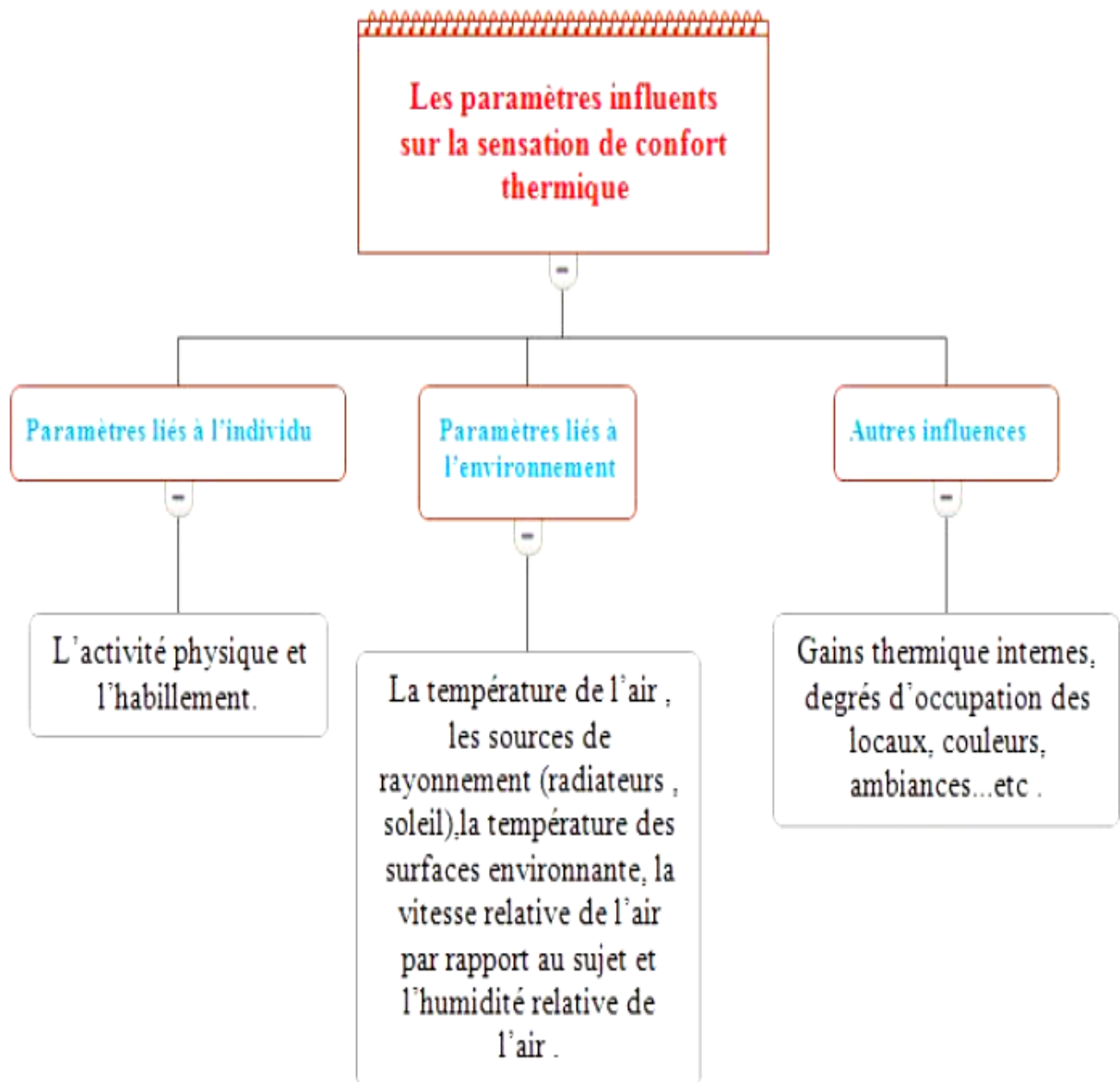


Figure II. 1: Paramètres influents su la sensation de confort thermique.

II.1.1. Paramètres liés à l'ambiance (Les paramètres objectifs)

La qualité de l'environnement interne comme le soutiennent. a une forte relation avec les conditions thermiques de l'espace. Parmi ces conditions thermiques qui sont en relation à l'environnement thermique des logements, et qu'on peut décrire comme les paramètres environnementaux du confort thermique, car elles influent fortement sur l'équilibre thermique du corps de l'habitant. D'autre part, ces conceptions thermiques sont dues également à d'autres paramètres personnels. Cependant, la sensation thermique acceptable est fortement affectée par les facteurs environnementaux, comme soulignent [20].

II.1.1.1. Les températures

➤ **Une stabilité de la température :**

C'est la température d'air qui circule autour des occupants en déterminant le flux de chaleur entre l'air et l'individu. Lorsque la température est prise séparément, elle ne peut pas refléter une valeur précise du confort thermique. Donc, elle est considérée comme le paramètre le plus important [21].

➤ **La température de l'air ambiant:**

La température de l'air, ou température ambiante (T_a), est un paramètre essentiel du confort thermique. Elle intervient dans l'évaluation du bilan thermique de l'individu au niveau des échanges convectifs, conductifs et respiratoires. Dans un local, la température de l'air n'est pas uniforme, des différences de températures d'air se présentent également en plan à proximité des surfaces froides et des corps de chauffe [22].

Ainsi par exemple la réglementation générale française pour la protection du travail impose des valeurs de référence pour les températures de l'air. Données par le Tableau II. 1 ci-dessous [23].

Type de local	Température de l'air
Locaux où des gens peu habillés sont au repos ou exercent une activité physique très légère. Par exemple : salles d'examens ou soins médicaux, vestiaires	23 à 25°C
Locaux où des gens habillés normalement exercent une activités physique très légère. Par exemple : ateliers, laboratoires, cuisines.	17°C
Locaux où des gens peu habillés exercent une grande activité physique. Par exemple : salles de gymnastique, salles de sport.	17°C
Locaux qui ne servent que de passage pour les gens habillés normalement. Par exemple : corridors, cage d'escalier, vestiaires, sanitaire.	17°C
Locaux uniquement gardés à l'abri du gel. Par exemple : garages, archives.	5°C

Tableau II. 1: Valeurs de référence de température de l'air

Ces températures sont calculées pour une valeur moyenne de surface des parois inférieure de 2°C à la température de l'air. Elles sont acceptées dans certains comme températures de confort dans le cadre d'une politique d'utilisation rationnelle de l'énergie.

La température des parois : il s'agit de la température des parois avec lesquelles le corps échange de la chaleur par rayonnement.

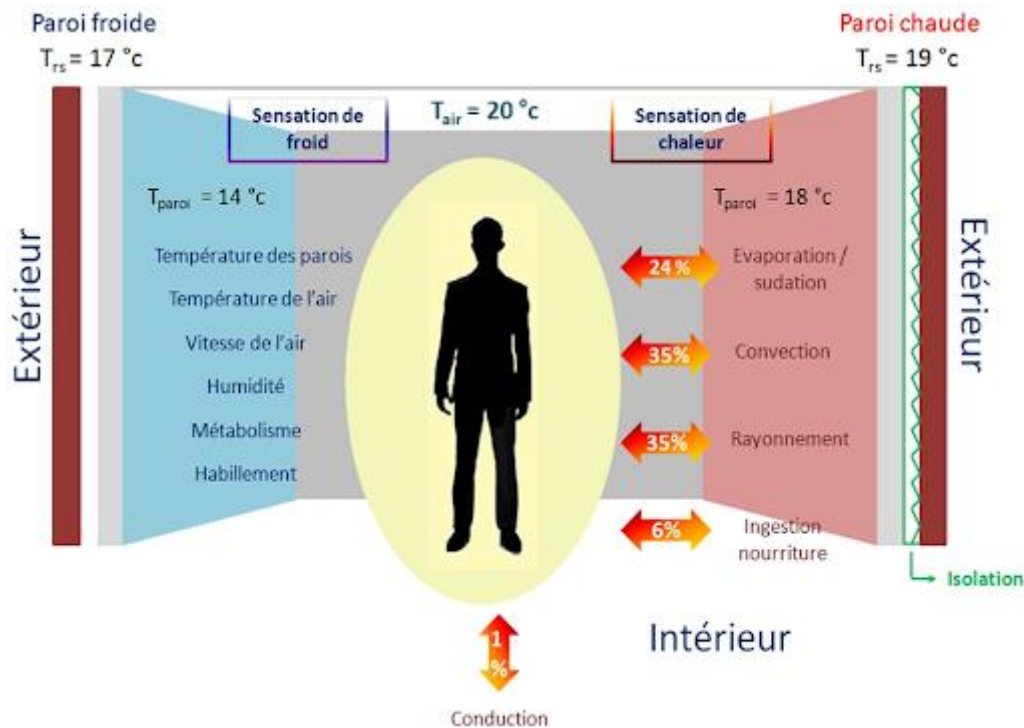


Figure II. 2 : Confort thermique: température de rayonnement et température ressentie

II.1.1.2 La vitesse de l'air

La vitesse de l'air joue un grand rôle dans les échanges convectifs et évaporatoires, elle intervient dans la sensation de confort thermique de l'occupant dès qu'elle est supérieure à 0,2 m/s. Toute fois, à l'intérieur des bâtiments, ces vitesses demeurent limitées, ne dépassant pas généralement cette vitesse, sauf en cas de mauvaise conception du bâtiment ou du système d'aération. Elle peut, en revanche, être tenue pour responsable de l'apparition d'inconforts locaux, liés à la présence de courants d'air froids ou chauds localisés [24].

Vitesses résiduelles	Réactions	Situation
0 à 0.08 m/s	Plaintes quant à la stagnation de l'air	Aucune
0.13 m/s	Situation idéale	Installation de grand confort
0.13 à 0.25 m/s	Situation agréable mais à la limite du confort pour les personnes assises en permanence	Installation de confort
0.33 m/s	Inconfortable, les papiers légers bougent sur les bureaux	Grandes surfaces et magasins
0.38 m/s	Limite supérieure pour les personnes se déplaçant lentement	Grandes surfaces et magasins
0.38 à 0.5 m/s	Sensation de déplacement d'air important	Installations industrielles et usines où l'ouvrier est en mouvement

Tableau II. 2: Vitesse de l'air; réaction; situation

II.1.1.3 L'humidité relative de l'air

L'humidité relative de l'air influence les échanges évaporatoires cutanés, elle détermine la capacité évaporatoire de l'air et donc l'efficacité de refroidissement de la sueur. Selon le lien A, entre 30% et 70%, l'humidité relative influence peu la sensation de confort thermique[24]. Une humidité trop forte dérègle la thermorégulation de l'organisme car l'évaporation à la surface de la peau ne se fait plus, ce qui augmente la transpiration, le corps est la plupart du temps en situation d'inconfort [25].

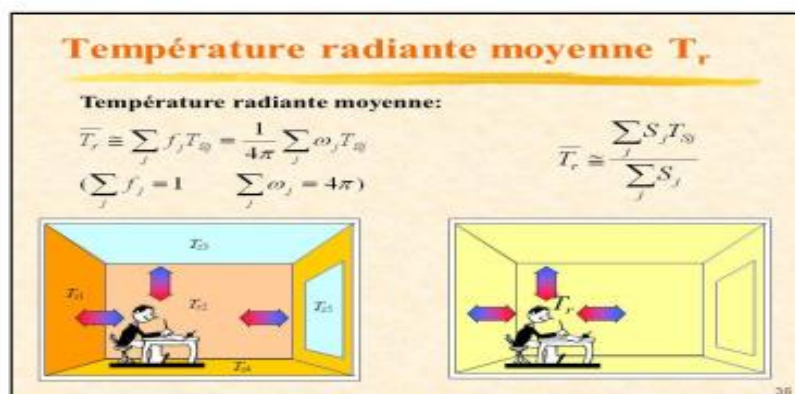


Figure II. 3: Humidité de l'air

II. 1. 2. Paramètres liés à l'individu (Les paramètres subjectifs)

Parallèlement aux paramètres environnementaux, les caractéristiques personnelles de l'habitant tel que l'âge, le poids, la taille, le genre, l'activité et les vêtements sont également considérés comme déterminants pour le niveau du confort thermique de ces habitants. Par ailleurs, la vêtue et l'activité sont considérée comme les deux paramètres personnels les plus importants [26].

II. 1. 2. 1. La vêtue

Les vêtements permettent de créer un microclimat sous-vestimental, à travers leurs résistances thermiques, en modifiant les échanges de chaleur, entre la peau et l'environnement. Leur rôle essentiel est de maintenir le corps dans des conditions thermiques acceptables, été comme hiver.

La vêtue a un rôle primordial d'isolant thermique, notamment en période hivernale et dans toutes les ambiances froides, ce rôle est pris en compte à travers la définition d'un indice de vêtue, exprimé en Clo, caractérisant la résistance thermique d'un vêtement [27].(Tableau II. 3)

Clo: Unité d'isolement vestimentaire, 1 Clo = 0.155 m² °C.W-1)

Description du vêtement	Clo
Chemisier léger, manche courte	0.09
Chemise légère, manches longues	0.15
Shorts	0.06
Pantalon léger	0.20
Pantalon normal	0.25
Pull-over mince	0.20
légère veste d'été	0.25
Chaussette	0.02
Chaussette cheville, épaisse	0.05
Chaussure, semelle fine	0.02
Chaussure, semelle épaisse	0.04
Jupe légère, 15 centimètres au-dessous des genoux	0.18
Robe légère sans manches	0.25

Tableau II. 3: Les valeurs de l'isolement thermique vestimentaire pour quelques habits

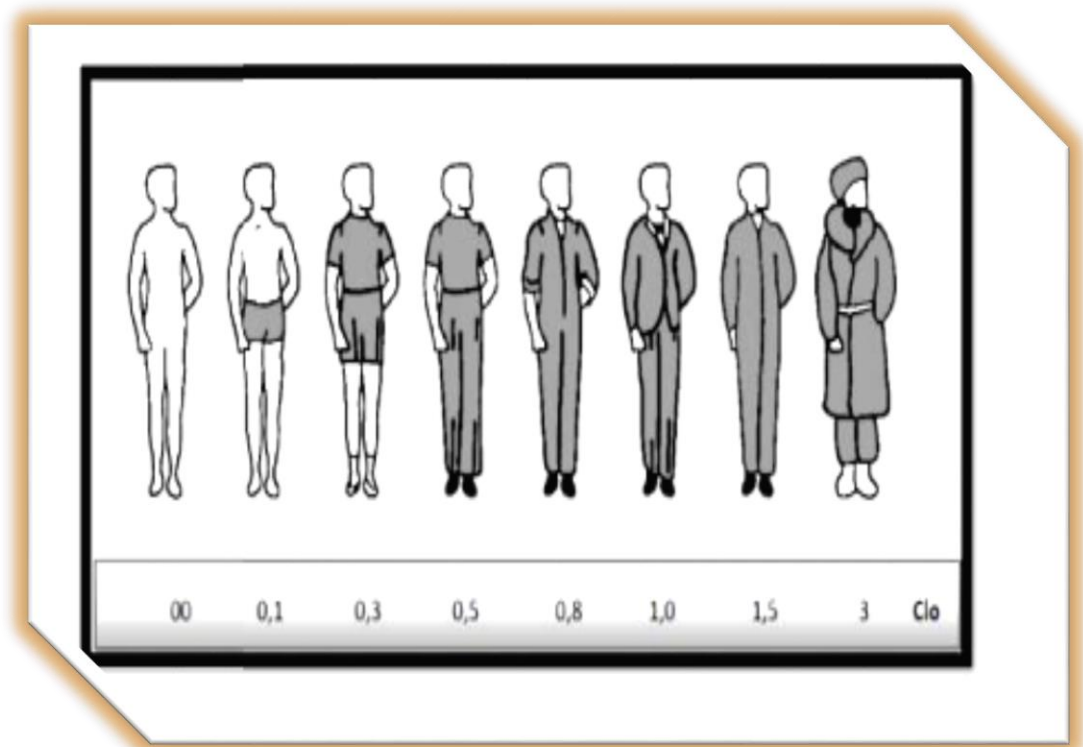


Figure II. 4: Valeurs exprimées en Clo des tenues vestimentaires.

La nature du tissu, la coupe des vêtements et l'activité du sujet influencent aussi ces échanges thermiques avec l'environnement.

II. 1. 2. 2. L'activité

L'activité est un paramètre essentiel pour la sensation thermique de l'individu, définissant directement le métabolisme de l'individu, c'est-à-dire la quantité de chaleur produite par le corps humain. Dans le cas d'une très forte activité, elle peut être responsable de sensations d'inconfort chaud, même en présence de conditions météorologiques très favorables. Il est à noter toutefois que, dans le cas d'une activité classique de bureau, les plages de variation du métabolisme demeurent limitées.

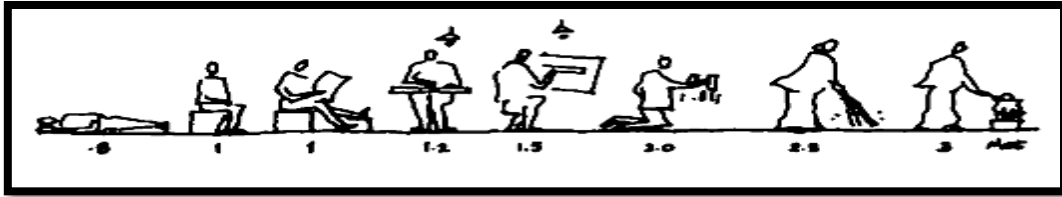


Figure II. 5: Activités domestiques typiques (Mallick 1996)

II. 1. 3 Paramètres liés aux gains thermiques internes

Avec l'essor de la technologie et des besoins électrique (éclairage, électroménager...) les apports de chaleur internes ont fortement augmenté. Les appareils électriques transforment en effet quasiment toute l'énergie qu'ils consomment en chaleur. Les postes informatiques sont également de vraies sources de chaleur et les occupants constituent eux aussi une autre source d'apport interne par leur métabolisme.

Les apports internes comprennent donc, toute quantité de chaleur générée dans l'espace par des sources internes autre que le système chauffage.

Ces gains de chaleur dépendent du type du bâtiment, du nombre des utilisateurs et de son usage.

D'après Hugues Boivin, le confort de l'espace est directement influencé par le taux de ces gains (Figure II. 5), on peut dire que ces apports sont inévitables dès lors que les locaux sont habités.

Il faut noter cependant que ces apports sont variables selon le comportement des occupants et qu'ils constituent donc un facteur d'aggravation de l'inconfort chaud. Sur lequel les moyens d'action architecturaux sont limités. Seul une bonne ventilation et un comportement adéquat de l'occupant peuvent réduire ces apports ou leur influence sur la température intérieure[28].

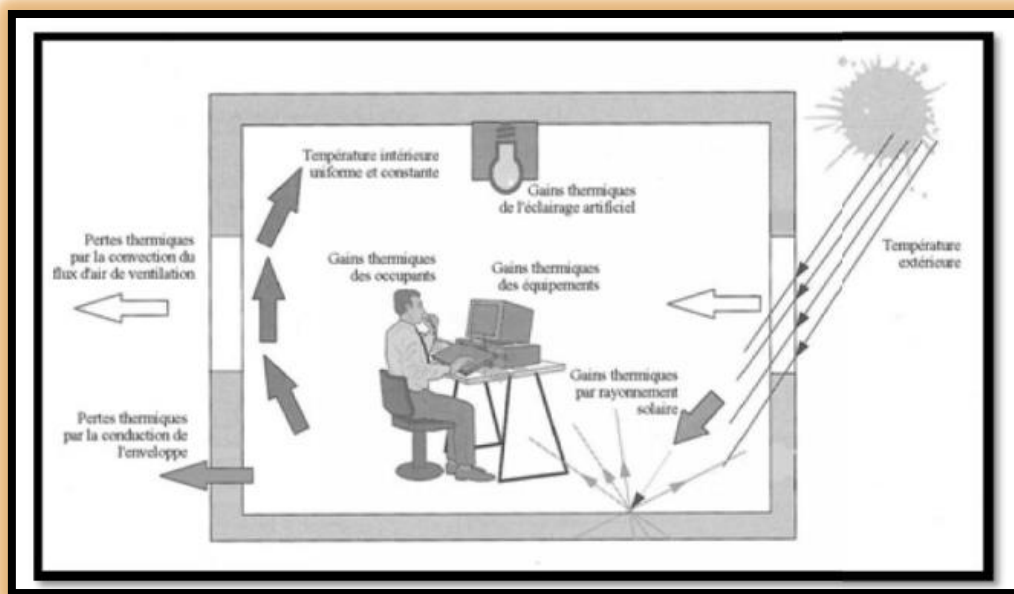


Figure II. 6: Gains thermique internes d'un espace

II.1.4 Autres paramètres influencent sur le confort thermique

II.1.4.1 L'enseillement

La température de l'air extérieur atteint sa valeur maximale en milieu d'après midi, soit au moment de maximum d'enseillement pour l'orientation Ouest qui est ainsi la plus défavorable.

Parmi les parois verticales, ce sont les parois Est et Ouest qui reçoivent les enseillements les plus importants en été ;

*Exprimés en énergie, 4,3 kWh/m² jour en juillet à l'ouest contre 3,1 au sud.

*Exprimés en puissance instantanée, 700W à 16 h solaire à l'ouest contre seulement 450 W au sud à midi. En hiver, la paroi sud reçoit le plus fort enseillement, le rayonnement reçu en été reste important; cependant, il faudra concilier entre la radiation désirée en hiver et la protection contre les apports solaires en été.

➤ Composition du rayonnement solaire

Le rayonnement solaire est le déplacement de l'énergie sous forme de radiations solaires, transmettant de la chaleur sous forme d'ondes électromagnétiques constituant le spectre solaire [29].

➤ Intensité du rayonnement solaire sur une paroi

Le transfert de chaleur par rayonnement s'effectue sans aucun support matériel. Mais, une fois émis par le soleil, le rayonnement atteint la surface des corps et subit suivant leurs caractéristiques certaines transformations. Le rayonnement en provenance du soleil et atteignant un plan présente trois composantes:

a- Le rayonnement direct: qui correspond au flux solaire atteignant directement la paroi quand celle-ci est exposée au soleil (figure II. 9). Il dépend de la hauteur du soleil (réduction atmosphérique) et de l'angle d'exposition de la paroi au soleil à l'instant considéré. L'inclinaison, l'orientation de la paroi et la direction du rayon solaire permettent d'évaluer l'angle d'incidence qui caractérise l'incidence avec lequel le rayon solaire frappe la paroi. Plus le flux est normal à la paroi, plus il est important, plus il est rasant, plus il est faible. Le rayonnement direct peut être nul par temps couvert; il est calculable en fonction de la transmittance τ de l'atmosphère [30].

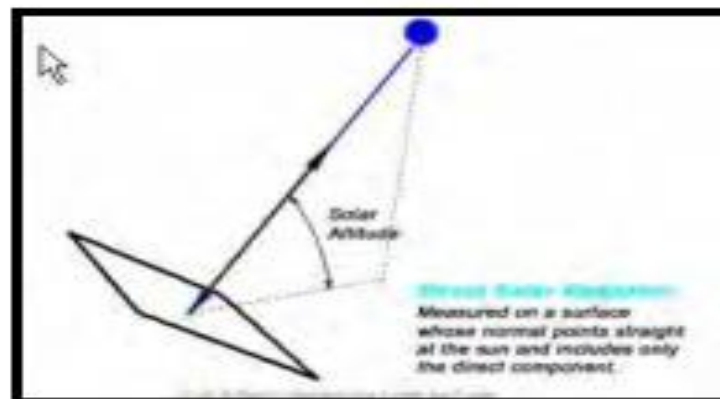


Figure II. 7: Rayonnement solaire direct sur une surface

b- Le rayonnement diffus: représente le flux, en provenance du ciel (figure II. 10). Il est souvent évalué en considérant qu'il est isotrope (toutes les parties du ciel émettant le même rayonnement). Dans ce cas, seule l'inclinaison de la paroi pondère le flux diffus incident. Faible par ciel très pur, ce rayonnement n'est jamais nul

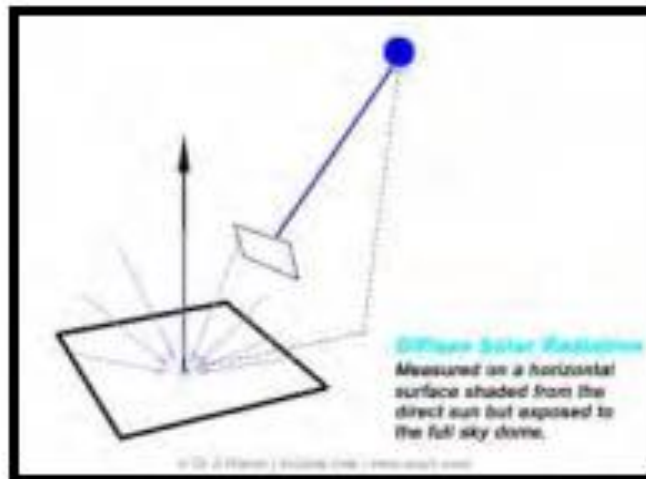


Figure II. 8: Rayonnement solaire diffus sur une surface

c- Le rayonnement réfléchi ou albédo: représente la partie du flux interceptée par la paroi suite aux réflexions solaires produites par l'environnement proche. En première approximation, cet environnement proche est représenté par un plan horizontal renvoyant une part du flux global incident (direct et diffus); la part réfléchie dépend de l'albédo, coefficient de réflexion solaire du plan récepteur considéré. Le flux intercepté par la paroi dépend alors seulement de son inclinaison [30].

Le rayonnement global qui atteint un plan est la somme des trois rayonnements précédemment définis (figure II. 9).

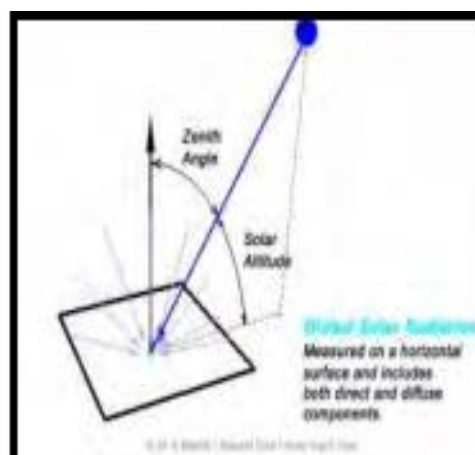


Figure II. 9: Radiations solaires globales

II.1.4.2. Effet de l'orientation

L'orientation d'une façade est le paramètre clé des interactions visuelles, thermiques et acoustiques. Cependant au niveau thermique, cela se traduit par l'ensoleillement disponible, la pression du vent et l'humidité de l'air; tout cela gère simultanément le rôle que joue la façade [31]. Le niveau du rayonnement sur un mur est sensiblement plus élevé dans une direction et moindre dans l'autre, ce qui signifie que les conditions de protection sont importantes, et en particulier la ou il y a des fenêtres « il n'en reste pas moins qu'une bonne orientation des baies vitrées est un choix essentiel pour faire des économies d'énergie »[32]. Selon EVANS.M, 1980, Il est important de protéger les parois verticales opaques ou transparentes, l'efficacité de leur protection dépend de leur orientation. Ainsi, les résultats de recherche au CSTB, ont déterminé les valeurs de rapport existant entre les apports calorifiques dus aux rayonnements et ceux dus à la température sous abri. Ces apports s'établissent comme suit (tableau II-2):

N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	Toiture
13%	31%	44%	36%	21%	36%	44%	37%	96%

Tableau II. 4: Apports calorifiques sur une paroi selon son orientation

-L'irradiation solaire d'une paroi

La lecture du diagramme (Figure II. 10) démontre les quantités de radiations solaires directes pour une surface verticale et horizontale pour différentes orientations durant un mois chaud de l'année correspondant au mois de Juillet pour la ville de Constantine.

En effet, la surface verticale Sud reçoit le minimum de radiations solaires au mois de juillet comparé aux autres orientations avec un rayonnement global égal à 2436 Wh/m².

Les orientations Est et Ouest, sont considérées les plus défavorables, avec un rayonnement global de 4272 Wh/m² car elles reçoivent le maximum de radiations solaires en été et le minimum durant les mois d'hiver.

L'orientation Est reçoit la même quantité d'énergie que celle ouest, mais pendant la matinée, lorsque la température d'air est plus basse.

Quant aux orientations Sud-est et Sud-ouest, elles reçoivent une quantité de radiations solaires de 3649 Wh/m². En ce qui concerne la surface horizontale, elle reçoit le maximum d'énergie solaire de 7480 Wh/m² en été.

Toutes ces données, nous permettent de conclure que l'orientation sud reçoit le maximum de radiation en hiver et le minimum en été par rapport aux autres orientations.

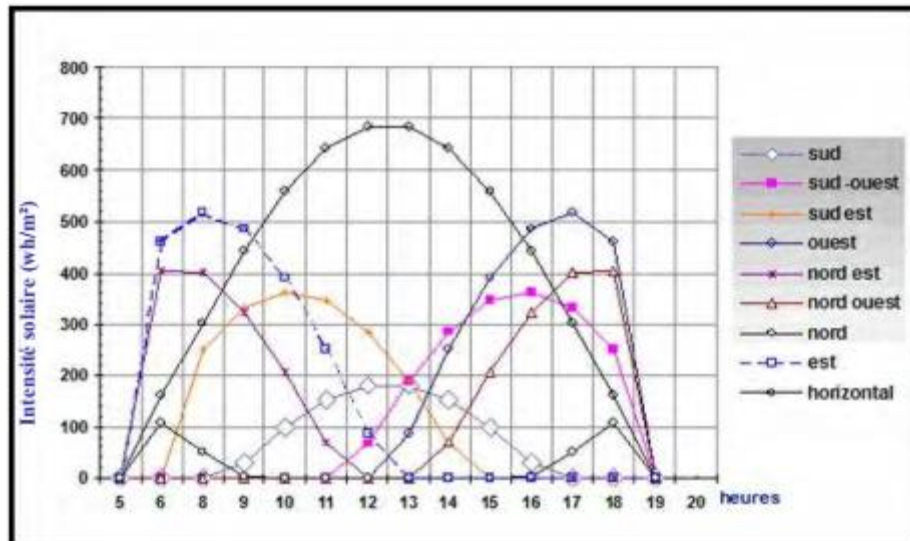


Figure II. 10: Radiations directes pour une surface verticale pour différentes orientations durant un mois chaud de l'année – Juillet- pour la ville de Constantine.

II. 1.4.3 L'albédo

Les surfaces de la paroi présentent des résistances superficielles en fonction des propriétés de convection. Outre la qualité intrinsèque de ses surfaces, les couleurs externes jouent un rôle significatif dans la modification du climat intérieur. Etant donné qu'il y a un effet sur la température externe de la surface, le choix de la couleur est très important pour la conception thermique.

La réduction des températures surfaciques contribue directement à l'adoucissement des effets négatifs de l'îlot de chaleur. En effet [33]. A démontré qu'en augmentant l'albédo des surfaces urbaines et en plantant des arbres, le phénomène de l'îlot de chaleur urbain est atténué. Une grande augmentation de l'albédo, combinée avec l'ombrage des arbres peut réduire de 40% l'usage de l'énergie pour la climatisation.

En effet, la couleur extérieure a une influence sur la partie du rayonnement solaire incident absorbée par la paroi. La grandeur agissante est le facteur d'absorption (noté α). La valeur de α , qui varie de 0 à 1, dépend de la couleur, selon une règle simple : plus la couleur est « sombre », plus α est proche de 0,9. Une couleur claire correspond à un α égal au mieux à 0,20 (figure II.13). Lorsque par exemple, la surface extérieure est peinte en blanc, l'absorption est basse et la réflexion est élevée, Hoffman, 1991 reconnaissent que l'effet de l'absorption est plus ressenti dans la construction légère.

De plus, la transmission de la chaleur solaire à travers le mur croit proportionnellement au coefficient d'absorption de sa face externe. Lorsque par exemple, la surface extérieure est peinte en blanc, l'absorption est basse et la réflexion est élevée. Pour cela, les facteurs d'absorption pour quelques types de surfaces rencontrées dans les villes sont donnés dans la figure ci-dessous.

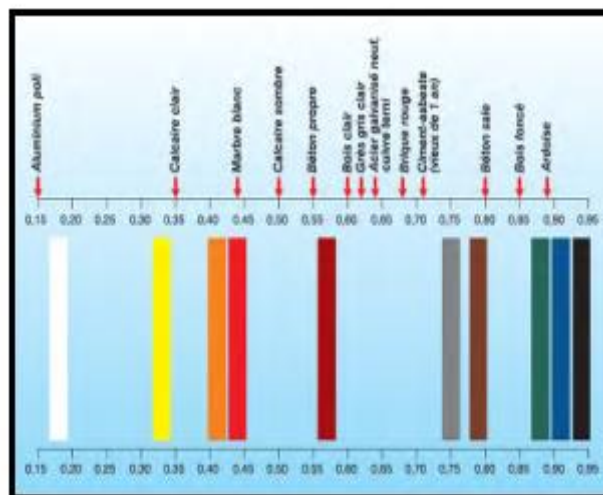


Figure II. 11: Coefficients d'absorption pour différents matériaux et différentes couleurs

Cheng, V[34] affirme que l'application de couleur de surface claire sur une façade est un moyen très efficace pour réduire la température intérieure et participe donc à la protection solaire du bâti en climat chaud et humide. Ban sal NK et al, 1992 ont pu démontrer une différence de 1°C à 6°C de la température intérieure entre les couleurs claires et les couleurs sombres.

La relation entre les températures intérieure et extérieure pendant la journée dépend de la conception du bâtiment et en particulier de la couleur externe des parois, de la grandeur

et de la protection des fenêtres. En général, d'après [35], les bâtiments d'une couleur externe blanche et une capacité calorifique moyenne, et avec des ouvertures relativement petites et protégées connaissent, pendant la journée, des températures plus basses qu'à l'extérieur. Par contre, les bâtiments peints en sombre, ont des températures supérieures à celle de l'extérieur.

En plus de l'effet de la couleur externe [1979], affirme que les effets quantitatifs du rayonnement incident dépendent dans une certaine mesure, de la vitesse de l'air en contact avec la surface. L'effet thermique de n'importe quelle intensité de rayonnement varie inversement avec la clarté de la couleur et la vitesse de l'air.

II.3. 4 Effet de l'inertie thermique

Lorsque les rayons du soleil frappent une paroi opaque, une partie de l'énergie rayonnée est absorbée, le reste est réfléchi. Un flux de chaleur s'établit alors entre la face externe et la face interne de la paroi. La chaleur, qui se transmet par onde de l'extérieur à l'intérieur, se propage avec un certain déphasage et subit un amortissement. Le maximum de température atteint sur la face extérieure n'est pas immédiatement senti sur la face intérieure de la paroi.

D'après Liebard et De Herde, l'inertie thermique est une notion qui recouvre à la fois l'accumulation de chaleur et sa restitution, avec un déphasage dépendant des caractéristiques physiques, dimensionnelles et d'environnement de la paroi de stockage. La vitesse de stockage ou déstockage de la chaleur est déterminée par deux autres grandeurs qui sont la diffusivité et l'effusivité. Pour réduire l'amplitude d'un flux thermique, les parois de l'enveloppe doivent présenter une faible diffusivité et une forte effusivité. Cet objectif peut être atteint par un choix judicieux de matériaux en parois homogènes.

Les parois extérieures permettent le contrôle de l'amplitude entre la température interne et externe. C'est grâce à l'inertie du matériau que la durée du transfert de chaleur est retardée, et elle agit donc sur l'amplitude et le déphasage. L'inertie thermique de la paroi est proportionnelle à l'épaisseur de la paroi et inversement proportionnelle au coefficient de conductibilité thermique du matériau (figure II. 12). Le temps de déphasage est fonction de l'épaisseur ainsi que de la conductivité thermique des matériaux.

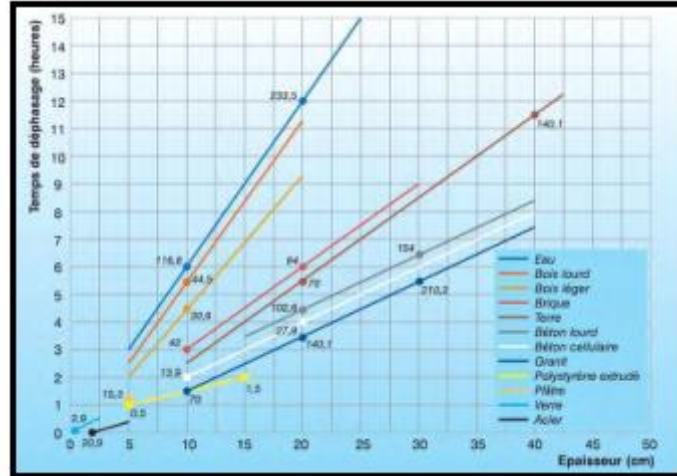


Figure II. 12: Temps de déphasage de différents matériaux de construction en fonction des épaisseurs types.

M.A.EBEN. Saleh, 198946 et Ben Habib47, 1995 ont démontré à travers des investigations se rapportant à l’habitat du nord saharien et traitant le comportement thermique de deux maisons l’une traditionnelle, et l’autre contemporaine, l’effet très positif de l’inertie thermique, pendant les saisons froide et chaude. Où la maison traditionnelle arrive à réduire considérablement les besoins de refroidissement et de chauffage.

L’inertie thermique peut aussi avoir un effet positif sur les conditions intérieures en période hivernale. Affirme que l’énergie disponible des gains solaires et les gains internes durant le jour, est stockée dans la masse et lentement restituée dans l’environnement intérieur plus tard lorsqu’on en a besoin.

SIDLER.O49, 2003 a prouvé par sa recherche menée dans la bande méditerranéenne, que l’inertie est incontestablement un atout pour mieux gérer les apports de chaleur. Elle permet, de plus, la bonne gestion de la chaleur en mi-saison.

Les parois minces peuvent avoir des effets désastreux sur le confort. Très fines et non isolantes, leur échauffement ou leur refroidissement est quasi instantané.

Cependant, une grande inertie thermique permet la récupération de la chaleur du jour afin de la restituer la nuit. Ceci est particulièrement intéressant dans les climats où la différence de température diurne et nocturne est importante. Cheng, affirme que la haute

masse thermique retarde le maximum de température pendant le jour, ce qui minimise considérablement les systèmes de rafraîchissement.

II. 3. 5 Effet de la ventilation naturelle

Dans la littérature, la ventilation naturelle est définie comme étant le mouvement d'air qui s'effectue à travers un espace sans l'influence d'appareillage mécanique. Les écoulements d'air naturels reposent sur les effets du vent et les variations de la densité de l'air dus aux différences de températures, elle est considéré comme principe de rafraîchissement passif.

La ventilation est intéressante car d'une part, elle peut apporter de la fraîcheur si l'air extérieur est plus froid que l'air intérieur; d'autre part, elle permet un mouvement d'air qui joue sur le confort thermique car il accroît les échanges thermiques entre le corps et l'air ambiant par convection et par évaporation de la sueur. La ventilation a également un rôle hygiénique vis-à-vis de la qualité de l'air intérieur.

Selon Gaudemer G66, l'air se déplace grâce aux différences de pression qui existent entre les façades et grâce à la différence de masse volumique de l'air en fonction de sa température. Mais le débit est très mal contrôlé car il dépend du vent, de conditions climatiques, de la saison et peut conduire à une sous ventilation ou au contraire une sur ventilation. Néanmoins, Pour assurer une ventilation naturelle efficace, la conception du bâtiment doit prendre en considération les phénomènes physiques d'écoulement d'air et la position des ouvertures en façade.

➤ Les types de la ventilation naturelle

Il existe de nombreux types de modes de ventilation naturelle dans les bâtiments, trois principaux sont:

- La ventilation naturelle traversant;
- La ventilation de simple exposition;
- La ventilation par tirage thermique.

✓ La ventilation naturelle traversant

La ventilation traversant dans un local doit tenir deux conditions : la première est que le local comporte deux ouvertures, et la deuxième est que celles-ci sur deux façades opposées du local.

La différence de pression entre le coté sous le vent du bâtiment et le coté face au vent va entraîner des écoulements d'air d'une ouverture à l'autre.

[13], estime que le meilleure condition de ventilation transversale est obtenue lorsque le flux d'air change la direction à l'intérieur de l'espace en se déplaçant de l'entrée vers la sortie.

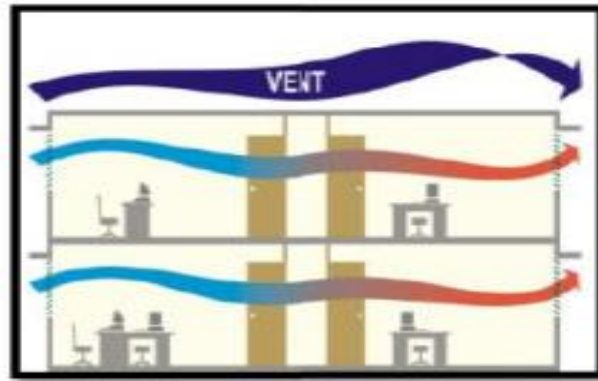


Figure II. 13: Ventilation traversant.

✓ **La ventilation par une seule façade**

C'est le mode de ventilation naturelle le plus simple, il consiste en l'aération d'un espace sur une seule façade, permettant à l'air extérieur d'accéder et à l'air intérieur de sortir par la même ouverture, ou par une autre ouverture située sur le même mur de façade.

Les fenêtres doivent être hautes, ou être munies d'ouverture en bas et en haut de la façade, pour favoriser l'établissement d'un tirage thermique qui permettra à l'air extérieur plus frais d'entrées basses et à l'air intérieur de s'extraire par les orifices hauts (Figure II. 14):

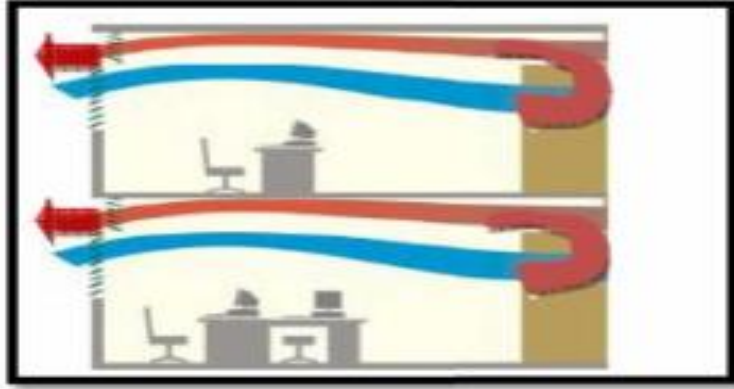


Figure II. 14: Ventilation unilatérale.

✓ **Ventilation naturelle par tirage d'air (effet de cheminée)**

La ventilation par tirage thermique est parfois utilisée quand la ventilation traversent n'est pas possible et quand la ventilation par exposition simple n'est pas suffisante. Le tirage thermique est en générale assuré par la différence de température entre l'air chaud intérieur et l'air frais de l'extérieur.

L'effet de cheminée; particulièrement efficace en hiver et les nuits d'été, est le mouvement ascensionnel de l'air intérieur dans un conduit, du fait qu'il est plus chaud et donc plus léger que l'air extérieur.

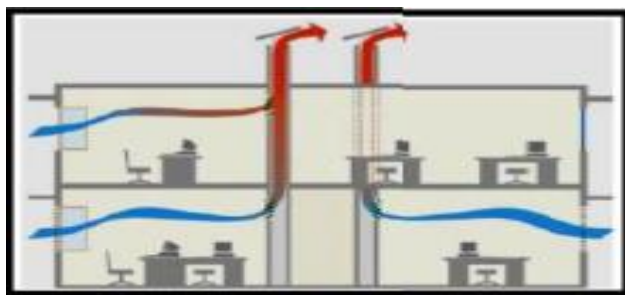


Figure II. 15: Ventilation par effet cheminée

II. 4 Le confort thermique et l'humidité

II. 4. 1 Influence de l'humidité ambiante :

La sensation d'inconfort liée à l'humidité provient de l'importance de la transpiration qui se fait d'autant plus difficilement que le milieu ambiant à une humidité relative plus grande. Plus il ya d'humidité dans l'air, plus il est difficile d'évaporer la sueur et donc d'évacuer la chaleur dégagée par le métabolisme [21]. L'humidité dans un logement est déterminée par :

- ✓ Les paramètres extérieurs, humidité, ventilation et l'ensoleillement
- ✓ Les caractéristiques du bâtiment : les fuites, ponts thermiques, capillarité des matériaux,...etc.
- ✓ Le comportement de l'habitant

L'humidité relative de l'air s'exprime en %, l'hygrométrie idéale est comprise entre 30 et 60% mais elle est très variable selon les saisons et la situation géographique. La figure ci-dessous montre les origines et les causes de l'humidité dans les maisons.

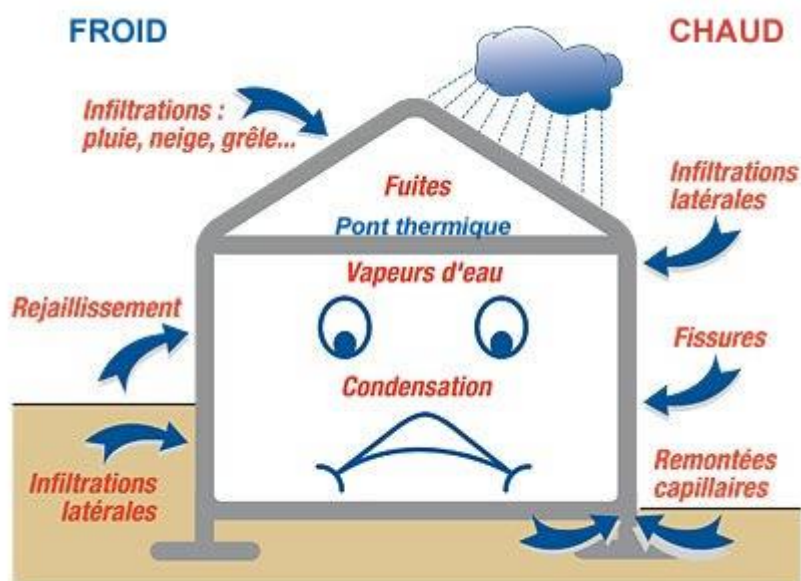


Figure II. 16: Différents causes de l'humidité [36].

II. 4.2 Les dégâts causés par l'humidité

- L'humidité est nocive à la santé des résidents. Pour les personnes sensibles, les risques de maladies O.R.L (Oto-Rhin-Laryngologie) ou respiration sont grands.
- L'humidité aussi dégrade l'état de la maison au fil du temps, si elle n'est pas traitée elle peut aboutir à de sérieux problèmes.
- Un des problèmes dus à l'humidité, on peut dégager la condensation qui se traduit par la présence d'eau dans les fenêtres et murs. La buée sur les fenêtres le matin et la présence de champignons révèlent la condensation.
- Autre problème courant, les remontées capillaires sont une remontée d'humidité dans les murs du logement.

Chapitre III : Cas d'étude

III. 1 Présentation de la région de M'SILA



La wilaya de M'SILA, dans ses limites actuelles, occupe une position privilégiée dans la partie centrale de l'Algérie du nord dans son ensemble, elle fait partie de la région des Hauts Plateaux du centre et s'étend sur une superficie de 18 175 km². Sa position géographique fait que sa vocation principale demeure l'agro-pastoralisme tributaire d'une pluviométrie malheureusement faible et irrégulière ne dépassant pas les 250 mm par an (Site officielle de la wilaya de M'SILA, 2019).

III. 1. 1 Localisation et limites géographiques de la région de M'SILA

Concernant la localisation géographique, la wilaya de M'SIA se trouve en latitude 35°42' N et en longitude 04°33' E, sur une altitude d'environ 500 m. Elle est située au Sud-est d'Alger à 248 km. Elle est limitée par les wilayas de MEDEA, BOUIRA, BORDJ-BOU-ARRERIDJ et SETIF au Nord, BATNA à l'Est, DJELFA à l'Ouest et BISKERA au Sud (La conservation des forêts de M'SILA, 2012)

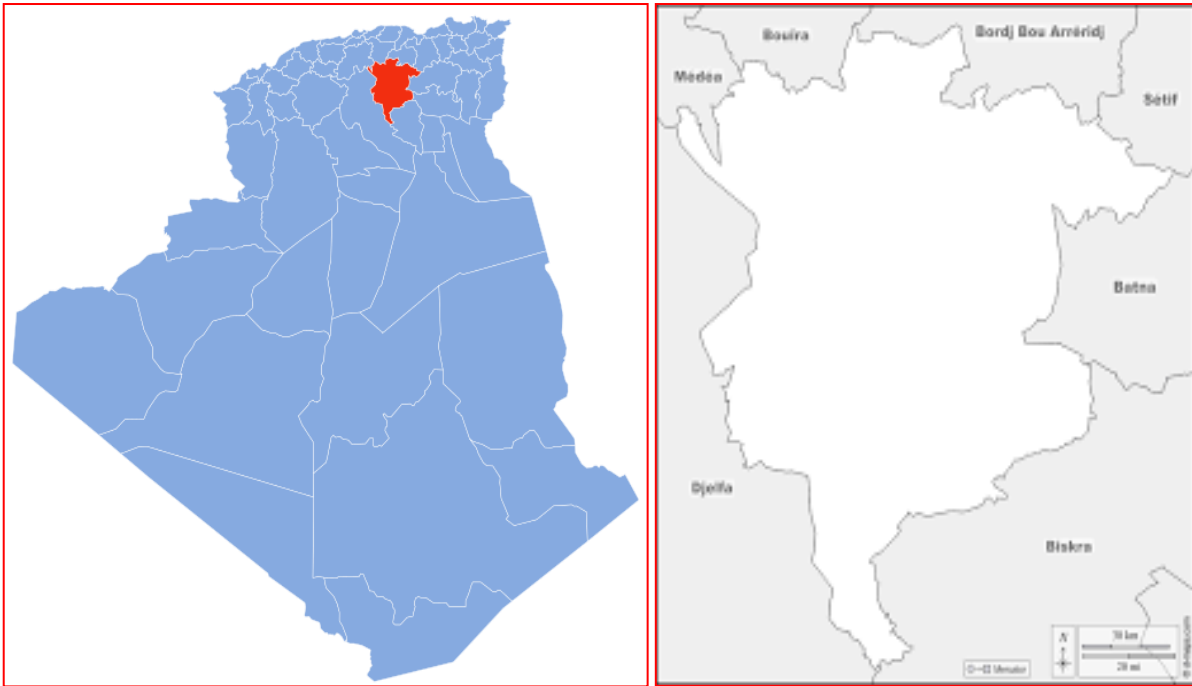


Figure III. 1: Situation de la wilaya M'SILA

III. 2 L'analyse climatique de la région de M'SILA

Le climat joue un rôle fondamental dans la distribution des êtres vivants, car ces derniers ne peuvent se maintenir en vie qu'entre certaines limites précises des différents facteurs climatiques.

Les données climatiques exploitées sont issues de la station météorologique de M'SILA durant la période 2020.

III. 2. 1 Température

La température est le grandeur physique le plus important pour définir le degré d'échauffement ou du refroidissement de l'air[37].

Dans la région de M'SILA:

La saison la plus chaude dure environ de 3 mois, du 14 juin au 9 septembre, avec une température quotidienne moyenne maximale supérieur à 33°C . Le jour le plus chaud de l'année est le 1 aout, avec une température moyenne maximale de 38 °C et minimale 23°C

La saison fraiche dure 3.9 mois, du 16 novembre au 13 mars , avec une température quotidienne moyenne maximale inférieure à 19°C. Le jour le plus froid de l'année est le 11 janvier, avec une température moyenne minimale de 3°C et maximale 14°C.

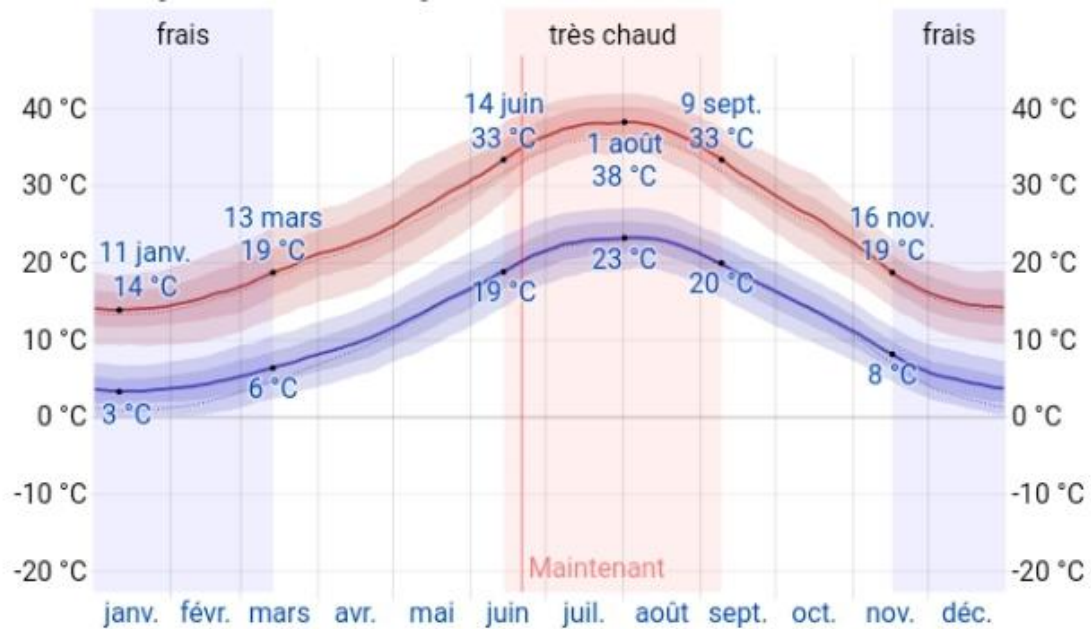


Figure III. 2: Température moyenne maximale et minimale

La température moyenne quotidienne maximale (linge rouge) et minimale (linge bleue), avec bandes du 25^e au 75^e percentile et du 10^e au 90^e percentile. Les fines lignes pointillées sont les températures moyennes perçues correspondantes.

La figure ci-dessous montre une caractérisation compacte des températures horaires moyenne pour toute l'année. L'axe horizontal représente la température pour cette heure et ce jour.

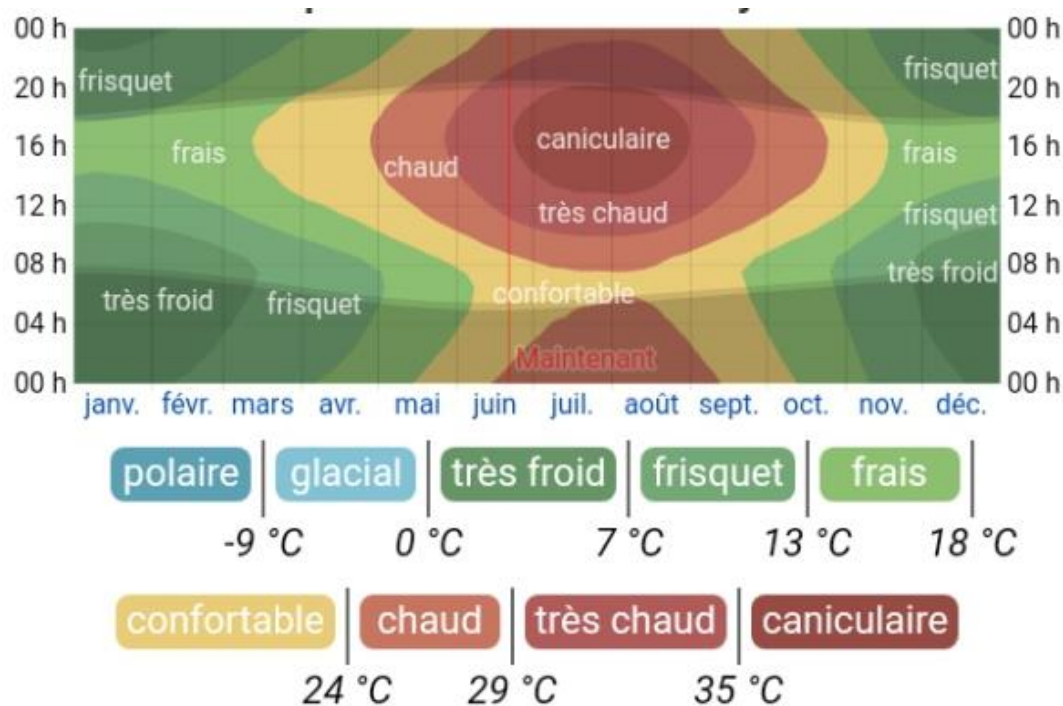


Figure III. 3: Température horaire moyenne

La température horaire moyenne, codée de couleur. Les superpositions ombrées indiquent la nuit et le crépuscule civil.

III. 2. 2 Précipitation

Les précipitations sont formées par la condensation de la vapeur d'eau dans les couches hautes de l'atmosphère. Lorsque l'air se refroidisse avec l'apparition des nuages composés des gouttelettes d'eau il se produit les précipitation .[38]

Les précipitation sont influencées par les mouvements des vents et le changement des régimes des température comme son rôle est très important pour la classification du climat.[8]

Pour la ville de M'SILA, a jour de précipitation est un jour au cours du quel on une accumulation d'eau ou mesurée en eau d'au moins 1 millimètre. La probabilité de jours de précipitation à varie au cours de l'année.

La saison connaissant le plus de précipitation dure 9.3 mois, du 28 août au 6 juin, avec une probabilité de précipitation quotidienne supérieure à 11%. La probabilité de précipitation culmine à 20% le 6 mai.

La saison la sèche dure 2.7 mois, du 6 juin au 28 août. La probabilité de précipitation la plus basse est 3% le 22 juillet.

Pour les jours de précipitation, nous distinguons les jours avec pluie seulement, neige seulement ou un mélange des deux. En fonction de ce classement, la forme de précipitation la plus courante au cours de l'année est de la pluie seulement, avec une probabilité culminant à 20% le 6 mai.



Figure III. 4: Probabilité de précipitation quotidienne

Le pourcentage de jours durant lesquels divers types de précipitation sont observés, excepté les quantités traces: pluie seulement, neige seulement et mélange (de la pluie et de la neige sont tombées au cours de la même journée).

III. 2 Soleil

La longueur du jour à M'SILA vari considérablement au cours de l'année. En 2021, le jour le plus court est le 21 décembre, avec 9 heures et 44 minutes de jour; le jour le plus long est le 21 juin, avec 14 heures et 35 minutes de jour.



Figure III. 5: Heures de clarté et crépuscule

Le nombre d'heures durant lesquelles le soleil est visible (ligne noire). De bas en haut (jaune à gris), les bandes de couleur indiquent: jour total, crépuscule (civil, nautique et astronomique) et nuit totale.

Le lever de soleil le plus tôt a lieu à 05:25 le 13 juin et le lever de soleil le plus tardif a lieu 2 heures et 27 minutes plus tard à 07:28 le 6 décembre et le coucher de soleil le plus tardif a lieu 2 heures et 34 minutes plus tard à 20:01 le 28 juin.

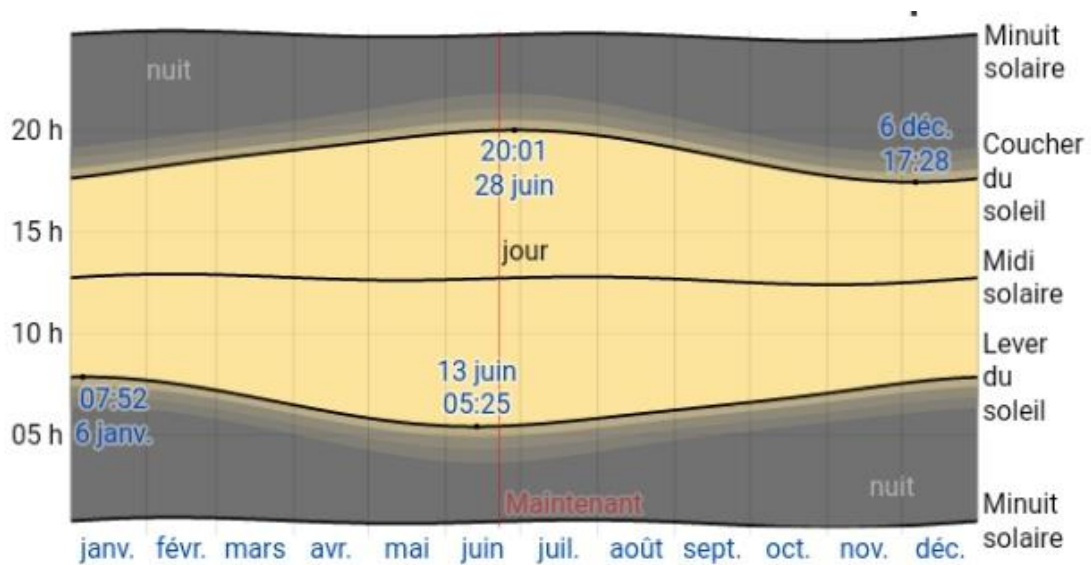


Figure III. 6: Lever du soleil et coucher du soleil avec crépuscule

Le jour solaire au cours de 2020, De bas en haut, les lignes noires indiquent le minuit solaire précédent, le lever du soleil, le midi solaire, le coucher du soleil et le minuit solaire suivant.

Le jour, les crépuscules (Civil, nautique et astronomique) et la nuit sont indiqués par les bandes de couleur de jaune à gris.

III. 2. 4 L'humidité

L'humidité relative représente l'évaluation de la quantité de la vapeur d'eau dans l'air. Elle est exprimée en pourcentage.[8]

Nous estimons le niveau de confort selon l'humidité sur le point de rosée, car il détermine si la transpiration s'évaporerait de la peau, causant ainsi un rafraîchissement de l'organisme.

Les points de rosée plus bas sont ressentis comme un environnement plus sec et les points de rosée plus haut comme un environnement plus humide. Contrairement à la température, qui varie généralement considérablement entre le jour et la nuit, les points de rosée varient plus lentement. Ainsi, bien que la température puisse chuter la nuit, une journée lourde.

Le niveau d'humidité perçue à M'SILA, tel que mesuré par le pourcentage de temps durant lequel le niveau d'humidité est lourd, oppressant ou étouffant, ne varie pas beaucoup au cours de l'année.

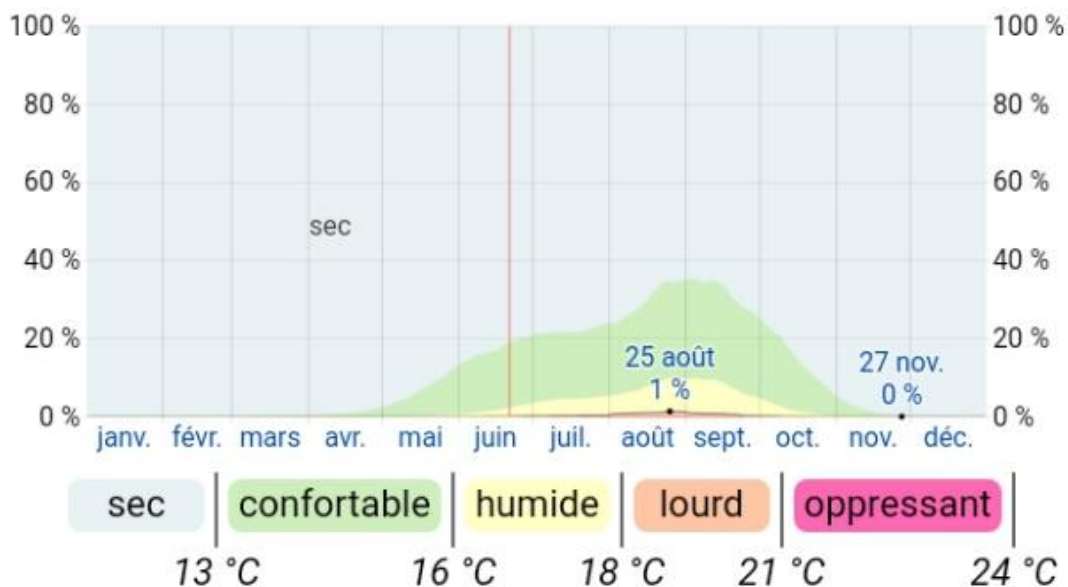


Figure III. 7: Niveaux de confort selon l'humidité

Le pourcentage de temps passé dans divers niveaux de confort selon l'humidité, catégorisés par le point de rosée.

❖ **Analyse des niveaux de confort selon l'humidité**

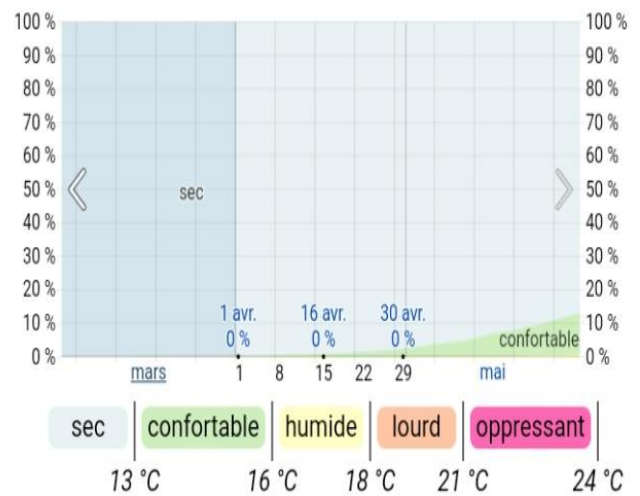
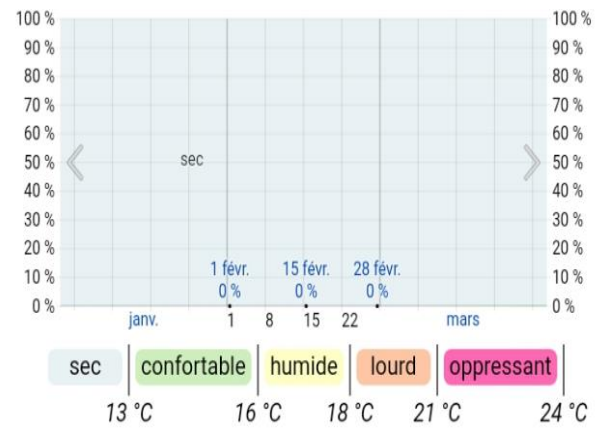
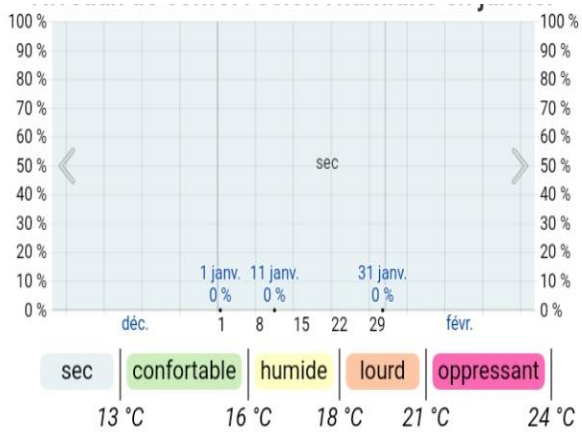


Figure III. 8: Niveaux de confort selon l'humidité en janvier, février, mars, avril

La figure III.8 montre les niveaux de confort selon l'humidité pour les premiers quatre mois de l'année, de janvier à avril, la période confortable commence à partir de 30 d'avril, avec une légère variation de l'humidité.

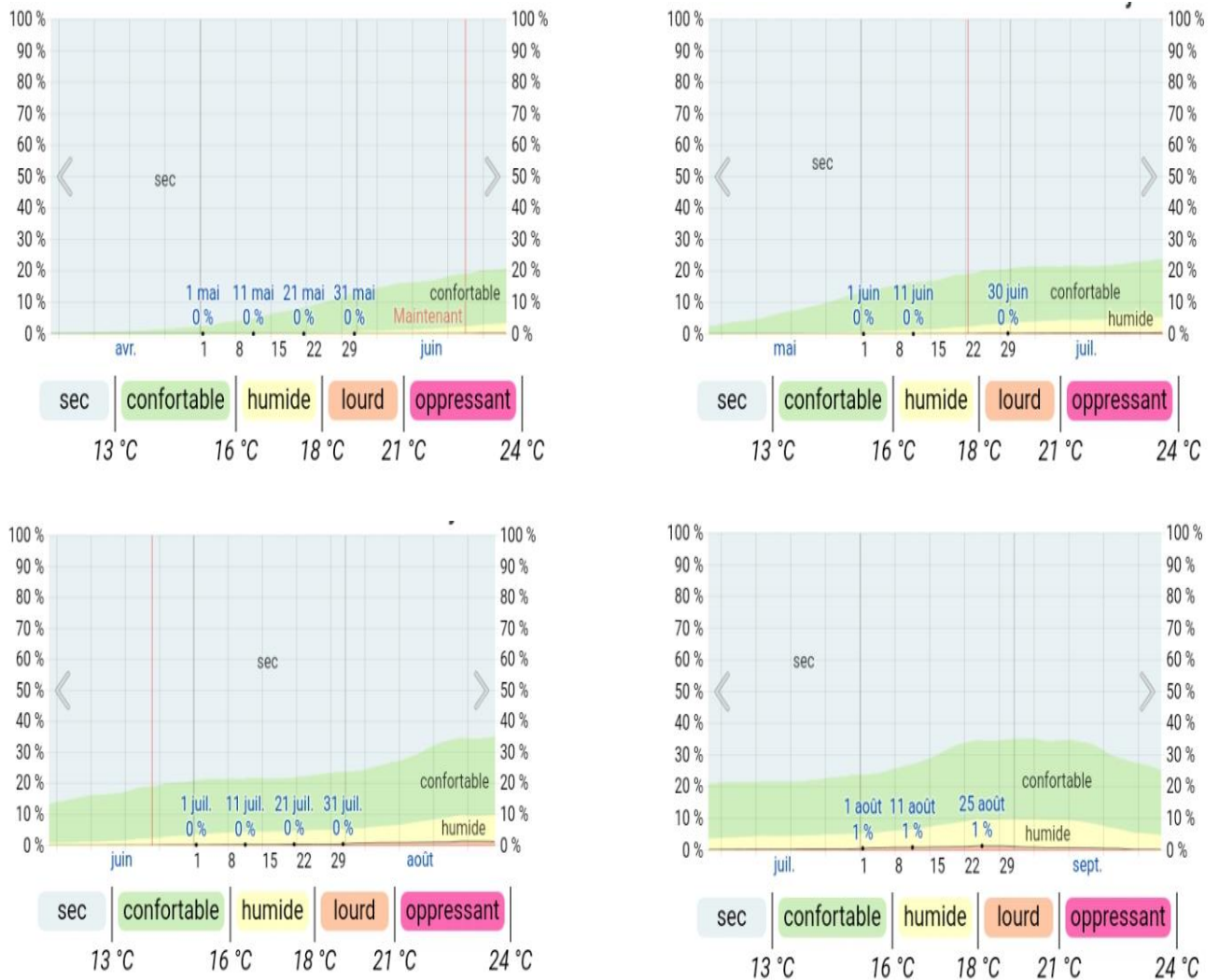


Figure III. 9: Niveaux de confort selon l'humidité en Mai, Juin, Juillet, Août

La figure III.9 montre les niveaux de confort selon l'humidité pour les mois chauds de l'année, le niveau de l'humidité confortable varie entre 10 et 30%. Au-dessous de 10% de l'humidité, le climat devient humide.

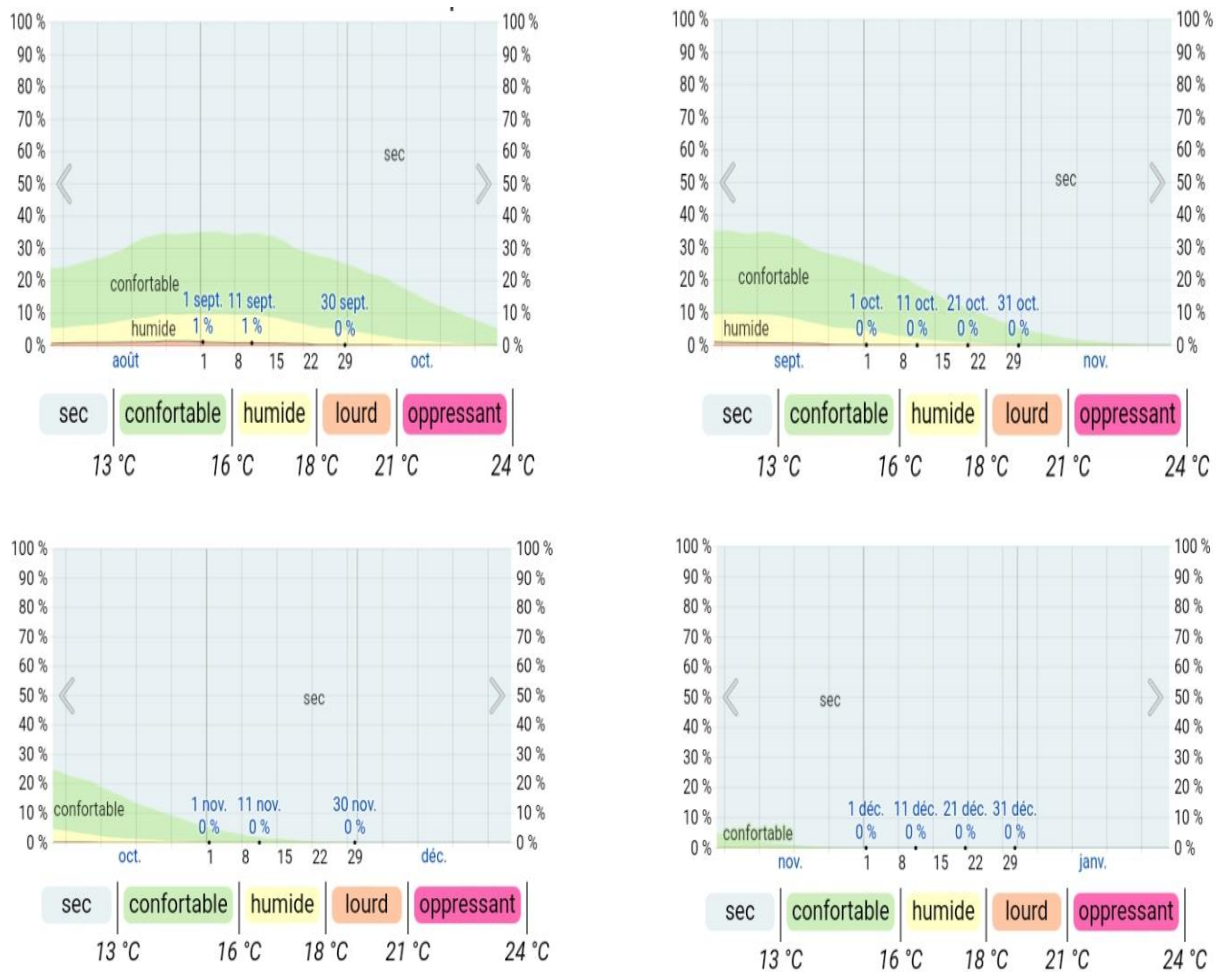


Figure III. 10: Niveaux de confort selon l'humidité en septembre, octobre, novembre, décembre

La figure III.10 montre les niveaux de confort pour les mois de septembre à décembre. Le climat confortable selon l'humidité jusqu'à 31 octobre.

III. 2. 5 Vent

Le vent est considéré comme un paramètre instable. Il s'agit d'un déplacement des masses d'air entre les zones de haute pression et celles de basse pression. Il est caractérisé par sa direction, sa vitesse et sa fréquence.[8]

Cette section traite du vecteur vent moyen horaire étendu (vitesse et direction) à 10 mètres au dessus du sol. Le vent observé à un emplacement donné dépend fortement de la topographie locale et d'autres facteurs, et la vitesse et la direction du vent instantané varient plus que les moyennes horaires.

La vitesse horaire moyenne du vent à M'SILA connaît une variation saisonnière modérée au cours de l'année.

La période la plus venteuse de l'année dure 4,5 mois, du 21 Janvier au 6 juin , avec des vitesses de vent moyennes supérieures à 13,4 kilomètres par heure.

Le jour le plus venteux de l'année est le 12 Avril, avec une vitesse moyenne du vent de 14,8 kilomètres par heure.

La période la plus calme de l'année dure 7,5 mois , du 6 juin au 21 janvier. Le jour le plus calme de l'année est le 18 octobre, avec une vitesse moyenne horaire du vent de 12,0 kilomètres par heure.

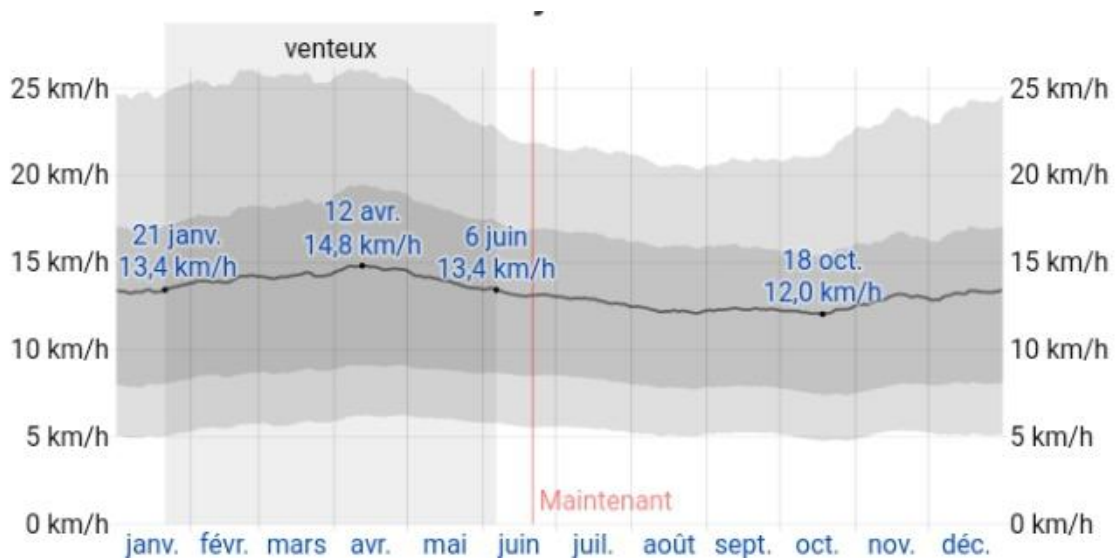


Figure III. 11: Vitesse moyenne du vent

❖ **La moyenne des vitesses des vents moyens horaires (ligne gris foncé) avec bandes du 25^e aux 75 percentiles et du 10^e au 90^e percentile.**

La direction horaire moyenne principale du vent à M'SILA varie au cours de l'année.

Le vent vient le plus souvent du pendant 1,8 mois, du septembre au 24 novembre, avec un pourcentage maximal de 38%. Le 31 octobre. Le vent vient le plus souvent du nord pendant 10 mois, du 24 novembre au 30 septembre, avec un pourcentage maximal de 37% le 1 janvier.

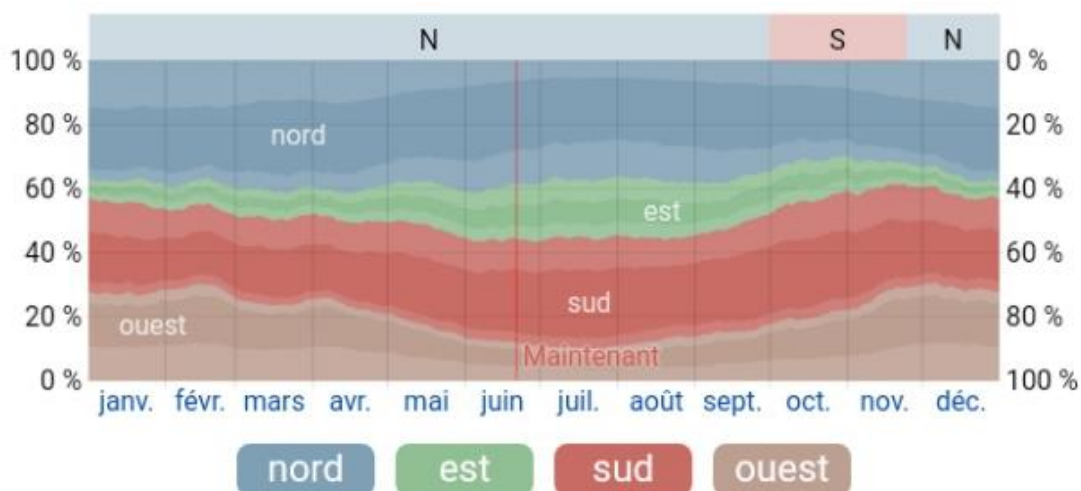


Figure III. 12: Direction du vent

Le pourcentage d'heures durant lesquelles la direction du vent moyen provient de chacun des quatre points cardinaux, excepté les heures au cours desquelles la vitesse du vent moyen est inférieure à 1,6 km/h. Les zones légèrement colorées au niveau des limites représentent le pourcentage d'heures passées dans les directions intermédiaires correspondantes (nord-est, sud-est, sud-ouest et nord-ouest).

❖ **Le meilleur moment de l'année pour visiter**

Pour indiquer dans quelle mesure le climat à M'SILA est agréable tout au long de l'année, nous calculons deux scores de voyage.

Le score de tourisme privilégie les journées dégagées et sans pluie, avec des températures perçues situées entre 18°C et 27°C. Selon ce score, les meilleurs moments de

l'année pour visiter M'SILA pour les activités touristiques générales à l'extérieur sont de début avril à début juin et de mi septembre à début novembre, avec un score maximal pour la deuxième semaine en octobre.



Figure III. 13: Score touristique

Le score touristique (zone remplie) et ses composantes: le score de température (linge rouge), le score de nébulosité (linge bleue) et le score de précipitation (linge verte).

Le score de plage /piscine privilégie les journées dégagées et sans pluie, avec des températures perçues situées entre 24°C et 32°C .Selon ce score, le meilleur moment de l'année pour visiter M'SILA pour les activités par temps chaud est de début juin à fin septembre, avec un score maximal pour la troisième semaine en juin

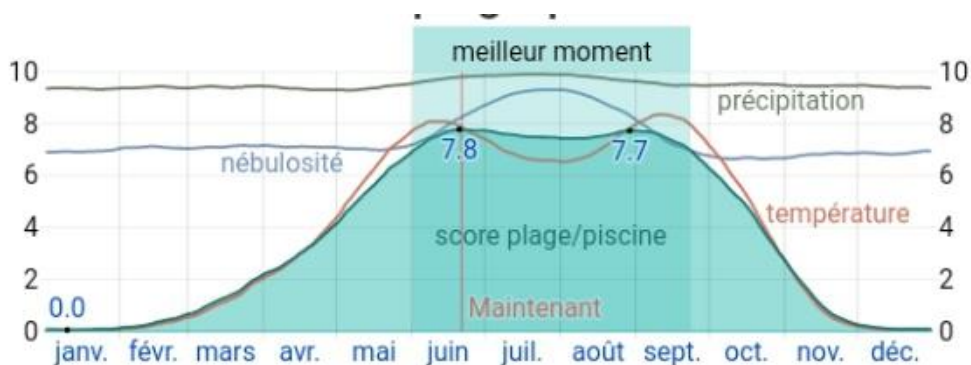


Figure III. 14: Score plage/piscine

Le score plage/piscine (zone remplie) et ses composantes: le score de température(ligne rouge) le score de nébulosité (ligne bleue) et le score de précipitation (ligne verte).

III. 3 Confort physiologique et confort global ressenti

Dans le confort global ressenti, il faut entendre bien-être de l'individu dans le bâtiment, dans son habitation [39].

Cependant, avoir la bonne température en hiver, la bonne température en été, ne suffit plus. L'air que l'on respire participe de plus en plus au confort de vie et impacte de plus en plus notre santé. La crise du Covid 19 a démontré l'importance de la qualité du confort qui est plus complexe que prévu s'il doit affronter des crises climatiques et désormais sanitaires : dimensions des espaces, confort d'un lieu de travail au domicile, ...etc.

III. 3. 1 La température et le confort ressenti

La température de confort ressenti appelée aussi "**température opérative**" ou "**température résultante sèche**" :

$$T^{\circ}\text{opérative} = (T^{\circ}\text{air} + T^{\circ}\text{parois}) / 2$$

- Cette relation simple s'applique pour autant que la vitesse de l'air ne dépasse pas 0,2 m/s.
- Dans les conditions habituelles, l'homme assure le maintien de sa température corporelle autour de 36,7°C.
- Cette température est en permanence supérieure à la température d'ambiance, aussi un équilibre doit-il être trouvé afin d'assurer le bien-être de l'individu.

III. 3. 2 La diffusion de chaleur entre l'individu et l'ambiance s'effectue selon les mécanismes

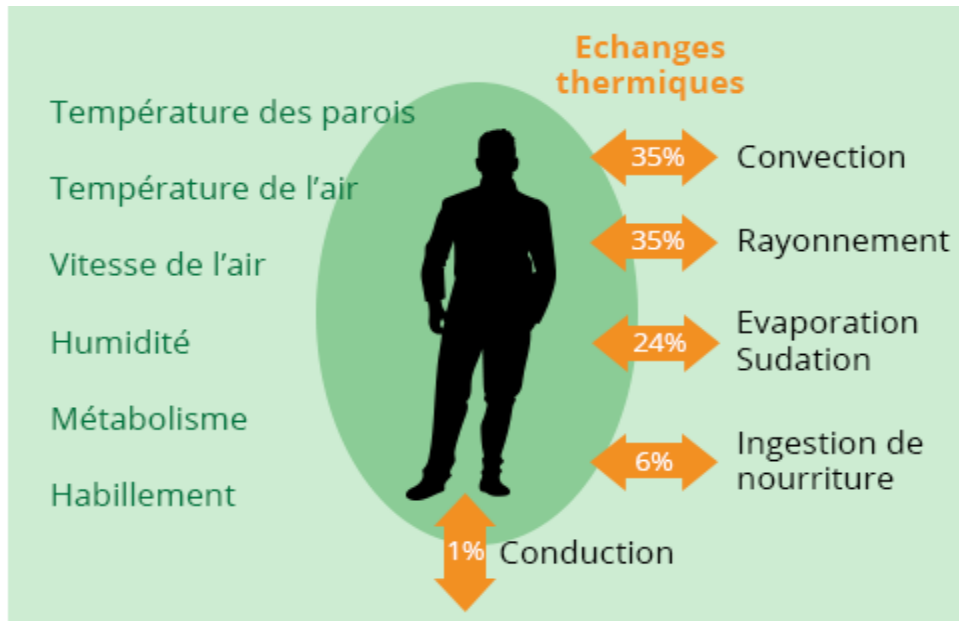


Figure III. 15: Échanges thermique entre l'homme et son environnement (Architecture et climat)

- Plus de 50% des pertes de chaleur du corps humain se font par convection avec l'air ambiant (convection et évaporation par la respiration ou à la surface de la peau).
- Les échanges par rayonnement à la surface de la peau représentent jusqu'à 35% du bilan alors que les pertes par contact (conduction) sont négligeables (< 1 %).
- Nos échanges par rayonnement sont prépondérants, 35%, ce qui explique qu'il faudra agir sur l'isolation pour éviter les parois froides en hiver et les sols et parois chaudes en été.

III. 3. 3 L'impact de l'humidité relative dans un bâtiment

L'inconfort n'apparaît que lorsque $30\% < \text{Humidité relative} < 70\%$

- De faibles niveaux d'humidité (en deçà de 30%) donnent lieu à certains problèmes : augmentation de l'électricité statique (petites décharges lors du contact avec des objets métalliques), gêne et irritation accrue à la fumée de tabac (du fait d'un abaissement du seuil de perception des odeurs), la période la plus humide de l'année dure : juin, juillet, août, sept. Avec le jour le plus humide à 25 août.
- De hauts niveaux d'humidité (au-delà 70%) donnent lieu à une croissance microbienne importante et à des condensations sur les surfaces froides.

A M'sila, de mai jusqu'à Juillet, l'humidité atteint un pourcentage de 20%. A partir de Juillet au mois de septembre le pourcentage d'humidité est supérieur à 20% ; varie entre 30 et 35%, c'est la période la plus humide dans l'année.

III. 3. 4 La plage de confort température-humidité

Pour un confort optimal et pour une température de l'air aux environs de 22°C, on peut dès lors recommander que l'humidité relative soit gardée entre 40 et 65%.

Plus précisément, on peut définir une plage de **confort hygrothermique** dans le diagramme suivant (extrait de l'article de R. Fauconnier-L'action de l'humidité de l'air sur la santé dans les bâtiments tertiaires- parut dans le numéro 10/1992 de la revue Chauffage Ventilation Conditionnement).

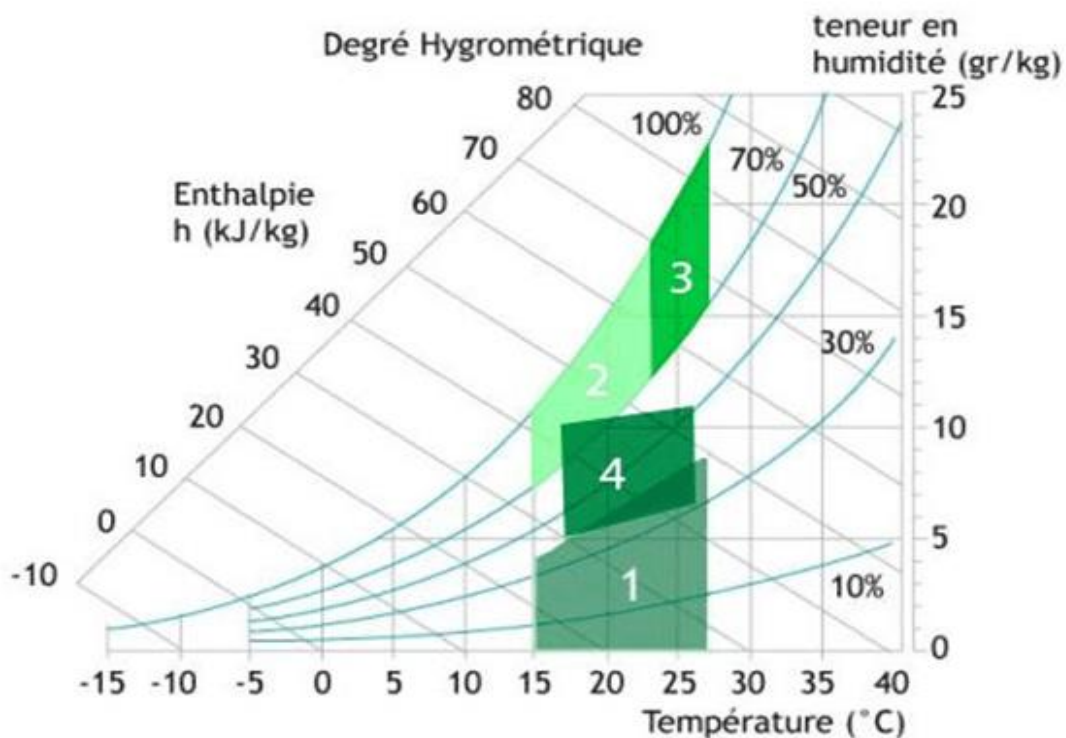


Figure III.16 : Plage de confort température-humidité

1. Zone 1: zone à éviter vis-à-vis des problèmes de sécheresse.
2. Zones 2 et 3: zones à éviter vis-à-vis des développements de bactéries et de microchampignons.
3. Zone 3: zone à éviter vis-à-vis des développements d'acariens.
4. Zone 4: polygone de confort hygrothermique.

III. 4 Recommandation

En complétant sur le même trajet de recherche en appuyant sur les principes de base de conception écologique et suite à l'analyse climatique de la région de M'SILA, c'est le temps d'aller plus en détail par faire sortir les recommandations suivantes:

a- La Ventilation Naturelle

Dans la littérature, la ventilation naturelle est définie comme étant le mouvement d'air qui s'effectue à travers un espace sans l'influence d'appareillage mécanique. Les écoulements d'air naturels reposent sur les effets du vent et les variations de la densité de l'air dus aux différences de températures, elle est considéré comme principe de rafraîchissement passif.

La ventilation est intéressante car d'une part, elle peut apporter de la fraîcheur si l'air extérieur est plus froid que l'air intérieur; d'autre part, elle permet un mouvement d'air qui joue sur le confort thermique car il accroît les échanges thermiques entre le corps et l'air ambiant par convection et par évaporation de la sueur. La ventilation a également un rôle hygiénique vis-à-vis de la qualité de l'air intérieur.

Selon [40], l'air se déplace grâce aux différences de pression qui existent entre les façades et grâce à la différence de masse volumique de l'air en fonction de sa température (Figure III. 13). Mais le débit est très mal contrôlé car il dépend du vent, des conditions climatiques, de la saison et peut conduire à une sous-ventilation ou au contraire

à une sur ventilation. Néanmoins, Pour assurer une ventilation naturelle efficace, la conception du bâtiment doit prendre en considération les phénomènes physiques d'écoulement d'air et la position des ouvertures en façade.

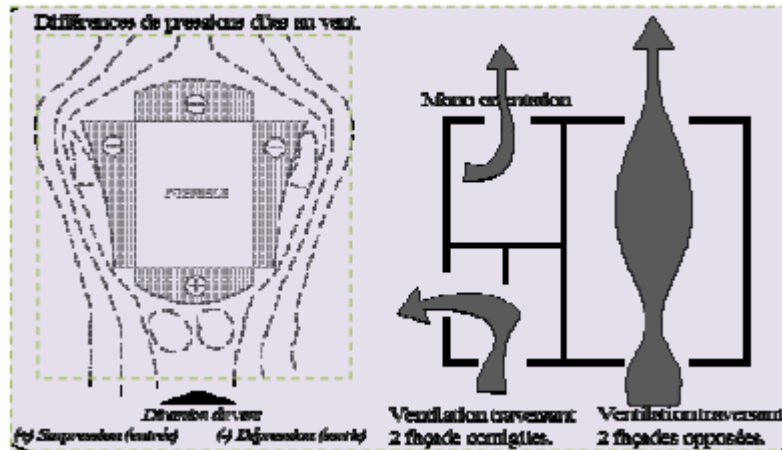


Figure III. 17: Les facteurs de la ventilation naturelle

b- L'isolation thermique de l'enveloppe

Au plan architectural, si le concept de compacité règle les problèmes de déperditions thermiques, l'avènement de l'isolant comme matériau, libère l'architecture de la contrainte de la forme, plus les niveaux d'isolation thermique sont poussés, plus l'architecte peut jouer librement avec l'enveloppe sans pour autant provoquer des consommations ou des déperditions excessives.

En effet une maison chauffée perd sans arrêt une partie de sa chaleur, à travers son enveloppe, comme le montre la figure III. 14.[41]. Isoler, consistera donc à réduire ces déperditions.

L'isolation thermique est la propriété que possède un matériau de construction pour diminuer le transfert de chaleur entre deux ambiances. Elle permet à la fois de réduire les consommations d'énergie de chauffage ou de climatisation (limite les déperditions en hiver et les apports de chaleur en été), et d'accroître le confort (maintien les températures et l'hygrométrie aux niveaux de confort d'été comme d'hiver et règle le problème de parois froides en hiver ou chaudes en été). Comme l'indique l'allure de la courbe de variation de température sur la figure II.16110, pour assurer un confort aux occupants dans le cas où température intérieure est plus confortable que l'extérieur.

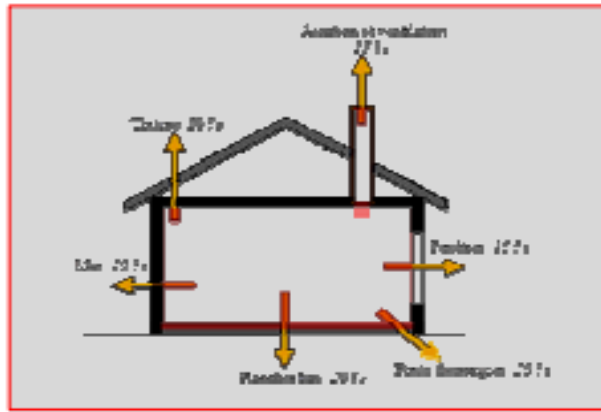


Figure III. 18: Répartition moyenne des déperditions dans une maison individuelle neuve

c-L'orientation et l'ensoleillement

L'ensoleillement est caractérisé par la trajectoire du soleil et la durée de l'ensoleillement. Les conditions géométriques du système terre-soleil déterminent la position relative du soleil, qui est repéré par son azimut (c'est l'angle horizontal formé par un plan vertical passant par le soleil et le plan méridien du point d'observation) et sa hauteur angulaire (c'est l'angle que fait la direction du soleil avec le plan de l'horizon). Figure III. 15*4*

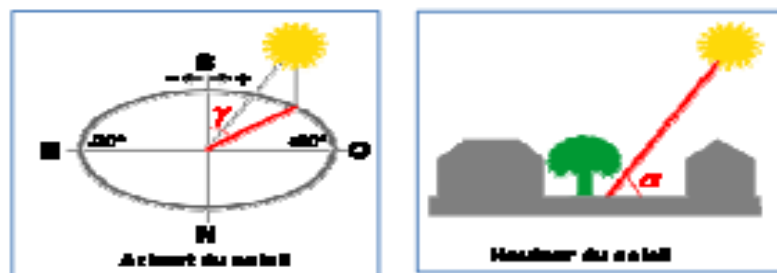


Figure III. 19: Les coordonnées solaires

Selon la date, l'heure et l'orientation, l'exposition solaire est différente, le diagramme ci-dessous[42] représenté par la Figure II.2, représente les courses apparentes du soleil dans le ciel et montre la position du soleil à tout moment sous une latitude donnée. Les courbes rouges représentent la course solaire en un lieu donné pour des dates déterminées (généralement le 15 du mois) et pour une période de six mois. Les courbes en bleu représentent le lieu des équinoxes.

Ainsi est connue la hauteur et l'azimut du soleil, les surfaces ensoleillées du bâtiment peuvent être calculées. Ces calculs tiendront compte des effets d'ombrage dus au relief, au cadre bâti, à la végétation ou au bâtiment lui-même. On considère généralement que le rayonnement solaire n'est utile que pour une hauteur $> 10^\circ$ [43].

L'ensoleillement est en très grande partie responsable de divers effets sur les bâtiments. peut être considéré en même temps comme:

- ✓ Source d'énergie gratuite en hiver (qui entre dans le bilan énergétique de chauffage.)
- ✓ Source d'énergie, cause d'inconfort thermique en été.

Au plan énergétique, l'orientation d'une paroi par rapport au rayonnement solaire influe sur l'énergie solaire incidente, Le tableau II-2 ci-dessous donne les pourcentages de rayonnement intercepté par une surface en fonction de l'angle d'incidence[44].

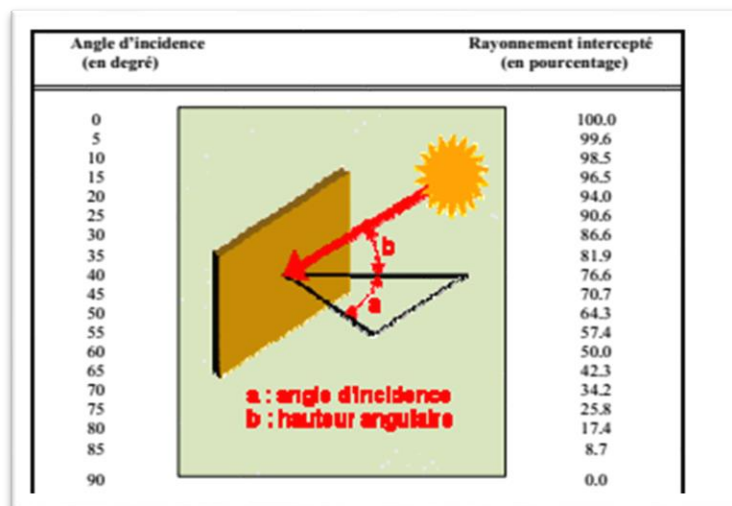


Figure III. 20: Pourcentage du rayonnement intercepté par une paroi

d-Le chauffage solaire

Raccordé soit en direct à une batterie de capteurs solaires à eau soit par l'intermédiaire d'un échangeur à fluide caloporteur, le chauffage solaire est constitué le plus souvent d'un tandem «capteur/plancher chauffant» (chauffage solaire direct) ou d'un trio «capteur/échangeur/chauffage» (adaptation d'un chauffage traditionnel à radiateurs par exemple au solaire).



Figure III. 21: Abri solaire

Selon le système installé, celui-ci peut aussi fournir l'eau chaude sanitaire; il est souvent couplé à un dispositif d'apport thermique secondaire permettant d'assurer une continuité de service en cas de manque de soleil. L'option solaire assure d'obtenir de façon régulière des températures d'eau entre 45 et 60 °C, ce qui est plus faible que la production des chaudières traditionnelles et réserve en priorité son usage aux planchers chauffants. Il y a en effet un rapport entre la surface d'échange et la restitution correcte des thermies emmagasinées ;c'est toute la dalle qui joue le rôle de radiateur basse température [45].

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.

- Les gains énergétiques des systèmes à double peau orientés plein sud sont généralement supérieurs aux pertes thermiques, sauf au plus fort de l'hiver pour un climat continental. Le confort est assuré en hiver et en mi-saison pour autant que les parois opaques présentent une capacité thermique suffisante (environ 111 Wh/m².K soit 15 cm de béton). En été, le confort dépend avant tout du comportement de l'occupant car il importe de ventiler l'espace compris entre les deux peaux.

- Le coût global d'une façade double peau est supérieur à celui d'une façade isolée conventionnelle, et il faut également prendre en considération l'aspect nettoyage des surfaces vitrées, qui peut s'avérer délicat dans le cas des doubles peaux.[46]

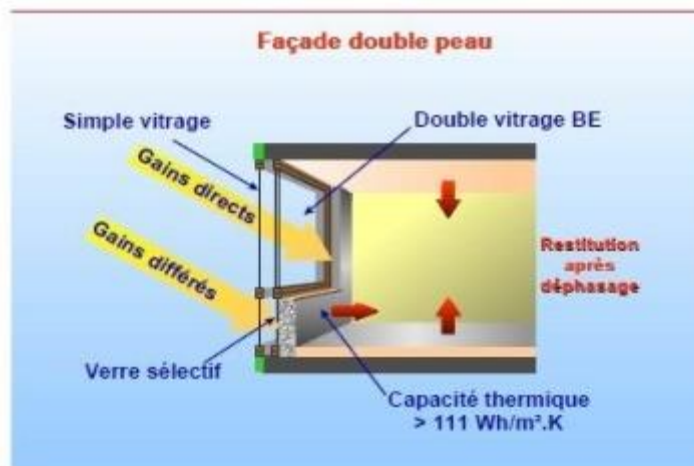


Figure III. 22: Élément d'une façade double peau

e-**Les murs capteurs (murs trombes)**

-Le mur capteur est également appelé mur Trombe d'après les premiers travaux réalisés par le professeur Félix Trombe, en 1956, au CNRS.

-Les murs capteurs sont constitués d'une masse thermique importante, permettant l'accumulation de la chaleur, couplée à un vitrage exposé au soleil et permettant de diminuer les pertes par convection. L'énergie solaire, transmise par le vitrage et absorbée par le mur, chauffe la surface externe du mur capteur; puis la chaleur migre vers l'intérieur par conduction dans la masse du mur. La chaleur ne parvient à la surface interne qu'après un certain temps de déphasage et avec un certain amortissement. Ce déphasage dépend de l'épaisseur du mur et de la nature des matériaux. Un déphasage d'environ 6 à 8 heures permet de bénéficier de l'échauffement maximum, en face intérieure, au début de la nuit .

- La performance des murs capteurs est liée à la latitude du lieu, au site, à l'orientation et à l'inclinaison du mur: la meilleure orientation est toujours le sud; la meilleure inclinaison tend vers la verticale plus la latitude augmente; le site doit être exempt d'effet de masquage significatif. Le rendement des murs capteurs dépendra également de la nature des vitrages et des absorbeurs utilisés (facteur d'absorption voisin de 1).

-Les murs capteurs étant par nature très sensibles aux phénomènes radiatifs, leurs déperditions thermiques nocturnes par rayonnement vers la voûte céleste sont importantes. Il est utile de prévoir une protection isolante pour améliorer le bilan énergétique du mur. En été

et à la mi-saison, ces protections doivent pouvoir limiter le risque de surchauffe. Par ses effets d'amortissement, le mur capteur doit garantir un bon confort thermique. Deux températures sont tout de même à vérifier:

- surface interne en fin de journée: maximum 24 à 25 °C,
- surface interne en début de matinée: minimum 15 °C.

- La Figure III. 19 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. 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[47].

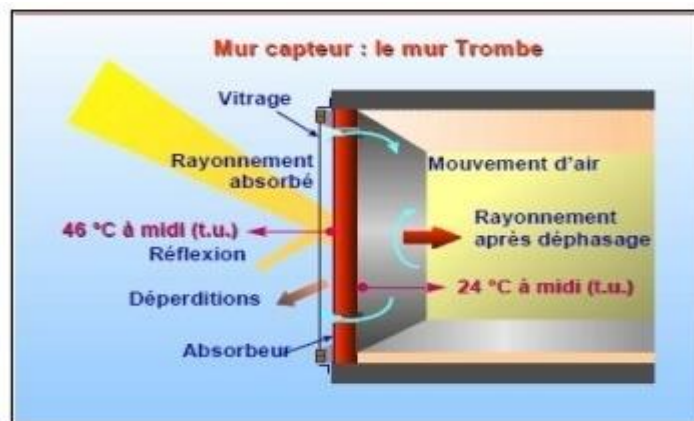


Figure III. 23: Le principe du mur capteur.

Conclusion générale

Conclusion générale

Dans un monde où les besoins énergétiques augmentent jour après jour utilisant des sources épuisables pour assurer un confort thermique, c'est le temps de prendre conscience de la manière la plus efficace d'améliorer les ambiances intérieures en prenant en considération le climat et les exigences conceptuelles et techniques.

En Algérie, le secteur résidentiel est le plus influencé par rapport aux autres secteurs suite à l'occupation continue du foyer. Cela va augmenter les besoins énergétiques en améliorant les ambiances intérieures afin de corriger les défauts d'étanchéité liés à la conception et à la réalisation des constructions. Donc, une conception architecturale écologique peut améliorer la situation énergétique de ce secteur.

Dans ce cadre, améliorer un confort thermique lié à l'humidité dans la zone littorale et plus précisément la ville de M'SILA en appliquant les exigences conceptuelles et techniques présente le cas d'étude de ce travail de recherche. L'objectif posé au préalable était de recommander des solutions pratiques applicables dans la notion de l'écologie en termes de confort thermique lié à l'humidité dans la ville de M'SILA.

Le présent travail a été entamé par une recherche sur la conception écologique, le confort thermique, l'humidité et prendre en considération l'expérience algérienne dans le domaine écologique et énergétique. C'est la partie théorique. Une autre partie, pratique, c'est la présentation de cas d'étude, l'analyse climatique de la région de M'SILA et les recommandations à prendre pour la conception d'une habitation écologique.

Les recommandations tendaient d'arriver aux objectifs posés au préalable en termes de confort thermique et du problème d'humidité ambiante. En commençant par une présentation du cas d'étude, une étude climatique et bioclimatique a été effectuée pour faire ressortir les recommandations de conception dans le climat de M'SILA en prenant en considération la meilleure implantation, l'orientation, le système de ventilation et le système de construction recommandés pour assurer la qualité d'air agréable et régler les problèmes d'humidité à M'SILA en hiver comme en été.

Le présent travail est une procédure qui vise à démontrer l'importance de la conception écologique au niveau du confort thermique, plus particulièrement au phénomène de l'humidité qui apparaît dans le logement à la ville M'SILA.

Résumé

Cette dernière décennie, nous assistons en Algérie à une réalisation multiple et intense de projets de bâtiments à caractère public, qui ne sont malheureusement soumis à aucune exigence réglementaire sur le plan thermique et énergétique. Les paramètres de la conception sont d'ordre fonctionnel et architectural et la dimension énergétique du projet n'est pas toujours considérée comme significative, ce qui conduit à des bâtiments non confortables et énergivores.

Le confort thermique constitue une demande reconnue et justifié dans le bâtiment public du fait de son impact sur la qualité des ambiances thermiques intérieures ; il est donc considéré comme un élément important de la qualité globale d'usage de ce type de bâtiments. Ce confort ne peut être assuré que par l'optimisation de l'isolation thermique, du critère de l'inertie thermique et bien sur la prise en considération des paramètres de l'architecture bioclimatique lors de sa conception.

Les mots clé : Confort thermique, l'humidité, ventilation naturel,

ملخص

لمدى العقد الماضي ، تشهد الجزائر تحقيق مشاريع بناء متعددة ومكثفة ذات الطابع العام ، والتي و للأسف لا تخضع لأية متطلبات تنظيمية في مجال الطاقة الحرارية. إن معايير الهندسة و البناء هنا في الجزائر تخضع فقط للمتطلبات العملية و الهندسية أما الجانب الطاقوي للمشروع لا يأخذ بعين الاعتبار غالبا. و هذا ما يخلف بناء غير مريح و مستهلك للطاقة. إن الراحة الحرارية أمر مطلوب و مبرر في البناء العام و هذا راجع إلى أثره على نوعية الراحة الحرارية الداخلية. و بالتالي فهو يعتبر جزءا هاما في استخدام هذا النوع من المباني. لا يمكن أن تتحقق هذه الراحة إلا عن طريق لعزل أحراري الأخذ بعين الاعتبار الطاقة الكامنة أحرارية و بالطبع الأخذ بمعايير الهندسة المحترمة للبيئة في مرحلة التصميم

الكلمات المفتاح

الرطوبة. التهوية الطبيعية.

الراحة أحرارية

Summary

Over the past decade, Algeria has been witnessing the realization of multiple and intensive construction projects of a general nature, which unfortunately are not subject to any requirements in the field of thermal energy. The engineering and construction standards here in Algeria are subject only to regulatory requirements in the field of thermal energy. Or engineering and building standards here in Algeria are subject only to scientific and engineering requirements, while the energy aspect of the project is often not taken into account. This results in an uncomfortable and energy-consuming building. Thermal comfort is required and justified in general construction and this is due to its effect on the quality of internal thermal comfort. Thus, it is an important part in the use of this type of building. This comfort can only be achieved through thermal insulation, taking into account the thermal potential energy and of course taking into account the standards of respectful engineering for the environment at the design stage.

Références

- [1] M. MAZARI, "ETUDE ET EVALUATION DU CONFORT THERMIQUE DES BATIMENTS A CARACTERE PUBLIC," MEMOIRE DE MAGISTER ,UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI OUZOU, 2012, pp. 140.
- [2] C. Gÿgoir, *PROBLEMTIQUE DU CONFORT ET DE L'INCONFORT DANS L'ESPACE CONSTRUIT*.
- [3] Xavier BERGE, "Le confort thermique," *"Ambiances Architectura/es & Urbaines"* - 1995 - 2006 *recueil de supports de cours de tronc commun dispensés au cresson*, 1997.
- [4] <https://www.amazon.fr/Chauffage-isolation-ventilation-%C3%A9cologiques-Paul/dp/221212998X>.
- [5] P. I. L. M. CHERIF, "MODIFICATION DES MICROCLIMATS URBAINS PAR LA COUVERTURE VEGETALE AVEC REFERENCE A LA VILLE DE JIJEL," Mÿmoire de magister ,université de Jijel, 2007.
- [6] DEPECKER.P, "CONSTITUTION ET MODES DE TRANSFERT D'UN SAVOIR SCIENTIFIQUE DANS LE CHAMPS DE L'ARCHITECTURE : LE CAS DE LA THERMIQUE," THESES DE DOCTORAT, INSA, LYON, 1985.
- [7] k. B. MESSAI, CH, "L'OPTIMISATION DU CONFORT THERMIQUE DANS UN PROJET D'ECOQUARTIER A TEBESSA," MEMOIRE DE MASTER ,UNIVERSITE LARBI BEN MHIDI OUM EL BOUAGHI, 2016.
- [8] B. GIVONI, "L'HOMME,L'ARCHITECTURE ET LE CLIMAT," *EDITIONS DU MONITEUR, FRANCE*, pp. 39, 1978.
- [9] I. 7730, "AMBIANCES THERMIQUE MODEREES -DETERMINATION DES INDICES PMV ET PPD ET SPECIFICATION DES CONDITIONS DE CONFORT," *AFNOR,PARIS*, 1994.
- [10] M. M, "ETUDE ET EVALUATION DU CONFORT THERMIQUE DES BATIMENTS A CARACTERE PUBLIC," MEMOIRE DE MAGISTER UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI OUZOU, 2012.
- [11] HOFFMAN.J.B, "AMBIANCES CLIMATISEES ET CONFORT THERMIQUE," *LES ACTES DU C.O.S.T.I.C*, pp. 110.
- [12] NEUF, "CLIMAT INTERIEUR/ CONFORT,SANTE,CONFORT VISUEL," *REVUE EUROPEENNE D'ARCHITECTURE*, pp. 12, 1978.
- [13] B. Givoni, "L'HOMME ,L'ARCHITECTURE ET LE CLIMAT," *EDITION,LE MONITEUR,PARIS*, pp. 39, 1978.
- [14] N. TIXIER, "DE LA NOTION DE CONFORT A LA NOTION D'AMBIANCE," *REVUE DU LABORATOIRE CRESSON DE L'ECOLE D'AECHITECTURE DE GRENOBLE ET CNRS AMBIANCES ARCHITECTURALE ET URBAINES*, 2007.
- [15] K. JUSTIN, "VENTILATION DES LOGEMENTS ET CRITERES D'EVALUATION DE LA QUALITE DES AMBIANCES INTERIEURES," MEMOIRE DE DOCTORAT,CSTB.
- [16] N. CORDIER, "DEVELOPPEMENT ET EVALUATION DE STRATEGIES DE CONTROL DE VENTILATION APPLIQUEES AUX LOCAUX DE GRANDES DIMENSIONS," MEMOIRE DE DOCTORAT ,L'INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUEES DE LYON,FRANCE, 2007, pp. 62.
- [17] F. RICHIERI, "DEVELOPPEMENT ET PARAMETRAGE DE CONTROLEURS D'AMBIANCES MULTICRITERES," MEMOIRE DE DOCTORAT ,L'INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUEES DE LYON, 2008, pp. 302.
- [18] H. BOIVIN, "LA VENTILATION NATURELLE DEVELOPPEMENT D'UN OUTIL D'EVALUATION DU POTENTIEL DE LA CLIMATISATION PASSIVE ET D'AIDE A LA CONCEPTION ARCHITECTURALE," MEMOIRE DE MAGISTER,UNIVERSITE LAVAL,QUEBEC, 2007, pp. 115.
- [19] M. B. CANTINE.R, Guarracino.G, "Complexitÿ du confort thermique dans les batiments," *6 congres europÿen de science Paris*, pp. 2, septembre 2005.
- [20] D. BERKOUK, "Evaluation du conrort thermique et lumineux dans le logement collectif," *Memoire de doctorat, universite Mohamed Khider Biskra*, juillet2017, pp. 280.

- [21] Aimeur Amira, "Les exigences de l'habitat écologique : le confort thermique liée l'humidité dans le logement cas de la ville de tipaza,, " Mémoire de Master, Université Blida, 2016/2017, pp. 96.
- [22] NEUF, "Climat intérieur/ confort, santé, confort visuel," *Revue européenne d'architecture* . pp. 12, 1978.
- [23] M. BODART, "Création d'un outil d'aide au choix optimisé du vitrage du bâtiment, selon des critères physique économiques et écologique pour un meilleur confort visuel et technique," Mémoire de doctorat, université d'architecture Belgique, 2002, pp. 110.
- [24] A. H. Lijbard, A, "Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques," *EDITION, LE MONITEUR, PARIS*, pp. 30, 2005.
- [25] T. B. Salomon, S, "La maison des [mïga] watts, le guide malin de l'énergie chez soi," *Edition moniteur. terre vivante. Mens*, pp. 25, 2004.
- [26] D. BERKOUK, "Evaluation du confort thermique et lumineux dans le logement collectif," Mémoire doctorat, Université MOHAMED KHIDER, juillet 2017, pp. 280.
- [27] H. Boivin, "La ventilation naturelle développement d'un outil d'évaluation du potentiel de la climatisation passive et d'aide à la conception architecturale," Mémoire de maîtrise, université Laval Québec, 2007, pp. 115.
- [28] Izard, "Architectures d'être construire: pour le confort d'être," *édition Edisud*, pp. 141, 1994.
- [29] M. H. Khalissa, "confort thermique," Cours n°02 , Université de Biskra, pp. 56.
- [30] A. E. LAVIGNE.P, "Architecture climatique : une contribution au développement durable , tome1. bases physiques," *EDISUD*, pp. 74, 1994.
- [31] A. E. LAVIGNE.P, "L'architecture climatique : une contribution au développement durable , tome2: concepts dispositifs," *Edisud Aix en provence France*, pp. 16, 1998.
- [32] J. M. BLOCH-LAINE, "Construire avec le climat," *Ministère de l'environnement et du cadre de vie Parice*, pp. 23, 1979.
- [33] A. e. A. H. ROSENFELD, "Mitigation of urban heat island : materials unity programs, and updates," *Energy and Building*, vol. 22, pp. 255-265, 1995.
- [34] G. B. e. CHENG.V, "Effect of envelope color and thermal mass on indoor temperatures in hot humid climate," *Solar Energie*, vol. 78, pp. 528-534, 2005.
- [35] BOUCHAHM.Y, "Une investigation sur la performance thermique du capteur à vent pour un refroidissement passif dans les régions chaudes et arides cas de Ouargla," in *Thèse de doctorat d'état Université de constantine*, 2004, pp. 79.
- [36] <https://bricobistro.com/causes-de-lhumidite-dans-la-maison/>.
- [37] CRAU, "Village solaire intégré," *Edition OPU , Alger en collaboration avec l'université des nations unis UNU*, 1983.
- [38] s. BELLARA, "Impact de l'orientation sur le confort thermique intérieur dans l'habitation collective," Mémoire du magister, université Mentouri, Constantine, 2004-2005.
- [39] https://conseils.xpair.com/actualite_experts/confort-physiologique-confort-global-ressenti.htm.
- [40] G. Gandemer "Intégration du phénomène vent dans la conception du milieu bat," *CSTB*, 1976.
- [41] C. mohammed, "étude bioclimatique du logement social-participatif de la vallée du M'SAB," Mémoire de magister, université de Tizi-Ouzou, 2009.
- [42] "Guide pratique pour la construction et la rénovation durables de petits bâtiments, « assurer une bonne protection solaire », recommandation pratique,, " pp. 122, février 2007.
- [43] P. Fernande, Op cit, pp. 122, 1996.
- [44] C. MOHAMMED, "Etude bioclimatique du logement social-participatif de la vallée du m'zab," Mémoire de magister, université de Tizi-Ouzou,, juin 2009.
- [45] i. e. v. й. P. P. d. H. й. E. Chauffage, "Chauffage, isolation et ventilation écologiques. Par Paul de Haut. ÉDITIONS EYROLLES 61, bld Saint-Germain 75240 Paris Cedex 05 www.editions-eyrolles.com," pp. .Page:143-144.

- [46] A. L. A. d. Herdev, "Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques," pp. 168.
- [47] A. L. A. d. Herde, "Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques," pp. 170.