REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE YAHIA FARES DE MEDEA



Faculté de **T**echnologie

Mémoire de fin d'études de Master

Filière : Génie Civil
Spécialité : Equipement de l'habitât

MISE EN OEUVER D'UN NOUVEAU MATERIAU DE L'ISOLATION THERMIQUE DU BATIMENT

Présenté par

M. Younes MOSTEFAOUI

M. Mounir OUAIL

Proposé et Dirigé par

Prof. Younes CHIBA

Dr Zakaria TRIKI

Promotion 2022/2023

Remerciements

Avant tout, on remercie Dieu tout puissant qui nous a guidés jusqu'à la fin de ce parcours et a illuminé notre chemin vers la connaissance suprême.

Nous souhaitons également exprimer notre sincère reconnaissance envers notre encadreur exceptionnel, pour Prof. Younes CHIBA, ainsi que Dr. Zakaria TAIKI, dont l'aide précieuse a été déterminante pour l'achèvement de ce travail. Leur disponibilité, leur suivi attentif, leurs précieux conseils et leurs critiques constructives ont été d'une inestimable valeur.

Nous tenons également à exprimer notre profonde gratitude envers les membres du jury qui ont accepté de partager leur expertise. Leurs remarques, critiques, orientations et conseils nous seront d'une grande utilité pour continuer notre cheminement dans le domaine de la recherche scientifique.

Nous aimerions également adresser nos chaleureux remerciements à tout le personnel et aux enseignants du département de génie mécanique de l'unité site Médéa, pour leur disponibilité constante et leur encouragement tout au long de notre formation. Enfin, nous tenons à exprimer notre reconnaissance envers tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire, leur apport a été précieux.

Dédicaces

A ma chère mère,

A mon cher père

Mes sincères remerciements vont à ceux qui ont constamment formulé des prières pour moi, me soutenant et m'épaulant tout au long de ma vie afin que je puisse atteindre mes objectifs. Ma mère, qui a toujours été à mes côtés, a été un soutien indéfectible.

A mes chers frères et mes chères sœurs

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude envers ceux qui m'ont apporté un soutien moral inébranlable et des conseils inestimables tout au long de mes études. Leur présence bienveillante et leurs précieux conseils ont été des éléments essentiels pour mon épanouissement académique.

A mon chère binôme MOUNIR

Pour leurs indéfectibles soutiens et leurs patiences infinies

A toute ma Grande famille MOUSTFAOUI,

A tous ceux que j'aime et ceux qui m'aiment

YOUNES

Dédicaces

À ma chère mère,

À mon cher père,

Je suis rempli d'une profonde gratitude envers vous, qui avez constamment formulé des prières pour moi, me soutenant et m'épaulant tout au long de ma vie pour que je puisse atteindre mes objectifs. Ma mère, qui a toujours été à mes côtés, a été un soutien indéfectible.

À mon cher frère et mes chères sœurs,

Je souhaite exprimer ma gratitude infinie envers vous qui m'avez offert un soutien moral inébranlable et des conseils inestimables tout au long de mes études. Votre présence bienveillante et vos précieux conseils ont été des éléments essentiels pour mon épanouissement académique.

À mon cher binôme Younes,

Je suis profondément reconnaissant envers toi pour ton soutien indéfectible et ta patience infinie.

À toute ma chère et grande famille OUAIL,

Je suis rempli d'une profonde gratitude envers vous tous. Votre amour inconditionnel et votre soutien constant ont été d'une importance capitale dans ma vie.

À tous ceux que j'aime et ceux qui m'aiment,

Je souhaite exprimer ma gratitude sincère envers vous tous. Votre amour, votre soutien et votre présence dans ma vie ont été des bénédictions inestimables.

MOUNIR

ملخص

الهدف من هذه مذكرة الماستر هذا هو تطوير مادة جديدة للعزل الحراري من أجل تقليل فقد الحرارة في الشتاء واكتساب الحرارة في الصيف في مبنى سكني. للقيام بذلك ، تم اقتراح مادة جديدة تعتمد على ألياف نخيل الصحراء الجزائرية. تم اختبار المادة العازلة المقترحة من خلال حسابات التوازن الحراري لمسجد يقع في المدينة. النتائج التي تم الحصول عليها تم تحليلها ومناقشتها.

الكلمات المفتاحية: العزل الحراري ، المواد البيئية ، التوصيف الحراري ، ألياف النخيل ، التوازن الحراري.

Résumé

L'objectif de ce mémoire de master est de mise en point d'un nouveau matériaupour l'isolation thermique afin diminuer les déperditions calorifiques en hiver et les apports calorifiques en été dans un bâtiment résidentiel.Pour ce faire, un nouveau matériau à base des fibres des palmiers du Sahara Algérienne a été proposé. Le matériau isolant proposé a été testé à travers les calculs de bilan thermique d'une mosquée située à Médéa. Les résultats obtenus sont analysés et discutés.

Mots clés : Isolation thermique, matériau écologique, caractérisation thermique, fibre de palmier, bilan thermique.

Abstract

The objective of this master's these is to develop a new material for thermal insulation in order to reduce heat loss in winter and heat gain in summer in a residential building. To do this, a new material based on the fibers of the palm trees of the Algerian Sahara has been proposed. The proposed insulating material was tested through the heat balance calculations of a mosque located in Medea. The results obtained are analyzed and discussed.

Keywords: Thermal insulation, ecological material, thermal characterization, palm fiber, thermal balance.

Sommaire

Introduction générale	1
CHAPITRE I : Généralités sur l'isolation thermique	1
I-1.Introduction	4
I-2. Définition de l'isolation thermique	4
I-3.Historique de l'isolation thermique	5
I-4Métodes de transfert de chaleur	5
I-5.Les avantages de l'isolation thermique	7
I-6.Critères de sélection des matériaux d'isolation thermique appropriés	7
I-7.Le principe de l'isolation thermique	9
I-7.1.Caractéristique physiologiques	9
I-7.2.Propriétés mécaniques des matériaux d'isolation thermique	10
I-7.3Caractéristique physiques	11
I-7.4.Carctéristiques de combustion	11
I-7.5.Caractéristiques de sécurité et de santé	12
I-7.6.Caractéristiques acoustique	12
I-8.Matériaux d'isolation thermique	13
I-9.Les matériaux isolants sont fabriqués comme suit :	14
CHAPITRE II : L'état de l'art de fibre de palmier	
II-1.Introduction	22
II-2.Nouveaux Matériaux et fibres naturelles	22
II-3.Fibres Naturelles locales :bois des palmiers dattiers	23
II-3.Classification des matériaux isolants	24
CHAPITRE III : Technique expérimentales	
III-1.Introduction	27
III-2-description de l'expérience	27
III.3.Caractéristiques des échantillons	28
III-4.Mesures de la conductivité thermique	30
CHAPITRE IV : Calcul thermique	
IV-1.Introduction	34

Sommaire

IV-2.Présentation du projet	34
IV-3. Le but du projet	34
IV-5. Conditions de base	34
IV-6.Paramètre climatique	35
IV-6.1. Condition extérieur	35
IV-6.2. Condition intérieur	35
IV-8.Description de mosquée	35
CHAPITRE V : Le bilan thermique	
V-1. Les déperditions calorifiques	43
V-1.1.Les déperditions à travers les ponts thermiques	44
V-1.2.Les déperditions par renouvellement d'air	45
V-2.Les apports calorifiques	46
V-2.1.Les apports externes	46
V-2.2.Les apports calorifiques dû aux parois vitrées	46
V-2.3.Les apports calorifiques par les parois opaques	49
V-3.Les apports par infiltration	51
V-4. Application numériques	54
Conclusion générale	71
Les références bibliographiques	72

Listes de figures

Figure I.01	Isolation thermique	4
Figure I.02	Isolation thermique	4
Figure I.03	Transfer de chaleur	6
Figure I.04	Transfert de chaleur	7
Figure I.05	Matières d'isolation thermique	8

Figure I.06	Isolation thermique	9
Figure I.07	Matériaux d'isolation	1
Figure I.08	Caractéristique d'acoustique	12
Figure I.09	Granules de remplissage légers	14
Figure I.10	Planches ou lattes pleines	14
Figure I.11	Laine de roche	15
Figure I.12	Polystyrèneexpansé	16
Figure I.13	Polystyrène extrude	17
Figure I.4	Polyuréthane	18
Figure I.15	Béton cellulaire	19
Figure I.16	Verre mousse	20
Figure II.01	Matériaux composites à base de fibres naturelles	23
Figure II.02	Représentation schématique de la palme	24
Figure II.03	Bois de palmier	24
Figure III.01	Optimisation de dosage des granulats par la méthode Dreux-Goriss	28
Figure III.02	CT-METRE	31
Figure III.03	Méthode d'utilisation Ct Mètre	32

Liste des tableaux

Tableau III.01	Composition du béton	27
Tableau III.02	La conductivité thermique	32
Tableau III.03	Répartition de salle de pierre	35
Tableau III.04	Données géométriques	36
Tableau III.05	Calcul de Caractéristiques de construction des murs	39
Tableau III.06	Valeur de coefficient K Pour les fenêtres et les portes	41
Tableau III.07	Les résultats de déperdition	46
Tableau III.08	Les apports à travers les parois opaques extérieurs	54
Tableau III.09	Les apports à travers les parois vitrées	58
Tableau III.10	Les apports totaux	59

Introduction Générale

Introduction générale

Au début, l'homme a construit des bâtiments pour le protéger des mauvaises conditions météorologiques et il dépendait du feu comme source unique de chauffage. Avec le développement de la technologie de construction, il a également amélioré les moyens de chauffage.

Après la Seconde Guerre mondiale, le besoin de reconstruction a entraîné l'augmentation du nombre de logements, de la surface moyenne par habitant et du niveau de confort. Le développement économique rapide privilégiait les solutions bon marché. L'énergie était disponible en grande quantité à faible coût si bien que le principe d'isoler les logements était tout simplement ignoré. Ne correspondant à aucune réalité économique, la question ne se posait pas. L'énergie était perçue comme une ressource disponible pour toujours. Les considérations écologiques avaient également un sens tout autre qu'aujourd'hui et l'impact sur le climat était inconnu [1].

Le premier choc pétrolier de 1973 a été une révélation et une prise de conscience que le pétrole était une ressource limitée. Avec l'envolée des prix est apparue la nécessité de réaliser des économies en réduisant la consommation d'énergie. C'est ainsi que sont apparues la « chasse au gaspi » et la première réglementation thermique en France, en 1974. On commença à isoler les combles, les murs et à promouvoir les doubles vitrages dans les constructions neuves. La réhabilitation du parc existant a également été encouragée. Au cours des trente années qui ont suivi, la performance thermique des bâtiments a ainsi progressé de 34 %. La consommation moyenne en énergie totale d'un logement est passée de près de 400 kWh/m2 /an à moins de 250 kWh/m^2 /an [1].

On se dirige de plus en plus vers une amélioration de l'isolation des bâtiments existants, avec une diminution des échanges thermique entre l'intérieur et l'extérieure. En plus, refaire une installation de chauffage ne sert a rien si l'isolation de l'enveloppe n'est pas assurée sachant que les déperdition d'un maison non isolée sont assez importantes (25 à 30% par le toit, 15 à 20 % par le sol, 15 à 20% par les murs, 15% par les portes et les fenêtres, 10 à 15% par les ponts thermiques, sans oublier 15 à 20% à cause de renouvellement d'air). L'intérêt d'une bonne isolation est donc de diminuer les déperditions et les besoins énergétiques [2].

Introduction générale

L'objectif de cette mémoire de master est de mise en point d'un nouveau matériau pour l'isolation thermique afin diminuer les déperditions calorifiques en hiver et les apports calorifiques en été dans un bâtiment résidentiel. Pour ce faire, un nouveau matériau à base des fibres des palmiers du Sahara Algérienne a été proposé. Le matériau isolant proposé a été testé à travers les calculs de bilan thermique d'une mosquée située à Médéa. Les résultats obtenus sont analysés et discutés.

Généralités sur les isolantsthermiques

I .1. Introduction

L'homme a développé son traitement des conditions environnementales qui l'entourent à travers des expériences longues et continues dans la pratique de la construction, il a donc pu identifier les caractéristiques des matériaux de construction, il les a donc utilisés avec une efficacité maximale pour répondre à ses besoins et exigences. La meilleure preuve en est la courbe de consommation d'énergie électrique, on observe que la consommation d'électricité double en été qu'en hiver. La raison de cette forte augmentation est principalement due à l'énergie électrique utilisée pour faire fonctionner les différents moyens de climatisation, que les gens sont obligés d'utiliser pour évacuer la chaleur intense qui pénètre dans leur logement en raison de la faible résistance des murs et plafonds à la pénétration de chaleur de l'extérieur.

I .2. Définition de l'isolation thermique

L'isolation thermique est l'utilisation de matériaux qui ont des propriétés qui permettent de limiter les fuites et les transferts de chaleur de l'extérieur du bâtiment vers son intérieur en été, et de l'intérieur vers l'extérieur en hiver.

1- La chaleur qui pénètre les murs, les plafonds et les planchers.

2- La chaleur qui pénètre les fenêtres, portes et autres ouvertures.

3- La chaleur qui est transmise par les trous de ventilation.

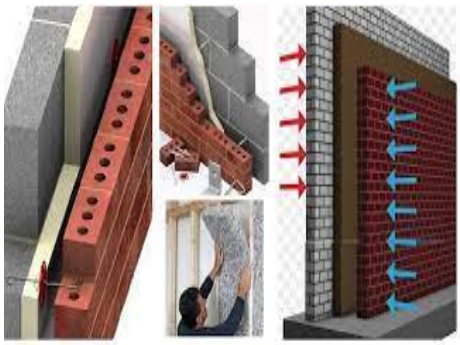


Figure I.1. isolation thermique des murs



Figure I.2 isolation thermique des toitures

La chaleur qui pénètre dans les murs et les plafonds pendant les jours d'été est estimée à 60-70% de la chaleur à déplacer par la climatisation. Le reste provient des fenêtres et des ouvertures de ventilation.

Figure I.2 isolation thermique

Le pourcentage d'énergie électrique consommée en été pour refroidir le bâtiment est estimé à environ 66 % de l'énergie électrique totale consommée. D'où l'importance de l'isolation thermique pour réduire la consommation d'énergie électrique utilisée à des fins de climatisation ; Il s'agit de réduire les fuites de chaleur à travers les murs et les plafonds pour atteindre l'objectif fonctionnel approprié pour le logement et réduire les coûts

I.3. Historique de l'isolation thermique

Il exprime le taux de temps pour le passage du courant thermique en watts (watt, w) à travers les éléments structurels à l'intérieur et à l'extérieur du bâtiment. Il a U et son unité de mesure est : Watt/m ^{2}°C.

La valeur du coefficient de transfert thermique est nécessaire pour connaître l'efficacité de l'isolant thermique, de sorte que plus la valeur du coefficient de transfert thermique n'est faible, plus la capacité d'isolation thermique n'est grande.

Coefficient de conductivité thermique

I.4.Modes de transfert de chaleur

La chaleur est transmise à travers les matériaux par transmission physique, qui sont la conduction, la convection et le rayonnement, qui peuvent être définis comme suit :

A) Conduction :

C'est le transfert de chaleur à travers les particules de corps solide les plus chaudes (température plus élevée) vers ses particules plus froides (chaleur plus faible) en contact avec les particules chaudes qu'il contient.

B) convection

C'est le transfert de chaleur dans les liquides ainsi que dans les gaz en mouvement. Il se produit à la suite du mouvement des particules chaudes du liquide ou du gaz. Ce mouvement forme des courants de convection, qui à leur tour contribuent à équilibrer la température du liquide ou du gaz. Dans un gaz tel que l'air, le transfert de chaleur se fait par convection dans l'air entourant la source de chaleur, de sorte que les molécules d'air en contact avec la source de chaleur montent du fait de leur expansion et de leur légèreté, et sont remplacées par des molécules d'air froid qui

est également chauffé pour monter vers le haut, transférant la chaleur à travers ses molécules.

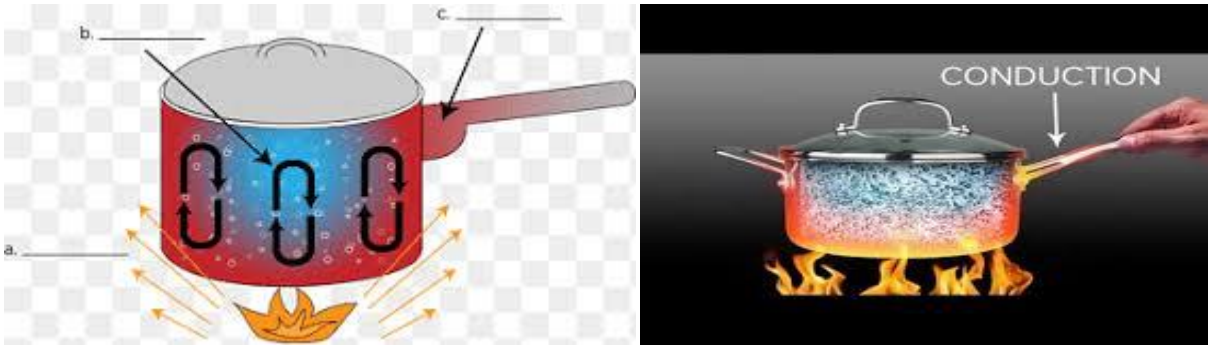


Figure I.3 transfert de chaleur

c) rayonnement

La conversion de l'énergie thermique d'un corps en énergie thermique rayonnante (énergie rayonnant vers l'extérieur) et son transfert à un autre corps. Il la convertit à son tour en énergie thermique. Les rayons thermiques sont des ondes électromagnétiques similaires aux ondes lumineuses et dont la longueur d'onde diffère. Ils sont appelés rayons ultraviolets et ont donc besoin d'un milieu matériel pour être transmis à travers eux. Ainsi, le transfert d'énergie thermique se produit radialement, même dans un vide.

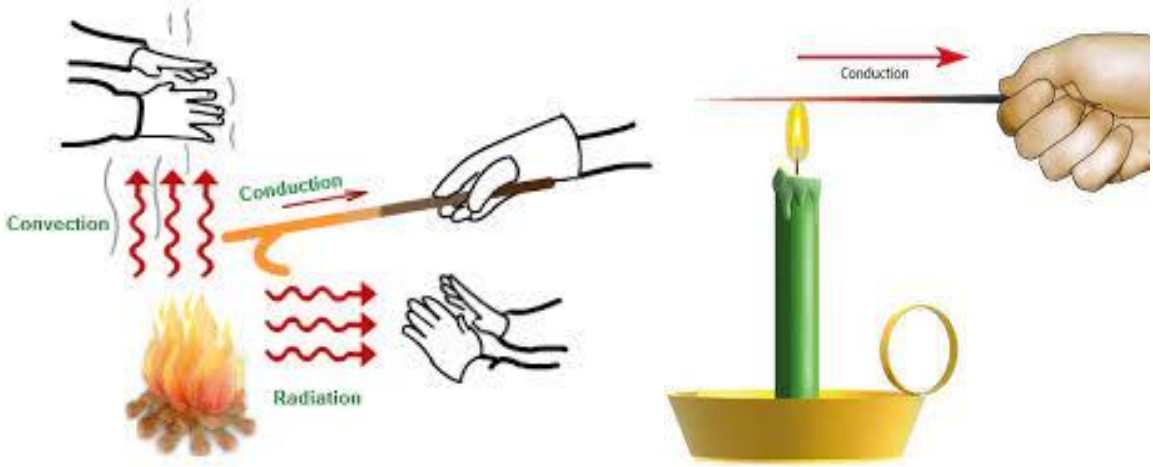


Figure I.4 transfertde chaleur

I.5.Les avantages de l'isolation thermique

1- Rationalisation de la consommation d'énergie électrique lors des opérations de refroidissement et de chauffage, d'un taux pouvant atteindre 30 à 40 %.

2- Protéger les éléments structurels du bâtiment et préserver le mobilier

3- Rehausser le niveau de confort et de sécurité sanitaire des résidents de l'immeuble

4- Réduire les coûts d'achat des équipements de climatisation et de chauffage en réduisant leur capacité

5- Réduire la pollution de l'environnement, les émissions de chaleur et le bruit

I.6.Critères de sélection des matériaux d'isolation thermique appropriés

1- Le matériau isolant doit avoir un faible coefficient de conductivité thermique.

2- Être d'un haut degré de résistance à l'eau et à la vapeur d'eau

3- Être très résistant au rayonnement thermique

4- Être d'un degré élevé de résistance aux contraintes résultant de grandes différences de température qui conduisent à une expansion et une contraction mutuelles et continues. Ce qui entraîne la perte de certaines propriétés pharmacocinétiques importantes du matériau d'isolation thermique.

5- Il doit avoir de bonnes propriétés mécaniques, telles qu'un coefficient élevé de résistance à la compression et un coefficient de résistance à la rupture.

6- Il doit être résistant au feu.

7- Il ne doit pas nuire à la santé, il doit être résistant aux bactéries et aux moisissures et non sensible à la croissance des insectes.

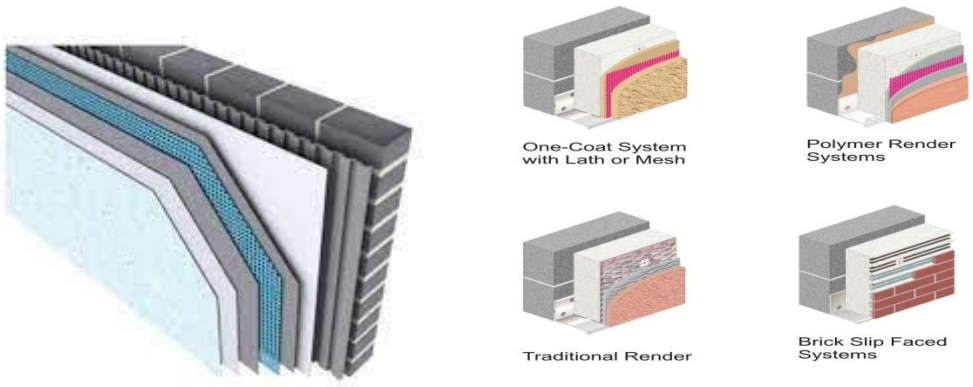


Figure I.5 matériaux de d isolation thermique

8- Ses dimensions doivent être fixes sur le long terme, avec peu de capacité à se dilater ou à se contracter sous l'influence des conditions météorologiques et climatiques environnantes.

9- Être résistant aux interactions et aux changements chimiques.

10- Il doit être facile à installer.



Figure I.6

I.7. Le principe de l'isolation thermique

Le choix d'un matériau isolant spécifique nécessite de connaître ses propriétés, qui peuvent être résumées comme suit ;

I.7.1. Caractéristiques physiologiques

En savoir plus sur ce texte source Vous devez indiquer le texte source pour obtenir des informations supplémentaires

Envoyer des commentaires

Panneaux latéraux

Tels que la conductivité thermique, la diffusivité thermique, la résistance aux chocs thermiques, le stockage thermique, l'émissivité, l'absorption, la chaleur spécifique et autres.

Et le coefficient de conductivité thermique du matériau est considéré comme l'une des caractéristiques les plus importantes par lesquelles le matériau d'isolation thermique est distingué et évalué, et il montre la capacité du matériau à conduire l'isolation thermique. Par conséquent, il est clair que la résistance thermique est inversement proportionnelle au coefficient de conductivité thermique du matériau d'isolation thermique

La chaleur est transférée à travers le matériau isolant par tous les moyens de transmission connus (conduction, convection, rayonnement) comme mentionné précédemment. Il est à noter que les matériaux à surfaces réfléchissantes sont considérés comme des matériaux efficaces dans l'isolation thermique en raison de leur grande capacité à réfléchir et à repousser le rayonnement et les ondes de chaleur, à condition qu'ils rencontrent un vide d'air. La capacité de ces matériaux à isoler est augmentée en augmentant leur éclat et leur raffinement. Pour connaître la résistance totale au transfert de chaleur, toutes les différentes résistances des couches de mur, de plafond et de sol doivent être collectées, y compris la résistance de la couche d'air adjacente aux surfaces internes et externes. Le montage de ces résistances est exactement comme le montage des résistances électriques, elles sont en parallèle ou en série, et cela dépend de l'emplacement de ces matériaux dans le mur, le sol ou le plafond. Et en plus de ce qui a été mentionné. En termes de propriétés thermiques, il existe d'autres propriétés telles que la chaleur spécifique, la capacité thermique, le coefficient de dilatation et de diffusion, qu'il est préférable de connaître pour chaque matériau isolant.

I.7.2. Propriétés mécaniques des matériaux d'isolation thermique

Parmi les propriétés mécaniques les plus importantes des matériaux d'isolation thermique qui doivent être connues et déterminer la possibilité d'utiliser ou non un matériau dans une application spécifique figurent des propriétés telles que : la résistance à la pression, la résistance à la flexion et la résistance au cisaillement. La propriété de résistance à la pression est considérée comme l'une des propriétés mécaniques les plus importantes requises pour les matériaux isolants et indique la résistance que le matériau peut supporter lorsqu'il est soumis à une certaine force de compression ou à un certain poids. Cette propriété est mesurée en utilisant l'unité de masse divisée par la surface (kg/m2) ou kilo pascals

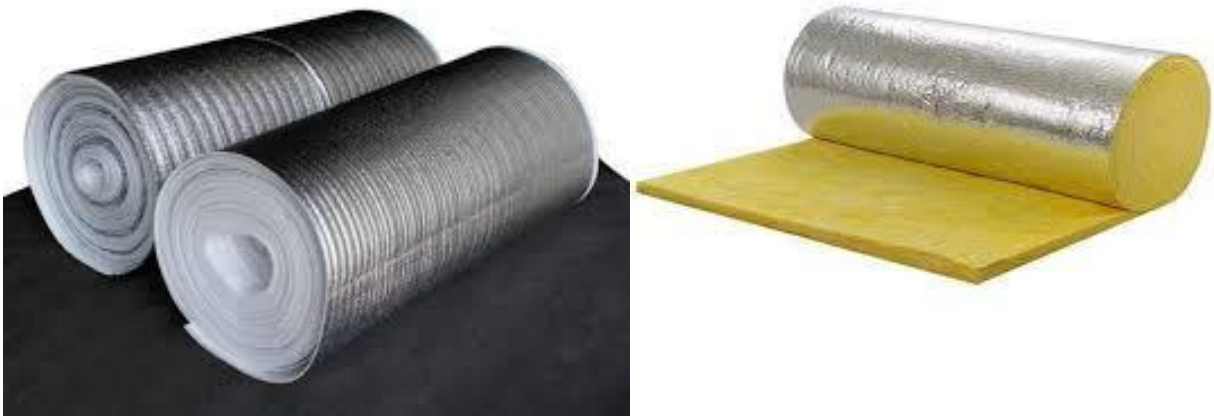


Figure I.7 Matériaux d'isolation

I.7.3- Caractéristiques physiques

En savoir plus sur ce texte source Vous devez indiquer le texte source pour obtenir des informations supplémentaires

Les plus importants sont la densité, la stabilité dimensionnelle, la dilatation thermique, l'élasticité, la résistance à l'affaissement et à l'affaissement, la propriété d'absorption d'eau, la perméabilité à la vapeur d'eau et la remontée capillaire.

La propriété d'absorption d'eau et la perméabilité à la vapeur d'eau sont parmi les propriétés physiques les plus importantes qui affectent l'étendue de la résistance à la conductivité thermique des matériaux isolants. Avec la quantité d'eau ou d'humidité qui se trouve à l'intérieur du matériau, et donc le matériau perd sa capacité à isoler la chaleur de manière significative. En conséquence, plus l'humidité (eau) dans le matériau isolant est élevée, plus sa conduction thermique est élevée, et donc sa propriété d'isolation thermique diminue.

I.7.4.Caractéristiques de combustion

Connaître la combustibilité et l'étendue de la capacité du matériau isolant à résister au feu aide à déterminer le danger qui peut survenir lorsqu'il brûle. Aussi, connaître les propriétés liées au comportement des matériaux isolants en cas d'incendie, notamment ceux qui sont combustibles, aide à prendre les mesures appropriées pour en prévenir le danger potentiel. Parmi les valeurs les plus importantes qui peuvent être déterminées dans ce domaine figurent le taux de combustion,

le taux de propagation des flammes sur les surfaces, le taux d'expansion du feu, la densité de la fumée et le degré de toxicité des matériaux résultant de la combustion.

I.7.5. Caractéristiques de sécurité et de santé

Certains matériaux isolants possèdent certaines propriétés, notamment ce qui peut exposer l'homme à un danger, que ce soit au moment du stockage, lors du transport ou de l'installation, ou pendant la période d'utilisation. Il est important de connaître la composition chimique du matériau isolant, en plus de ses autres caractéristiques physiques en termes de combustibilité, sublimation, et autres caractéristiques mentionnées au paragraphe 3-4 (propriétés de combustion).

I.7.6.Caractéristiques acoustiques

Certains matériaux d'isolation thermique sont également utilisés pour répondre aux exigences d'isolation acoustique telles que la dissipation ou l'absorption des vibrations. Par conséquent, la connaissance des propriétés associées à cet aspect peut atteindre deux objectifs d'une manière résultant de l'utilisation de ces matériaux, à savoir l'isolation thermique et l'isolation phonique.

En plus des propriétés ci-dessus, il existe d'autres propriétés qui peuvent être nécessaires lors du choix du matériau isolant approprié, telles que la connaissance de la densité, la capacité à résister au retrait, la capacité à utiliser plusieurs fois, la facilité d'utilisation et d'entretien, la régularité de dimensions, résistance aux réactions chimiques, tailles et épaisseurs disponibles, outre le facteur économique qui joue un rôle important dans l'utilisation de ces matériaux isolants ainsi que la durée de vie du matériau isolant par rapport au niveau de qualité d'isolation procuré par celui-ci matériel.

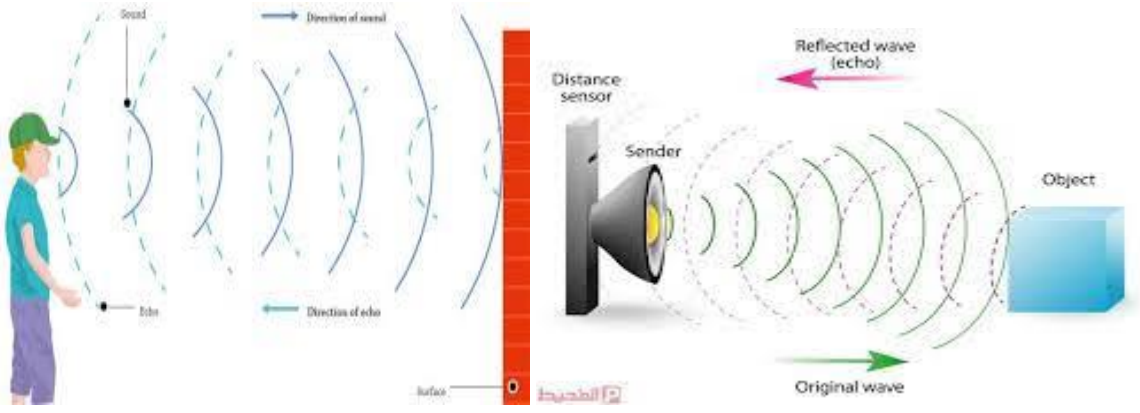


Figure I.8 caractéristiquesde l'acoustique

I.8.Matériaux d'isolation thermique

Les matériaux d'isolation thermique peuvent être divisés en fonction de leur origine (sources) ainsi qu'en fonction de leur composition spatiale comme suit :

A) Sources de matériaux d'isolation thermique

Selon leurs sources, les matériaux d'isolation thermique sont divisés en quatre catégories :

1- Les matériaux isolants d'origine animale : tels que la laine, les poils d'animaux et le feutre, et leur utilisation comme matériaux isolants est limitée.

2- Les matériaux isolants d'origine inerte : tels que la laine de verre, le béton et le béton léger.

3 - Matériaux d'isolation industriels : Ceux-ci comprennent le caoutchouc et les plastiques expansés tels que le polystyrène et le polyuréthane expansé, ainsi que les types de béton léger.

4- Les matériaux isolants d'origine végétale : Il s'agit notamment des fibres ou des matériaux cellulosiques tels que le roseau, le coton, etc.

Types d'isolants et leurs utilisations :

Les matériaux isolants peuvent exister sous plusieurs formes comme indiqué dans le tableau précédent, et nous en prenons quelques-uns comme exemples utilisés comme suit :

1. Feutre (fibres non métalliques).

partie du feutre est recouverte de papier ou de feuille de métal avec un cadre des Il est disponible sous forme de longs rouleaux de différentes épaisseurs, et la majeure deux côtés pour maintenir les côtés, et la feuille de métal peut être sur un côté de ces être rouleaux, et l'une des faces peut enduite de papier recouvert d'asphalte ou de bitume pour faire office de pare-vapeur ou d'humidité ou d'une couche de papier mince perforé sur l'autre face, qui est actuellement peu utile.

Le feutre est souvent composé de matériaux organiques comprenant des fibres de verre. Les fibres de cellulose peuvent également se présenter sous forme de feutre. Le feutre est placé sur le mur intérieur du bâtiment et est souvent utilisé pour isoler les plafonds et les murs.

2. Granulés de remplissage légers (matériaux poreux naturels)

Ce matériau isolant est constitué de petits granulés, et lorsque les granulés sont isolés, les équipements d'aspiration des convoyeurs transportant ce matériau isolant aspirent les granulés et les dirigent vers le lieu à isoler, où ils sont extrudés.



Figure I.9 granules de remplissage legers

3. Liquide mousseux extrudé (matériaux cellulaires organiques)

Ce matériau est disponible en deux types : un : les fibres inorganiques de type adhésif, et le second : il est extrudé, car il durcit peu après l'extrusion, et le type inorganique est composé de fibres de laine minérale. Et il est installé par des machines spéciales conçues à cet effet. Quant au deuxième type, il se compose de deux emballages adaptés à des fins de pulvérisation (extrusion).

4. Planches ou lattes pleines (matériaux en mousse inorganique)

Il est largement utilisé dans les bâtiments pour isoler les toits et le béton cellulaire

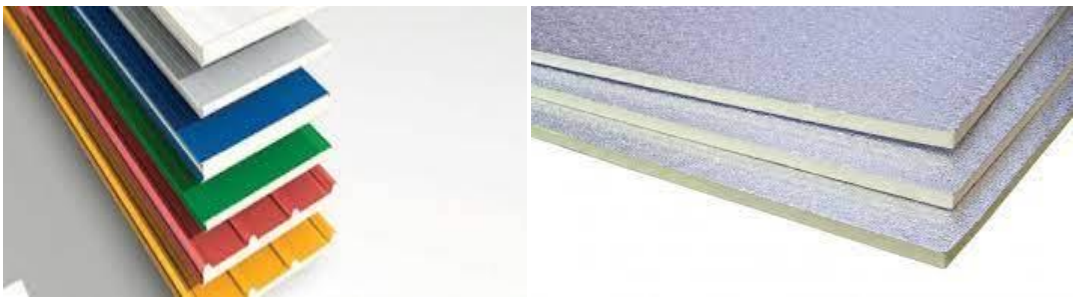


Figure I.10 planches ou lattes pleines

I.9. Les matériaux isolants sont fabriqués comme suit:

1. Fibre de verre

Les matières premières pour la fibre de verre, également appelée laine de verre ou fibre de verre, sont constituées de sable, de soude et de certains autres additifs qui sont mélangés puis fondus dans un four à (1400) C, après quoi ils sont transférés dans le dispositif de filage pour les transformer par centrifugation en fines fibres métalliques. . Ensuite, les fibres sont traitées avec

un liant de résine et la fibre de verre est produite avec différentes épaisseurs, densités et formes similaires à la laine de roche.

La fibre de verre se caractérise par sa grande résistance à la combustion et sa capacité à isoler le son, et il est recommandé de l'utiliser dans les bâtiments en acier. C'est un matériau similaire à la laine de roche, car il a un bon coefficient d'absorption d'eau et d'humidité, et sa tolérance à la pression est très faible.

2. Laine de roche

La laine de roche est fabriquée à partir de roches naturelles, et elle peut également être fabriquée à partir de scories de fer, de cuivre ou de plomb au lieu de roches naturelles comme matière première.

Le laitier est fondu en utilisant du charbon comme combustible et la laine de roche est filée en fibres en versant le matériau fondu dans un bol rotatif.

Les fibres sont séchées à la vapeur et refroidies rapidement à température ambiante. Ces fibres sont pulvérisées avec de la colle vinylique, qui agit comme un liant et pressées, puis traitées en les passant dans un four, et les tranches résultantes sont coupées à la taille appropriée. Une autre substance, de l'huile minérale, peut être ajoutée pour protéger la surface contre la poussière et l'eau, et ses propriétés ne sont pas affectées en termes de stabilité Résistance au feu dans le temps ou aux changements de température.

Le matériau en laine de roche se caractérise par une grande résistance au feu et une grande capacité d'isolation phonique, il présente des défauts par sa grande capacité à absorber l'eau et l'humidité et sa très faible résistance à la compression.



Figure I.11 laine de roche

3. Polystyrène expansé (polystyrène étendu)

La production de polystyrène dépend du processus de polymérisation du « styrène » brut, qui est un composé chimique organique issu des dérivés du pétrole. Pour la fabrication du polystyrène, ces granulés sont traités thermiquement et en présence d'un catalyseur. Ensuite, le composé est mélangé avec de l'eau chaude et des quantités de gaz méthane (aide à l'expansion), ce qui s'appelle le processus de polymérisation. Ce processus de polymérisation donne de petits granulés de polystyrène qui sont saturés de gaz méthane.

Le matériau d'isolation thermique est fabriqué à partir de polystyrène expansé granulaire en trois étapes, qui est l'étape d'expansion initiale des granulés, puis l'étape de maturation des granulés expansés, puis enfin l'étape de moulage, dans laquelle les moules de production finaux sont remplis de granulés expansés, puis les granulés expansés sont injectés dans les moules fermés avec de la vapeur d'eau, qui travaille à gonfler les granulés et à assembler leurs surfaces, ce qui conduit à leur fusion.



Figure I.12 polystyrèneexpansé

4. Polystyrène extrudé :

La fabrication de ce type de polystyrène dépend du matériau résultant de la polymérisation du styrène, qui est représenté par des granulés de polystyrène. Le processus de fabrication se déroule en plaçant d'abord la matière première et en la diluant à chaud dans le dispositif d'extrusion, puis en la mélangeant avec un matériau de levage (HCFC) qui n'est pas nocif pour la couche d'ozone, puis le processus se poursuit Extrusion du matériau comprimé de l'appareil vers l'atmosphère extérieure sous la forme d'une matière plastique Le polystyrène extrudé se caractérise par sa structure cellulaire avec un haut degré d'homogénéité, ses cellules fermées et

une grande capacité d'isolation, car le coefficient de conductivité thermique de ce matériau est considéré comme très faible et il est recommandé de l'utiliser dans des zones exposées à l'eau ou à l'humidité sans avoir besoin d'utiliser Autre matériaux Pour le protéger de l'eau ou de l'humidité, tel qu'utilisé dans le système de surface inversé mentionné plus loin, en raison de sa grande résistance à l'absorption d'eau et d'humidité.



Figure I.13 polystyrène extrude

5. Polyuréthane

Il existe deux types de polyuréthane expansé qui sont produits à des fins d'isolation thermique et phonique : le polyuréthane projeté et les panneaux de polyuréthane rigide (polyuréthane souple et polyuréthane rigide) Les deux types sont produits par une réaction chimique entre chacun des iso cyanures avec une résine liquide telle que l'hydroxyle, avec l'ajout de catalyseurs et de gaz de soufflage tels que le fluoré carbone La qualité du matériau produit à partir de polyuréthane dépend du type de résine utilisée, ainsi que d'autres matériaux impliqués dans le processus de fabrication, tels que les gaz de soufflage, catalyseurs et retardateurs de flamme, etc.

Il est recommandé lors de l'installation de polyuréthane sur les toits (plafonds) qu'il soit installé en utilisant le système traditionnel mentionné plus loin afin que les panneaux d'isolation thermique soient sous la couche d'étanchéité afin de les protéger de l'eau et de l'humidité. Lors de la pulvérisation de polyuréthane sur chantier, il faut une équipe de travailleurs spécialisés dans le processus de mise en œuvre pour obtenir une couche homogène avec une densité constante de l'épaisseur requise. Après avoir terminé le processus de pulvérisation, la surface en polyuréthane

doit être pourvue d'une couche protectrice (Coating) afin de protéger le matériau de l'effet de l'eau de pluie et des rayons ultraviolets du soleil.

Ces matériaux sont utilisés pour envelopper les structures des bâtiments, et ainsi il est possible d'obtenir une isolation pour toute la structure du bâtiment, ce qui réduit l'effet des éléments avec une bonne conductivité de la chaleur.

La plupart des fabricants de ces matériaux travaillent sur l'existence de moyens d'évacuation de la vapeur d'eau pouvant s'infiltrer dans le matériau isolant, et celui-ci doit être recouvert d'un matériau ininflammable lorsqu'il est utilisé comme matériau d'isolation thermique, comme c'est le cas. Dans la plupart de ses utilisations.

Le temps affecte négativement ce matériau et le degré de retrait ou de dilatation est proportionnel à la température, à l'humidité et à la durée d'exposition aux cas extrêmes.

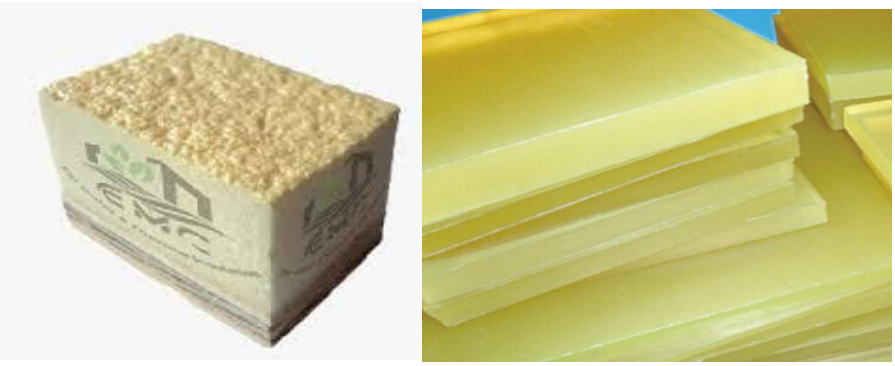


Figure I.14. Polyuréthane

6. Perlite extrudée

La perlite expansée est produite en tant que matériau isolant sous forme de granulés expansés blancs à partir des fragments du matériau rocheux naturel appelé perlite, en traitant industriellement la matière première avec de la chaleur, ce qui conduit à son expansion, puis à une exposition à des températures élevées qui entraîne sa liquéfaction. De la surface extérieure des granulés. Les granulés de perlite expansée sont produits avec des densités allant de 35 à 240 kg / m3. Les granulés sont utilisés comme matériau d'isolation thermique pour remplir les cavités et les vides dans les domaines de la construction. Le matériau contient des pores ouverts remplis d'air, car il est sujet à une forte absorption d'eau, et il est donc parfois traité avec de la silicone

pour réduire le processus d'absorption d'eau et d'humidité. La perlite expansée peut être mélangée avec du ciment pour donner un béton isolant léger de différentes formes.

7. Béton cellulaire : Il s'agit d'un béton léger à faible densité en raison de la taille des cellules et des pores d'air qui y sont répartis, qui sont produits par l'ajout d'une poudre ou d'une solution sous forme de mélange qui réagit en présence d'eau au sein du béton frais bloc pendant le processus de malaxage. La poudre d'aluminium ajoutée au mélange de béton est l'une des poudres les plus importantes et les plus utilisées pour la production de béton cellulaire. La poudre d'aluminium est ajoutée au ciment, au sable et à l'eau dans un mélangeur centrifuge. Immédiatement après le mélange, le mélange, qui se présente sous la forme d'une pâte liquide, est versé dans des moules selon la taille souhaitée dans la conception.

L'aluminium réagit avec la chaux et l'aluminate de calcium et l'hydrogène gazeux réagit pour former des cellules poreuses dans le béton.

L'hydroxyde de sodium peut également être ajouté pour accélérer le processus de génération d'hydrogène nécessaire à la formation des cellules folliculaires. Cette invention a été enregistrée en Suède en 1929 après JC et est disponible sur les marchés du Royaume sous le nom de Sibu Rex. La densité du béton cellulaire varie de (200 à 1400) kg/m3. La résistance de ce type de béton à la rupture diminue. Sa conductivité à la chaleur augmente avec l'augmentation de sa densité. Il doit être traité pour éviter l'absorption d'humidité.

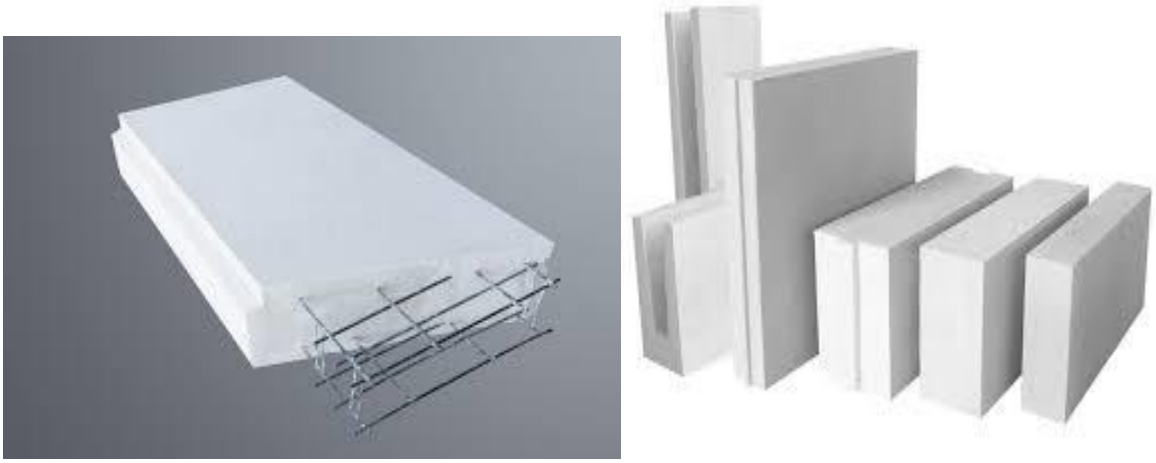


Figure I . 15 Béton cellulaire

8. verre mousse:

C'est un matériau inerte et constitué de verre pur qui ne contient aucun matériau de liaison entre ses particules. Il est classé comme matériau isolant à structure cellulaire, et sa densité atteint (140 kg/m3), et sa conductivité thermique atteint (0,55 W / m. h) uniquement à une température de (20) °C, et bien qu'il contienne une grande porosité des espaces d'air, il se caractérise par une résistance mécanique élevée à la rupture, à la traction, à la flexion et au cisaillement. Il est imperméable à l'eau et non- combustible, sa plage de stabilité thermique est comprise entre (-260 °C) et (+430 °C). Il peut être utilisé dans des endroits dont la température ne dépasse pas (250 C).

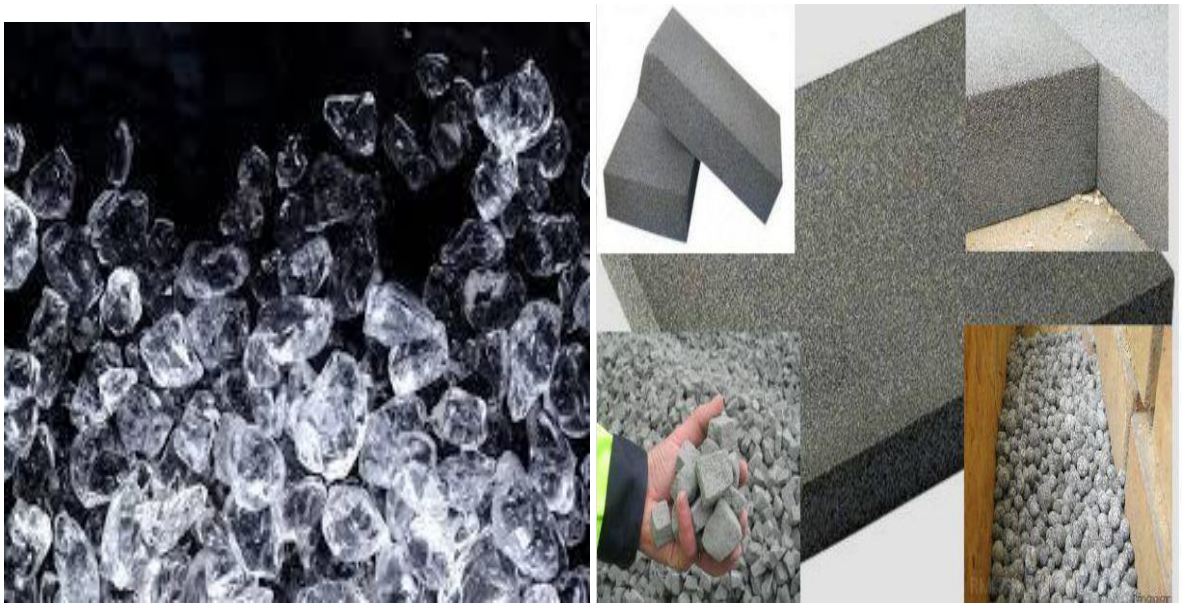


Figure I.16.Verre mousse:

L’état de l’art de fibre de palmier

Chapitre II. L'Etat de l'art de fibre de palmier

II .1. Introduction

L'utilisation de matériaux écologiques dans l'isolation thermique remonte à l'Antiquité, où les Égyptiens utilisaient des matériaux tels que la paille et l'argile pour isoler leurs bâtiments. Au fil du temps, d'autres matériaux naturels ont été utilisés, tels que la laine de mouton, le chaume, le bois, le liège et le roseau.

Cependant, l'isolation thermique à grande échelle est devenue plus courante au XXe siècle, avec l'utilisation de matériaux synthétiques tels que le polystyrène expansé (PSE) et la laine de verre. Cependant, ces matériaux synthétiques ont des impacts négatifs sur l'environnement et la santé humaine, notamment en raison de la libération de gaz à effet de serre pendant leur production et leur élimination.

Dans les années 1970, avec la prise de conscience croissante de la nécessité de protéger l'environnement, les matériaux écologiques ont fait leur retour dans l'isolation thermique. Des matériaux tels que la fibre de bois, la laine de mouton et la cellulose recyclée ont été développés pour répondre aux normes de performance thermique et acoustique des bâtiments.

Aujourd'hui, les éco-matériaux sont de plus en plus populaires pour l'isolation thermique, non seulement en raison de leur impact environnemental positif, mais aussi de leur performance thermique élevée. Des matériaux tels que la ouate de cellulose, le chanvre, la laine de mouton et le liège sont couramment utilisés dans les projets de construction écologiques, offrant des performances thermiques équivalentes, voire supérieures, à celles des matériaux synthétiques.

II .2.Nouveaux matériaux et fibres naturelles

Le marché des fibres naturelles miroite un secteur économique en plein expansion vue les avantages que procure ce type de fibre pour tous les secteurs de l'industrie (automobile, textile, bâtiment, etc.). Les fibres végétales ont de certes avantages sur les charges classiques comme la densité et les excellentes propriétés mécaniques et thermiques. Elles sont renouvelables et recyclables. Ces fibres peuvent se substituer aux fibres de verre dans de nombreux domaines pour permettre d'atteindre de nouveaux marchés.

Les bio-composites

L'utilisation des bio-composites connait un essor rapide grâce notamment à la nouvelle politique mondiale axée sur un changement de cap énergétique. Unissant légèreté et résistance mécanique exceptionnelle avec un impact réduit sur le milieu ambiant, ces matériaux permettent en effet des

applications toujours plus nombreuses dans des industries aussi importantes que la construction automobile et le génie civil.

Ces fibres présentent une excellente alternative d'un point de vue environnemental en raison de : i) leur biodégradabilité et de leur combustibilité beaucoup plus neutre en termes de dégagement de gaz nocifs ou de résidus solides

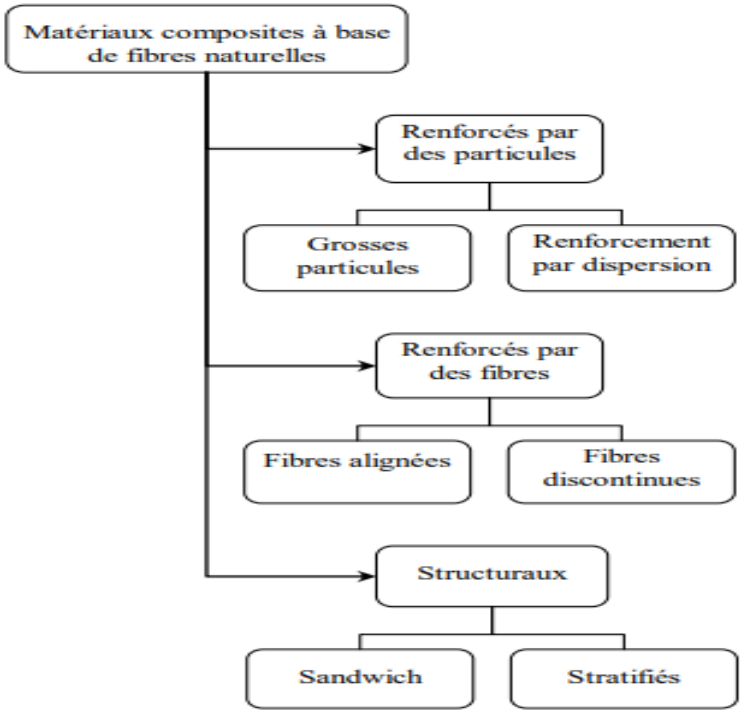


Figure II.1.Les formes des matériaux à base des fibres

II.3Fibres naturelles locales : bois des palmiers dattiers

Le palmier dattier revêt une importance particulière parmi les espèces végétales cultivées au Sahara avec un rôle majeur dans l'équilibre des écosystèmes oasiens. Il constitue pour les populations des régions sahariennes l'arbre de la providence qui fournit non seulement des dattes, nourriture riche pour les hommes et les animaux, mais aussi un grand nombre de productions diverses (matériaux destinés à l'artisanat, à la construction ou à la production d'énergie). Le palmier dattier est une monocotylédone de la famille des Palmacées genre Phoenix. L'Algérie compte plus de 18,7 millions de palmiers réparties sur une surface de 169 361 ha en 2009.

A. Coût et disponibilité

Nous nous intéressons dans notre travail à la partie renouvelable des palmiers dattiers en l'occurrence la palme (figure 2). Les palmes sont des feuilles composées, pennées, insérées en hélice très rapprochée sur le stipe. La palme est composée de trois parties à savoir : i) Le pétiole, de 50cm à plus d'un mètre de longueur, forme la base de la palme et couvert d'épines sur les côtés. ii) Le rachis semi-cylindrique, épineux vers la base et dur. iii) Les folioles dont les premières situées au-dessus des épines sont plus longues que celles situées à l'extrémité supérieure de la palme. Elles sont portées sur les deux côtés du rachis. De forme oblique pliée longitudinalement. Pour des raisons de toilettage, la maintenance des palmiers dattier génère plus de 335 000 t/an de déchets ligne cellulosique non valorisés en Algérie et près de 2 millions de tonnes à travers le monde (figure 3)

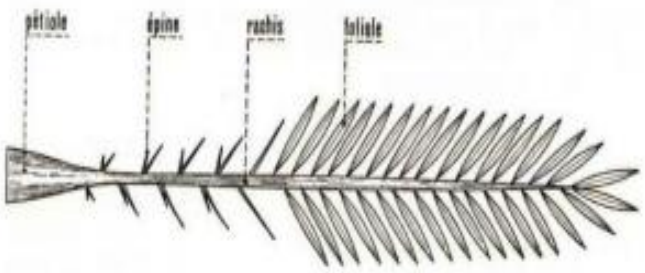




Figure II. 2Représentation schématique de la palme Figure II .3 Bois de palmier dattier

B. Caractérisation thermo physique :

Une première étude sur les propriétés thermiques de la fibre du bois de palmier issue des feuilles des palmes est faite par, elle rapporte une conductivité thermique de l'ordre de 0,122 à 0,21 W/mK. De leur côté, nos collaborateurs ont procédés à la caractérisation thermo-physique et diélectrique. Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau 2. Nous remarquons que peu de différences ont été observées entre les valeurs de la conductivité thermique du pétiole et de la grappe et ceci quelle que soit la variété du palmier dattier

C. Matériaux composites à base du bois de palmier

Les fibres naturelles comme éléments de renfort dans les matériaux composites ont fait l'objet de nombreuses études durant les dernières décennies. Il ressort de la littérature en rapport avec ce sujet que même si le concept n'est pas nouveau, il n'est pour l'instant pas appliqué à l'échelle industrielle; la majorité des produits connexes reste inexploitée, à l'exception des sciures qui sont mises à profit comme combustibles. Les premiers travaux relatifs à l'incorporation des fibres végétales issues de bois de palmier dattier remontent à 1983 Dans un premier temps Al-Juruf et al ont mesuré la conductivité thermique des feuilles de palmier dattier, ils rapportent une conductivité thermique de l'ordre de 0.12 à 0.210 W/mk, ce qui indique clairement que les feuilles sèchent non traitées ont un énorme potentiel pour l'élaboration d'un produit isolant destiné à l'habitat.

II.4.Classification des matériaux isolants

Potentiellement, il existe une très large gamme de produits et matériaux isolants sur le marché, le choix pour le prescripteur ainsi que pour le client final est donc délicat : polystyrène expansé, extrudé, laine de verre, laine de roche, vermiculite, isolant mince réflecteur...mais aussi les alternatives « vertes »ou « éco » connues depuis longtemps (les années 1975), enfait de la même manière que les produits « conventionnels ».

Les éco-isolants ont peu percé pour différentes raisons, notamment le manque de capacités de production des petits fabricants,les coûts de la certification CSTB, le manque de maturité dumarché des produits « éco-conçus », l'absence de référence auxautres critères techniques essentiels de la stratégie d'isolation...etc.) : laine de mouton, laine de chanvre, de lin, fibres debois de différentes densités, ouate de cellulose (papier journalrecyclé), botte de paille, bétons légers, liège expansé.

Pour essayer de s'y retrouver parmi tous ces isolants, il estutile de les répertorier en fonction de leur composition « primaire », c'est-à-dire en fonction de la matière première extraitede l'environnement (primaire) ou recyclée (secondaire) utiliséepour les fabriquer.

On distingue ainsi :

- l'isolation issue de ressources organiques.
- l'isolation issue de matières minérales « naturelles ».
- les barrières « radiantes » ou isolants thermo réflecteurs.

• l'isolation issue de ressources végétales fossilisées.

Techniquesexpérimentales

III.1. Introduction

Les mesures expérimentales de notre projet de master sont déroulées dans le laboratoire de l'université Yahia Farés à Médéa. Au premier temps nous avons préparé nos échantillons de béton dopés par fibre de palmier par des pourcentages de l'ordre 0.5 % et 1 % et 1.5% afin de mesurer les propriétés mécanique et thermique du matériau.

III.2.Description de l'expérience

La préparation du matériau composite se fait suivant les directives de la méthode de DREUX-GORISSE. Notre échantillon a été préparé en ajoutant 65% de sable concasseur gros, 35 % sable de dune fin de la zone de Laghouat, gravier 3/8 carrière de Médéa, gravier 3/15 de même carrière, eau et ciment dosé à 350 kg/m3. Les détails de l'expérience sont présentés dans le tableau 1

Tableau 1. Composition du béton

Elément	Densité	Litre/m^3	Kg/m^3	6	Malaxage (g)
Sable de Sahara	2,60	90	234,14	0,7872	1102
Gravier 3/8	2,67	95	253	0,4462	1191
Gravier 8/15	2,69	325	874	1,5397	4115
Eau	1	228	228	1,0708	1071
Ciment	3.1	113	350	0,5341	1647

Afin de réaliser l'isolation thermique du bâtiment, une quantité de fibre de palmier a été ajouté de l'ordre de 0.5 % et 1 %et 1.5% a été ajoutés

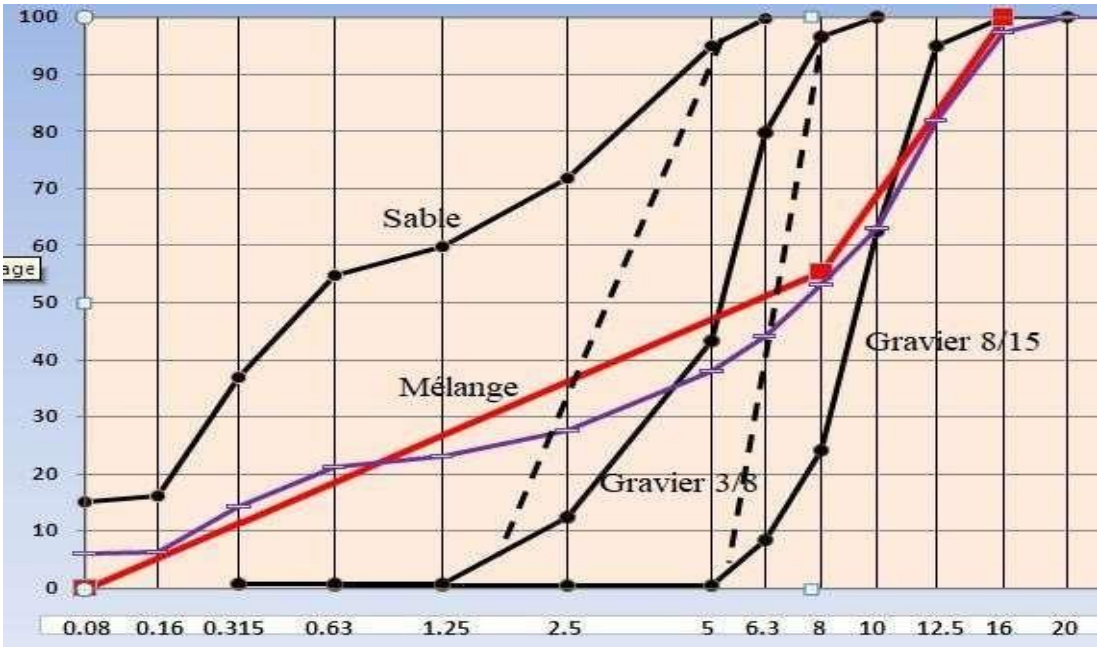


Figure 1. Optimisation de dosage des granulats par la méthode DREUX- GORISS.

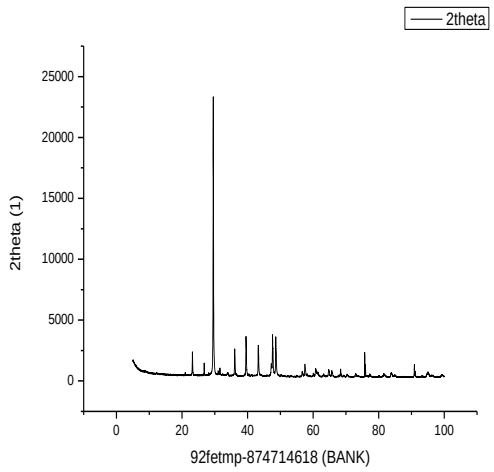
III.3.Caractéristiques des échantillons

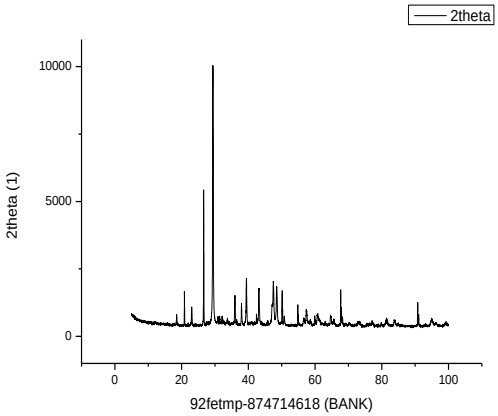
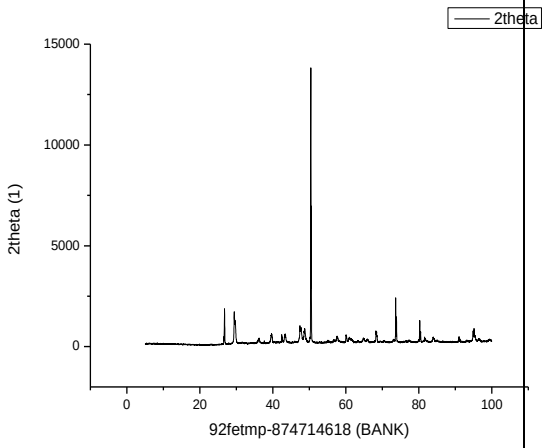
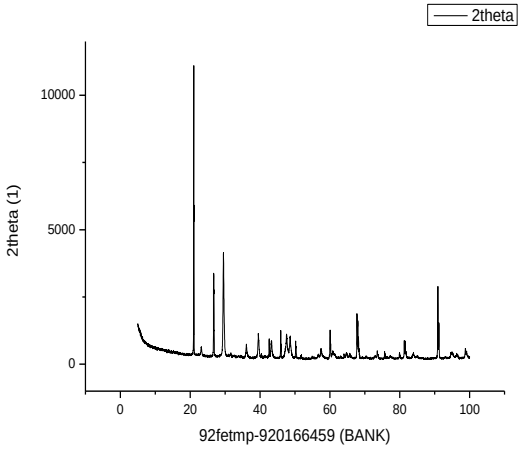
Les échantillons sont préparés après le calcul des proportions de sable, gravier, ciment, eau et la fibre de palmier 0.5% et 1% et 1.5% selon la norme DREUX- GORISS.

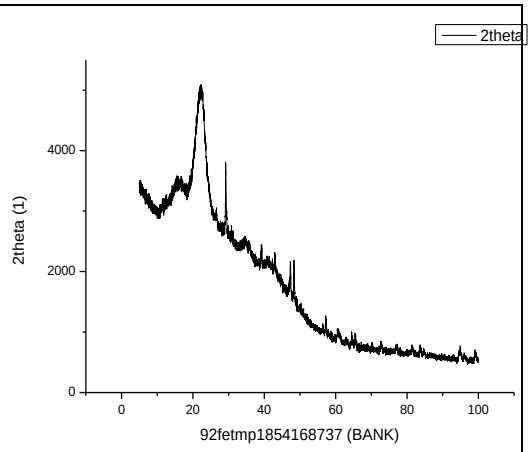
-La taille de l'échantillon pour l'opération de flexion est de l'ordre de : 7x7x28 cm

-La taille de l'échantillon pour l'opération de compression est de l'ordre de : 7x7x7 cm,

Pourcentage de fibre	**0 %**	**0,5 %**	**1,0 %**	**1,5 %**
Poids de Fibre (g)	0 g	55,86 g	111,73 g	167,59 g
Image de Fibre				

N°	Photo des échantillons après dopage et séchage	Pourcentage de Fibre	Analyse DRX
01		0 %	

02		0,5 %	
3		1,0 %	
04		1,5 %	

05		Image Fibre De Palmier Compactée	

La figure 2 : Caractérisation des matériaux composites après séchage.

III.4. Mesures de la conductivité thermique

Le CT-METRE a été élaboré dans le but de permettre d'évaluer avec précision, les caractéristiques thermiques d'un certain nombre de matériaux homogènes et isotropes. Le principe de fonctionnement consiste, grâce à l'association d'un élément chauffant et d'un capteur de température (tous deux associés dans la même sonde), à mesurer l'élévation de température subie par le capteur, au cours d'une période de chauffage choisie par l'utilisateur en fonction du matériau à tester et du type de sonde utilisée [13].

Le CT-mètre se compose de deux éléments qui sont l'organe de commande, chargé de générer la puissance de chauffe et d'interpréter la courbe d'élévation de température induite dans le matériau à tester ; et la sonde chargée de transmettre la puissance de chauffe et de recueillir la température induite [13].



Figure (III.7) CT-METRE

Nous plaçons la sonde entre deux échantillons du même pourcentage de colle et programmons le CT Mètre à 120 secondes.

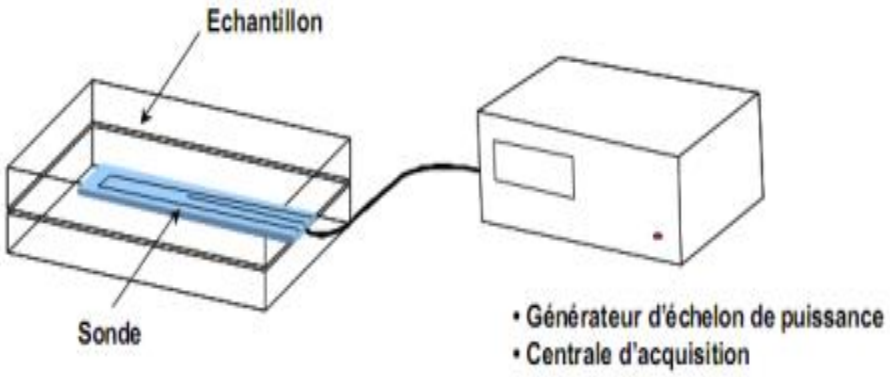


Figure (III.8). Méthoded'utilisation CT Mètre

Le tableau présente la variation de la conductivité thermique de bétonen fonction du pourcentage % decol dans la confection des échantillons.

pourcentage de fibre (%)	**0**	**0.5**	**1**	**1.5**
λ (w/m.k)	1.7585	0.9995	1.469	1.1637

Tableau (III.2) La conductivité thermique

Calcul thermique

IV.1. Introduction

Pour faire une étude bien précis d'une installation du de climatisation, il est nécessaire de connaître certaines données concernant la situation géographique et la zone climatique de la région où est implanté le projet (salle de prière), ainsi que les conditions thermiques de base de l'air qui est en contact avec l'immeuble à conditionner et les données thermiques y afférent.

IV.2. Présentation du projet

Le thème de notre mémoire est l'étude d'une installation de climatisation de salle de prière a située dans la ville de Souagui (willaya de Médéa) au nord de l'Algérie, le projet est constitué d'une salle de prier.

IV.3 Le but du projet

Le but de cette étude est de définir les besoins en énergie thermique.Avant commencer l'étude d'un projet du chauffage et de la climatisation, il est nécessaire de connaître toutes les informations concernant la situation géographique de ce projet :

- La wilaya : Médéa ;
- La commune : **Souagui**
- l'altitude du site par rapport au niveau de la mer ;
- La latitude de la région où est implanté le projet ;
- La longitude ; 36.12
- l'orientation des locaux du projet.

Notre projet se trouve à la ville de Souagui Willaya de Médéa, au nord sud d'Algérie.

La détermination de la zone climatique à considérer pour le projet (salle de prière), se fait selon la classification thermique (hivernale et estivale) des communes d'Algérie donnée dans l'annexe (tableau I.1).

Dans notre cas le projet se situe dans la zone climatique B (annexe tableau A1), distinguée de la zone climatique B qui comprend la plaine derrière le rivage de la mer et les vallées entre les chaînes côtières et l'atlas tellien.

IVI-4- Conditions de base

Selon la saison et l'environnement, on distingue les deux types de conditions suivantes :

- Conditions extérieures de base (en hiver).

- Conditions intérieures de base (en hiver).

IVI-5-Paramètre Climatique

Le bilan énergétique annuel d'une installation de conditionnement d'air dépend des consignes adoptées consternants la température, l'humidité et la pureté de l'air à l'intérieur du.....

Pour effectuer le calcul des installations de chauffage il faut d'abord déterminer les charges thermiques maximales, et pour ce faire il est nécessaire de préciser la condition extérieure et intérieure d'après la référence [1].

I-5-1-Condition extérieur

Les conditions sont déterminées d'après des données météorologiques géographique (zone B),

- Température sèche de bases extérieure TSb,e : 37 (°C)
- Humidité spécifique HSb,e :11 (gvap/kgas)
- Ecart diurne : 15(°C)
- Température sèche moyenne : 27(°C)
- Température base extérieure hiver : -2(°C)

I-5-2- condition intérieur

Les conditions intérieures de base sont des valeurs minimales ou maximales qui ne doivent pas être dépassés tant que les conditions extérieures ne dépassent pas elles même les valeurs de base. Elles sont déterminées en fonction des conditions du confort.

IV-6- Description de projet (Mosquée)

Nous présentons le plan de notre (mosquée) .Il comporte le rez-de-chaussée

Tableaux (I-3) : Répartition de salle de prière

N° DE	Désignation	Surface (m^2)	Hauteur(m)
R1	Salle deprière	230.79	3,21

Plan architectural

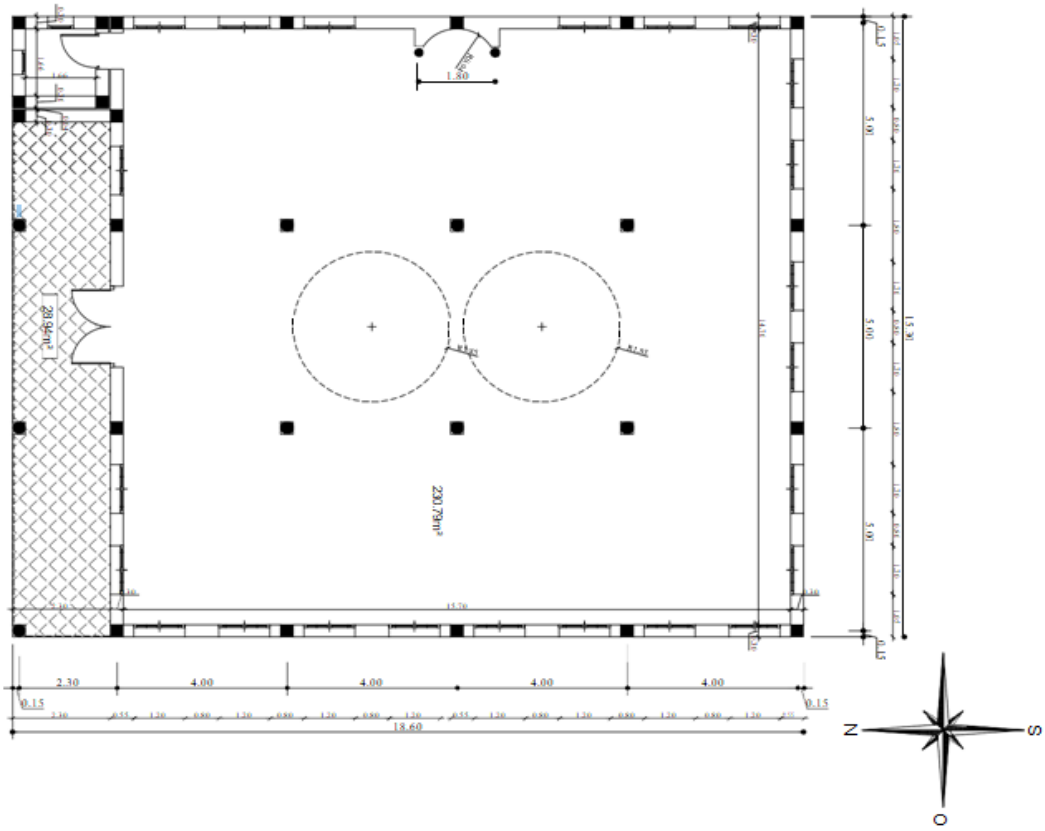


Tableau Les données géométriques

	S (m²)	V (m3)	Surfaces des murs (m²)				Surfaces des vitres (m²)			
			E	N	W	S	E	N	W	S
Salle de prière	230.79	740.38	39.59	37.34	40	37.1	10.08	5.04	13.41	10.08

IV7-1- Calcul thermique de paroi

La chaleur est une forme d'énergie, son flux est toujours dirigé des températures les plus élevées vers les températures les plus basses.

Des éléments tels que planchers, parois, dalles, toits, fenêtres et portes opposent une certaine résistance aux échanges thermiques. Le flux de chaleur qui traverse un élément est défini par le coefficient de transmission thermique K.

II-7-2- Calcul de Coefficient de transmission thermique d'une paroi K

Il est représenté la figure IV.4 Son coefficient de transfert thermique K est calculé comme suit :

$$K = \frac{1}{Rtot} \quad \text{.....(II-8).}$$

Tel que: $Rtot = Ri + \Sigma R + Re$

Donc : $$K = \frac{1}{Ri+\Sigma R+Re} \quad \text{.....(II-9).}$$

Avec :

$$R_i = \frac{1}{hi}$$

$$R_e = \frac{1}{he}$$

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

IV-7-3- Application au projet

Les murs utilisés dans le projet sont les suivants :

- Mur extérieur.
- Plancher sur sol.
- Toiture.

IV-7-3-1- Mur extérieur

Le mur extérieur est fini, il est constitué de 6 couches, allant de la surface intérieure du murvers

La configuration du mur est montré dans la figure IV-4

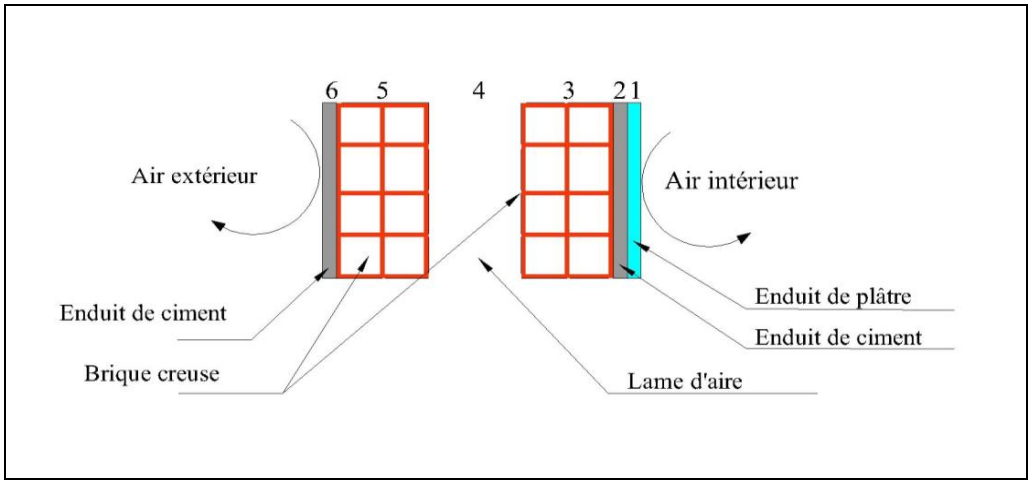


Figure (IV-4): Vue en coupe d'un mur extérieur double cloison

N° de la Couche	Désignation	e	λ	R
		m	w/m.°c	m^2°c/w
01	Enduit de plâtre	0,00	0,35	0,014
02	Enduit de ciment	0,01	1,4	0,011
03	Brique creuse	0,1	0,48	0,208
04	Lame d'aire	0,1	0,625	0,160
05	Brique creuse	0,1	0,48	0,208
06	Enduit de ciment	0,01	01,4	0,011
∑ Rtot=				**0,612**

2 -cas : construction polystyrène

N° de la Couche	Désignation	e	λ	R
		m	w/m.°c	m^2°c/w
01	Enduit de plâtre	0,005	0,35	0,014
02	Enduit de ciment	0,015	1,4	0,011
03	Brique creuse	0,1	0,48	0,208
04	**Polystyrène**	0.1	0.046	2.17
05	Brique creuse	0,1	0,48	0,208
06	Enduit de ciment	0,015	01,4	0,011
∑ Rtot=				**2.622**

Le coefficient de transmission thermique K :

$$K_{hiver} = 0.358 \ (W/ m^2°C)$$

3-Cas : construction avec fibre

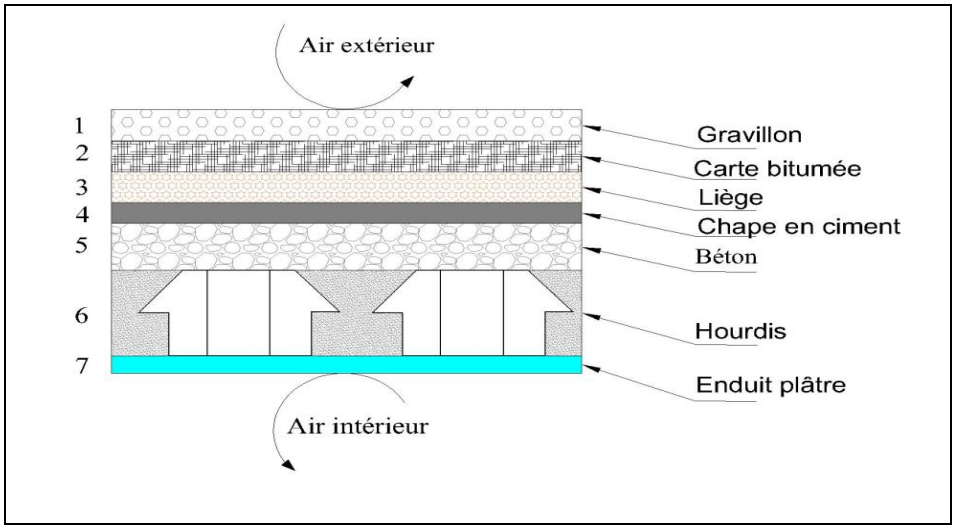
N° de la Couche	Désignation	e	λ	R
		m	w/m.°c	m^2°c/w
01	Enduit de plâtre	0,005	0,35	0,014
02	Enduit de ciment	0,015	1,4	0,011
03	Brique creuse	0,1	0,48	0,208
04	FIBRE	0.1	0.005	20
05	Brique creuse	0,1	0,48	0,208
06	Enduit de ciment	0,015	01,4	0,011
∑ Rtot=				**20.343**

Le coefficient de transmission thermique K :

$$K_{hiver} = 0.048 \ (W/ m^2°C)$$

IV-6- Toitures

La toiture à une épaisseur de 40 Cm et elle est formée de 7 couches est schématisé dans la figure ci-dessous ;



N° de la Couche	Désignation	e	λ	R
		m	w/m.°c	m^2°c /w
01	Gravillon	0,02	0,95	0,021
02	Carte bitumée	0,03	0,2	0,150
03	Liège	0,02	0,06	0,333
04	Chape en ciment	0,01	1,63	0,006
05	Béton	0,2	1,75	0,114
06	Hourdis	0,1	0,98	0,102
07	Enduit plâtre	0,01	0,35	0,028
			∑ Rtot=	**0,754**

Le coefficient de transmission thermique K :

$$K_{hiver} = 1,11 (W/ m^2°C)$$

VI-7- Menuiserie (Portes et fenêtres)

Tableau (II-7): Valeur de coefficient K pour les fenêtres et les portes (Annexe Tableau A.2)

Désignation		K (W/ m^2°C)
Porte	En bois	3,50
	En métal	5,80
	30% vitrage	4,00
	30-60% vitrage	4,70
	En métal ou verre	5,80
Fenêtre	En verre glissante	4,50
	En verre	5,00

Le bilan thermique

Le bilan thermique

Pour déterminer le bilan thermique d'un local, il existe plusieurs méthodes. Dans le cas de dimensionnement d'une installation de conditionnement d'air il faut calculer les déperditions calorifiques maximum en hiver et les apports calorifiques maximum en été.

V-1. Les déperditions calorifiques

Dans tous ce qui suit on utilise la norme DTR pour calculer les déperditions calorifiques.

Généralement, on distingue deux types de déperdition

V-1.1Déperditions par transmission

On distingue deux types de déperdition thermique :

-La déperdition par transmission à travers l'enveloppe de l'immeuble (murs, portes, toit, fenêtres...)

-Les déperditions par renouvellement d'air (fuite d'air)

A- Calcul des déperditions de base par transmission

Pour le calcul de ces déperditions nous avons la formule suivante [1]:

$$DT=DS+ Dli+ Dsol+ Dlnc \quad \text{.....(V.1)}$$

Sachant que :

DT : Déperditions par transmission

DS : Déperditions surfacique à travers les parties courantes des parois en contact avec L'extérieur.

Dli : Déperditions à travers les liaisons.

Dsol : Déperditions à travers les parois en contact avec le sol.

Dlnc : Déperditions à travers les parois en contact avec les locaux non chauffés.

A-1- Les déperditions surfaciques par transmission à travers les parois Ds

Les déperditions surfaciques par transmission à travers une paroi séparant deux ambiances différentes sont données par la formule suivante :

$$Ds= K \times A \times (Ti-Te) \quad \text{.....(III.2)}$$

A: surface de l'élément de construction (m^2).

K: coefficient global de transmission de la chaleur ($W/m^2°C$).

Te : Température extérieure (°C).

Ti: Température intérieure (°C).

V1-2- Les Déperditions à travers les ponts thermiques Dli :

Les déperditions à travers les liaisons, ou comme on les appelle aussi déperditions a travers les ponts thermique, sont données par la formule suivante :

$$Dli = Ki \times A \times (Ti - Te) \quad \text{.....(V.3)}$$

Pour simplifier les calculs on prend :

$$Dli = 0{,}2 \times Ds \quad \text{.....(V.4)}$$

- Les Déperditions par transmission à travers les parois en contactavec le sol Dsol :

Dans ce type de déperdition on distingue trois types de parois, les plancher bas enterrés, les murs enterrent et les planchers hauts enterrent. Pour ce qui concerne l'immeuble étudié, on trouve deux parmi les trois types de parois, le plancher bas et mur enterré.

Les déperditions Dsol pour un plancher bas ou un mur enterré, sont données par la formule suivant :

$$Dsol = KS \times A \times (Ti - Te) \quad \text{.....(V.5)}$$

- Les déperditions à travers les parois en contact avec des locaux non chauffé D_{Inc}

Les déperditions à travers les parois en contact avec un local non chauffé ou des locaux non chauffés D_{Inc}, sont données par la formule suivante :

$$D_{Inc} = T_{au} \times [\Sigma(K \times A \times \Delta T) + 0{,}2\Sigma(K_i \times L \times \Delta T)] \quad \text{.....(V.6)}$$

On constate que ces déperditions (D_{Inc}) sont pondérées par un coefficient T_{au} , dit « Coefficient de réduction de température ». La valeur de Tau est comprise entre 0 et 1, ce dernier est donné par la formule suivante:

$$T_{au} = \frac{ti - tn}{ti - te} = \frac{de}{de - ac} \quad \text{.....(V.7)}$$

Avec :

T_i : Température intérieure. (°C).

T_n : Température de l'espace non chauffe. (°C).

T_e : Température extérieure. (°C).

ac : apports de chaleur des divers locaux chauffés vers le local non chauffé. (W/ °C)

Annexe Tableau B 1.a, Annexe Tableau B 1.b

d_e : Déperditions du local non chauffe vers l'extérieur. (W/°C).

- Calcul des températures non chauffées :

$t_n = t_i - [(t_i - t_e)(\frac{de}{de-ac})]$..... (V.8)

V- 1.3. Les déperditions par renouvellement d'air :

Les déperditions par renouvellement d'air tiennent compte :

- des déperditions dues au fonctionnement des dispositifs de ventilation ; on associe à ces déperditions le débit spécifique de ventilation.
- des déperditions supplémentaires par infiltrations dues à l'effet de vent.

Les déperditions par renouvellement d'air de l'immeuble ont pour expression :

$D_r = 0,34 \times (Q_v + Q_s) \times \Delta T$.....(V.9)

0,34 : la chaleur volumique d'air.

Q_v : Le débit volumique de ventilateur.

$Q_v = MAX [(0,6 \times V_h).Q_{vref}]$

V_h : Volume habitable.

Q_{vref} : Le débit extrait de référence.

$Q_{vref} = \frac{(5Qvmin+Qvmax)}{6}$

Q_s : Le débit supplémentaire par infiltration dans un ventilateur.

$Q_s = \Sigma P_P \times ev$

$\Sigma P_P = P_0 \times A$

ev : coefficient d'exposition au vent effectue a la parois. Annexe Tableau B.2

P_P : Infiltration dues a l'air de la paroi.

P_0 : Infiltration surfacique a l'air de l'ouvrant. Annexe Tableau B.3

QvminAnnexe Tableau B.4

Qvmax : Annexe Tableau B.5.

C. Vérification :

$D_t \leq 1, 05\ D_{réf}$(III.10)

$D_{réf}$: Déperdition de référence.

D_t : Déperdition par transmission.

$$\mathbf{D_{réf} = aS_1 + bS_2 + cS_3 + dS_4 + eS_5} \text{.....(V.10)}$$

Application numérique :

D_r [W/°C]	D_{LT} [W/°C]	$D'_{Inc.}$ [W/°C]	D_{sol} [W/°C]	D_T [W/°C]
1998.31	2427.53	0	1213.37	16563.48

V-2. Les apports calorifiques

Il existe deux types des apports calorifiques :

- Les apports externes.
- Les apports internes**.**

V-2.1 Les apports externes

L'étude des facteurs climatiques (température, rayonnement solaire) en été comportent une importance primordiale pour le contrôle de notre environnement intérieur, cette étude permet en particulier de fixer les conditions de base extérieure qui seront l'un des points de départ pour déterminer la puissance d'une installation de climatisation.

V-2.2. Apports calorifiques dû aux parois vitrées:

Les vitres sont des parois à faible inertie thermique et les apports à travers ces parois sont instantanés est sont donnés par la relation suivant :

Q vit =Q tr +Q ens (6)

Avec :

- Q tr : apport calorifiques par transmission en (Kcal/h).
- Q ens. : apport calorifique par ensoleillement en (Kcal/h)

a- Apport par transmission :

Ce sont des apports calorifiques dus à la différence de température entre l'air extérieur et l'air intérieur. Ces apports peuvent être calculés par la formule suivante :

Q tr =K.S vit (t i – t e)(7)

Avec :

- K : coefficient de transfert global de la vitre en (Kcal/h.m².°C)

- S vit : surface globale du vitrage (portes, fenêtres » en (m²)
- T i : température intérieure donnée en fonction de la température extérieure de base en (°C)
- T e : température extérieure pour l'heure de calcul considérée, est donnée par la relation :

te = t b – E. Δ h (8)

Avec :

- t b : température de base du lieu considéré en (°C)
- E : écart diurne en (°C)
- Δ h : coefficient qui dépens de l'heure de solaire.

b- Apports par ensoleillement

Lorsque le flux solaire global atteint une surface vitrée non protégée, un certain nombre des phénomènes se produit. La relation qui permet de calculer les apports par ensoleillement d'une paroi vitrée est la suivante :

Qens. = (SS .I GC +S0 .I dc).F.C (9)

Avec:

- SS: surface ensoleillée du vitrage en (m² ».)
- IGC : rayonnement global corrigé en (Kcal/h.m²)
- S0 : surface ombrée de vitré en (m²)
- Idc : rayonnement solaire diffus corrigé en (Kcal/h.m²)
- C : coefficient de correction en fonction du dispositif de protection.
- F : coefficient de correction en fonction du type de la menuiserie utilisée : F=0.85 pour menuiserie en bois.

F=1 pour menuiserie métallique.

S S = (L-L 0). (H-H 0) (10)

Avec:

- L:langueurdelafenêtreen(m)
- L_0:langueurdel'ombreen(m)
- H: hauteurdefenêtre en (m)
- H_0:hauteurdel'ombre en(m)

$S_0=S_{vit}–S_S$ (11)

Et

$L_0=R.tg\beta$ (12)

$H_0=R.(tgh/cos\beta)$ (13)

Avec :

- R: retraitdelafenêtre en(m)
- β:azimuten(°)
- H: hauteurde solaire en(°)

Et

$Sinh=sin\delta.sin\phi+cos\delta.cos\phi.cos\gamma$ (14)

Avec :

- δ: déclinaisonsolaireen(°).
- ϕ:latitudedulieuconsidéréen(°).
- γ:l'anglehoraire(°)

Et :

$$\delta=23.45.\sin\left[(N+248)360/365\right]$$

- N: nombredes jours dans l'annéeàpartirde 1er janvie

Avec :

- $\beta=a-a_m$ (16)
- $Sina=cos\delta Sin\gamma/cosh$ (17)

Avec:

- am : azimut de la paroi verticale considérée en (°)
- a : azimut de soleil en (°)
- IGC : rayonnement globale corrigé, elle se calcule d'après la formule suivante :

$IGC=IG.\ K1.K2$ (18)

Avec :

- K1 : coefficient de correction pour tenir compte du climat et de l'attitude.
- K2 : coefficient de correction pour tenir compte de l'épaisseur de la vitre.
- I G : rayonnement global, elle se calcul d'après la formule suivante :

IG= ID+Id (19)

- IG : rayonnement solaire direct en « Kcal/h.m² », elle se calcul d'après la formule suivante :

ID=I0□ m. con h. cos □ (20)

Avec:

- I0 : constant solaire en (Kcal/h.m²)
- □ : coefficient de transparence dépendant de climat.
- m : masse relative de l'air.

m =1/sin (21)

Avec :

- Idc : rayonnement solaire diffus corrigé, elle se calcul d'après la formule suivante : Idc =Id.K1.K2 (22)
- Id : intensité du rayonnement solaire diffus en (Kcal/h.m²)

Avec:

ID=IDH + IDV

(23)

IDH= IDN. Sin h (24)

IDV= IDN. Cos h (25)

Avec :

- IDH : rayonnement solaire direct sur une surface horizontale en (Kcal/h.m²)
- IDV : rayonnement solaire direct sur une surface verticale en (Kcal/h.m²)

V-2.3 Apports calorifiques par les parois opaques :

En été les apports calorifiques résultent non seulement de la différence entre les températures de l'air extérieure et intérieure des locaux climatisés, mais aussi du fait que les paroisextérieure sont soumises au rayonnement solaire, donc ces apports sont importants en raison de l'absorption et de l'emmagasinement de la chaleur solaire par les parois extérieures. Ces apports sont donnés par la relation suivante :

$Q_{OP}=K.S. ((t_{eqm}-t_i) +m. (t_{eq}-t_{eqm}))$ (26)

Avec :

- Q_{OP} : apports par parois opaques en (Kcal/h)
- S : surface de la paroi extérieure en (m^2)
- K : coefficient global de transmission de chaleur en (Kcal/h.m^2.°C).
- t eq : température extérieure équivalent. Elle se calcul par l'expression : teq = t e + (A. IGC)/□ e (27)

Avec :

- t em : température extérieure moyenne en (°C)

tem = tB- 0.52 .E (29)

avec :

- tB : température extérieure de base en (°C)
- E : écart diurne en (°C)
- I m : intensité du rayonnement solaire moyenne en (Kcal/h.m^2)

- Calcul le retard et de coefficient d'amortissement

*Le retard est calculé par la relation suivante

Ɛ= 2.7D-0.4 (30)

Avec :

- Ɛ: le retard.
- D : indice d'inertie thermique de la paroi considérée.

Et :

$$D=0.51.R_i(\lambda_i.C_{Pi}.\rho_i)^{½} \quad (31)$$

Avec :

- Ri : résistance thermique de la 1éme couche de la paroi en (h.m^2.°C/Kcal)
- □ i : masse volumique de la 1éme couche de la paroi (kg/m3)
- □ i : conductivité thermique de la 1éme couche de la paroi en (Kcal/h.m^2.°C)
- CPC : chaleur massique de la 1éme couche de la paroi en (kcal/Kg. °C)

Et: $R_i=\delta_i/\lambda_i$ (32)

- δ_i:épaisseurdela1^{éme}couchedelaparoien(m)

Le coefficient d'amortissement « m », est calculé par la formule suivante :$m=\alpha_i/K.\nu$ (3)

Avec :

- K:coefficientglobaldetransmissiondechaleuren (Kcal/h.m².°C)

α_i:coefficientdetransmissionsuperficielintérieureen(Kcal/h.m².°C)
$\square_i$:lerapportentrelesamplitudesdevariationdestempératuressuperficielcotesexté

rieure et intérieure.

Pouruneparoisanslamed'air:

$$\square=2^{D}.\ (0.83+3.\square R_i/D_i) \qquad (34)$$

Pouruneparoicomportantunelamed'air,lavaleurde ($\square$)doit être multipliée

paruncoefficient de correction ($\square_1$):

$$\square_1=1+0.5.R_a.(D/\square R_i) \qquad (35)$$

Avec:

- R_a:résistancedela lamed'air

Pouruneparoicomportantunisolant,lavaleurde

($\square$)doitêtremultiplierparuncoefficientdecorrection ($\square_2$):

$$\square_2=0.85+0.15.((\square_i.\square_i.C_{pi})_{mac}/(\square.\square.C)_{iso}) (36)$$

Avec:

($\square_i$,$\square_i$,C_{pi})$_{mas}$: caractéristiques de la couche de maçonnerie.

($\square$,$\square$, Cp)$_{iso}$:caractéristique de la couche

isolante.D'où:

$$\square=\square\square_1 \qquad (37)$$

Apportsparparois intérieures :

Les apports dus aux parois internes sont donnés par la formule

suivante:$Q=K.S.(t_{la}-t_i)$ (38)

Avec:t_{la} : température delocaladjacenten(°C)

V-3.Apports par infiltration

L'air extérieur pénètre par infiltration à l'intérieure des locaux climatisés influe sur l'environnement interne. Les apports par infiltration sont donnés par la formule suivante :

Q Int = 0.3.V.r. (te – ti) (39)

Avec :

- V : volume du local en (m3)
- r : coefficient d'infiltration, varie en fonction de volume du local.

Les valeurs « r » sont données en fonction du volume du local, et sont tabulées dans letableau suivant :

r	***V(m³)***
0.75	≤ 100
0.6	100 ÷ 500
0.4	500 ÷ 2000
0.2	2000 ÷ 5000
0.1	>5000

- **Apports dusaux occupants**

L'homme peut être assimilé comme un générateur thermique dont une partie de l'énergie produite est utilisé pour maintenir constante la température intérieure du corps, l'autre partie devant être dissipée dans le milieu ambiant sous forme de chaleur sensible ou latente parrayonnement,convectionetévaporation«métabolisme».Estcalculéparlaformulesuivant:

$$Q_{oc}=Q_s+Q_1 \quad (40)$$

$$Q_{oc}=N.Q_{oc} \quad (41)$$

Avec:

- *N*: membredesoccupants.
- Q_S:chaleur sensibledégagepar personneen(Kcal/h.personne)
- Q_L:chaleur latente en(Kcal/h. personne)

- **Apportsdusaux machines électriques**

Lesmachinesélectriquesquel'onpeutrencontrerdansleslocauxclimatiséssonttrèsdiverses, en raison de leur fonctionnement à l'intérieur des locaux climatisé, elles émettenttoutesune certaine quantité de chaleur dans l'ambiance.

$$Q_{mel}=0.86.N.\psi \quad (42)$$

Avec :

- N:puissancedemachineélectriqueen(KW)
- ψ: coefficient d'utilisation«0.3÷0.95».

- **Apportsdusàl'éclairage**

En raison du fonctionnement de l'éclairage à l'intérieure des locaux climatisés, on considèrequetoutel'énergieélectriqueconsomméesetransfertintégralementparconvection etrayonnement,laproportiondechaleurémisedépenddetypedelumièreutiliséincandescenceoufluorescence.Sil'éclairagefluorescenceonfaitune majorationde20%.

$$Q_{ecl}=0.86.N.\xi.S \qquad (43)$$

Avec :

- N:puissanceinstalléepar1m²desurfaceen(kW/m²)
- ξ:coefficient de simultanéité« 0÷1 ».
- Q_{ecl}:apportsduàl'éclairage en(Kcal/h)
- S:surface duplafonden (m²)

V-4. Application numérique

1-Apport de parois extérieur

Mur nord :

Type De Parois	Heure [h]	ΔT_{es} [°C]	ΔT_{em} [°C]	$C_{\Delta Te}$ [°C]	α	$I_{t,b}(36.12°)$ [W/m²]	$I_{t,b}(40°)$ [W/m²]	$\Delta Te(t)$ [°C]	K [W/m²°C]	S [m²]	APO [W]
MUR NORD	8	-2.20	-2.20	-0.1	0.5	48.16	47	-2.3	1.27	37.3	-130.744
	9	-1.70	-1.70					-1.8			-102.321
	10	-1.70	-1.70					-1.8			-102.321
	11	-0.50	-0.50					-0.6			-34.1071
	12	0.46	0.46					0.36			20.46427
	13	2.27	2.27					2.17			123.3541
	14	3.76	3.76					3.66			208.0534
	15	4.89	4.89					4.79			272.2885
	16	6.34	6.34					6.24			354.714
	17	6.34	6.34					6.24			354.714
	18	6.70	6.70					6.6			375.1783

Tableau : Les apports à travers les parois opaques extérieurs

Mur Est :

Type De Parois	Heure [h]	ΔT_{es} [°C]	ΔT_{em} [°C]	$C_{\Delta Te}$ [°C]	α	$I_{t,b}(36.12°)$ [W/m²]	$I_{t,b}(40°)$ [W/m²]	$\Delta Te(t)$ [°C]	K [W/m²°C]	S [m²]	APO [W]
MUR NORD	8	-2.20	-2.20	-0.1	0.5	48.16	47	-2.3	1.27	37.3	-130.744
	9	-1.70	-1.70					-1.8			-102.321
	10	-1.70	-1.70					-1.8			-102.321
	11	-0.50	-0.50					-0.6			-34.1071
	12	0.46	0.46					0.36			20.46427
	13	2.27	2.27					2.17			123.3541
	14	3.76	3.76					3.66			208.0534
	15	4.89	4.89					4.79			272.2885
	16	6.34	6.34					6.24			354.714
	17	6.34	6.34					6.24			354.714
	18	6.70	6.70					6.6			375.1783

Type de parois	Heure [h]	ΔT_{es} [°C]	ΔT_{em} [°C]	$C_{\Delta Te}$ [°C]	A	$I_{t,b}(36.12°)$ [W/m^2]	$I_{t,b}(40°)$ [W/m^2]	$\Delta Te(t)$ [°C]	K [W/m²°C]	S [m^2]	APO [W]
mur de sud	8.00	-2.20	-2.2	-0.1	0.5	169.33	217	-2.3	1.27	37.1	-130.744
	9.00	-1.70	-1.23					-1.53244			-87.1121
	10.00	-1.70	-0.39					-1.05426			-59.9296
	11.00	-0.50	4.73					2.377267			135.1362
	12.00	0.46	7.87					4.57827			260.2526
	13.00	2.27	11.93					7.669121			435.9527
	14.00	3.76	14.02					9.500681			540.0681
	15.00	4.89	14.26					10.12403			575.5027
	16.00	6.34	14.4					10.82829			615.5365
	17.00	6.34	12.46					9.723915			552.7579
	18.00	6.70						2.78591			158.3656

Tableau : Les apports à travers les parois opaques extérieurs

Type de parois	Heure [h]	ΔT_{es} [°C]	ΔT_{em} [°C]	$C_{\Delta Te}$ [°C]	α	$I_{t,b}(36.12°)$ [W/m^2]	$I_{t,b}(40°)$ [W/m^2]	$\Delta Te(t)$ [°C]	K [W/m²°C]	S [m^2]	APO [W]
mur de sud	8.00	-2.20	-2.2	-0.1	0.5	169.33	217	-2.3	1.27	37.1	-130.744
	9.00	-1.70	-1.23					-1.53244			-87.1121
	10.00	-1.70	-0.39					-1.05426			-59.9296
	11.00	-0.50	4.73					2.377267			135.1362
	12.00	0.46	7.87					4.57827			260.2526
	13.00	2.27	11.93					7.669121			435.9527
	14.00	3.76	14.02					9.500681			540.0681
	15.00	4.89	14.26					10.12403			575.5027
	16.00	6.34	14.4					10.82829			615.5365

	17.00	6.34	12.46					9.723915			552.7579
	18.00	6.70						2.78591			158.3656

2- cas de construire de fibre

1-Apport de parois extérieur

Mur nord :

Type de parois	Heure [h]	ΔT_{es} [°C]	ΔT_{em} [°C]	$C_{\Delta Te}$ [°C]	α	$I_{t,b}(36.12°)$ [W/m²]	$I_{t,b}(40°)$ [W/m²]	ΔTe(t) [°C]	K [W/m²°C]	S [m²]	APO [W]
MUR NORD	8	-2.20	-2.20	-0.1	0.5	48.16	47	-2.3	0.048	37.3	-4.9415
	9	-1.70	-1.70					-1.8			-3.86726
	10	-1.70	-1.70					-1.8			-3.86726
	11	-0.50	-0.50					-0.6			-1.28909
	12	0.46	0.46					0.36			0.773453
	13	2.27	2.27					2.17			4.662202
	14	3.76	3.76					3.66			7.863437
	15	4.89	4.89					4.79			10.29122
	16	6.34	6.34					6.24			13.40652
	17	6.34	6.34					6.24			13.40652
	18	6.70	6.70					6.6			14.17997

Tableau : Les apports à travers les parois opaques extérieurs

Type de Parois	Heure [h]	ΔT_{es} [°C]	ΔT_{em} [°C]	$C_{\Delta Te}$ [°C]	A	$I_{t,b}(36.12°)$ [W/m²]	$I_{t,b}(40°)$ [W/m²]	ΔTe(t) [°C]	K [W/m²°C]	S [m²]	APO [W]
mur est	8.00	-2.20	3.64	-0.1	0.5	516	516	1.02452	0.048	39.59	2.201161
	9.00	-1.70	13.16					6.65931			14.30739
	10.00	-1.70	17.41					9.078695			19.50539
	11.00	-0.50	17.67					9.743584			20.9339
	12.00	0.46	17.33					9.963537			21.40646
	13.00	2.27	10.7					6.968922			14.97259
	14.00	3.76	7.56					5.823215			12.51106
	15.00	4.89	7.2					6.105007			13.11649
	16.00	6.34	6.93					6.575868			14.12812

	17.00	6.34	7.33					6.803574			14.61734
	18.00	6.70	7.8					7.226194			15.52533

Tableau : Les apports à travers les parois opaques extérieurs

Type de parois	Heure [h]	ΔT_{es} [°C]	ΔT_{em} [°C]	$C_{\Delta Te}$ [°C]	A	$I_{t,b}(36.12°)$ [W/m²]	$I_{t,b}(40°)$ [W/m²]	$\Delta Te(t)$ [°C]	K [W/m²°C]	S [m²]	APO [W]
mursud	8.00	-2.20	-1.1	-0.1	0.5	169.33	217	-1.67381	0.048	37.1	-3.59614
	9.00	-1.70	-2.2					-2.08463			-4.47879
	10.00	-1.70	-0.38					-1.04857			-2.25283
	11.00	-0.50	4.75					2.388652			5.131972
	12.00	0.46	7.89					4.589655			9.860782
	13.00	2.27	11.95					7.680506			16.50141
	14.00	3.76	14.04					9.512066			20.43648
	15.00	4.89	14.27					10.12973			21.76351
	16.00	6.34	14.4					10.82829			23.26437
	17.00	6.34	12.42					9.701144			20.84271
	18.00	6.70	10.62					8.831527			18.97436

Tableau : Les apports à travers les parois opaques extérieurs

Type de parois	Heure [h]	ΔT_{es} [°C]	ΔT_{em} [°C]	$C_{\Delta Te}$ [°C]	A	$I_{t,b}(36.12°)$ [W/m²]	$I_{t,b}(40°)$ [W/m²]	$\Delta Te(t)$ [°C]	K [W/m²°C]	S [m²]	APO [W]
murouest	8.00	-2.20	-0.48	-0.1	0.5	516	516	-1.32086	0.048	40	-2.83784
	9.00	-1.70	-0.23					-0.96318			-2.06937
	10.00	-1.70	0					-0.83225			-1.78806
	11.00	-0.50	1.23					0.384832			0.826804
	12.00	0.46	2.43					1.481456			3.182879
	13.00	2.27	4.75					3.581783			7.695388
	14.00	3.76	6.72					5.345031			11.48369
	15.00	4.89	12.17					8.934265			19.19509
	16.00	6.34	16.33					11.92698			25.62488
	17.00	6.34	20.23					14.14712			30.39481
	18.00	6.70	23.18					15.98152			34.33598

1.1. Apports calorifiques dû aux parois vitrées :

1.2. Apport par transmission :

Type de paroi	Orient	Heure [h]	$K_{été}$ [W/m²°C]	S_{int} [m²]	$T_{Sb,e}$ [°C]	C_{TS} [%]	E_b [°C]	$T_{Se}(t)$ [°C]	$T_{Sb,i}$[°C]	AVT [W]
fenetrre	NORD	8	4.5	5.04	37	0.77	15	25.45	27	-42.1848
		9				0.63		27.55		14.9688
		10				0.48		29.8		76.2048
		11				0.35		31.75		129.276
		12				0.21		33.85		186.4296
		13				0.067		35.995		244.80792
		14				0		37		272.16
		15				0		37		272.16
		16				0		37		272.16
		17				0.047		36.295		252.97272
		18				0.12		35.2		223.1712

Type de paroi	Orient	Heure [h]	$K_{été}$ [W/m²°C]	S_{int} [m^2]	$T_{Sb,e}$ [°C]	C_{TS} [%]	E_b [°C]	$T_{Se}(t)$ [°C]	$T_{Sb,i}$[°C]	AVT [W]
fenetrre	SUD	8	4.5	10.08	37	0.77	15	25.45	27	-84.3696
		9				0.63		27.55		29.9376
		10				0.48		29.8		152.4096
		11				0.35		31.75		258.552
		12				0.21		33.85		372.8592
		13				0.067		35.995		489.61584
		14				0		37		544.32
		15				0		37		544.32
		16				0		37		544.32
		17				0.047		36.295		505.94544
		18				0.12		35.2		446.3424

Type de paroi	Orient	Heure [h]	$K_{été}$ [W/m²°C]	S_{int} [m^2]	$T_{Sb,e}$ [°C]	C_{TS} [%]	E_b [°C]	$T_{Se}(t)$ [°C]	$T_{Sb,i}$[°C]	AVT [W]
fenetrre	EST	8	4.5	10.08	37	0.77	15	25.45	27	-84.3696
		9				0.63		27.55		29.9376
		10				0.48		29.8		152.4096
		11				0.35		31.75		258.552
		12				0.21		33.85		372.8592
		13				0.067		35.995		489.61584
		14				0		37		544.32
		15				0		37		544.32
		16				0		37		544.32
		17				0.047		36.295		505.94544
		18				0.12		35.2		446.3424

Type de paroi	Orient	Heure [h]	$K_{été}$ [W/m²°C]	S_{int} [m²]	$T_{Sb,e}$ [°C]	C_{TS} [%]	E_b [°C]	$T_{Se}(t)$ [°C]	$T_{Sb,i}$[°C]	AVT [W]
fenetrre	EST	8	4.5	13.41	37	0.77	15	25.45	27	-112.2417
		9				0.63		27.55		39.8277
		10				0.48		29.8		202.7592
		11				0.35		31.75		343.9665
		12				0.21		33.85		496.0359
		13				0.067		35.995		651.36393
		14				0		37		724.14
		15				0		37		724.14
		16				0		37		724.14
		17				0.047		36.295		673.08813
		18				0.12		35.2		593.7948

b- Apports par ensoleillement:

Type de paroi	Orient	Heure [h]	ϕ [°]	φ [°]	ψ [°]	tg(ψ)	β [°]	tg(β)	
fenetrre	nord	8	-89.8	-180	90.2	-1.27629607	-36	-7.7504709	
		9	-79.8		100.2	-0.34360335	-47.26	-0.136957	
		10	-66.33		113.67	0.64473414	-54.2	-1.0151679	
		11	-43.3		136.7	-24.5446421	-69.53	-0.4405429	
		12	0		180	1.33869021	-73.8	-36.450802	
		13	43.3		223.3	0.25206537	69.53	0.4405429	
		14	66.33		246.33	3.41295868	54.2	1.0151679	
		15	79.8		259.8	-1.40487571	47.26	0.136957	
		16	89.8		269.8	-0.39590151	36	7.7504709	
		17	98.26		278.26	-4.28923755	24.46	-0.7967257	
		18	106.26		286.26	0.39370572	11.73	-1.1075185	

cos(ψ)	tg(h1)	d [m]	c [m]	e1 [m]	e2 [m]	L [m]	H [m]	Sens	Somb
-0.61675169	12.566598	0.3	0.4	-2.325 1413	5.0266394	1.2	1.4	-12.784 416	14.464416
0.945729229	-0.1448163			-0.041 0871	-0.0579265			1.809 4138	-0.1294138

0.840460155	-1.2078715			-0.3045504	-0.4831486			2.8332919	-1.1532919
0.040708317	-10.821938			-0.1321629	-4.3287753			7.6316617	-5.9516617
-0.59846007	60.907659			-10.93524	24.363063			-278.6623	280.3423
-0.96966944	-0.4543228			0.1321629	-0.1817291			1.6890291	-0.0090291
0.281179818	3.6103868			0.3045504	1.4441547			-0.0395383	1.7195383
-0.57990011	-0.2361734			0.0410871	-0.0944694			1.7319598	-0.0519598
0.929784919	8.3357675			2.3251413	3.334307			2.1763686	-0.4963686
-0.22705259	3.5089919			-0.2390177	1.4035968			-0.0051758	1.6851758
-0.93048252	1.1902626			-0.3322556	0.476105			1.4156432	0.2643568

Type de paroi	Orient	Heure [h]	Φ [°]	φ [°]	ψ [°]	tg(ψ)	β [°]	tg(β)
fenetrre	sud	8	-89.8	0	-89.8	3.69053802	-36	-7.7504709
		9	-79.8		-79.8	-3.11523403	-47.26	-0.136957
		10	-66.33		-66.33	-0.37247402	-54.2	-1.0151679
		11	-43.3		-43.3	0.81246779	-69.53	-0.4405429
		12	0		0	0	-73.8	-36.450802
		13	43.3		43.3	-0.81246779	69.53	0.4405429
		14	66.33		66.33	0.37247402	54.2	1.0151679
		15	79.8		79.8	3.11523403	47.26	0.136957
		16	89.8		89.8	-3.69053802	36	7.7504709
		17	98.26		98.26	1.18683569	24.46	-0.7967257
		18	106.26		106.26	-0.6188301	11.73	-1.1075185

cos(ψ)	tg(h1)	d [m]	c [m]	e1 [m]	e2 [m]	L [m]	H [m]	Sens	Somb
-0.26153226	29.634857	0.3	0.4	-2.3251413	11.853943	1.2	1.4	-36.851625	38.531625
-0.30564204	0.4480961			-0.0410871	0.1792384			1.5150714	0.1649286
-0.93710511	1.0833021			-0.3045504	0.4333208			1.4544175	0.2255825
0.776126236	-0.5676176			-0.1321629	-0.227047			2.1674916	-0.4874916
1	-36.450802			-10.93524	-14.580321			193.92503	-192.24503
0.776126236	0.5676176			0.1321629	0.227047			1.2525227	0.4274773
-0.93710511	-1.0833021			0.3045504	-0.4333208			1.6416465	0.0383535
-0.30564204	-0.4480961			0.0410871	-0.1792384			1.8301998	-0.1501998
-0.26153226	-29.634857			2.3251413	-11.853943			-14.912558	16.592558
-0.64434662	1.2364862			-0.2390177	0.4945945			1.3028946	0.3771054
0.850347918	-1.3024299			-0.3322556	-0.5209719			2.9434199	-1.2634199

Type de paroi	Orient	Heure [h]	Φ [°]	φ [°]	ψ [°]	tg(ψ)	β [°]	tg(β)
fenetrre	Est	8	-89.8	-90	0.2	0.20271004	-36	-7.7504709
		9	-79.8		10.2	0.97985208	-47.26	-0.136957
		10	-66.33		23.67	-9.21849146	-54.2	-1.0151679
		11	-43.3		46.7	-0.45124622	-69.53	-0.4405429
		12	0		90	-1.99520041	-73.8	-36.450802
		13	43.3		133.3	4.5209423	69.53	0.4405429
		14	66.33		156.33	-0.93091059	54.2	1.0151679
		15	79.8		169.8	0.15522571	47.26	0.136957
		16	89.8		179.8	0.89351157	36	7.7504709
		17	98.26		188.26	-0.24001505	24.46	-0.7967257
		18	106.26		196.26	11.1382241	11.73	-1.1075185

cos(ψ)	tg(h1)	d [m]	c [m]	e1 [m]	e2 [m]	L [m]	H [m]	Sens	Somb
0.980066578	-7.9081065	0.3	0.4	-2.3251413	-3.1632426	1.2	1.4	16.086075	-14.406075
-0.71426565	0.1917452			-0.0410871	0.0766981			1.642333	0.037667
0.107844947	-9.4132171			-0.3045504	-3.7652868			7.7714342	-6.0914342
-0.91149593	0.4833186			-0.1321629	0.1933274			1.6074844	0.0725156
-0.44807362	81.350029			-10.93524	32.540012			-377.89153	379.57153
0.21597255	2.0398097			0.1321629	0.8159239			0.6236982	1.0563018
0.731939199	1.3869566			0.3045504	0.5547826			0.7568496	0.9231504
0.988165922	0.1385972			0.0410871	0.0554389			1.5582292	0.1217708
-0.74569517	-10.393618			2.3251413	-4.1574473			-6.2529133	7.9329133
0.97238398	-0.819353			-0.2390177	-0.3277412			2.4862502	-0.8062502
0.089421247	-12.385407			-0.3322556	-4.9541627			9.7362011	-8.0562011

Type de paroi	Orient	Heure [h]	Φ [°]	φ [°]	ψ [°]	tg(ψ)	β [°]	tg(β)
fenetrre	ouest	8	-89.8	90	-179.8	-0.89351157	-36	-7.7504709
		9	-79.8		-169.8	-0.15522571	-47.26	-0.136957
		10	-66.33		-156.33	0.93091059	-54.2	-1.0151679
		11	-43.3		-133.3	-4.5209423	-69.53	-0.4405429
		12	0		-90	1.99520041	-73.8	-36.450802
		13	43.3		-46.7	0.45124622	69.53	0.4405429
		14	66.33		-23.67	9.21849146	54.2	1.0151679
		15	79.8		-10.2	-0.97985208	47.26	0.136957
		16	89.8		-0.2	-0.20271004	36	7.7504709
		17	98.26		8.26	-2.32609218	24.46	-0.7967257
		18	106.26		16.26	0.61591106	11.73	-1.1075185

cos(ψ)	tg(h1)	d [m]	c [m]	e1 [m]	e2 [m]	L [m]	H [m]	Sens	Somb
-0.74569517	10.393618	0.3	0.4	-2.3251413	4.1574473	1.2	1.4	-9.7203912	11.400391
0.988165922	-0.1385972			-0.0410871	-0.0554389			1.8063264	-0.1263264
0.731939199	-1.3869566			-0.3045504	-0.5547826			2.9410689	-1.2610689
0.21597255	-2.0398097			-0.1321629	-0.8159239			2.9519715	-1.2719715
-0.44807362	81.350029			-10.93524	32.540012			-377.89153	379.57153
-0.91149593	-0.4833186			0.1321629	-0.1933274			1.7014142	-0.0214142
0.107844947	9.4132171			0.3045504	3.7652868			-2.1179952	3.7979952
-0.71426565	-0.1917452			0.0410871	-0.0766981			1.7113644	-0.0313644
0.980066578	7.9081065			2.3251413	3.1632426			1.983897	-0.303897
-0.39495454	2.0172593			-0.2390177	0.8069037			0.8534761	0.8265239
-0.85145818	1.3007315			-0.3322556	0.5202926			1.3479365	0.3320635

Orient	Heure [h]	Npri(t)	FS	Svens	It	somb	Id	AVE [W]
nord	8	60	0.58	-12.7844	58.3	14.46442	58.3	3408.4512
	9	67		1.809414		-0.12941		3806.10384
	10	72		2.833292		-1.15329		4090.14144
	11	74		7.631662		-5.95166		4203.75648
	12	77		-278.662		280.3423		4374.17904
	13	78		1.689029		-0.00903		4430.98656
	14	79		-0.03954		1.719538		4487.79408
	15	80		1.73196		-0.05196		4544.6016
	16	81		2.176369		-0.49637		4601.40912
	17	82		-0.00518		1.685176		4658.21664
	18	83		1.415643		0.264357		4715.02416

Orient	Heure [h]	Npri(t)	FS	Svens	It	somb	Id	AVE [W]
Sud	8	28	0.58	-12.7844	363.98	14.46442	58.3	-61874.3406
	9	34		1.809414		-0.12941		12838.61938
	10	42		2.833292		-1.15329		23483.64128
	11	50		7.631662		-5.95166		70492.9205
	12	58		-278.662		280.3423		-2862210.52
	13	60		1.689029		-0.00903		21375.77492
	14	60		-0.03954		1.719538		2987.855764
	15	57		1.73196		-0.05196		20740.83507
	16	53		2.176369		-0.49637		23461.27104
	17	45		-0.00518		1.685176		2515.044549
	18	37		1.415643		0.264357		11388.34589

Orient	Heure [h]	Npri(t)	FS	Svens	It	somb	Id	AVE [W]
Est	8	48	0.58	-12.7844	552.12	14.46442	58.3	-173032.738
	9	54		1.809414		-0.12941		31052.80024
	10	52		2.833292		-1.15329		45151.93974
	11	48		7.631662		-5.95166		107646.4559
	12	41		-278.662		280.3423		-3270013.28
	13	35		1.689029		-0.00903		18920.0128
	14	28		-0.03954		1.719538		1273.527539
	15	25		1.73196		-0.05196		13821.69587
	16	23		2.176369		-0.49637		15643.52931
	17	20		-0.00518		1.685176		1106.501778
	18	18		1.415643		0.264357		8320.856712

Orient	Heure [h]	Npri(t)	FS	Svens	It	somb	Id	AVE [W]
ouest	8	28	0.58	-12.7844	552.12	14.46442	58.3	-100935.76
	9	26		1.809414		-0.12941		14951.3483
	10	25		2.833292		-1.15329		21707.6633
	11	23		7.631662		-5.95166		51580.5934
	12	25		-278.662		280.3423		-1993910.5
	13	26		1.689029		-0.00903		14054.8666
	14	27		-0.03954		1.719538		1228.04441
	15	36		1.73196		-0.05196		19903.2421
	16	42		2.176369		-0.49637		28566.4448
	17	44		-0.00518		1.685176		2434.30391

	18	38		1.415643		0.264357		17566.2531

Heure [h]	APO N[W]	APO S[W]	APO E[W]	APO O[W]	APO Plancher[W]	AVT [W]	AP TotalesParois
8	-130.744	-95.1478	58.23905	-75.0846	2561.76	3408.451	6028.45025
9	-102.321	-118.501	378.5498	-54.752	2561.76	62763.54	65703.8532
10	-102.321	-59.606	516.0802	-47.3092	2561.76	95017.17	98095.0092
11	-34.1071	135.7834	553.876	21.87586	2561.76	234914.1	238187.368
12	20.46427	260.8998	566.3792	84.21368	2561.76	5802.363	9296.07997
13	123.3541	436.5999	396.1498	203.6071	2561.76	401905.6	405627.07
14	208.0534	540.7153	331.0218	303.8393	2561.76	800402.7	804348.137
15	272.2885	575.8263	347.0403	507.8701	2561.76	1538042	1542306.74
16	354.714	615.5365	373.8065	677.9915	2561.76	2981067	2985650.54
17	354.714	551.4635	386.7506	804.1959	2561.76	5727219	5731878.28
18	375.1783	502.0299	410.7744	908.4728	2561.76	11448636	11453394.6

2-cas constriction avec fibre

Heure [h]	APO N[W]	APO E[W]	APO S[W]	APO O[W]	APO Plancher[W]	AVT [W]	AP TotalesParois
8	-4.9415	2.201161	-3.59614	-2.83784	2561.76	3408.451	5972.41236
9	-3.86726	14.30739	-4.47879	-2.06937	2561.76	62763.54	65339.6108
10	-3.86726	19.50539	-2.25283	-1.78806	2561.76	95017.17	97598.4344
11	-1.28909	20.9339	5.131972	0.826804	2561.76	234914.1	237502.725
12	0.773453	21.40646	9.860782	3.182879	2561.76	5802.363	8399.34651
13	4.662202	14.97259	16.50141	7.695388	2561.76	401905.6	404511.191
14	7.863437	12.51106	20.43648	11.48369	2561.76	800402.7	803016.802
15	10.29122	13.11649	21.76351	19.19509	2561.76	1538042	1540668.08
16	13.40652	14.12812	23.26437	25.62488	2561.76	2981067	2983704.92
17	13.40652	14.61734	20.84271	30.39481	2561.76	5727219	5729860.42
18	14.17997	15.52533	18.97436	34.33598	2561.76	11448636	11451281.2

V.4 les apports par infiltration

Les résultats sont résumés dans le tableaux ci-dessous ;

Apport parois (w)	Apport Vitres (w)	Apport Plancher (w)	Apport par Infiltration (w)	Apport Dus deux occupants (w)	Apport dus à l'éclairage (w)	Apport Totales (w)
2196.4554	11448636	2561.76	1777.99	8000	39.69	22914410

2 cas de construction de fibre

Apport parois (w)	Apport Vitres (w)	Apport Plancher (w)	Apport par Infiltration (w)	Apport Dus deux occupants (w)	Apport dus à l'éclairage (w)	Apport Totales (w)
83.02	11448636	2561.76	1777.99	8000	39.69	11461098.46

Conclusion Générale

Conclusion Générale

Le but de cette étude est d'évaluer les propriétés d'isolation thermique de nouvou matériaux fibre de palmier développée. L'isolation thermique joue un rôle majeur dans le maintien d'un confort thermique optimal à l'intérieur des habitations en réduisant les échanges thermiques entre l'air intérieur et les murs. Un isolant thermique efficace doit empêcher les pertes de chaleur d'un côté du mur à l'autre, en évitant la formation de ponts thermiques ou de zones de transfert de chaleur indésirables.

Dans le cadre de cette étude, une série d'expériences ont été menées pour évaluer les performances d'isolation thermique de la fibre de palme et du ciment. Les propriétés thermiques et hygrométriques de l'isolant ont été mesurées afin de déterminer ses propriétés thermiques.

Les résultats obtenus ont montré que l'isolant thermique à base de fibres de palmier présente des propriétés prometteuses. présente un comportement thermique satisfaisant, Ce qui réduit les pertes de chaleur. De plus, c'est un matériau naturel, écologique et biodégradable, qui présente de grands avantages environnementaux.

Ces résultats indiquent que l'isolation thermique à base de fibres de palmier peut représenter une alternative intéressante dans le domaine de l'isolation, car elle offre des performances thermiques efficaces et réduit la consommation d'énergie. Des recherches supplémentaires peuvent être menées pour améliorer les propriétés de cet isolant et explorer son application pratique dans les domaines de la construction résidentielle et commerciale.

En bref, cette étude a contribué à une meilleure compréhension et évaluation d'un nouvel isolant thermique à base de fibres de palmier, ouvrant ainsi de nouveaux horizons dans le domaine dl'isolation durable et environnementale, dans le but d'améliorer le confort thermique tout en réduisant l'impact environnemental.

Les références bibliographiques

1. [FAO,"2009, Année internationale des fibres naturelles." Rome, 2009.
2. B. Agoudjil, A. Benchabane, A. Boudenne, L. Ibos, and M. Fois, "Renewable materials to reduce building heat loss: Characterization of date palm wood," Energy and Buildings, 2010.
3. Baley, "Fibres naturelles de renfort pour matériaux composites," Ed. Techniques de l'ingénieur, 2004.
4. Bledzki and J. Gassan, "Composites reinforced with cellulose based fibres," Progress in polymer science, vol. 24, pp. 221-274, 1999.
5. CT Mètre « Guide d'utilisation » 2010.
6. https://www.noor-book.com من موقع ، 10-1 ص،2012مارس24، لعزل الحراري
7. J. Besset, "Bois et matériaux dérivés," Ed. Techniques de l'ingénieur, 1987.
8. M. Bentchikou, S. Hanini, K. Silhadi, and A. Guidoum, "Elaboration et étude d'un mortier composite à matrice minérale et fibres cellulosiques: application à l'isolation thermique en bâtiment," Canadian Journal of Civil Engineering, vol. 34, pp. 37-45, 2007.
9. M. J. John and S. Thomas, "Biofibres and biocomposites," Carbohydrate polymers, vol. 71, pp. 343-364, 2008.
10. M. Ragoubi, "Contribution à l'amélioration de la compatibilité interfaciale fibres naturelles/matrice thermoplastique via un traitement sous décharge couronne," Université Henri Poincaré, Nancy 1, 2010, pp. 200.
11. Michaud, "Rhéologie de panneaux composites bois/thermoplastiques sous chargement thermomécanique: aptitude au postformage." Québec, Canada: Université de Laval, 2003.
12. Normedelaméthode:DREUX-GORISSE
13. P. Munier, Le palmier-dattier, Techniques agricoles et productions tropicales ed, 1973.
14. Peyron, Cultiver le palmier-dattier, Quaeed, 2000.
15. R. S. Al-Juruf, F. Ahmed, I. Alam, and H.H. Abdel-Rahman, "Determination of the Thermal Conductivity of Date Palm Leaves,"
16. S. Galal, I. Hoffmann, and B. Scherf, "Animal genetic resources information," FAO, Rome 2009.

17. S. Thiebaud, "Valorisation chimique de composés lignocellulosiques: obtention de nouveaux matériaux." Toulouse: Institut National Polytechnique, 1995, pp. 198.
18. W. H. Barreveld, Date Palm Products, Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, FAO Agricultural Services Bulletin No. 101 ed, 1993.
19. Younes Chiba, Notes de cours, université de Médéa, 2021

Les annexes :

Annexe Tableau A-1 : Zonage climatique [1]

Wilaya	Communes	Zone
26 MEDEA	**Groupe de Communes 1 :** Aissaouia - Baata - Benchicao - Beni Slimane - Bir Ben Laabed - Bouchrahil - Bouskene - Deux Bassins - Djouab - Draa Essamar - El Azizia - El Guelb El Kebir - El Hamdania - El Omaria - Khams Djouamaa - Medea - Meghraoua - Mezrana - Mihoub - Ouamri - Oued Harbil - Ouled Brahim - Ouzera - Sidi Errabia - Sidi Naamane - Sidi Zahar - Sedraia - Souaghi - Tablat - Tamesguida - Tizi Mehdi **Groupe de Communes 2 :** Hannacha. **Groupe de Communes 3 :** Toutes les communes autres que celles figurant aux groupes de communes 1 et 2.	B B' C

Annexe Tableau A-2 : Zonage climatique **[1]**

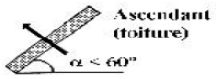
ZONE	Altitude (m)	t_{be} (en °C)	ZONE	Altitude (m)	t_{be} (en °C)
A	< 300 300 à 500 500 à 1000 ≥ 1000	6 3 1 -1	C	500 à 1000 ≥ 1000	- 2 - 4
B	< 500 500 à 1000 ≥ 1000	2 1 -1	D	< 1000 ≥ 1000	5 4
B'	<500 ≥ 500	0 voir Zone B	D'	< 1000	5

Annexe Tableau A-3 : Fixe les valeurs de la température extérieur de base **[1].**

ZONE	Altitude (m)	t_{be} (en °C)	ZONE	Altitude (m)	t_{be} (en °C)
A	< 300 300 à 500 500 à 1000 ≥ 1000	6 3 1 -1	C	500 à 1000 ≥ 1000	- 2 - 4
B	< 500 500 à 1000 ≥ 1000	2 1 -1	D	< 1000 ≥ 1000	5 4
B'	<500 ≥ 500	0 voir Zone B	D'	< 1000	5

Annexe Tableau B-1 :Les résistances thermiques d'échange superficiels intérieur

$r_i=1/h_i$ et extérieur $r_e = 1/h_e$

$\frac{1}{h}$ en m².°C/W	Paroi en contact avec : - l'extérieur, - un passage ouvert, - un local ouvert.			Paroi en contact avec : - un autre local, chauffé ou non chauffé, - un comble, - un vide sanitaire.		
	$1/h_i$	$1/h_e$	$1/h_i + 1/h_e$	$1/h_i$	$1/h_e$	$1/h_i + 1/h_e$
 Latéral (Mur) $\alpha > 60°$	0,11	0,06	0,17	0,11	0,11	0,22
 Ascendant (toiture) $\alpha < 60°$	0,09	0,05	0,14	0,09	0,09	0,18
 Descendant (plancher) $\alpha < 60°$	0,17	0,05	0,22	0,17	0,17	0,34

Annexe Tableau B-2 : $\lambda_i$conductivité thermique de la I^{ème} couche exprimer en (w/m.ºC) [1

Matériau	Masse volumique sèche ρ (kg/m³) (W/m.°C)	Conductivité thermique λ (J/kg.°C)	Capacité thermique c
Pierres naturelles (murs, revêtement de sol, revêtement muraux, ...) Roches éruptives			
- Granites, porphyres	2300 à 2900	3,0	936
- Basaltes	2700 à 3000	1,6	936
- Andésites, tufs volcaniques	2000 à 2700	1,1	936
Roches sédimentaires			
- Grès quartzeux	2000 à 2800	2,6	792
- Grès calcarifères	2000 à 2700	1,9	792
- Pierres calcaires			
o Pierres dures	2350 à 2580	2,4	936
o Pierres fermes	1840 à 2340	1,4	936
o Pierres tendres	1480 à 1830	1,0	936
o Pierres très tendres	≤ 1470	0,85	936
Roches métamorphiques			
- Marbre	≥ 2590	2,9	936
- Gneiss	2300 à 2900	3,0	936
- Schistes, ardoises	2000 à 2800	2,2	936
- Sable sec	1300	0,6	823
- Sable + gravillons	1800	1,2	792
Bétons de granulats courants			
Béton plein	2200 à 2500	1,75	1080
Béton caverneux	1700 à 2100	1,4	1080

Annexe Tableau C-1 : Coefficient K des portes

	Portes donnant sur l'extérieur	Portes donnant sur un local non chauffé
Portes en bois		
- Portes opaques	3,5	2
- Portes avec une proportion de vitrage < 30%	4,0	2,4
- Portes avec une proportion de vitrage comprise entre 30% et 60%	4,5	2,7
Portes en métal		
- Portes opaques	5,8	4,5
- Portes équipées de vitrage simple	5,8	4,5

Annexe Tableau C-2 : Le coefficient d'exposition au vent $e_v$est tiré du tableau suivent.

Hauteur H [1] (m)	Classes de rugosité [2]				
	V	IV	III	II	I
H ≤ 4	0,40	1,47	2,71	4,06	6,36
4 < H 7	1,10	2,30	3,51	4,82	7,08
7 < H 11	1,76	3,00	4,19	5,46	7,67
11 < H 18	2,57	3,87	4,97	6,17	8,32
18 < H 30	3,50	4,80	5,80	6,93	9,02
30 < H 50	4,47	5,78	6,66	7,71	9,72

Tableau 7.4

[1] La hauteur H correspond à la moyenne de la distance entre le sol et la mi-hauteur des ouvrants de la paroi considérée.

[2] Les classes de rugosité du site d'implantation du bâtiment sont définies ci-dessous :

- Rugosité de classe I : bord de mer ;
- Rugosité de classe II : rase campagne, aéroport ;
- Rugosité de classe III : zones rurales avec arbres, haies, zones faiblement urbanisées ;
- Rugosité de classe IV : zones urbaines ; zones industrielles ; forêts ;
- Rugosité de classe V : centre des grandes villes.

Annexe Tableau C-3 : Le débit supplémentaire $Q_s$du à l'effet du vent pour un logement est donné par le tableau suivent :

Type de parois	Valeurs de P_0 ($m^3/h.m^2$ sous $\Delta P = 1$ Pa)
Fenêtre ou porte fenêtre	4,0
Porte avec seuil et joint d'étanchéité	1,2
Porte	6,0
Double fenêtre	2,4

Annexe Tableau C-4 :Les coefficientsa,b,c,d et e (en w/m^2 °c),ils dépendent de la nature du logement et de la zone climatique.

Zone	Logement individuel					Logement en immeuble collectif				
	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e
A	1,10	2,40	1,40	3,50	4,50	1,10	2,40	1,20	3,50	4,50
B	1,10	2,40	1,20	3,50	4,50	0,90	2,40	1,20	3,50	4,50
B'	1,10	2,40	1,20	3,50	4,50	0,90	2,40	1,20	3,50	4,50
C	1,10	2,40	1,20	3,50	4,50	0,85	2,40	1,20	3,50	4,50
D	2,40	3,40	1,40	3,50	4,50	2,40	3,40	1,40	3,50	4,50
D'	2,40	3,40	1,40	3,50	4,50	2,40	3,40	1,40	3,50	4,50

LATITUDE 37° NORD							
TSV	23 juillet		20 août		20 septembre		TSV
	β (en °)	ϕ (en °)	β (en °)	ϕ (en °)	β (en °)	ϕ (en °)	
6	12	106	7	100	-	-	18
7	24	98	19	91	12	81	17
8	36	89	31	81	24	71	16
9	47	79	43	70	35	59	15
10	59	65	53	55	44	44	14
11	69	42	62	32	51	24	13
12	73	0	65	0	53	0	12

LATITUDE 20° NORD							
TSV	23 juillet		20 août		20 septembre		TSV
	β (en °)	ϕ (en °)	β (en °)	ϕ (en °)	β (en °)	ϕ (en °)	
6	7	109	4	101	-	-	18
7	20	105	18	97	14	85	17
8	34	101	32	92	28	79	16
9	48	98	46	87	42	71	15
10	62	95	60	79	55	60	14
11	76	93	74	64	65	38	13
12	90	180	82	0	70	0	12

Heure	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
C_{TS} (%)	67	80	87	94	100	100	93	85	77	63	48	35
Heure	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
C_{TS} (%)	21	6,7	0	0	0	4,7	12	20	28,5	32	43	53

Zones		C_{ros}	Zones		C_{ros}
A	alt < 500 m	0,99	**C**	alt < 500 m	1,05
	500 ≤ alt < 1000 m	1,02		alt ≥1000 m	1,07
	alt ≥1000 m	1,02	**D**	alt < 1000 m	1,10
B	alt < 500 m	1,03		alt ≥1000 m	1,10
	500 ≤alt < 1000 m	1,05	**E**	Touts	1,15
	alt ≥1000 m	1,07	**E1**	alt < 500 m	1,05
B1 **B2**	Toutes	1,10		alt ≥500 m	1,07
			F	Toutes	1,19

Rayonnement total de base *It, b* et diffus de base *Id, b* (en W/m²)										
Latitude Nord	Mois	ORIENTATION								
		N	**NE**	**E**	**SE**	**S**	**SO**	**O**	**NO**	**Horiz.**
20°	Juillet	59	435	514	267	44	267	514	435	791
	Août	34	372	520	356	81	356	520	372	788
	Septembre	31	273	514	441	205	441	514	273	733
30°	Juillet	50	413	516	315	94	315	516	413	776
	Août	34	340	520	406	198	406	520	340	741
	Septembre	28	284	498	479	330	479	498	284	668
40°	Juillet	47	400	516	394	217	394	516	400	734
	Août	34	321	511	459	321	459	511	321	675
	Septembre	28	183	470	511	441	511	470	183	577

Orientation	Azimut φ(degrés)	Orientation	Azimut φ (degrés)
N	- 180	N	180
NNE	-157,5	NNO	157,5
NE	-135	NO	135
ENE	- 112,5	ONO	112,5
E	- 90	O	90
ESE	- 65,5	OSO	65,5
SE	- 45	SO	45
SSE	- 22,5	SSO	22,5
S	0	S	0