



UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA

**Faculté des Sciences Appliquées
Département de Génie Mécanique**



Mémoire

Présenté pour l'obtention du diplôme de

MASTER

—ooOoo—

Spécialité : Génie Mécanique

Option : Energétique

—ooOoo—

Présenté par :

Smail BENHADJIRA

Abdeldjalil SADDOUKI

Thème

Effet de l'orientation et de la taille et des matériaux de construction des fenêtres sur la consommation énergétique

Soutenu publiquement le : 22/06/2019

Devant le jury composé de :

Mr. Boubekour DOKKAR	MCA	Université Kasdi Merbah Ouargla	Président
Mme. Rebha GHEDAMSI	MCB	Université Kasdi Merbah Ouargla	Examinatrice
Mlle. Nadia SAIFI	MCA	Université Kasdi Merbah Ouargla	Encadreur

Année Universitaire : 2018/2019

Remerciement

Tout d'abord, nous voudrions remercier Dieu, qui nous a donné la force et la patience nécessaires pour accomplir ce travail humble. Deuxièmement, nous remercions notre superviseure, Mme Saïfi Nadia pour ses précieux conseils et son aide tout au long de la période de travail, ainsi que les membres du jury pour l'intérêt qu'ils portent à notre travail, pour l'examiner et l'enrichir à travers leurs suggestions. Mes sincères remerciements vont également à Mr : Messaoudi Alazhar pour sa participation et son soutien tangible. À nos familles et amis qui nous ont toujours soutenus en priant et en les encourageant.

Enfin, je voudrais remercier tous ceux qui ont contribué directement ou indirectement à ce travail.



Dédicace

Je dédie ce travail, que nous avons achevé, grâce à Dieu, à mes chers parents, avec ma sincère gratitude pour leurs sacrifices. Dieu leur apporte la santé, le bien-être et une longue vie.

À tous nos fidèles amis de mes frères et sœurs et à tous les membres de la famille qui m'ont soutenue et encouragée tout au long de ma vie.

*A tous mes professeurs respectés
Et à tous ceux qui me sont chers et que je n'ai pas mentionnés, et à tous ceux qui bénéficient un jour de ce travail.*

Remerciement.....	I
Dédicace.....	VIII
Sommaire.....	VIII
List des figures	VIII
Liste des tableaux	XII
Nomenclature.....	XIV
Introduction générale.....	1

Chapitre I : Impact de la conception des fenêtres sur la consommation énergétique des bâtiments

I.1	Introduction	3
I.2	Le confort thermique	4
I.3	La solution bioclimatique	4
I.3.1	Isolation thermique	4
I.3.1.1	L'isolation intérieure	5
I.3.1.2	L'isolation extérieure	5
I.3.1.3	L'isolation répartie	6
I.3.2	L'inertie thermique	6
I.3.3	Compacité du bâtiment	7
I.3.4	Surfaces vitrées	8
I.3.5	La végétation	9
I.4	Définition de la fenêtre et ses fonctions	9
I.4.1	Définition de la fenêtre	9
I.4.2	Composants de fenêtre	10
I.4.2.1	Cadre et châssis	10
I.4.2.1.1	Les types de châssis	11
I.4.2.1.1.1	Le châssis en bois	11
I.4.2.1.1.2	Le châssis en aluminium	11
I.4.2.1.1.3	Le châssis en PVC	12
I.4.2.2	Le vitrage de fenêtre	13
I.4.2.2.1	Le type de vitrage	13
I.4.2.2.1.1	simple vitrage	13
I.4.2.2.1.2	Double vitrage.....	14

Sommaire

I.4.2.2.1.3	Triple vitrage	14
I.4.2.2.1.4	Vitrage à haut rendement (verre HR)	14
I.4.2.2.1.5	Enduits à faible émissivité	15
I.4.2.2.1.6	Vitrages à gain solaire élevé	15
I.4.2.2.1.7	Vitrages à gain solaire faible	16
I.4.3	Caractéristiques principales du vitrage	16
I.4.3.1	Le coefficient de transmission thermique U_g	16
I.4.3.2	La transmission lumineuse TL	17
I.4.3.3	le facteur solaire g	17
I.4.4	Propriétés optiques du verre	18
I.4.4.1	L'absorptivité (α)	18
I.4.4.2	La réflectivité (ρ)	18
I.4.4.3	La transmissivité (τ)	18
I.4.4.4	L'émissivité (ϵ)	19
I.4.5	Propriétés thermique	19
I.4.5.1	La chaleur spécifique (C_p exprimée en J/kg.K)	19
I.4.5.2	Le coefficient de dilatation α	19
I.4.5.3	La conductibilité thermique κ (W/m.K)	19
I.5	Type de fenêtre	19
I.6	Principe de conception des fenêtres éco-énergétique	20
I.7	Effet de la taille de fenêtre	21
I.8	Orientation de la fenêtre	22
I.8.1	Les ouvertures orientées nord	22
I.8.2	Les ouvertures orientées Ouest et Est	22
I.8.3	Les ouvertures orientées au Sud	22
I.9	Conclusion	23

Chapitre II: simulation thermique

II.1	Introduction	24
II.2	Objective de l'étude	24
II.3	Hypothèse	24
II.4	Méthodologie	24
II.5	Zonage climatique	25
II.5.1	Méthode de Degré-jours	25

Sommaire

II.7	Description des données climatiques	27
II.6.1	Ouargla	27
II.6.2	Tamanrasset	28
II.6.3	Djelfa	29
II.6.4	Alger	30
II.6.5	Adrar	31
II.6.6	Illizi	32
II.6.7	In Salah	33
II.7	Description des modèles	34
II.7.1	Paramètre du bâtiment	34
II.7.1.1	Plan de bâtiment	34
II.7.1.2	Dimensions et zonage du projet	34
II.8	Paramètre d'étude	36
II.9	Outils de simulation	37
II.9.1	Logiciel de simulation	37
II.9.2	Présentation du logiciel TRNSYS	37
II.10	Outil d'affichage GIS	38
II.11	Etat des lieux des besoins thermiques du cas de base	38
II.12	Conclusion	39

Chapitre III: résultats et discussions

III.1	Introduction	40
III.2.1	Simple vitrage	40
III.2.2	Double vitrage	41
III.2.3	Triple vitrage	41
III.2.4	Double vitrage peu émissivité	42
III.2.5	Discussion	42
III.3	Façade sud de la ville d'Ouargla	43
III.3.1	Simple vitrage	43
III.3.2	Double vitrage	44
III.3.3	Triple vitrage	44
III.3.4	Double vitrage peu émissivité	45
III.3.5	Discussion	45
III.4	Façade est de la ville d'Ouargla	46

Sommaire

III.4.1	Simple vitrage	46
III.4.2	Double vitrage	47
III.4.3	Triple vitrage	48
III.4.4	Double vitrage peu émissivité	48
III.4.5	Discussion	48
III.5	Façade ouest de la ville d'Ouargla	49
III.5.1	Simple vitrage	49
III.5.2	Double vitrage	50
III.5.3	Triple vitrage	51
III.5.4	Double vitrage peu émissivité	51
III.5.5	Discussion	51
III.6	Simple vitrage de la ville d'Ouargla	53
III.6.1	Discussion.....	53
III.7	Double vitrage de la ville d'Ouargla	54
III.7.1	Discussion	54
III.8	Triple vitrage de la ville d'Ouargla	55
III.8.1	Discussion.....	55
III.9	Double vitrage peu émissivité de la ville d'Ouargla	57
III.9.1	Discussion.....	57
III.10	Analyse des résultats :.....	58
III.10.1	Type de vitrage :	58
III.10.2	Les surfaces vitrées :	58
III.11	Interprétations des résultats par GIS :.....	60
III.11.1	Façade Nord :.....	60
III.11.1.1	Simple vitrage :	60
III.11.1.2	Double vitrage :	60
III.11.1.3	Triple vitrage :	61
III.11.1.4	Double vitrage peu émissivité :	61
III.11.1.5	Discussion	61
III.11.2	Façade Sud :.....	63
III.11.2.1	Simple vitrage :	63
III.11.2.2	Double vitrage :	63
III.11.2.3	Triple vitrage :	64

Sommaire

III.11.2.4	Double vitrage peu émissivité :.....	64
III.11.2.5	Discussion	64
III.11.3	Façade Est :.....	66
III.11.3.1	Simple vitrage :	66
III.11.3.2	Double vitrage :.....	66
III.11.3.3	Triple vitrage :.....	67
III.11.3.4	Double vitrage peu émissivité :.....	67
III.11.3.5	Discussion	67
III.11.4	Façade Ouest :.....	69
III.13	Simple vitrage :.....	69
III.11.4.2	Double vitrage :.....	69
III.11.4.3	Triple vitrage :.....	70
III.11.4.4	Double vitrage peu émissivité :.....	70
III.11.4.5	Discussion	70
III.12	Discussion :.....	72
III.13	Conclusion :	73
	Conclusion générale:	74
	Liste des références :	76
	Résumé	78

List des figures :

Chapitre I : Impact de la conception des fenêtres sur la consommation énergétique des bâtiments

Figure I.1:isolation intérieur et extérieur des murs.....	6
Figure I.2:Isolation répartie des murs.....	6
Figure I.3:L'inertie thermique des murs.....	7
Figure I.4:les surfaces vitrées.....	8
Figure I.5:La végétation.....	9
Figure I.6:fenêtre en bois et en PVC.....	10
Figure I.7:châssis en bois.....	11
Figure I.8:châssis en aluminium.....	12
Figure I.9:châssis en PVC.....	12
Figure I.10:simple vitrage.....	13
Figure I.11:double vitrage.....	14
Figure I.12:triple vitrage.....	14
Figure I.13: double vitrages à gain solaire élevé.....	15
Figure I.14: double vitrages à gain solaire faible.....	16
Figure I.15:Le coefficient de transmission thermique U_g	16
Figure I.16:La transmission lumineuse TL.....	17
Figure I.17:le facteur solaire g.....	17
Figure I.18:les flux.....	18
Figure I.19:les types des fenêtres.....	20

Chapitre II: simulation thermique

Figure II.20:Zonage climatique de l'Algérie adapté aux besoins de la réglementation thermique dans le bâtiment.....	26
Figure II.21:données climatiques d'Ouargla.....	27
Figure II.22:données climatiques de Tamanrasset.....	28
Figure II.23:données climatiques de Djelfa.....	29
Figure II.24:données climatiques d'Alger.....	30
Figure II.25:données climatiques d'Adrar.....	31
Figure II.26:données climatiques d'Illizi.....	32
Figure II.27:données climatiques de In Salah.....	33
Figure II.28:plan de bâtiment en 2D.....	34
Figure II.29:plan de bâtiment en 3D(sketch up 2015).....	34
Figure II.30Evolution annuelle de la température intérieure.....	38
Figure II.31:L'évolution mensuelle des besoins énergétiques.....	39

Chapitre III: résultats et discussions

Figure III.32:Besoin énergétique annuel (Simple vitrage, façade nord).....	40
Figure III.33:Besoin énergétique annuel (double vitrage, façade nord).....	41
Figure III.34:Besoin énergétique annuel (triple vitrage, façade nord).....	42
Figure III.35:Besoin énergétique annuel (double vitrage peu émissivité, façade nord)	42
Figure III.36:Besoin énergétique annuel (Simple vitrage, façade sud).....	43
Figure III.37:Besoin énergétique annuel (double vitrage, façade sud).....	44
Figure III.38:Besoin énergétique annuel (triple vitrage, façade sud).....	45
Figure III.39:Besoin énergétique annuel (double vitrage peu émissivité, façade sud).....	45

Figure III.40:Besoin énergétique annuel (Simple vitrage, façade Est).....	47
Figure III.41:Besoin énergétique annuel (double vitrage, façade Est).....	47
Figure III.42: énergétique annuel (triple vitrage, façade Est).....	48
Figure III.43:Besoin énergétique annuel (double vitrage peu émissivité, façade Est)	49
Figure III.44:Besoin énergétique annuel (Simple vitrage, façade ouest).....	50
Figure III.45:Besoin énergétique annuel (double vitrage, façade ouest).....	50
Figure III.46:Besoin énergétique annuel (triple vitrage, façade ouest).....	51
Figure III.47:Besoin énergétique annuel (double vitrage peu émissivité, façade ouest)	52
Figure III.48:Besoin énergétique de chauffage en fonction des surfaces vitrées simple vitrage.....	53
Figure III.49:Besoin énergétique de climatisation en fonction des surfaces vitrées simple vitrage.....	53
Figure III.50:Besoin énergétique de totale en fonction des surfaces vitrées simple vitrage	53
Figure III.51:Besoin énergétique de chauffage en fonction des surfaces vitrées double vitrage	54
Figure III.52:Besoin énergétique de climatisation en fonction des surfaces vitrées double vitrage.....	54
Figure III.53:Besoin énergétique de total en fonction des surfaces vitrées double vitrage	55
Figure III.54:Besoin énergétique de chauffage en fonction des surfaces vitrées triple vitrage	55
Figure III.55:Besoin énergétique de climatisation en fonction des surfaces vitrées triple vitrage.....	56
Figure III.56:Besoin énergétique total en fonction des surfaces vitrées triple vitrage.....	56
Figure III.57:Besoin énergétique chauffage en fonction des surfaces vitrées double vitrage peu émissivité	57

Figure III.58:Besoin énergétique de climatisation en fonction des surfaces vitrées double vitrage peu émissivité.....	57
Figure III.59:Besoin énergétique total en fonction des surfaces vitrées double vitrage peu émissivité.....	57
Figure III.60:Besoin totale annuel (Simple vitrage, façade Nord).....	60
Figure III.61:Besoin totale annuel (double vitrage, façade Nord).....	60
Figure III.62:Besoin totale annuel (triple vitrage, façade Nord).....	61
Figure III.63:Besoin totale annuel (double vitrage peu émissivité, façade Nord).....	61
Figure III.64:Besoin totale annuel (Simple vitrage, façade Sud).....	63
Figure III.65:Besoin totale annuel (double vitrage, façade Sud).....	63
Figure III.66:Besoin totale annuel (triple vitrage, façade Sud).....	64
Figure III.67:Besoin totale annuel (double vitrage peu émissivité, façade Sud).....	64
Figure III.68:Besoin totale annuel (Simple vitrage, façade Est).....	66
Figure III.69:Besoin totale annuel (double vitrage, façade Est).....	66
Figure III.70:Besoin totale annuel (triple vitrage, façade Est).....	67
Figure III.71:Besoin totale annuel (double vitrage peu émissivité, façade Est).....	67
Figure III.72:Besoin totale annuel (Simple vitrage, façade Ouest).....	69
Figure III.73:Besoin totale annuel (double vitrage, façade Ouest.....	69
Figure III.74:Besoin totale annuel (triple vitrage, façade Ouest).....	70
Figure III.75:Besoin totale annuel (double vitrage peu émissivité, façade Ouest).....	70

Liste des tableaux :

Chapitre II: simulation thermique

Tableau II.1 : les caractéristiques de chaque zone.....	35
Tableau II.2 : les caractéristiques structurelles et thermiques de la composante du bâtiment	35
Tableau II.3 : Caractéristiques des vitrage.....	36

Chapitre III: résultats et discussions

Tableau III.4 : Besoin énergétique annuel (Simple vitrage, façade Nord).....	40
Tableau III.5 : Besoin énergétique annuel (double vitrage, façade Nord).....	41
Tableau III.6 : Besoin énergétique annuel (triple vitrage, façade Nord).....	41
Tableau III.7 : Besoin énergétique annuel (double vitrage peu émissivité, façade Nord).....	42
Tableau III.8 : Besoin énergétique annuel (Simple vitrage, façade Sud).....	43
Tableau III.9 : Besoin énergétique annuel (double vitrage, façade Sud).....	44
Tableau III.10 : Besoin énergétique annuel (triple vitrage, façade Sud).....	44
Tableau III.11 : Besoin énergétique annuel (double vitrage peu émissivité, façade Sud).....	45
Tableau III.12 : Besoin énergétique annuel (Simple vitrage, façade Est).....	46
Tableau III.13 : Besoin énergétique annuel (double vitrage, façade Est).....	47
Tableau III.14 : Besoin énergétique annuel (triple vitrage, façade Est).....	48
Tableau III.15 : Besoin énergétique annuel (double vitrage peu émissivité, façade Est)	48
Tableau III.16 : Besoin énergétique annuel (Simple vitrage, façade Ouest).....	49
Tableau III.17 : Besoin énergétique annuel (double vitrage, façade Ouest).....	50
Tableau III.18 : Besoin énergétique annuel (triple vitrage, façade Ouest)	51

Tableau III.19 : Besoin énergétique annuel (double vitrage peu émissivité, façade Ouest)..	51
Tableau III.20 : le plus grande et moins consommation d'énergie (façade nord)	62
Tableau III.21 : le plus grande et moins consommation d'énergie (façade sud).....	65
Tableau III.22 : le plus grande et moins consommation d'énergie (façade est)	68
Tableau III.23 : le plus grande et moins consommation d'énergie (façade ouest)	71

NOMENCLATURE

<i>U_g : Le coefficient de transmission thermique</i>	<i>W/m².K</i>
<i>TL : La transmission lumineuse</i>	<i>%</i>
<i>g : Le facteur solaire.</i>	<i>%</i>
<i>α : Le coefficient d'absorption</i>	<i>%</i>
<i>ρ : Le coefficient de réflexion</i>	<i>%</i>
<i>τ : Le coefficient transmission</i>	<i>%</i>
<i>ε : Le coefficient d'émissivité</i>	<i>%</i>
<i>C_p : La chaleur spécifique</i>	<i>J/kg.k</i>
<i>K : Le coefficient de dilatation</i>	<i>K⁻¹</i>
<i>λ : La conductibilité thermique</i>	<i>W/m².K</i>
<i>T_m : La température moyenne d'un jour</i>	<i>°C</i>
<i>T_b : La température de référence</i>	<i>°C</i>

Introduction générale

Introduction générale

La consommation d'énergie dans le secteur de la construction représente plus de 40% de la consommation nationale totale, principalement pour le chauffage, la climatisation et l'éclairage, d'où la nécessité d'améliorer l'efficacité énergétique dans ce secteur et de relever les défis environnementaux et énergétiques auxquels le monde est confronté. La forte consommation est due à l'utilisation de matériaux modernes dans la construction, à la "densité énergétique élevée", à l'application de prix de l'énergie et à la non-application de la régulation thermique du bâtiment, ce qui fait de l'amélioration des températures intérieures un enjeu économique et environnemental majeur pour ce secteur. [1]

Ainsi, la conception des bâtiments joue un rôle très important dans la consommation d'énergie. Cela conduit à trouver les bonnes solutions pour réduire ces coûts d'énergie.

Ces solutions comprennent l'intégration de l'efficacité énergétique dans le secteur de la construction grâce à l'utilisation de matériaux d'isolation thermique et de fenêtres efficaces. Les pertes par les fenêtres représentent en moyenne 25 à 35 % des pertes totales. La fenêtre est un des plus complexes et coûteux composants du bâtiment bioclimatique dus au grand nombre de rôles contradictoires qu'elle doit jouer: (éclairage et occultation, vue dehors et recherche d'intimité, pénétration du soleil et protection solaire, Etanchéité et ventilation). [2]

En plus des qualités techniques nécessaires pour assurer le confort thermique et visuel. [2]

Le choix du vitrage nous semble nécessaire lors de la conception d'un immeuble d'appartements, combinant éclairage naturel et aspects thermiques et tenant compte des deux côtés. Il y a une sorte de contradiction, par exemple, augmente la consommation de chauffage en hiver alors que beaucoup de lumière naturelle est fournie. Le bilan énergétique optimal doit être atteint pour le refroidissement, le chauffage et l'éclairage. Cela ne peut être réalisé que par une approche intégrée de l'éclairage naturel et thermique.

L'orientation de la fenêtre est un facteur très important directement lié aux normes de confort thermique du bâtiment. Par conséquent, le facteur de direction peut réduire les coûts énergétiques en prenant en compte les quatre directions principales: Nord, Ouest, Sud et Est pour étudier la possibilité de réduire les besoins en climatisation, chauffage et éclairage.

Introduction générale

Notre étude comprend une conception de fenêtre adaptée au projet architectural moderne. Effet de l'orientation et de la taille de la fenêtre, des caractéristiques du type de vitrage sélectionné et de l'utilisation de vitrage faible émissivité pour réduire les pertes de chaleur.

Dans cette mémoire, notre travail présente une étude numérique pour évaluer la performance thermique des fenêtres dans les bâtiments résidentiels. Les calculs de simulation ont été effectués dans un immeuble et ont été traités par TRNSYS 16, sur la base du traitement détaillé du rayonnement solaire.

Selon les résultats de cette simulation, nous avons l'intention de tirer des conclusions qui nous permettront à l'avenir de sélectionner les fenêtres optimales des immeubles résidentiels dans Sept régions d'Algérie en fonction des normes de consommation d'énergie et de confort thermique.

Cette mémoire a été rédigée dans une introduction générale, trois chapitres et une conclusion. Le premier chapitre définit le principe de conception des fenêtres à éco-énergétique, de leurs composants et des propriétés du vitrage, expliquer le rôle de la taille et de l'orientation de la fenêtre sur la consommation d'énergie, Le deuxième chapitre présente le domaine d'étude ainsi que les outils de simulation permettant de connaître le comportement thermique des fenêtres. Au troisième et dernier chapitre, les résultats de la simulation obtenus sont affichés.

Enfin, la conclusion générale illustre les principaux résultats obtenus en ce qui concerne le problème initialement identifié pour cette étude.

Chapitre I

Impact de la conception des fenêtres sur la consommation énergétique des bâtiments

I.1 Introduction

Depuis une décennie, l'étude du confort thermique dans le bâtiment mobilise la communauté scientifique. Aujourd'hui, environ un tiers de la consommation énergétique mondiale est consacré à la préparation et au respect de conditions thermiques "confortables".

Utilisation à l'intérieur de systèmes de chauffage, de climatisation et de ventilation. [3]

À travers ce chapitre, nous parlerons d'abord du confort thermique et de la solution bioclimatique, Deuxièmement, Nous allons montrer de la définition de la fenêtre et de ses fonctions, de ses composants, Puis révéler les caractéristiques optiques et thermiques du verre, Troisièmement, nous définirons les principes de base pour la conception de fenêtres éco-énergétique.

Enfin, nous montrerons le rôle de la taille et de l'orientation de la fenêtre sur la consommation d'énergie.

Sur cette base. Les perspectives et les enjeux liés à la gestion de l'énergie et au développement durable seront explorés.

I.2 Le confort thermique

Le confort thermique se définit comme la satisfaction ressentie dans une ambiance thermique.

Pour qu'une personne se sente confortable, trois conditions doivent être réunies :

- Le corps doit maintenir une température interne stable.
- La sudation ne doit pas être trop abondante et la température moyenne de la peau doit être confortable.
- Aucune partie du corps ne doit être trop chaude ni trop froide (inconfort local).

Si le confort thermique est souhaitable, il est souvent difficile de l'obtenir dans plusieurs milieux de travail. [4]

Les paramètres influençant le confort thermique :

- La température intérieure du local et sa distribution dans l'espace et le temps dans la zone de séjour au milieu du local à 1.5 m du sol
- La température superficielle des parois du local (ou la température moyenne des parois)
- L'humidité relative dans l'air du local
- La valeur de la vitesse de l'air et sa direction par rapport aux personnes à l'intérieur du local dans la zone de séjour
- La pureté de l'air

I.3 La solution bioclimatique

I.3.1 Isolation thermique

La Palice dirait qu'un matériau isolant thermique est un matériau à basse conductivité

thermique apparente. Avec épaisseur relativement faible, il présente une résistance thermique suffisante pour les besoins envisagés. C'est donc un matériau qui transmet mal la chaleur, que ce soit par conduction, convection ou rayonnement.

Dans le bâtiment, l'aspect économique est primordial: c'est l'air immobilisé qui est l'isolant utilisé dans le bâtiment. L'air est immobilisé dans des mousses ou entre des fibres.

Les parois des alvéoles des mousses, ainsi que les fibres, font aussi écran au rayonnement. [3]

L'isolation thermique à trois fonctions principales dans un logement. La première consiste à augmenter le confort thermique en hiver comme en été. La deuxième est de minimiser la consommation énergétique pour le chauffage et / ou la climatisation. Alors que la troisième est de rendre l'habitat plus écologique en diminuant les pollutions liées au rejet des gaz à effet de serre dans l'atmosphère. [5]

Il existe trois types de l'isolation thermique :

I.3.1.1L'isolation intérieure

Ce type d'isolation est largement utilisé grâce à ses multiples avantages. La facilité de mettre en œuvre représente un de ses bienfaits avec une application moins cher que d'autres types d'isolation et ne nécessite pas l'intervention d'un professionnel.

Alors que ses inconvénients sont plus importants car elle diminue l'espace habitable, supprime les bienfaits de l'inertie thermique, provoque la condensation des parois et n'élimine pas les ponts thermiques. [5]

I.3.1.2L'isolation extérieure

Consiste à installer l'isolant sur la surface extérieure du mur. Ce souvent la solution la plus coûteuse mais aussi la plus performante. Elle constitue la meilleure isolation pour le confort d'été et d'hiver car elle permet de conserver l'inertie thermique forte des murs intérieurs et supprime les ponts thermiques.

Un bon isolant est évidemment un mauvais conducteur de la chaleur. [6]

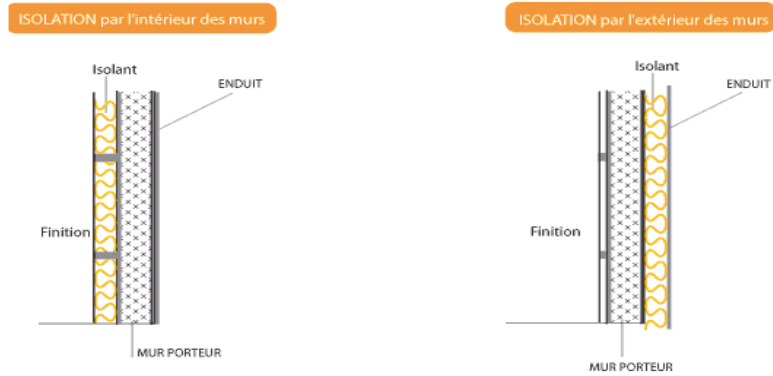


Figure I.1 : Isolation intérieure et extérieure des murs. [6]

I.3.1.3L'isolation répartie

Elle est caractérisée par l'utilisation de l'isolation en tant que matériau de construction. Son rôle majeur est la stabilité de la construction, le remplissage et l'isolation en même temps. [5]



Figure I.2: Isolation répartie des murs. [5]

I.3.2 L'inertie thermique

L'inertie thermique est la capacité d'un matériau à stocker l'énergie, traduite par sa capacité thermique. Plus l'inertie est élevée et plus le matériau restitue des quantités importantes de chaleur (ou de fraîcheur). Elle est utilisée en construction pour atténuer les variations de température extérieure, et permet de limiter un refroidissement ou une surchauffe trop importante à l'intérieur.

Deux types d'inertie existent, une inertie par absorption et une autre par transmission. Celle d'absorption augmente avec l'épaisseur et avec l'effusivité de la paroi. Celle de transmission augmente avec l'épaisseur et diminue avec la diffusivité de la paroi. [7]

La variation extérieure, due aux amplitudes thermiques du climat et aux effets du rayonnement solaire sur les parois d'enveloppe externe. En face de cette variation, l'inertie thermique agissante sera l'inertie thermique de transmission, celle qui s'oppose au transfert du flux à travers la paroi et ce sont les parois d'enveloppe exclusivement qui sont concernées.

- La variation intérieure due à l'intermittence des sources de chaleur interne et à la pénétration solaire par les baies (systèmes passifs à apports directs) face à laquelle on invoquera l'inertie par absorption et où les parois concernées sont toutes les parois internes y compris les planchers et le cloisonnement. [8]

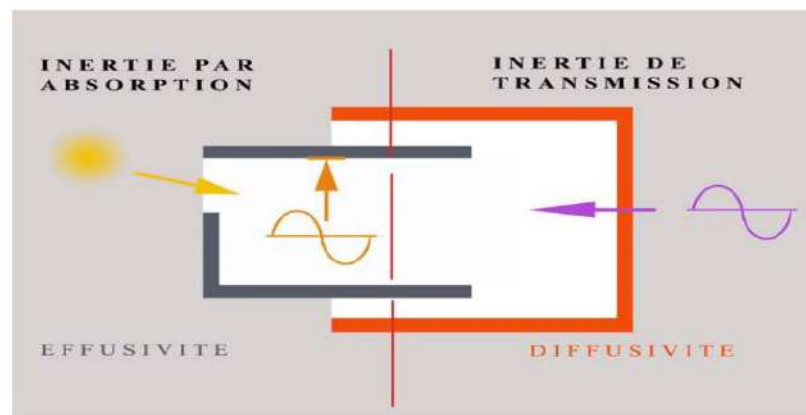


Figure I.3 : L'inertie thermique des murs. [8]

I.3.3 Compacité du bâtiment

Le choix de la compacité du bâtiment est une source très importante d'économie aussi bien en énergie qu'en investissement. Les pertes de chaleur sont en fonction de la surface des parois en contact avec l'extérieur ou avec le sol : pour un même volume et une même surface, une habitation plus compacte consomme moins d'énergie.

Bien sûr, la conception bioclimatique n'a pas pour objectif l'hyper-compacité. Il est cependant important de savoir, lors de la conception d'une habitation, que toute diminution de la compacité génère automatiquement des consommations d'énergie et des coûts d'investissement plus élevés.

Un bâtiment compact est un bâtiment qui a un rapport faible entre la surface des parois extérieures et la surface habitable. Sans brider la conception architecturale, il est plus économique et bénéfique pour l'efficacité thermique de retenir des formes plutôt compactes.

Les pertes sont donc d'autant plus réduites que ces surfaces sont optimisées par rapport aux volumes habitable. La réduction des décrochés de façades et l'optimisation de la compacité du bâtiment sont les clés de la réussite d'un projet sur le plan énergétique. [9]

I.3.4 Surfaces vitrées

Autrefois, la taille des fenêtres était limitée pour éviter les déperditions excessives en hiver. Aujourd'hui, avec des fenêtres performantes équipées de volets efficaces, cet aspect s'atténue considérablement.

Les caractéristiques nécessaires d'une fenêtre :

- Éclairage et occultation.
- Vue dehors (ouverture visuelle).
- Pénétration du soleil et protection solaire (gain solaire).
- Étanchéité et ventilation.

Le composant de construction le plus utilisé par l'énergie solaire passive est la fenêtre. C'est l'élément de captage le plus répandu. Les fenêtres apportent à la fois chaleur et lumière et permettent d'accumuler directement et très simplement la chaleur.

Au cours d'une année, la perte d'énergie, pour la plupart des fenêtres, est plus importante que le gain en énergie. Les fenêtres à haut rendement thermique peuvent réellement fournir de l'énergie utile, elles ont un meilleur rendement en termes d'énergie utile annuelle que les parois isothermes les mieux isolées. [9]



Figure I.4: les surfaces vitrées. [9]

I.3.5 La végétation

La végétation clarifie et met en valeur l'espace urbain. Elle assure la protection contre les vents, les radiations solaires et l'éblouissement. Elle influence aussi le climat local, où les recherches montrent qu'il y a une différence de température de 3,5°C entre la ville et la banlieue. D'autant plus que la minéralisation des sols et la réduction du couvert végétal perturbent le bilan hydrique et raréfient l'eau sous toutes ses formes et privent la ville du refroidissement naturel par la consommation de chaleur latente. Certaines plantes peuvent aussi contribuer à la purification de l'air. Le lierre et la sansevière par exemple absorbent le benzène (10µg par cm² de feuille), ainsi que le formaldéhyde (2 à 3µg par cm² de feuille).

Les plantes servent également de filtre contre les poussières en humidifiant l'ambiance, un ficus par exemple peut émettre de 10 à 20g d'eau par heure. Par ailleurs les jeunes arbres

Captent plus efficacement le carbone et favorisent son stockage. [10]



Figure I.5: La végétation. [10]

I.4 Définition de la fenêtre et ses fonctions

I.4.1 Définition de la fenêtre

La fenêtre est considérée comme le maillon thermique le plus faible de l'enveloppe du bâtiment, permettant un gain de chaleur en été et une perte de chaleur en hiver. Bien qu'il présente une petite surface du bâtiment, il a un effet plus important sur le flux de chaleur que les murs, les plafonds et les planchers du bâtiment. Par conséquent, il est considéré comme l'un des éléments importants affectant la consommation d'énergie du bâtiment.

En général, les performances thermiques d'une fenêtre peuvent être essentiellement spécifiées par trois facteurs, à savoir le facteur de transmission thermique (valeur U), le facteur de transmission de l'énergie solaire (valeur g) et les fuites d'air (L). Ces facteurs décrivent toutes les quantités de chaleur s'écoulant à travers une fenêtre.

Les fenêtres sont également responsables d'environ 25 à 30% de la perte de chaleur dans un bâtiment, car le vitrage est un mauvais isolant.

Outre les dispositifs d'ombrage, trois paramètres déterminent la quantité de chaleur générée et la perte de chaleur par les fenêtres: le rapport entre la surface et le mur (WWR), l'orientation de la fenêtre et les propriétés thermiques du verre. [11]

Comme fonctions annexes, la fenêtre doit :

- Assurer l'étanchéité à l'eau.
- Assurer l'imperméabilité à l'air en cas de fermeture.
- Évacuer les eaux de condensation dues aux vitrages. [12]



Figure I.6:fenêtre en bois et en PVC. [12]

I.4.2 Composants de fenêtre

I.4.2.1 Cadre et châssis

Le cadre et le châssis constituent en général le tiers de la surface totale des fenêtres, d'où la nécessité d'utiliser un matériau résistant et idéalement isolant pour permettre un entretien facile, prolonger la durée de vie et minimiser les déperditions de chaleur. [13]

I.4.2.1.1 Les types de châssis

I.4.2.1.1.1 Le châssis en bois

Le bois est utilisé dans les menuiseries de fenêtre car il possède une faible conductivité thermique et procure, par conséquent, une bonne isolation thermique. [14]

De nombreuses variétés de bois peuvent être utilisées pour la conception des châssis mais même le plus performant présentera encore quelques inconvénients. [15]

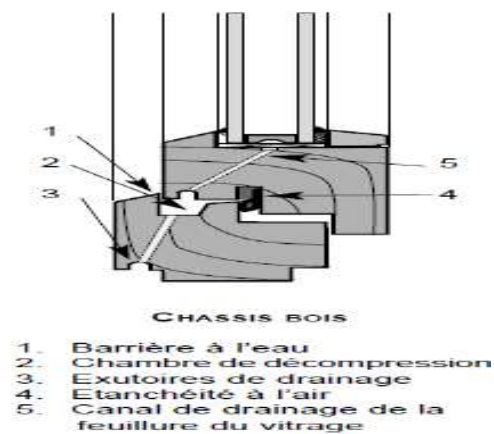


Figure I.7:châssis en bois. [15]

I.4.2.1.1.2 Le châssis en aluminium

Étant donné la forte conductivité thermique de ce matériau, les châssis en aluminium actuels comportent une “coupure thermique” : une isolation est introduite au sein même des profilés, rompant tout contact entre une partie extérieure et une partie intérieure, réduisant ainsi la conductivité directe entre les parties extérieure et intérieure du châssis. Il n’y a donc plus de contact aluminium entre les deux parties des profilés, La présence d’une barrière thermique n’est cependant pas toujours suffisante pour contrôler la formation de condensation du côté intérieur. [15]

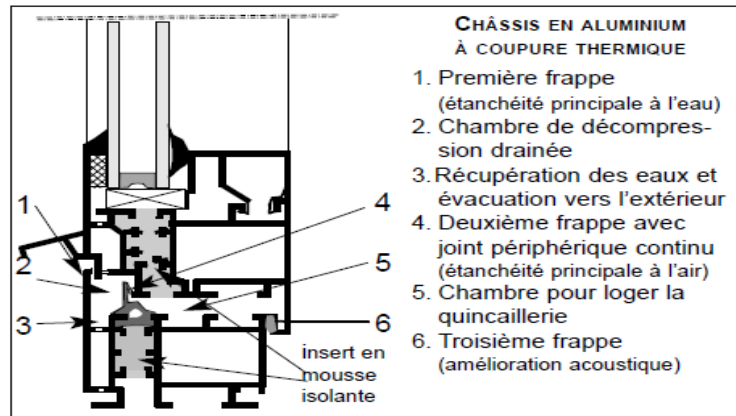


Figure I.8:châssis en aluminium. [15]

I.4.2.1.1.3Le châssis en PVC

Le PVC est le matériau plastique le plus utilisé pour les menuiseries. Il est thermoplastique, à savoir susceptible de ramollir sous l'action de la chaleur et de durcir sous l'action du froid. La résistance mécanique du PVC se situe entre celle du bois et celle de l'aluminium à coupure thermique. Un des principaux avantages du châssis en PVC réside dans la facilité d'entretien de ce matériau qui reste stable, même en présence d'air salin ou pollué. Il nécessite simplement un lavage régulier.

Il faut donc en tenir compte lors de la conception de la fenêtre et de son mode d'ancrage au gros-œuvre.

Vu leurs meilleures performances thermiques, les châssis en PVC à plusieurs chambres sont préférés à ceux qui n'en comportent qu'une seule. Concernant le renforcement des châssis PVC par un élément métallique directement intégré dans les profilés. [14]

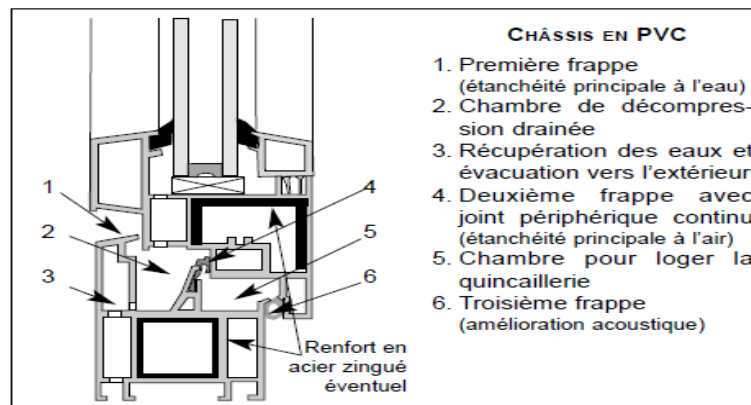


Figure I.9:châssis en PVC. [15]

I.4.2.2 Le vitrage de fenêtre

Le vitrage est un moyen simple de laisser passer le plus de lumière naturelle possible afin de réduire le recours à un éclairage artificiel durant la journée. Sans pour cela entraîner des problèmes d'éblouissement, l'utilisation de la lumière naturelle peut ainsi être optimisée. Le vitrage doit contrôler le rayonnement entrant d'une part, pour limiter ou d'éviter les dépenses en énergie de refroidissement en été. Cela implique que l'excès des apports solaires peut provoquer une surchauffe des locaux et donc l'inconfort des habitants qui auront alors tendance à recourir à la climatisation. D'autre part, il faut cependant veiller à ne pas trop limiter les apports solaires afin de pouvoir encore bénéficier de cette énergie gratuite en hiver.

[16]

I.4.2.2.1 Le type de vitrage

Il existe différents types de vitrages : simple vitrage, double vitrage, vitrage haut rendement et triple vitrage. Chaque type offre une valeur U_g . Celle-ci exprime la valeur d'isolation thermique du vitrage. Plus elle est basse, mieux c'est. [17]

I.4.2.2.1.1 simple vitrage

Ce type de vitrage n'est composé que d'une simple feuille de verre. Vu sa haute valeur U_g (5,8 W/m².K), il n'est plus placé dans les nouvelles constructions, mais vous le trouvez encore souvent dans les maisons anciennes. [17]



Figure I.10: simple vitrage. [16]

I.4.2.2.1.2 Double vitrage

Le double vitrage se compose de deux feuilles de verre et offre une valeur U_g de $2,8 \text{ W/m}^2\text{K}$. Le vide, l'espace entre les deux feuilles de verre, est rempli avec de l'air sec. Plus épais est ce vide (entre 6 et 20 mm), meilleure sera l'isolation. [17]

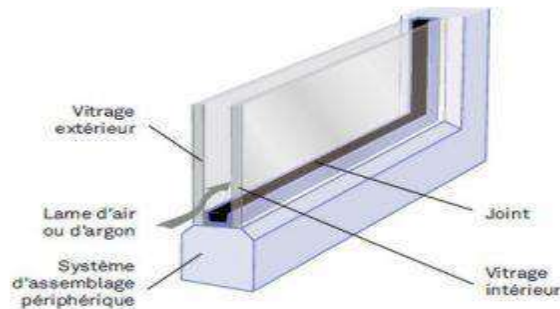


Figure I.11: double vitrage. [16]

I.4.2.2.1.3 Triple vitrage

Ce vitrage consiste à améliorer le pouvoir isolant en ajoutant une troisième plaque de verre séparé par deux espaces d'air ou le gaz. Il s'agit aussi d'une augmentation de l'épaisseur totale et du poids du vitrage. En outre les transmissions solaire et lumineuse diminuent. [16]



Figure I.12: triple vitrage. [16]

I.4.2.2.1.4 Vitrage à haut rendement (verre HR)

Les fenêtres modernes peuvent posséder diverses caractéristiques visant à améliorer leur rendement énergétique. Ces caractéristiques comprennent un vitrage double, un intercalaire

avec « bordures chaudes », présence de gaz entre les vitres (argon, krypton ou mélange des deux) et une variété d'enduits pouvant être appliqués sur le verre. Toutes ces caractéristiques ont pour but l'amélioration de la valeur U de la fenêtre et, donc, la réduction des déperditions de chaleur dues à la fenêtre. [18]

Le verre à haut rendement isole cinq fois mieux que le simple vitrage et de deux à trois fois mieux que le double vitrage. Résultat : moins de frais de chauffage, un plus grand confort, été comme hiver, et plus de sensation de froid à l'approche des fenêtres. [17]

I.4.2.2.1.5 Enduits à faible émissivité

Un enduit à faible émissivité est une mince couche de métal appliquée sur la surface d'une vitre pour en améliorer le rendement énergétique. L'enduit réfléchit les rayons infrarouges (chaleur) à ondes larges du spectre, tout en laissant pénétrer le rayonnement solaire. De cette manière, la chaleur est réfléchiée vers l'intérieur de la maison pendant l'hiver (ou vers l'extérieur pendant l'été) et le verre demeure « transparent ». Seule une petite partie du spectre solaire est composée de lumière visible et la manière dont les enduits à faible émissivité traitent la partie « invisible » du spectre solaire peut varier. [18]

Double vitrage peu émissivité est divisé en deux types différents :

I.4.2.2.1.6 Vitrages à gain solaire élevé

Si l'on cherche à laisser passer la chaleur solaire, la couche basse émissivité sera placée sur le verre intérieur du double vitrage (en face 3). La chaleur absorbée par la vitre sera réémise vers l'intérieur.

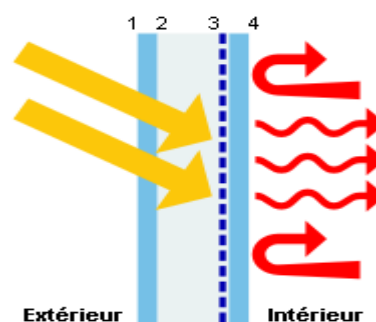


Figure I.13 : double vitrages à gain solaire élevé. [19]

I.4.2.2.1.7 Vitrages à gain solaire faible

Si l'on cherche au contraire à diminuer la chaleur solaire entrante, la couche basse émissivité sera placée en face 2, la chaleur absorbée par le vitrage étant alors essentiellement réémise vers l'extérieur. [19]

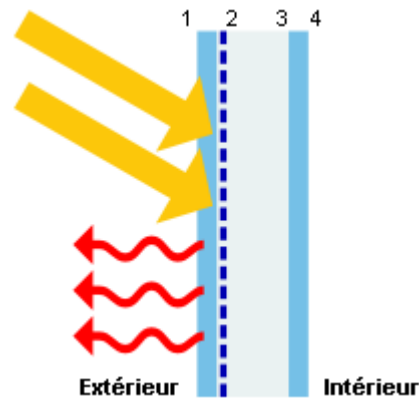


Figure I.14 : double vitrages à gain solaire faible. [19]

I.4.3 Caractéristiques principales du vitrage

Caractéristiques principales du vitrage dépendent de trois facteurs :

I.4.3.1 Le coefficient de transmission thermique U_g

La valeur U_g , exprimée en W/m^2K , est le coefficient de transmission thermique par conduction, par convection et par rayonnement au centre d'un vitrage r . Plus cette valeur est faible, plus l'isolation thermique du vitrage est performante et moins les besoins en chauffage sont importants. [16]

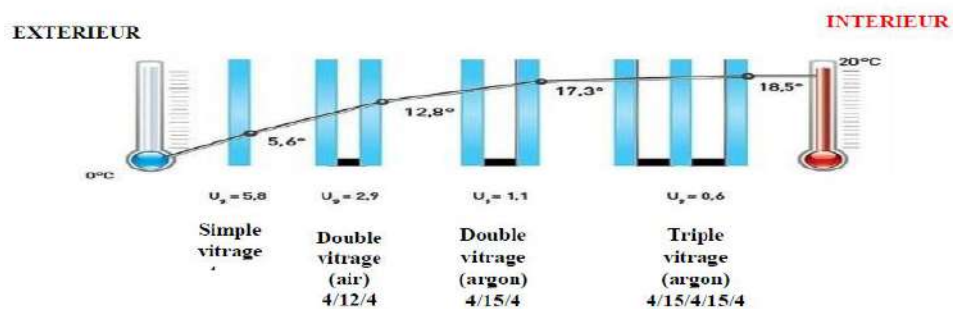


Figure I.15 : Le coefficient de transmission thermique U_g . [16]

I.4.3.2 La transmission lumineuse TL

La transmission lumineuse TL, exprimée en %, correspond à la quantité de lumière naturelle qui pénètre au travers d'un vitrage. Plus cette valeur est élevée, plus l'éclairage naturel est important et moins le recours à l'éclairage artificiel est nécessaire. [16]

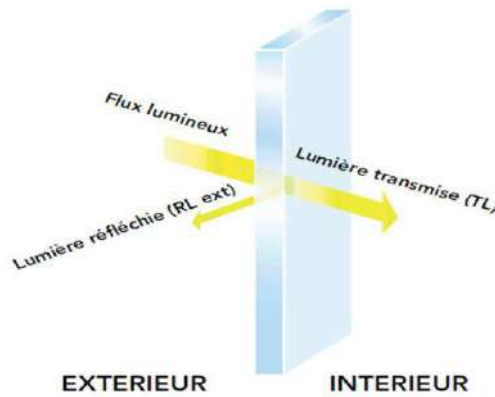


Figure I.16: La transmission lumineuse TL. [16]

I.4.3.3 le facteur solaire g

Le facteur solaire g, exprimé en %, représente la transmission totale d'énergie solaire au travers d'un vitrage. Il s'agit de la somme du rayonnement transmis directement et du rayonnement absorbé qui est réémis vers l'intérieur du bâtiment. Plus ce facteur est élevé, plus les apports solaires sont importants. [16]

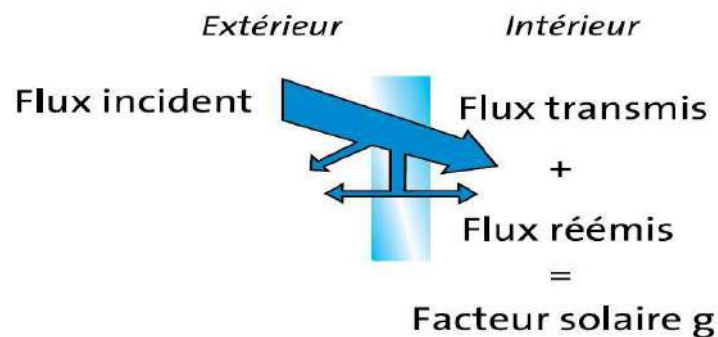


Figure I.17: le facteur solaire g. [16]

I.4.4 Propriétés optiques du verre

I.4.4.1 L'absorptivité (α)

L'absorptivité (ou coefficient d'absorption) représente la fraction du rayonnement incident qui est absorbée par le verre. Ce rayonnement absorbé se transforme en chaleur en augmentant ainsi la température du verre.

En pratique, le coefficient d'absorption dépend de la longueur d'onde du rayonnement Incident, et de l'angle d'incidence de ce rayonnement par rapport à la surface vitrée. Certaines unités scellées sont constituées de vitrage sur lequel on a appliqué une couche ayant une absorptivité élevée dans le domaine infrarouge. Ces unités sont habituellement utilisées dans les climats chauds.

I.4.4.2 La réflectivité (ρ)

C'est le rapport entre l'intensité du rayonnement réfléchi et du rayonnement incident. La réflectivité (ou coefficient de réflexion) dépend du type de verre, de l'angle d'incidence du, rayonnement par rapport à la normale au vitrage et de la longueur d'onde. Quelque soit le type de verre, plus l'angle d'incidence est grand, plus l'intensité du rayonnement réfléchi est importante. Le coefficient de réflexion peut être augmenté en appliquant une couche métallique réfléchissante.

I.4.4.3 La transmissivité (τ)

La transmissivité représente la fraction du rayonnement incident qui traverse directement un milieu sans interagir avec ce dernier. La transmissivité d'un vitrage varie selon la longueur d'onde du rayonnement incident. Un verre qui transmet les rayons visibles permet d'avoir un éclairage naturel, et un apport de chaleur.

La loi de conservation de l'énergie impose que les coefficients de transmissivité, D'absorptivité et de réflectivité obéissent à la relation suivante. [13]

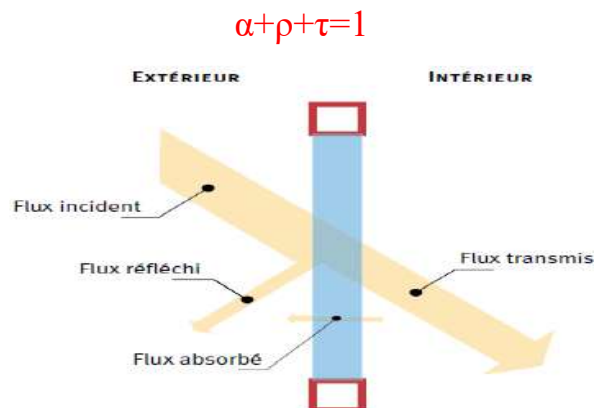


Figure I.18: les flux solaires. [20]

I.4.4.4 L'émissivité (ϵ)

L'émissivité est le rapport entre le rayonnement émis par une surface et le rayonnement émis par un corps noir à la même température. Le coefficient d'émissivité varie en fonction de la longueur d'onde, de la température et du fini de surface. [13]

I.4.5 Propriétés thermique

Les trois grandeurs qui caractérisent les principales propriétés du verre sont:

I.4.5.1 La chaleur spécifique (C_p exprimée en J/kg.K)

C'est la quantité de chaleur qu'il faut apporter à 1 kg de verre pour élever sa température T de 1 degré. La chaleur massique des verres dépend de la température.

I.4.5.2 Le coefficient de dilatation α

Mesure l'allongement d'un échantillon de verre Pyrex: $\alpha = 3.10^{-6} \text{ K}^{-1}$, les plats en Pyrex peuvent changer de température rapidement (de 4°C à 200°C) sans que les contraintes thermiques ne les détériorent.

I.4.5.3 La conductibilité thermique κ (W/m.K)

Lorsqu'un échantillon d'épaisseur L est placé entre deux surfaces de températures T_1 et T_2 , le flux de puissance thermique entre ses bornes.

Dans le verre la conduction de chaleur s'effectue principalement par la propagation de vibrations mécaniques des réseaux atomiques compris entre les deux surfaces. [21]

I.5 Type de fenêtre

Il existe deux types fondamentaux de fenêtres et de puits de lumière résidentiels : ouvrants et non ouvrants ou « fixes ». Les produits non ouvrants sont plus étanches, mais il est souvent souhaitable de pouvoir ouvrir une fenêtre ou un puits de lumière pour assurer la ventilation ou pour procurer une voie d'issue en cas d'urgence. [22]

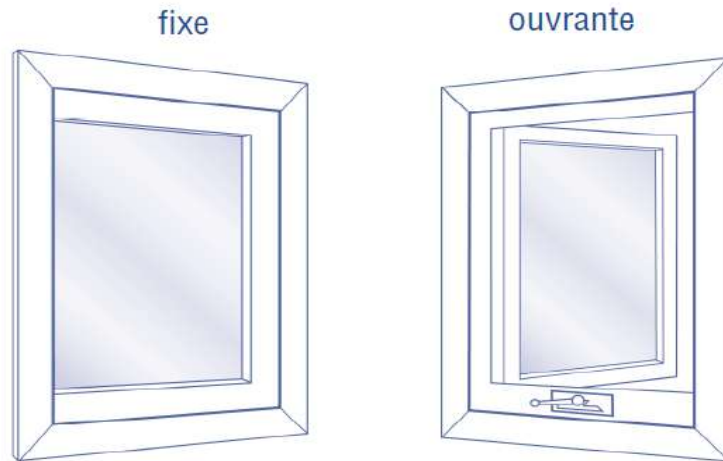


Figure I.19: les types des fenêtres. [22]

I.6 Principe de conception des fenêtres éco-énergétique

Les portes, les fenêtres et les puits de lumière font partie intégrante de nos maisons. Les produits offrant un faible rendement peuvent causer d'importantes pertes de chaleur et des courants d'air inconfortables. Par temps froid, ces produits présentent souvent des problèmes de condensation ou même de givre, ce qui peut entraîner la formation de moisissure.

Un produit neuf, éco-énergétique et bien installé, permettra :

- de réduire la consommation d'énergie et d'économiser de l'argent.
- d'accroître le confort.
- de réduire la condensation sur les vitres par temps froid.
- de réduire dans bien des cas le bruit et la pénétration de poussière à l'intérieur de la maison.

Les acheteurs de maisons neuves dotées de produits éco-énergétique peuvent réduire leur facture énergétique d'environ 16 p. 100 par rapport aux produits ordinaires. Les économies sont plus élevées parce que les maisons neuves sont habituellement plus grandes et comportent un plus grand nombre de portes et fenêtres. [22]

Il ne faut pas oublier la règle empirique suivante : maintenir le rapport de la surface des fenêtres à l'aire de plancher à environ 1:10. En d'autres termes, à chaque mètre carré de surface de fenêtre doivent correspondre au moins 10 mètres carrés d'aire de plancher.

Donc, avant de prendre une décision, il faut inspecter les échantillons et tenir compte des caractéristiques fondamentales suivantes:

- le type de fenêtre, fixe ou ouvrable.
- le type de vitrage, qui influe sur la quantité de lumière traversant la fenêtre et l'efficacité énergétique de celle-ci.
- les matériaux constituant le cadre, qui influent sur la qualité de l'isolation, la résistance, les exigences d'entretien et la durabilité de la fenêtre.
- le rendement énergétique (RE), qui donne une indication du rapport efficacité prix.
- les garanties, qui diffèrent d'un fournisseur à l'autre et selon le type de fenêtre. [23]

I.7 Effet de la taille de fenêtre

L'évaluation de la surface de fenêtre à l'avant du bâtiment est essentielle au stade de la conception pour améliorer l'efficacité énergétique, en particulier lorsque la lumière du jour est intégrée à la lumière artificielle.

Si elles ne sont pas soigneusement prises en compte, les fenêtres peuvent contribuer de manière significative à la consommation d'énergie du bâtiment. De grandes surfaces de fenêtre peuvent offrir une bonne économie de lumière du jour et une bonne visibilité, mais également un gain ou une perte de chaleur important, qui affecte la consommation énergétique du bâtiment.

Une étude de l'auteur apparaît "Soojung Kim" la simulation énergétique montre que la charge énergétique annuelle augmente de manière significative en même temps que la taille de la fenêtre, quelle que soit sa position. Cela indique que la taille de la fenêtre est le facteur critique à prendre en compte lors de la phase de conception de la fenêtre. [24]

Notre but dans cette étude est d'examiner comment la taille des fenêtres correspondant aux quatre parties du logement affecte la consommation d'énergie et le maximum d'énergie requis pour maintenir la température interne.

I.8 Orientation de la fenêtre

Sous un ciel claire ensoleillé, l'orientation de l'ouverture est un aspect important d'être considéré par les concepteurs. La disponibilité de la lumière du jour (lumière du soleil et lumière du ciel) varie considérablement en dépendance de l'orientation de l'ouverture et considération du soleil.

I.8.1 Les ouvertures orientées au nord

La face nord est la plus froide. Là où beaucoup des orientations dans le nord fournissent une lumière froide qui se propage partout.

Quoiqu'elles entraînent le moindre impact thermal sur le bâtiment durant la période chaude de l'année.

I.8.2 Les ouvertures orientées à l'Ouest et l'Est

Les ouvertures orientées ouest sont associées, à des conditions extérieures de température et de rayonnement solaire importants.

Ils sont évités cause de leur impact thermal nuisible, causé par la difficulté de contrôler l'incidence des basses radiations solaire, à l'exception qu'elle permette les gains de chaleur en hiver et conduire à un effet thermal bénéfice pour les occupants.

La protection des orientations Est et Ouest présente de véritables défis d'occultations pour les concepteurs à cause la faible altitude de soleil et le grand angle d'incidence du soleil.

Pour ces orientations, il est recommandé de minimiser ou de remplacer par d'autres solutions comme des ouvertures au Sud ou au Nord sur cette façade.

I.8.3 Les ouvertures orientées au Sud

Les ouvertures orientées au sud laissent passer une lumière chaude ainsi que les rayons du soleil. Il favorise également les gains solaires en hiver et peut être facilement protégé en été. Le choix de l'orientation fait donc appel à des besoins en lumière naturelle et des besoins en chaleur, ainsi évité les gains solaires indésirables et les effets d'éblouissements.

I.9 Conclusion

Les mesures d'efficacité énergétique visant à atteindre le confort thermique sont bénéfiques pour les consommateurs car elles réduisent les niveaux au minimum d'énergie requise.

Les fenêtres représentent une part importante de la consommation énergétique des bâtiments, dont les performances thermiques peuvent être déterminées par trois facteurs: la perméabilité thermique (valeur U), la perméabilité solaire (valeur g) et la perméabilité à la transmission de la lumière.

Il est nécessaire d'étudier le comportement thermique des fenêtres afin d'éviter les pertes ou les gains de chaleur dans le bâtiment.

Dans les étapes suivantes, nous soulignerons une gamme de solutions qui seront simulées pour étudier leur impact sur les besoins en énergie du bâtiment.

Chapitre II

Simulation thermique

II.1 Introduction

L'Algérie a un climat diversifié: le nord a un climat méditerranéen. Alors que le sud à un climat désertique. Cela entraîne une différence de consommation d'énergie dans les bâtiments d'une zone à une autre tout au long de l'année.

ce chapitre identifie l'étude de la surface vitrée et du type de vitrage avec un changement d'orientation des fenêtres et des caractéristiques des matériaux constituant l'enveloppe du bâtiment, les coordonnées géographiques selon les normes de la construction résidentielle en Algérie et l'importance du choix de l'outil de simulation (TRNSYS),et l'outil d'affichage de résultat (GIS).

Nous mentionnerons les mesures négatives de l'efficacité énergétique, qui incluent des modifications du bâtiment résidentiel, ces modifications seront mentionnées pour chaque procédure.

II.2 Objectif de l'étude

L'étude vise à connaître l'effet de la taille, de l'orientation et des matériaux des fenêtres sur la consommation d'énergie d'un bâtiment.

II.3 Hypothèse

- Nous prévoyons que l'augmentation ratio des vitrages une augmentation de la consommation totale d'énergie dans toutes les différentes conditions climatiques du pays.
- Nous nous attendons également à ce que la faible émissivité soit le meilleur type pour réduire la consommation de chauffage et de climatisation.
- La façade nord est la façade optimale en matière d'économie d'énergie dans le sud de l'Algérie.

II.4 Méthodologie

L'étude des besoins énergétiques du projet passe par la réalisation de séries de simulations thermiques dynamiques :

Simulation de l'état de base et calcul de la consommation d'énergie à l'aide de données météorologiques pour la ville d'Ouargla.

Le cas de base est une maison avec des fenêtres simples vitrage dans toutes les directions (sud, nord, est ouest) avec une superficie de 1,2 m².

Simulation de la maison avec changement de la taille et l'orientation des fenêtres et le type de vitrage utilisé et calcul de la consommation d'énergie et comparer avec le cas de base.

Nous effectuons les mêmes simulations en utilisant les données météorologiques pour les villes suivantes : Tamanrasset, Alger, Djelfa, Ain Salah, Adrar, Illizi.

Données identiques entre le modèle de base et d'autres modèles :

- ❖ Taille (surface, taille, surface de la façade ...)
- ❖ Supposons que les températures soient confortables pour le chauffage et la climatisation dans les chambres (18 °c, 26 °c)

Les données seront modifiées entre le modèle de base et les autres modèles

- ❖ Taille des fenêtres
- ❖ L'orientation des fenêtres
- ❖ Le type de vitrage
- ❖ Données météorologiques

II.5 Zonage climatique

II.5.1 Méthode de Degré-jours

La construction des zones a été effectuée selon le critère du nombre de degrés jours d'hiver et le nombre de degrés-jours d'été. Deux types de zonage ont été établis:

- Un zonage sur la base des degrés jours de chauffage à base 18°C ;
- Un zonage sur la base des degrés jours de climatisation à base 26°C.

Degré-jours de Chauffage : Mesure de la différence entre la température moyenne d'un jour donné par rapport à une température de référence et qui exprime les besoins en chauffage domestique.

$$CDD \text{ ou } (HDD) = \sum_{i=1}^{365} |T_m - T_b|$$

CDD : degré-jours de climatisation

HDD : degré-jour de chauffage

Chapitre II : Simulation thermique

La notion de degrés-jours permet d'évaluer la rigueur de la saison de chauffage et de climatisation. Il est donc ainsi possible de comparer les besoins de chaleur de différents bâtiments ou d'un même bâtiment à diverses périodes, en s'affranchissant des variations dues au lieu et au moment, et par conséquent des variations météorologiques.

Cette méthode permet de mesurer les besoins en climatisation au cours des mois chauds d'été par rapport à une température de référence T_b . La température de référence utilisée est 26°C . Lorsque la température extérieure est supérieure à 26°C , les gains internes peuvent augmenter la température intérieure au-dessus des températures de confort et impliquent des besoins de climatisation.

un zonage climatique unique pour les besoins de la réglementation thermique a été réalisé avec des fichiers climatiques annuels journaliers, sur la base des besoins thermiques annuels de chauffage et de climatisation des bâtiments dans 48 stations météorologiques.

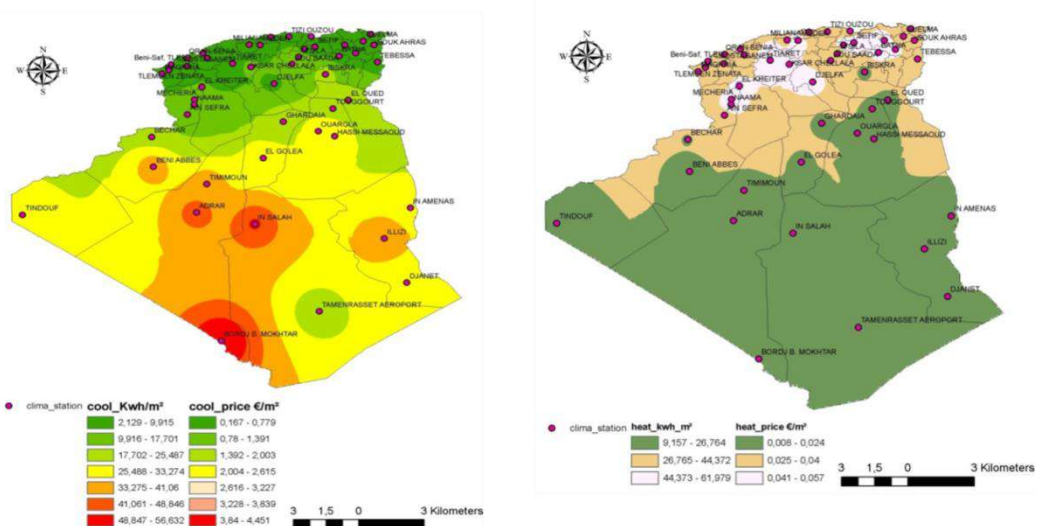


Figure II.20 : Zonage climatique de l'Algérie adapté aux besoins de la réglementation thermique dans le bâtiment.

Afin de déterminer la consommation d'énergie dans chaque zone pour le refroidissement et le chauffage la carte géographique de l'Algérie sera divisée en sept zones pour le zonage de refroidissement et en trois zones pour le zonage de chauffage. [25]

II.6 Description des données climatiques

II.6.1 Ouargla

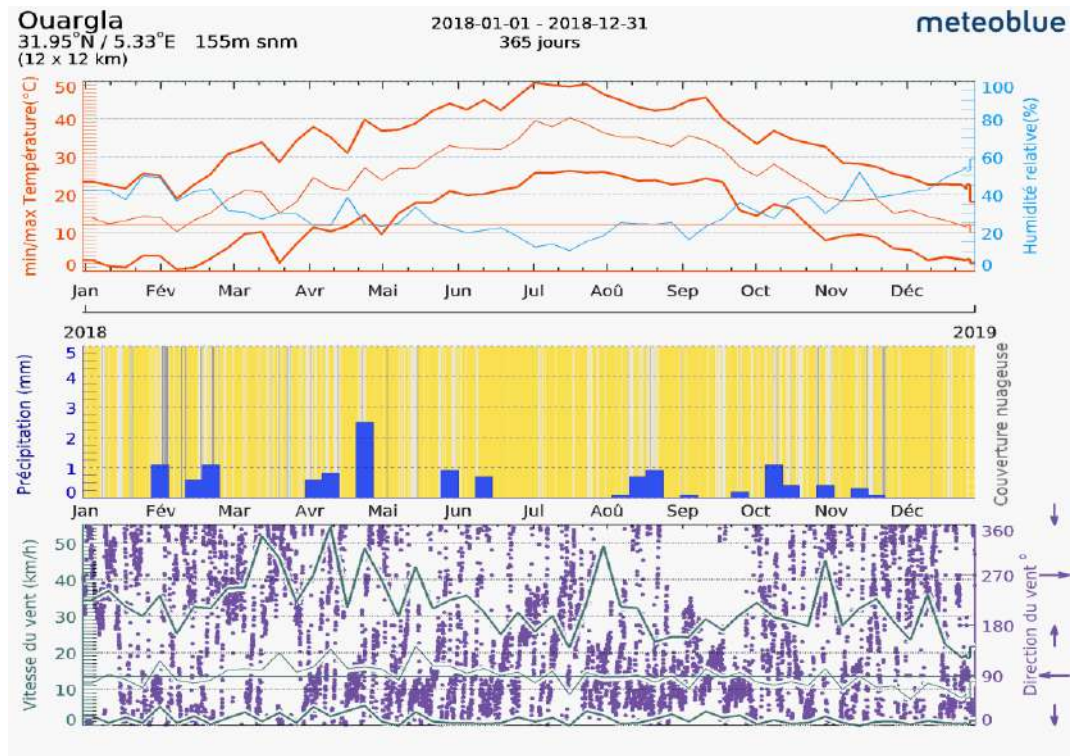


Figure II.21: données climatiques d'Ouargla [26]

- ✚ la région de Ouargla est caractérisée par des températures élevées; le mois le plus chaud est le mois de juillet avec 49 °C et le mois le plus froid est le mois de février.
- ✚ l'humidité relative de l'air de Ouargla est faible, elle varie sensiblement en fonction des saisons de l'année. En effet pendant l'été, elle diminue jusqu'à 12 % au mois de juillet, Elle s'élève en hiver et atteint une moyenne maximale de 60 % au mois de décembre
- ✚ Le vent dans la région d'Ouargla souffle pendant toute l'année avec des vitesses variables avec une vitesse maximale de 53km/h. la vitesse moyenne annuelle des vents est de 12 km/h.
- ✚ La répartition annuelle des précipitations est marquée par une importante période de sécheresse (mois : juin, juillet et, août) où les précipitations sont très faibles et Le reste paraît plus humide.

II.6.2 Tamanrasset

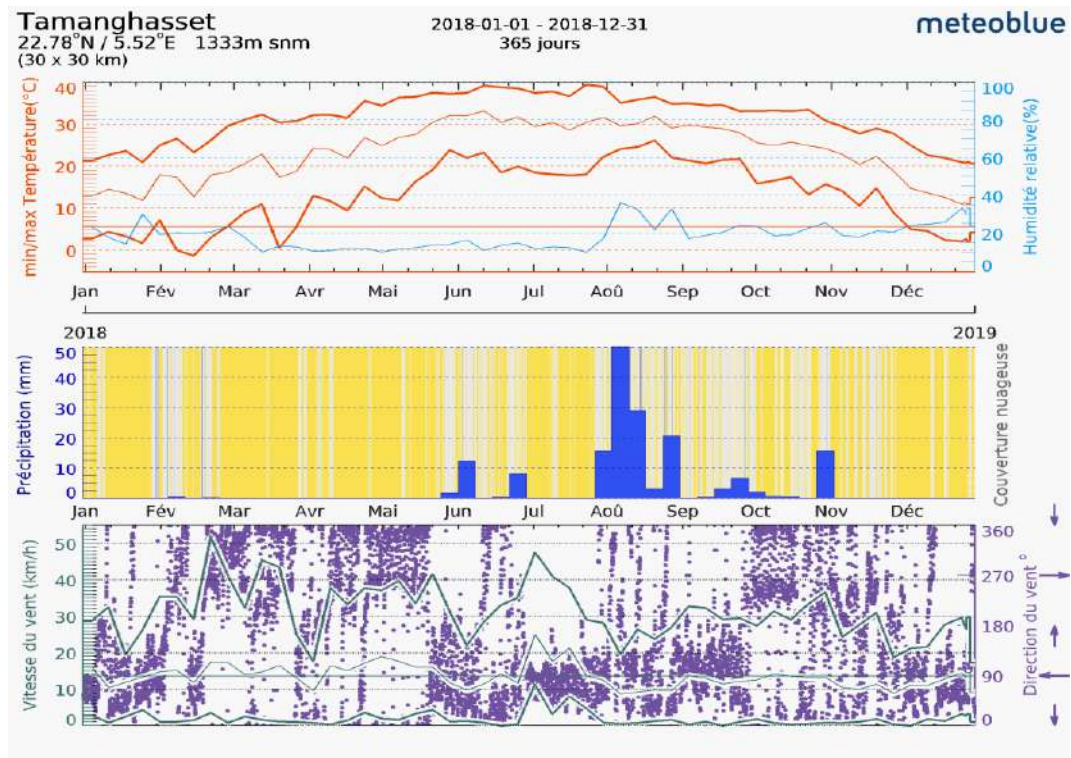


Figure II.22: données climatiques de Tamanrasset [26]

- ✚ Le climat à Tamanrasset est dit désertique, le mois le plus chaud est le mois de juillet avec 38°C et le mois le plus froid est le mois de février avec 0°C.
- ✚ A Tamanrasset, l'humidité relative de l'air est faible avec une moyenne annuelle, elle varie sensiblement en fonction des saisons de l'année. En effet pendant l'été, elle diminue jusqu'à 10 % au mois de juillet, Elle s'élève en hiver et atteint une moyenne maximale de 30 % au mois de décembre.
- ✚ Le vent dans la région de Tamanrasset souffle pendant toute l'année avec des vitesses variables avec une vitesse maximale de 50km/h. la vitesse moyenne annuelle des vents est de 12 km/h.
- ✚ La répartition annuelle des précipitations est marquée par une importante période de sécheresse (mois : juin, juillet et, août) où les précipitations sont très faibles et Le reste paraît plus humide.

II.6.3 Djelfa

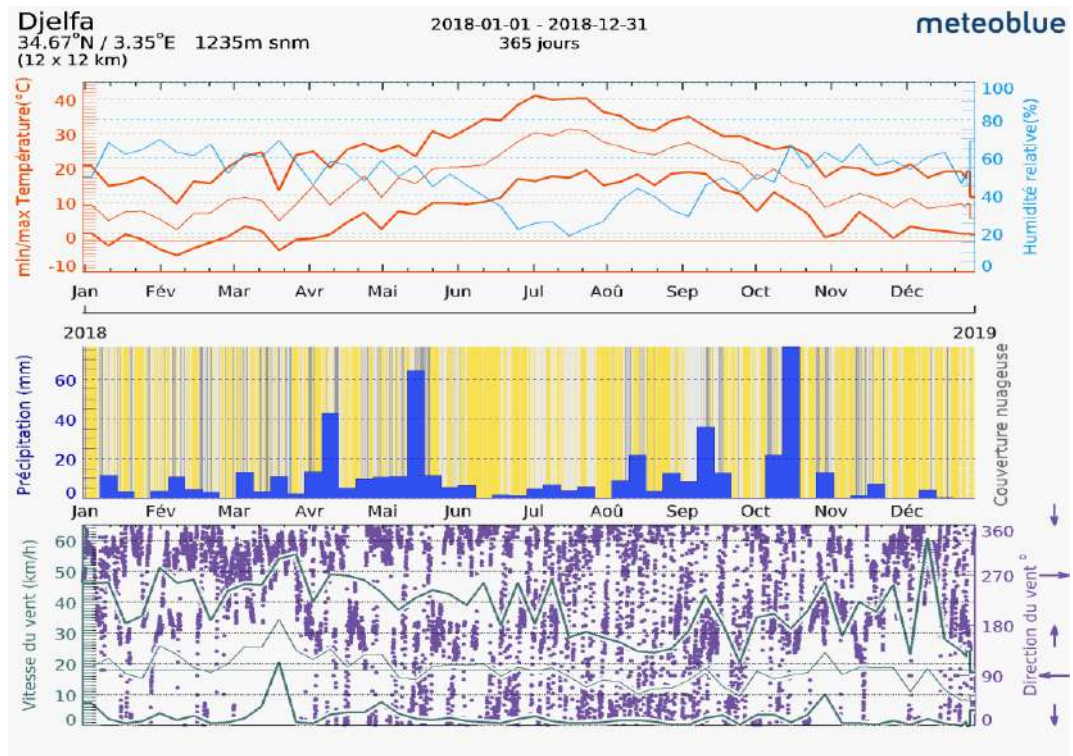


Figure II.23: données climatiques de Djelfa [26]

- ✚ Le climat de Djelfa est dit "de steppe", le mois le plus chaud est le mois de juillet avec 40°C et le mois le plus froid est le mois de février avec -5°C.
- ✚ l'humidité relative de l'air est moyenne, elle varie sensiblement en fonction des saisons de l'année. En effet pendant l'été, elle diminue jusqu'à 20 % au mois de juillet, Elle s'élève en hiver et atteint une moyenne maximale de 70 % au mois de décembre
- ✚ Le vent dans la région de Djelfa souffle pendant toute l'année avec des vitesses variables avec une vitesse maximale de 55km/h. la vitesse moyenne annuelle des vents est de 22 km/h.
- ✚ La répartition annuelle des précipitations est marquée par une importante période de sécheresse (mois : juin, juillet et, août) où les précipitations sont très faibles et Le reste paraît plus humide.

II.6.4 Alger

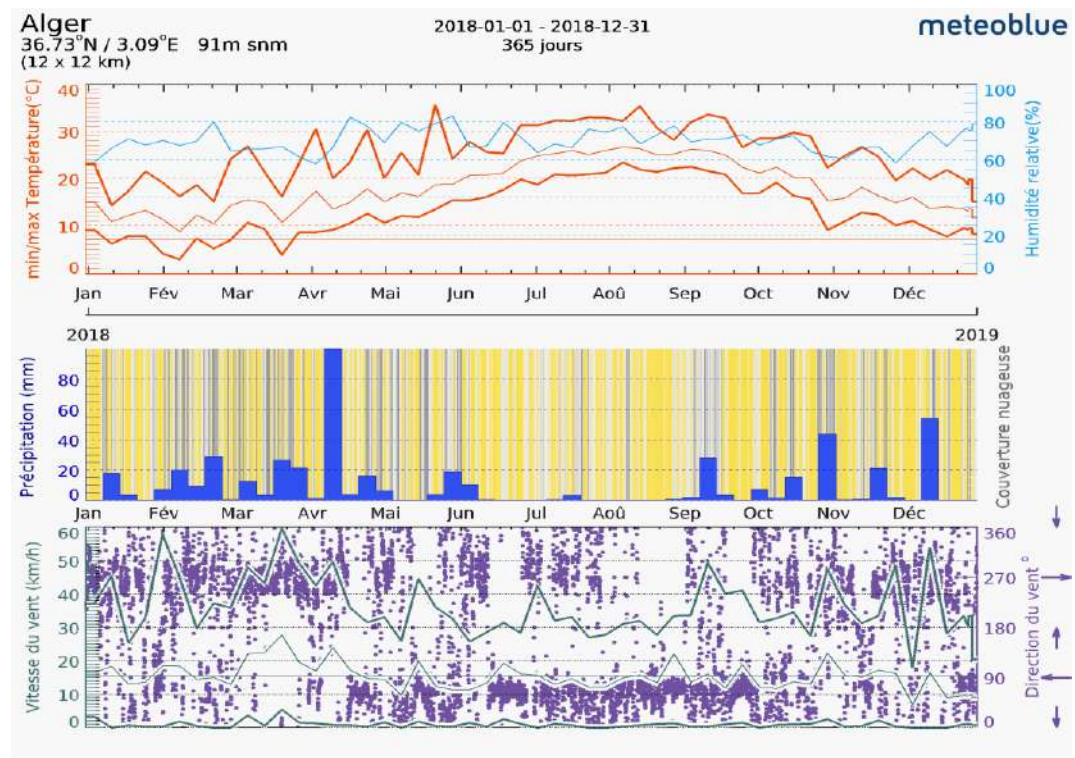


Figure II.24: données climatiques d'Alger [26]

- ✚ Le climat d'Alger est tempéré chaud, le mois le plus chaud est le mois de juillet avec 32°C et le mois le plus froid est le mois de janvier avec 15 °C.
- ✚ A Alger, l'humidité relative de l'air est haute, elle varie sensiblement en fonction des saisons de l'année. En effet pendant l'été, elle diminue jusqu'à 60 % au mois d'avril, Elle s'élève en hiver et atteint une moyenne maximale de 80 % au mois de décembre
- ✚ Le vent dans la région d'Alger souffle pendant toute l'année avec des vitesses variables avec une vitesse maximale de 60 km/h. la vitesse moyenne annuelle des vents est de 18 km/h.
- ✚ La répartition annuelle des précipitations est marquée par une importante période de sécheresse (mois : juin, juillet et, août) où les précipitations sont très faibles et Le reste paraît plus humide.

II.6.5 Adrar

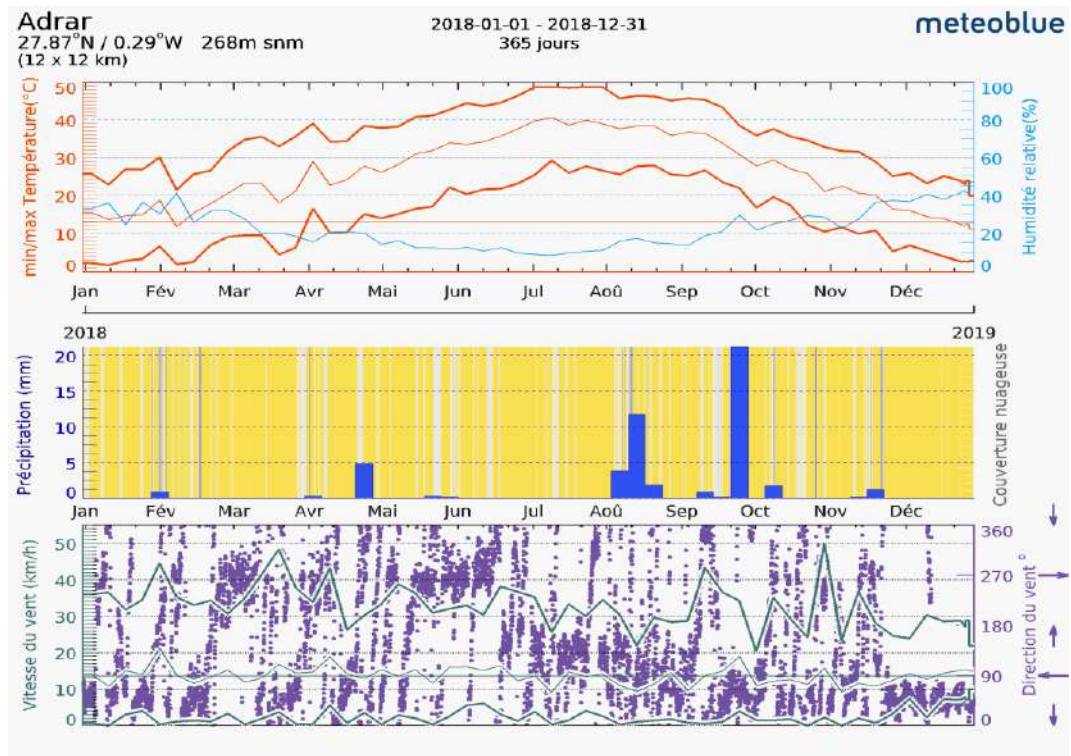


Figure II.25: données climatiques d'Adrar [26]

- ✚ Le climat à Adrar est dit désertique, le mois le plus chaud est le mois de juillet avec 49°C et le mois le plus froid est le mois de janvier avec 4 °C.
- ✚ A Adrar, l'humidité relative de l'air est faible, elle varie sensiblement en fonction des saisons de l'année. En effet pendant l'été, elle diminue jusqu'à 10 % au mois de juillet, Elle s'élève en hiver et atteint une moyenne maximale de 40 % au mois de décembre
- ✚ Le vent dans la région de Adrar souffle pendant toute l'année avec des vitesses variables avec une vitesse maximale de 50km/h. la vitesse moyenne annuelle des vents est de 15 km/h.
- ✚ La répartition annuelle des précipitations est marquée par une importante période de sécheresse (mois : juin, juillet et, août) où les précipitations sont très faibles et Le reste paraît plus humide.

II.6.6 Illizi

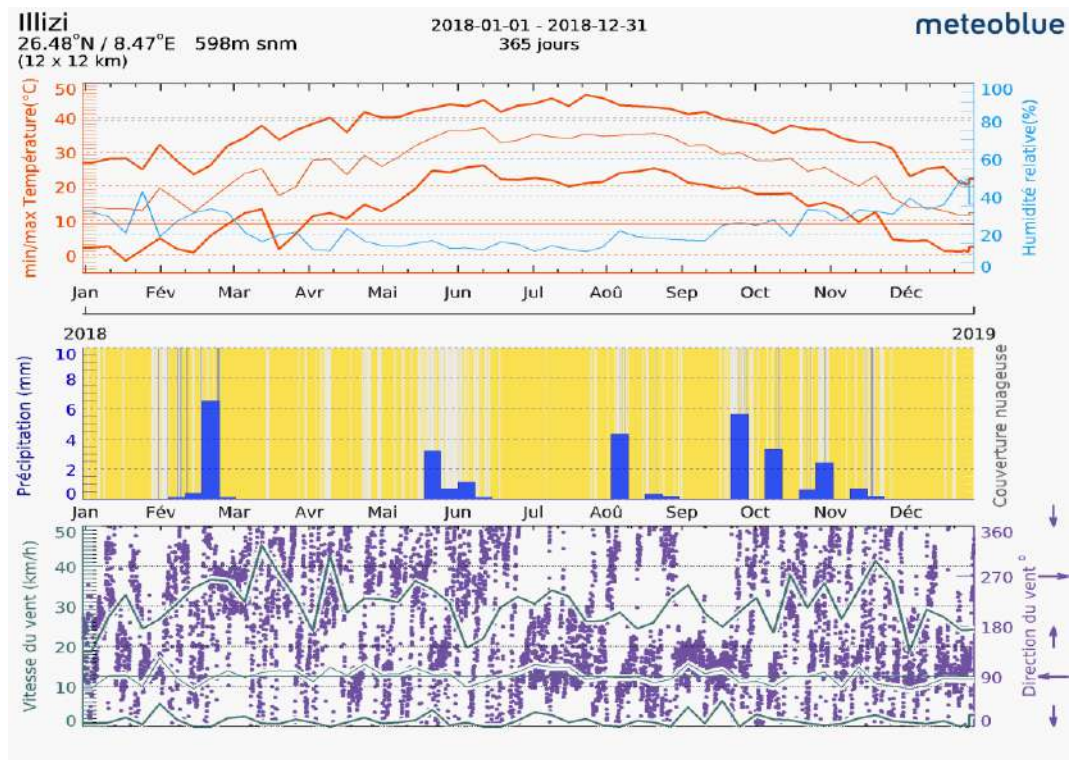


Figure II.26: données climatiques d'Illizi [26]

- ✚ Le climat à Illizi est dit désertique, le mois le plus chaud est le mois de juillet avec 45°C et le mois le plus froid est le mois de février avec 5°C.
- ✚ l'humidité relative de l'air est faible avec une moyenne annuelle, elle varie sensiblement en fonction des saisons de l'année. En effet pendant l'été, elle diminue jusqu'à 12 % au mois de juillet, Elle s'élève en hiver et atteint une moyenne maximale de 50 % au mois de décembre.
- ✚ Le vent dans la région de Tamanrasset souffle pendant toute l'année avec des vitesses variables avec une vitesse maximale de 45km/h au mois de mars. la vitesse moyenne annuelle des vents est de 12 km/h.
- ✚ La répartition annuelle des précipitations est marquée par une importante période de sécheresse (mois : juillet, avril) où les précipitations sont très faibles et Le reste paraît plus humide.

II.6.7 In Salah

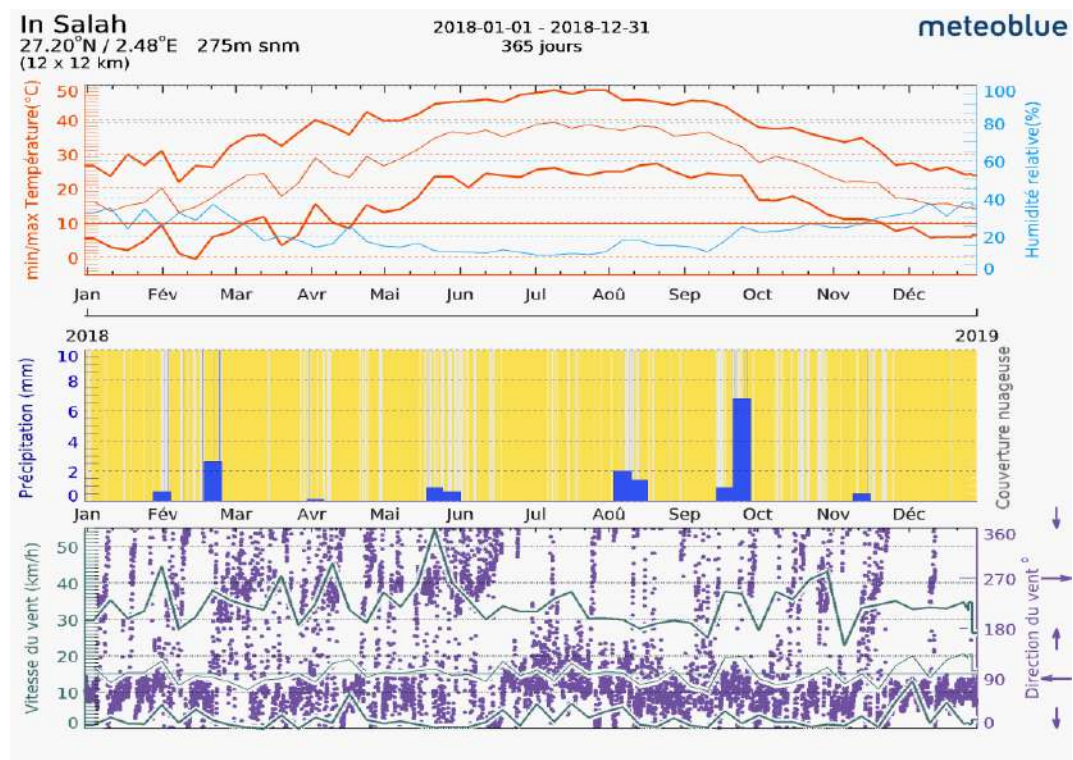


Figure II.27: données climatiques d'In Salah [26]

- ✚ Le climat à In Salah est dit désertique, le mois le plus chaud est le mois de juillet et le mois le plus froid est le mois de février.
- ✚ l'humidité relative de l'air est faible, elle varie sensiblement en fonction des saisons de l'année. En effet pendant l'été, elle diminue jusqu'à 10 % au mois de juillet, Elle s'élève en hiver et atteint une moyenne maximale de 40 % au mois de décembre.
- ✚ Le vent souffle pendant toute l'année avec des vitesses variables avec une vitesse maximale de 54 km/h au mois de mai. La vitesse moyenne annuelle des vents est de 15 km/h.
- ✚ La répartition annuelle des précipitations est marquée par une importante période de sécheresse (mois : juillet, avril, mai) où les précipitations sont très faibles et Le reste paraît plus humide.

II.7 Description des modèles

II.7.1 Paramètre du bâtiment

II.7.1.1 Plan de bâtiment

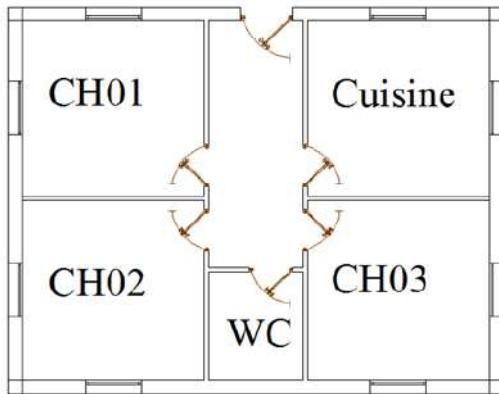


Figure II.28: plan de bâtiment en 2D [9]

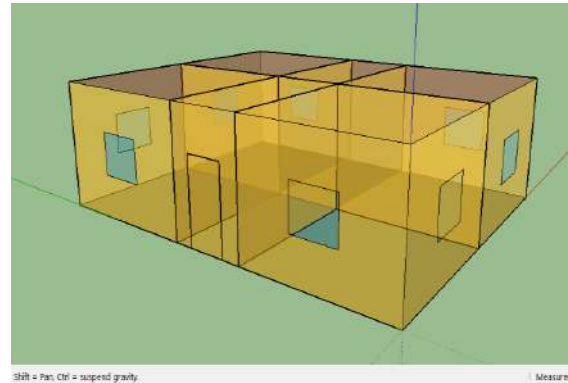


Figure II.29: bâtiment en 3D

II.7.1.2 Dimensions et zonage du projet

Le bâtiment a une surface de 80 m^2 , pour un volume de 240 m^3 . L'entrée du bâtiment est orientée vers le nord comme l'indique la figure ci-dessus.

Les murs comprenant les éléments suivants:

- Les murs extérieurs constitués d'une structure lourde en brique creusée, en couche de 1 cm de ciment mortier et en couche supplémentaire de 1 cm de plâtre.
- Les murs intérieurs (murs de refend) dont les faces sont seulement en contact avec l'ambiance intérieure sont composés en brique creusée de deux couches de 1 cm de plâtre.
- Le plancher est posé sur une terre pleine et plate. Il est situé et coulé directement sur le sol. La forme est constituée d'une couche en pierre, du béton et du carrelage. C'est un revêtement de finition, permet un traitement surfacique, antidérapant, résistant à l'usure, aux produits chimiques.
- La toiture est en béton-hourdi et une chape en mortier de ciment et un enduit intérieur en plâtre.

Dans notre cas, chaque pièce est modélisée par une seule et unique zone thermique, le tableau présente les caractéristiques de chaque zone.

Chapitre II : Simulation thermique

Tableau II.1 : les caractéristiques de chaque zone.

	Hauteur (m)	Largeur (m)	Langueur (m)	Surface (m ²)	Volume (m ³)
Zones					
A1(ch1)	3	4	4	16	48
A2(ch2)	3	4	4	16	48
B1(couloire)	3	2	4	8	24
B2(WC)	3	2	4	8	24
C1(cuisine)	3	4	4	16	48
C2(ch3)	3	4	4	16	48
Totale				80	240

Tableau II.2 : les caractéristiques structurelles et thermiques de la composante du bâtiment.

Composant de construction	structure	Epaisseur (m)	Conductivité thermique (Kj/h. m. k)	Chaleur spécifique (Kj/Kg. k)	Messe volumique (kg/m3)	Composante De bâtiment d'épaisseur (m)	U-value (W/m2. k)
Mur extérieur	-Enduit Plâtre	- 0.01	- 1.26	- 1	- 1500	0.17	1.903
	-brique creuse	- 0.15	- 1.7	- 0.79	- 720		
	-enduit extérieur	- 0.01	- 4.15	- 1	- 1700		
Mur intérieur	-Enduit plâtre	- 0.01	- 1.26	- 1	- 1500	0.12	2.345
	-brique creuse	- 0.10	- 1.8	- 0.79	- 720		
	-Enduit Plâtre	- 0.01	- 1.26	- 1	- 1500		
Le plancher	-carrelage	- 0.03	- 6.14	- 0.7	- 2300	0.35	2.522
	-mortier	- 0.02	- 4.15	- 0.84	- 2000		
	-béton	- 0.10	- 7.56	- 0.8	- 2400		
	-pierre	- 0.20	- 5	- 1	- 2000		
La toiture	-Enduit plâtre	- 0.01	- 1.26	- 1	- 1500	0.22	2.8
	- Béton hourdi	- 0.20	- 4.801	- 0.65	- 1300		
	-mortier	- 0.01	- 4.15	- 2000	- 2000		

Tableau II.3 : Caractéristiques des vitrages.

Types de vitrage	transmission thermique U ($W/m^2.K$)	transmission de l'énergie solaire g (%)
Simple vitrage	5.74	87
Double vitrage	2.95	77.7
Triple vitrage	2	70
Double vitrage peu émissivité	1.76	59.7

II.8 Paramètre d'étude

Les paramètres étudiés sont la taille et le type de vitrage, L'orientation des fenêtres et leurs effets sur la consommation d'énergie.

Taille des fenêtres utilisées (rapport de mur de fenêtre) :

- 10% (1.2 m²)
- 20% (2.4 m²)
- 30% (3.6 m²)
- 40% (4.8 m²)
- 50% (6 m²)

Le type de vitrage :

- simple vitrage.
- double vitrage.
- triple vitrage.
- double vitrage peu émissivité.

L'orientation :

- Nord
- Est
- Ouest
- Sud

II.9 Outils de simulation

II.9.1 Logiciel de simulation

Il existe un nombre important de logiciels dédiés à la simulation énergétique. Les logiciels existants diffèrent entre eux par les algorithmes qu'ils utilisent, par leur interface utilisateur et finalement par leurs vocations et leurs domaines d'application.

Le logiciel utilisé dans le cadre de cette présente étude est : **TRNSYS** version **16**.

II.9.2 Présentation du logiciel TRNSYS

TRNSYS est :

- un programme réalisant des simulations dynamiques
- un programme basé sur une approche modulaire
- une méthode pour créer de nouveaux modèles en plus de ceux de la bibliothèque de modèles de systèmes thermiques et de composants auxiliaires (données météo, histogrammes, ...)
- un solveur pour la résolution de systèmes d'équations (l'équation de bilan thermique).

TRNSYS prend en compte :

Les variations horaires

- Du taux d'occupation.

De la puissance de l'éclairage et des équipements divers

- Des consignes de températures et du fonctionnement du système chauffage et climatisation.

Les effets d'inertie thermique.

Les effets de ventilation naturelle.

Cent zones thermiques au maximum et les échanges thermiques entre ces zones (par conduction, convection et rayonnement)

Couplage avec systèmes : systèmes solaires, mur trombe, serre, production d'électricité...

Sorties : + 80 sorties possibles (énergie sensible et latente, échanges radiatifs des fenêtres, stores...)

Modèle d'humidité pour la prise en compte des phénomènes de sorption aux parois. [9]

II.10 Outil d'affichage GIS

SIG (GIS) est synonyme de Géographique Information Systems, souvent défini comme un système de gestion de base de données informatisé pour la capture, le stockage, la récupération, l'analyse et l'affichage de données spatiales. De nombreux types de données peuvent être intégrés au SIG et représentés sous forme de couche cartographique. Lorsque ces couches sont dessinées les unes sur les autres, des structures et des relations spatiales apparaissent souvent

Pour simplifier, l'objectif de tout SIG (technologie et science) est de faire des visualisations de données, qui sont la clé de l'exploration pour trouver une réponse à certaines questions. De cette manière, les données constituent le cœur de tout SIG et, pour être précis, des données spatiales couplées à des données d'attributs. [27]

GIS version 10.2.2

II.11 Etat des lieux des besoins thermiques du cas de base

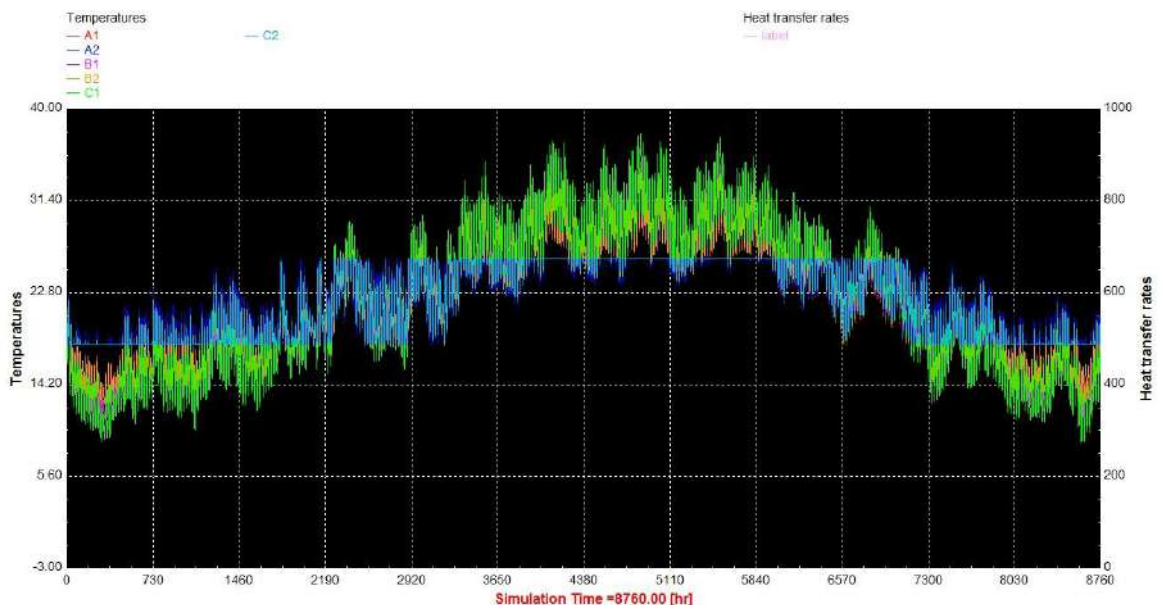


Figure II.30: Evolution annuelle de la température intérieure.

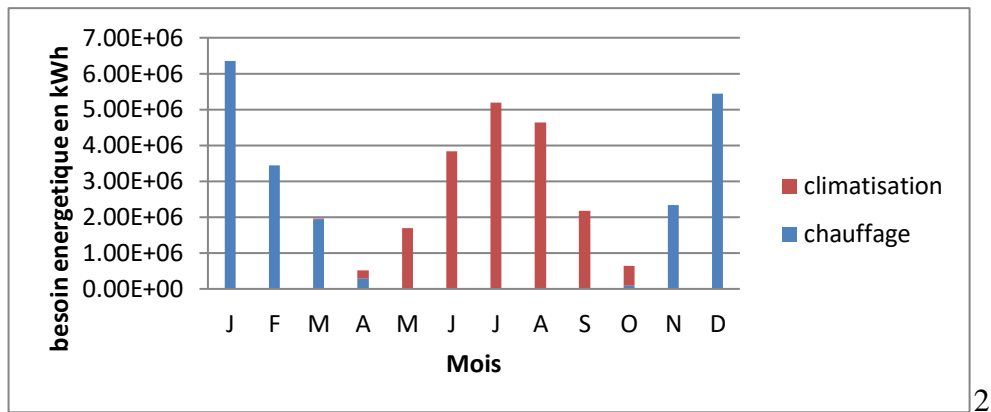


Figure II.31: L'évolution mensuelle des besoins énergétiques.

Nous notons que la consommation d'énergie de chauffage la plus importante des mois de janvier et de décembre, tandis que les mois de juillet et d'Out et de Juin sont les plus importantes de la climatisation, tandis que le reste des mois est la consommation normale Nécessite des besoins énergétiques de chauffage de 5300 kWh et la climatisation et 5080 kWh en énergie utile Et le besoin total et de 10600 kWh, et la performance énergétique et de 133 kWh/m².

II.12 Conclusion

L'objectif de cette étude est de réaliser une série de simulations pour évaluer l'évolution Des besoins en énergie conformément aux mesures d'efficacité énergétique.

Dans le premier cas, une étude de cas de base est réalisée, contenant des données préliminaires pour simuler les besoins en chauffage et en climatisation dans le bâtiment. La seconde implique l'application de mesures d'efficacité énergétique à comparer aux besoins énergétiques du cas de base.

Dans ce chapitre, le matériel 2et les méthodes à mettre en œuvre pour cette étude sont identifiés et les résultats de la simulation seront présentés dans le chapitre suivant.

Chapitre III
résultats
et
discussions

III.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous procéderons à une évaluation numérique de l'impact des mesures d'efficacité énergétique négatives sur les besoins énergétiques du bâtiment résidentiel, TRNSYS 16 sera utilisé pour réaliser la simulation.

Sur cette base, l'effet du type de vitrage et de la direction de la fenêtre sera étudié afin de calculer les charges annuelles de chauffage et climatisation de en fonction du pourcentage de surface de verre sur le mur et contenant différents isolants.

Le but de cette étude est de comparer séparément l'effet des mesures d'efficacité énergétique sur chaque paramètre indépendamment, en évitant ainsi l'effet de l'interaction des paramètres, et mettez en surbrillance le modèle de construction qui correspond à l'efficacité maximale possible.

III.2 Façade nord de la ville d'Ouargla

III.2.1 Simple vitrage

Tableau III.4 : Besoin énergétique annuel (Simple vitrage, façade nord)

Pourcentage	cas de base	10%	20%	30%	40%	50%
Chauffage (KWh)	5,53E+03	5,88E+03	5,94E+03	6,00E+03	6,08E+03	6,16E+03
climatisation(KWh)	5,08E+03	3,94E+03	4,10E+03	4,25E+03	4,41E+03	4,56E+03
Besoin total (KWh)	1,06E+04	9,82E+03	1,00E+04	1,03E+04	1,05E+04	1,07E+04
Performance énergétique (KWh/m ²)	1,33E+02	1,23E+02	1,26E+02	1,28E+02	1,31E+02	1,34E+02

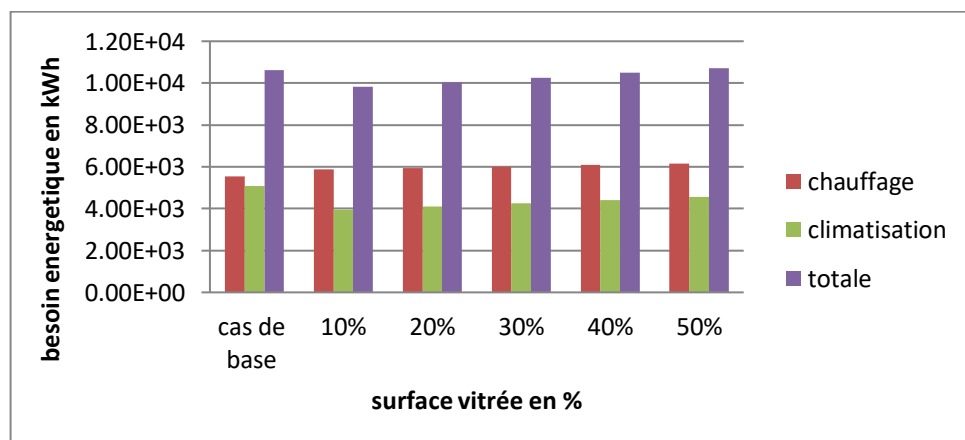


Figure III.32 : Besoin énergétique annuel (Simple vitrage, façade nord).

III.2.2 Double vitrage

Tableau III.5: Besoin énergétique annuel (double vitrage, façade nord).

pourcentage	cas de base	10%	20%	30%	40%	50%
Chauffage (KWh)	5,53E+03	5,78E+03	5,74E+03	5,71E+03	5,68E+03	5,66E+03
climatisation(KWh)	5,08E+03	3,89E+03	4,00E+03	4,11E+03	4,22E+03	4,33E+03
Besoin total (KWh)	1,06E+04	9,67E+03	9,74E+03	9,82E+03	9,90E+03	9,99E+03
Performance énergétique (KWh/m ²)	1,33E+02	1,21E+02	1,22E+02	1,23E+02	1,24E+02	1,25E+02

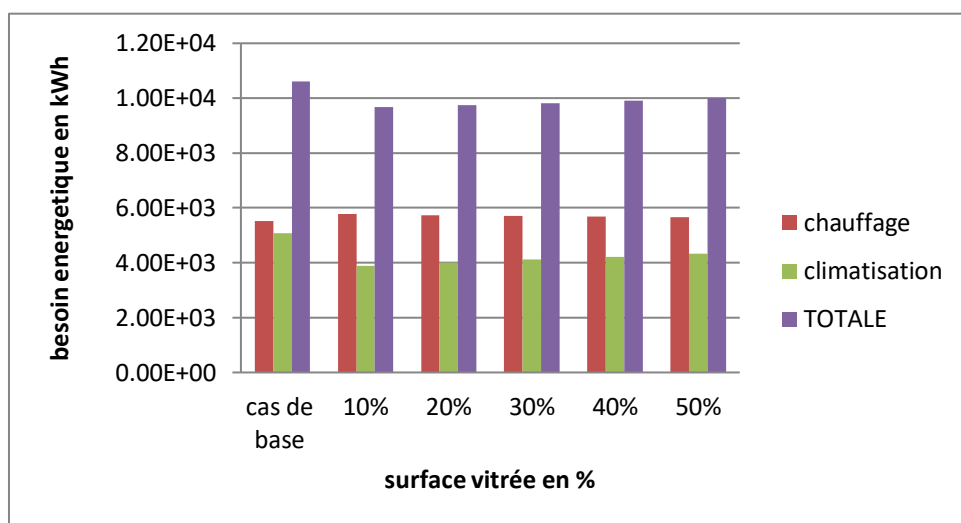


Figure III.33 : Besoin énergétique annuel (double vitrage, façade nord).

III.2.3 Triple vitrage

Tableau III.6 : Besoin énergétique annuel (triple vitrage, façade nord).

pourcentage	cas de base	10%	20%	30%	40%	50%
chauffage(KWh)	5,53E+03	5,76E+03	5,70E+03	5,65E+03	5,59E+03	5,54E+03
Climatisation (KWh)	5,08E+03	3,86E+03	3,95E+03	4,04E+03	4,13E+03	4,23E+03
Besoin total (KWh)	1,06E+04	9,62E+03	9,65E+03	9,69E+03	9,72E+03	9,77E+03
Performance énergétique (KWh/m ²)	1,33E+02	1,20E+02	1,21E+02	1,21E+02	1,22E+02	1,22E+02

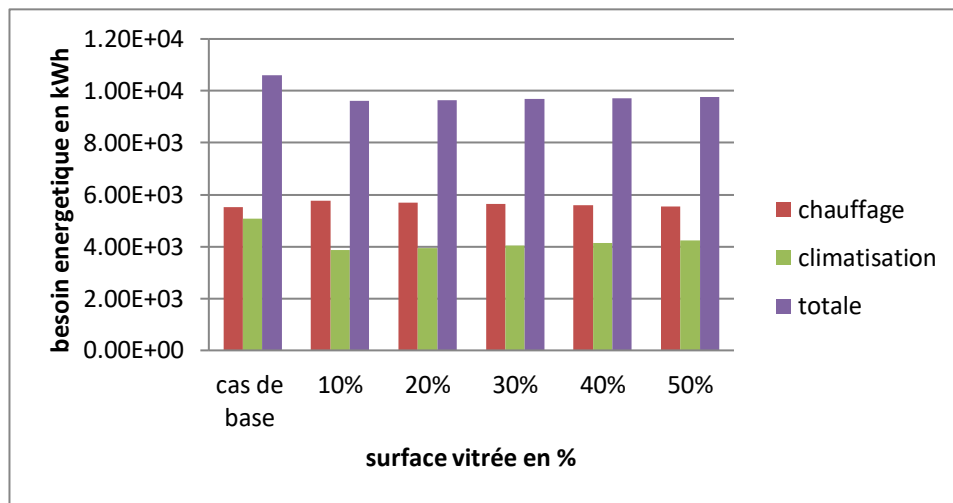


Figure III.34 : Besoin énergétique annuel (triple vitrage, façade nord).

III.2.4 Double vitrage peu émissivité

Tableau III.7 : Besoin énergétique annuel (double vitrage peu émissivité, façade nord).

pourcentage	cas de base	10%	20%	30%	40%	50%
chauffage (KWh)	5,53E+03	5,77E+03	5,71E+03	5,66E+03	5,61E+03	5,56E+03
Climatisation (KWh)	5,08E+03	3,85E+03	3,92E+03	4,00E+03	4,07E+03	4,15E+03
Besoin total (KWh)	1,06E+04	9,62E+03	9,63E+03	9,66E+03	9,68E+03	9,71E+03
Performance énergétique (KWh/m ²)	1,33E+02	1,20E+02	1,20E+02	1,21E+02	1,21E+02	1,21E+02

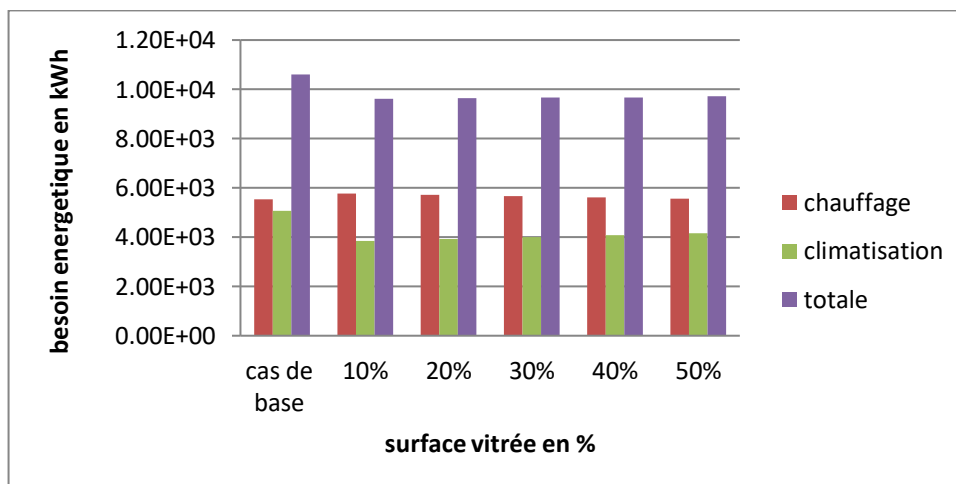


Figure III.35 : Besoin énergétique annuel (double vitrage peu émissivité, façade nord).

III.2.5 Discussion

D'après les résultats obtenus, La consommation énergétique du chauffage et de la climatisation augmente à mesure que la taille de la fenêtre augmente pour le mur, ce qui porte la consommation totale d'énergie de 9820 kWh à la valeur maximale de 10700 kWh pour le simple vitrage.

Tandis que différents types de vitrages, on note qu'il ya une diminution de la consommation d'énergie du chauffage alors qu'il ya une augmentation de la climatisation avec une taille de fenêtre augmente, nous notons une augmentation de la consommation totale d'énergie de tous les types de vitrages, Alors que la consommation la plus basse en vitrage à faible émissivité est de 9620 kWh avec la valeur la plus élevée de 9710 kWh.

III.3 Façade sud de la ville d'Ouargla

III.3.1 Simple vitrage

Tableau III.8 : Besoin énergétique annuel (Simple vitrage, façade sud).

pourcentage	cas de base	10%	20%	30%	40%	50%
chauffage (KWh)	5,53E+03	5,77E+03	5,71E+03	5,66E+03	5,61E+03	5,56E+03
Climatisation (KWh)	5,08E+03	3,85E+03	3,92E+03	4,00E+03	4,07E+03	4,15E+03
Besoin total (KWh)	1,06E+04	9,62E+03	9,63E+03	9,66E+03	9,68E+03	9,71E+03
Performance énergétique (KWh/m ²)	1,33E+02	1,20E+02	1,20E+02	1,21E+02	1,21E+02	1,21E+02

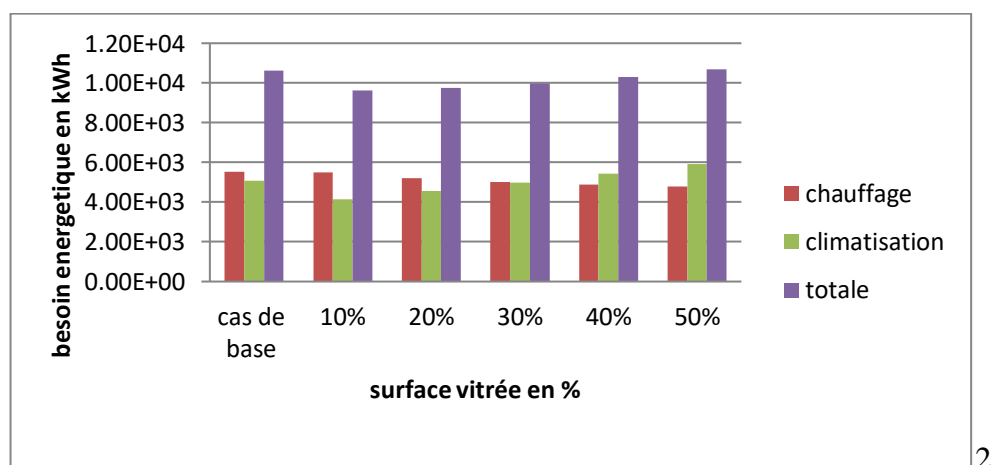


Figure III.36 : Besoin énergétique annuel (Simple vitrage, façade sud).

III.3.2 Double vitrage

Tableau III.9 : Besoin énergétique annuel (double vitrage, façade sud).

pourcentage	cas de base	10%	20%	30%	40%	50%
Chauffage (KWh)	5,53E+03	5,37E+03	4,97E+03	4,63E+03	4,36E+03	4,12E+03
Climatisation (KWh)	5,08E+03	4,03E+03	4,32E+03	4,64E+03	4,98E+03	5,36E+03
Besoin total (KWh)	1,06E+04	9,40E+03	9,29E+03	9,27E+03	9,34E+03	9,48E+03
Performance énergétique (KWh/m ²)	1,33E+02	1,18E+02	1,16E+02	1,16E+02	1,17E+02	1,19E+02

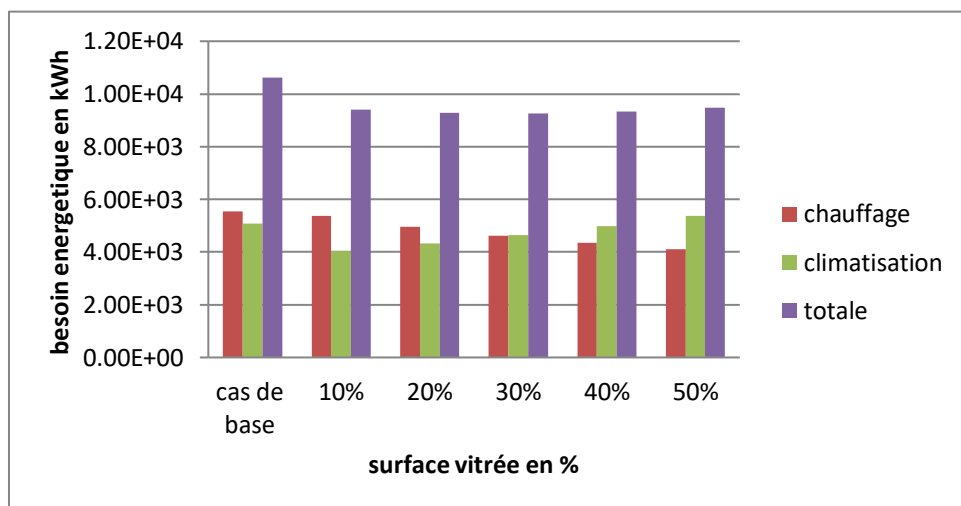


Figure III.37 : Besoin énergétique annuel (double vitrage, façade sud).

III.3.3 Triple vitrage

Tableau III.10 : Besoin énergétique annuel (triple vitrage, façade sud).

pourcentage	cas de base	10%	20%	30%	40%	50%
chauffage (KWh)	5,53E+03	5,38E+03	4,96E+03	4,61E+03	4,30E+03	4,04E+03
Climatisation (KWh)	5,08E+03	3,98E+03	4,21E+03	4,47E+03	4,75E+03	5,05E+03
Besoin total (KWh)	1,06E+04	9,36E+03	9,17E+03	9,08E+03	9,05E+03	9,09E+03
Performance énergétique (KWh/m ²)	1,33E+02	1,17E+02	1,15E+02	1,14E+02	1,13E+02	1,14E+02

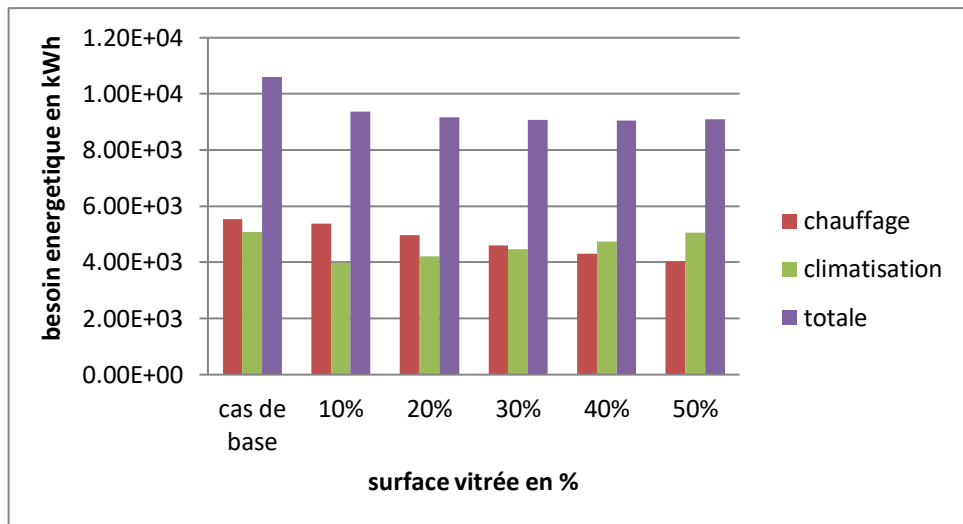


Figure III.38 : Besoin énergétique annuel (triple vitrage, façade sud).

III.3.4 Double vitrage peu émissivité

Tableau III.11 : Besoin énergétique annuel (Double vitrage peu émissivité, façade sud).

pourcentage	cas de base	10%	20%	30%	40%	50%
chauffage (KWh)	5,53E+03	5,44E+03	5,07E+03	4,74E+03	4,46E+03	4,21E+03
Climatisation (KWh)	5,08E+03	3,95E+03	4,14E+03	4,35E+03	4,57E+03	4,81E+03
Besoin total (KWh)	1,06E+04	9,39E+03	9,21E+03	9,09E+03	9,03E+03	9,02E+03
Performance énergétique (KWh/m ²)	1,33E+02	1,17E+02	1,15E+02	1,14E+02	1,13E+02	1,13E+02

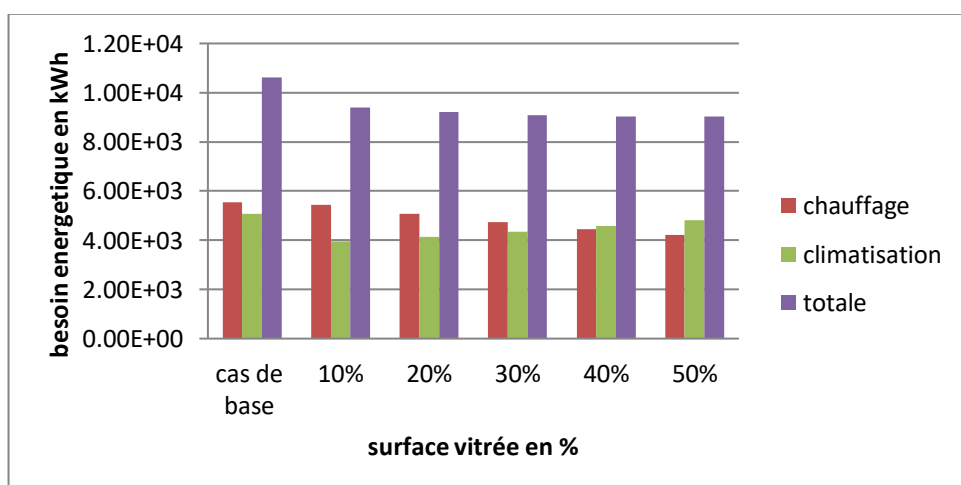


Figure III.39 : Besoin énergétique annuel (double vitrage peu émissivité, façade sud).

III.3.5 Discussion

Nous notons d'après les résultats obtenus qu'il y a une diminution de la consommation d'énergie liée au chauffage et une augmentation de la climatisation dans tous les types de vitrage.

Dans le type simple vitrage, une augmentation considérable de la consommation totale d'énergie est enregistrée. Alors que nous enregistrons une stabilité approximative de l'énergie totale à atteindre 9480 kWh pour le double vitrage.

Alors que nous notons qu'une diminution de la consommation d'énergie totale dans les vitrages à triple et peu émissivité.

Nous enregistrons la consommation d'énergie totale la plus faible des deux autres types 9150 kWh vs 9148 kWh où il n'y a pas de différence significative entre eux.

III.4 Façade est de la ville d'Ouargla

III.4.1 Simple vitrage

Tableau III.12 : Besoin énergétique annuel (Simple vitrage, façade Est).

pourcentage	Cas de base	10%	20%	30%	40%	50%
chauffage (KWh)	5,53E+03	5,75E+03	5,69E+03	5,67E+03	5,64E+03	5,64E+03
Climatisation (KWh)	5,08E+03	4,06E+03	4,33E+03	4,64E+03	4,94E+03	5,25E+03
Besoin total (KWh)	1,06E+04	9,81E+03	1,00E+04	1,03E+04	1,06E+04	1,09E+04
Performance énergétique (KWh/m ²)	1,33E+02	1,23E+02	1,25E+02	1,29E+02	1,32E+02	1,36E+02

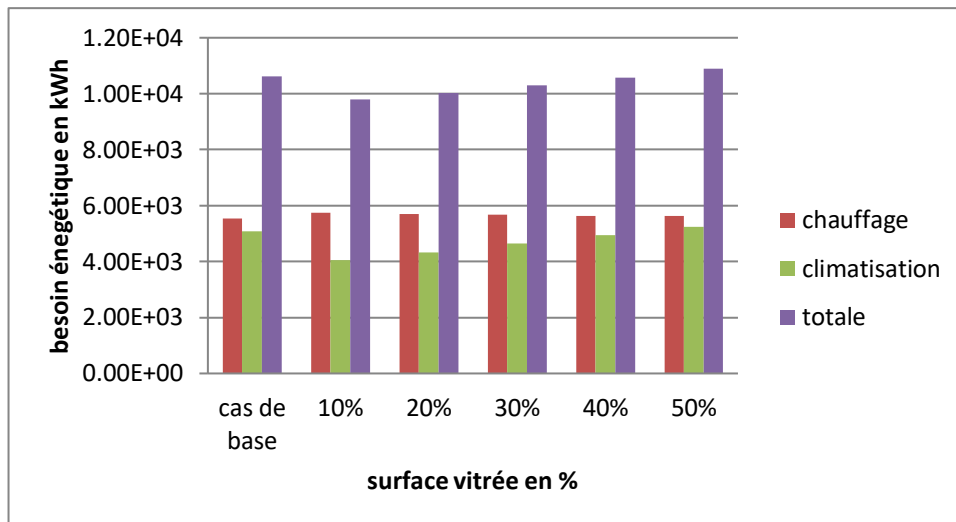


Figure III.40 : Besoin énergétique annuel (Simple vitrage, façade Est).

III.4.2 Double vitrage

Tableau III.13 : Besoin énergétique annuel (double vitrage, façade Est).

pourcentage	Cas de base	10%	20%	30%	40%	50%
Chauffage (KWh)	5,53E+03	5,67E+03	5,53E+03	5,42E+03	5,31E+03	5,22E+03
Climatisation (KWh)	5,08E+03	3,97E+03	4,19E+03	4,44E+03	4,72E+03	4,97E+03
Besoin total (KWh)	1,06E+04	9,64E+03	9,72E+03	9,86E+03	1,00E+04	1,02E+04
Performance énergétique (KWh/m ²)	1,33E+02	1,20E+02	1,22E+02	1,23E+02	1,25E+02	1,27E+02

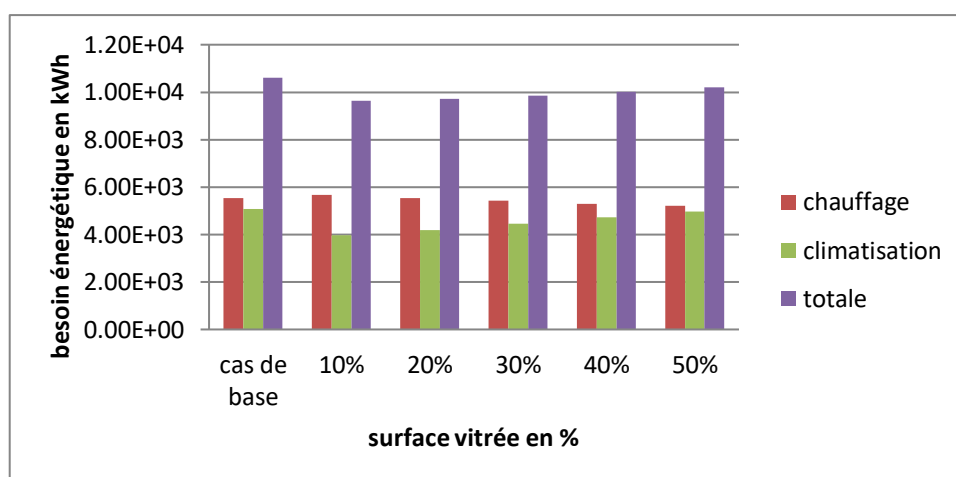


Figure III.41 : Besoin énergétique annuel (double vitrage, façade Est).

III.4.3 Triple vitrage

Tableau III.14: Besoin énergétique annuel (triple vitrage, façade Est).

pourcentage	Cas de Base	10%	20%	30%	40%	50%
Chauffage (KWh)	5,53E+03	5,67E+03	5,53E+03	5,39E+03	5,25E+03	5,17E+03
Climatisation (KWh)	5,08E+03	3,94E+03	4,14E+03	4,33E+03	4,56E+03	4,81E+03
Besoin total (KWh)	1,06E+04	9,61E+03	9,67E+03	9,72E+03	9,81E+03	9,97E+03
Performance énergétique (KWh/m ²)	1,20E+02	1,20E+02	1,21E+02	1,22E+02	1,23E+02	1,25E+02

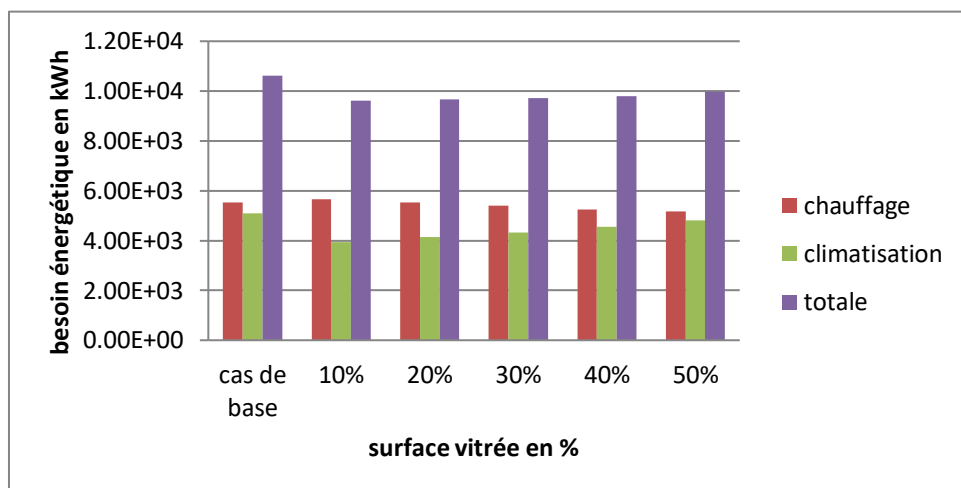


Figure 3.42 : Besoin énergétique annuel (triple vitrage, façade Est).

III.4.4 Double vitrage peu émissivité

Tableau III.15 : Besoin énergétique annuel (Double vitrage peu émissivité, façade Est).

pourcentage	Cas de base	10%	20%	30%	40%	50%
Chauffage (KWh)	5,53E+03	5,69E+03	5,56E+03	5,44E+03	5,33E+03	5,22E+03
Climatisation (KWh)	5,08E+03	3,92E+03	4,08E+03	4,25E+03	4,42E+03	4,61E+03
Besoin total (KWh)	1,06E+04	9,61E+03	9,64E+03	9,69E+03	9,75E+03	9,83E+03
Performance énergétique (KWh/m ²)	1,20E+02	1,20E+02	1,20E+02	1,21E+02	1,22E+02	1,23E+02

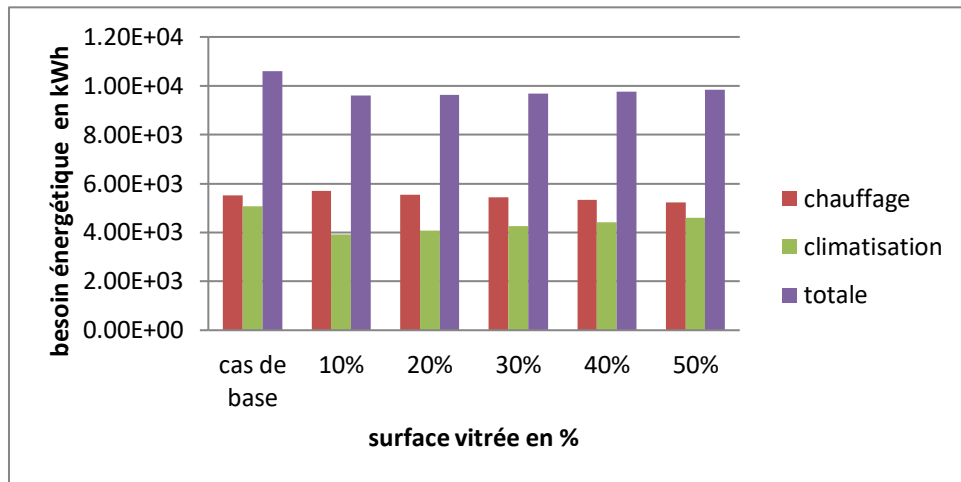


Figure III.43 : Besoin énergétique annuel (double vitrage peu émissivité, façade Est).

III.4.5 Discussion

Nous enregistrons toujours une diminution de la consommation d'énergie liée au chauffage et une augmentation de la climatisation dans tous les types de vitrages. Il y a une augmentation considérable de la consommation d'énergie totale de 9810 kWh à 10900 kWh pour un simple vitrage.

Une légère augmentation de la consommation d'énergie totale est enregistrée dans les autres types de vitrage.

Où il y a moins de consommation d'énergie totale dans vitrage peu émissivité Atteindre la valeur 9830 kWh.

III.5 Façade ouest de la ville d'Ouargla

III.5.1 Simple vitrage

Tableau III.16 : Besoin énergétique annuel (Simple vitrage, façade ouest).

pourcentage	Cas de base	10%	20%	30%	40%	50%
chauffage (KWh)	5,53E+03	5,81E+03	5,81E+03	5,83E+03	5,86E+03	5,92E+03
Climatisation (KWh)	5,08E+03	4,31E+03	4,89E+03	5,50E+03	6,08E+03	6,69E+03
Besoin total (KWh)	1,06E+04	1,01E+04	1,07E+04	1,13E+04	1,19E+04	1,26E+04
Performance énergétique (KWh/m ²)	1,33E+02	1,26E+02	1,34E+02	1,42E+02	1,49E+02	1,58E+02

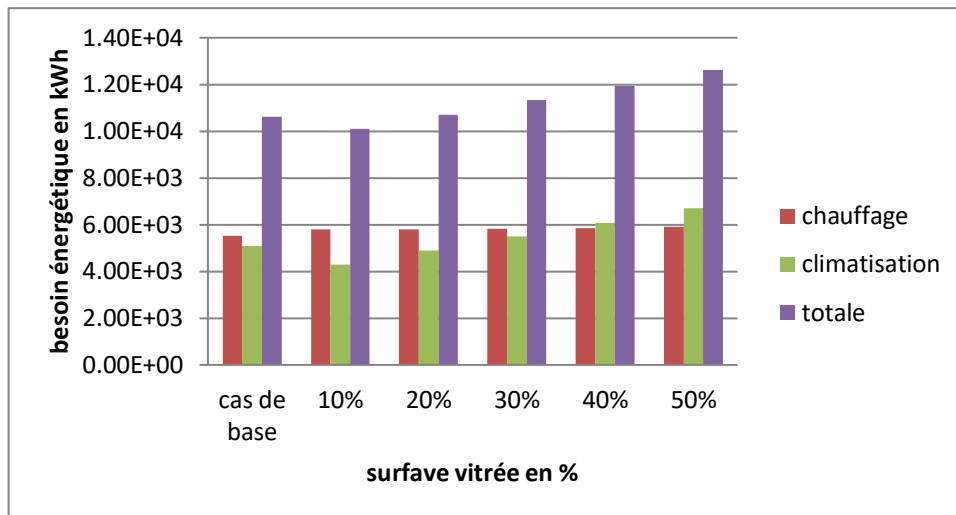


Figure III.44 : Besoin énergétique annuel (Simple vitrage, façade ouest).

III.5.2 Double vitrage

Tableaux III.17 : Besoin énergétique annuel (double vitrage, façade ouest).

pourcentage	Cas de base	10%	20%	30%	40%	50%
Chauffage (KWh)	5,53E+03	5,64E+03	5,50E+03	5,36E+03	5,22E+03	5,11E+03
Climatisation (KWh)	5,08E+03	4,19E+03	4,63E+03	5,14E+03	5,64E+03	6,17E+03
Besoin total (KWh)	1,06E+04	9,83E+03	1,01E+04	1,05E+04	1,09E+04	1,13E+04
Performance énergétique (KWh/m ²)	1,33E+02	1,23E+02	1,27E+02	1,31E+02	1,36E+02	1,41E+02

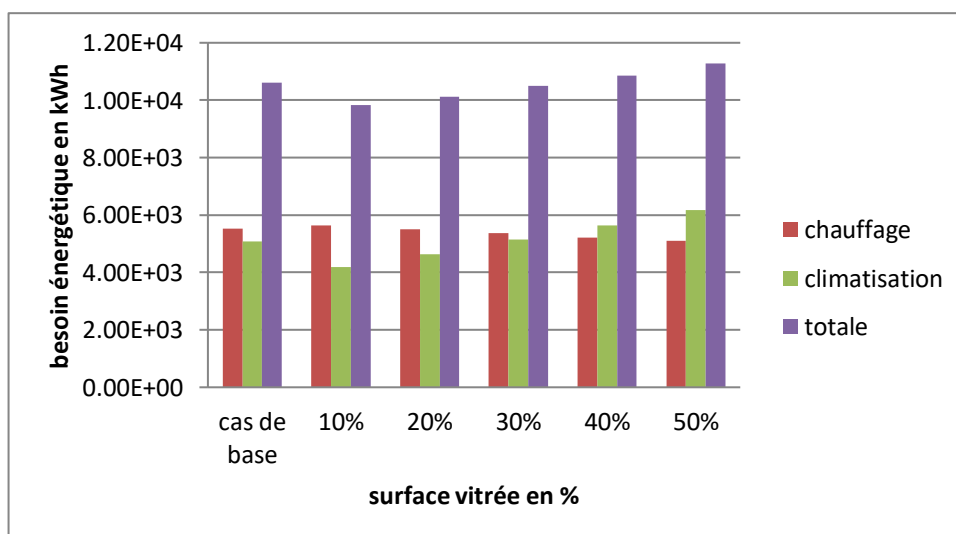


Figure III.45: Besoin énergétique annuel (double vitrage, façade ouest).

III.5.3 Triple vitrage

Tableau III.18 : Besoin énergétique annuel (triple vitrage, façade ouest).

pourcentage	Cas de base	10%	20%	30%	40%	50%
Chauffage (KWh)	5,53E+03	5,64E+03	5,44E+03	5,28E+03	5,11E+03	4,97E+03
Climatisation (KWh)	5,08E+03	4,11E+03	4,50E+03	4,94E+03	5,36E+03	5,83E+03
Besoin total (KWh)	1,06E+04	9,75E+03	9,94E+03	1,02E+04	1,05E+04	1,08E+04
Performance énergétique (KWh/m ²)	1,20E+02	1,22E+02	1,24E+02	1,28E+02	1,31E+02	1,35E+02

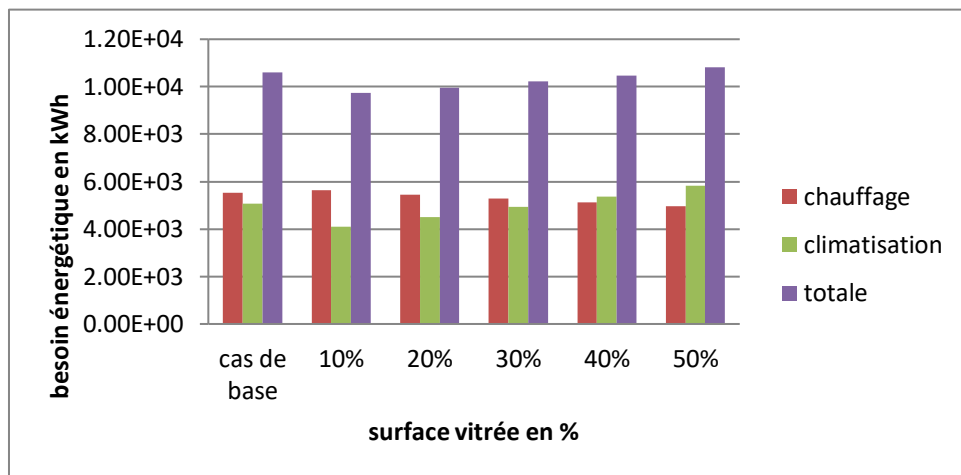


Figure III.46: Besoin énergétique annuel (triple vitrage, façade ouest).

III.5.4 Double vitrage peu émissivité

Tableau III.19 : Besoin énergétique annuel (Double vitrage peu émissivité, façade ouest).

pourcentage	Cas de base	10%	20%	30%	40%	50%
Chauffage (KWh)	5,53E+03	5,64E+03	5,47E+03	5,31E+03	5,17E+03	5,03E+03
Climatisation (KWh)	5,08E+03	4,06E+03	4,39E+03	4,72E+03	5,08E+03	5,44E+03
Besoin total (KWh)	1,06E+04	9,69E+03	9,86E+03	1,00E+04	1,03E+04	1,05E+04
Performance énergétique (KWh/m ²)	1,20E+02	1,21E+02	1,23E+02	1,25E+02	1,28E+02	1,31E+02

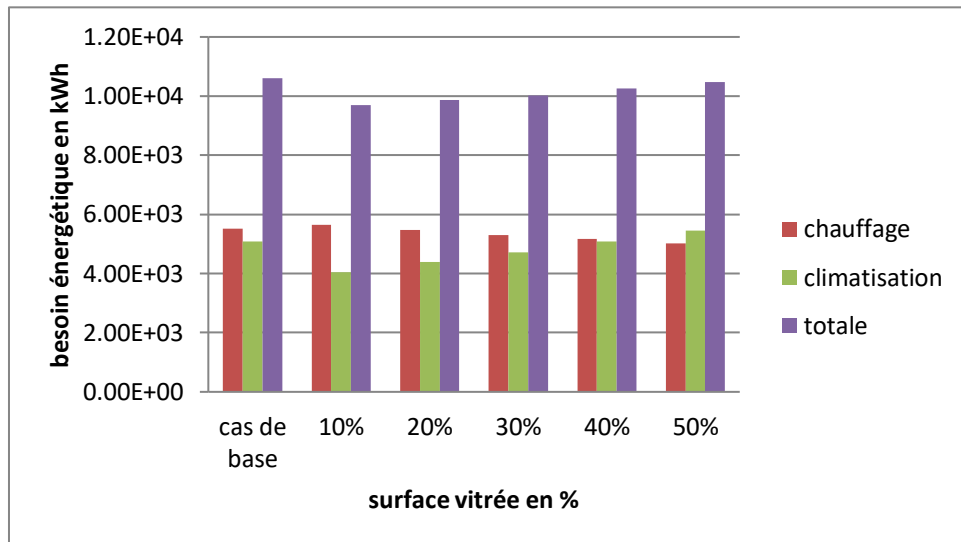


Figure III.47 : Besoin énergétique annuel (double vitrage peu émissivité, façade ouest).

III.5.5 Discussion

Nous enregistrons une diminution de la consommation énergétique liée au chauffage et une très grande augmentation de la climatisation pour tous les types de vitrages.

Dans simple vitrage, nous observons une augmentation significative de la consommation totale d'énergie de 10100 kWh à 12600 kWh.

Tout en enregistrant une légère augmentation de la consommation d'énergie totale dans les autres types de vitrages.

Où il y a moins la consommation totale d'énergie dans vitrage peu émissivité, elle atteint 10500 kWh.

III.6 Simple vitrage de la ville d'Ouargla

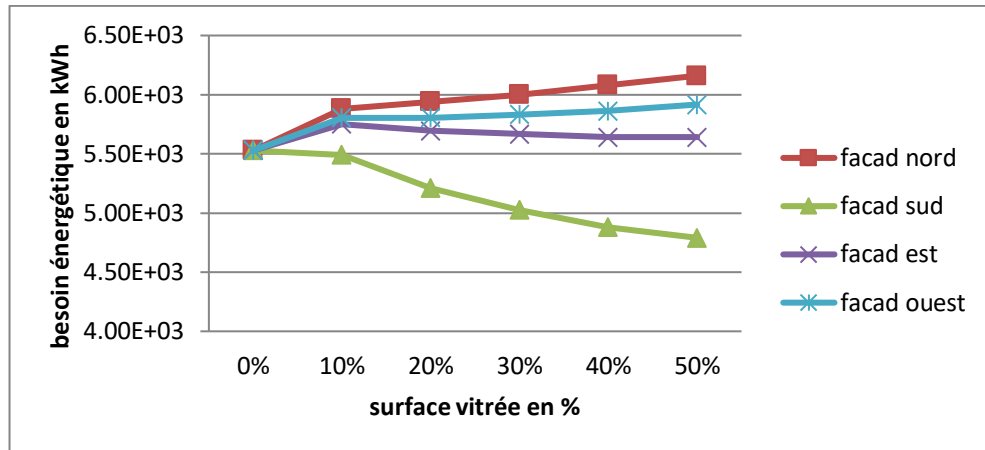


Figure III.48 : Besoin énergétique de chauffage en fonction des surfaces vitrées simple vitrage.

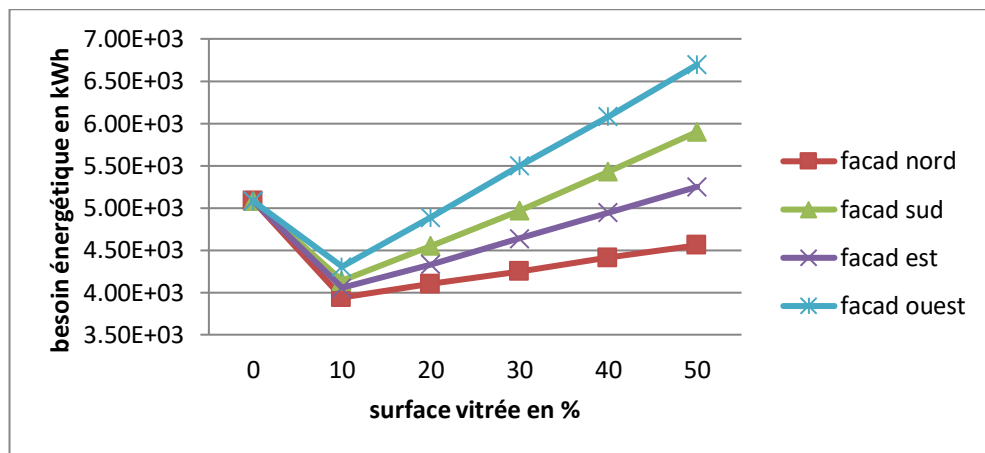


Figure III.49 : Besoin énergétique de climatisation en fonction des surfaces vitrées simple vitrage.

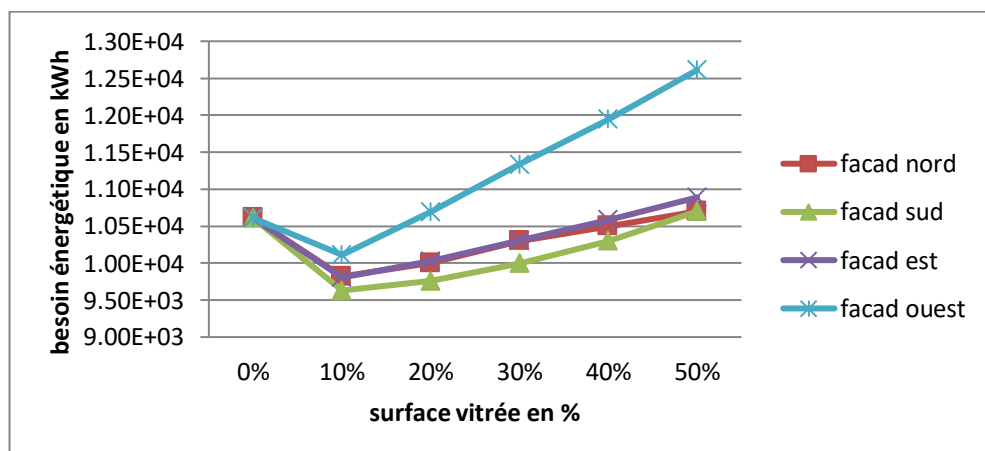


Figure III.50 : Besoin énergétique de totale en fonction des surfaces vitrées simple vitrage.

III.6.1 Discussion

Il y a une augmentation significative de la consommation d'énergie pour la climatisation, en particulier sur la façade ouest, à 6690 kWh par rapport au chauffage, à l'exception des façades sud et est, nous enregistrons une légère diminution, tout en enregistrant une augmentation de la consommation totale d'énergie proportionnellement au vitrage de toutes les façades jusqu'à 12600 kWh en la façade ouest.

III.6 Double vitrage de la ville d'Ouargla

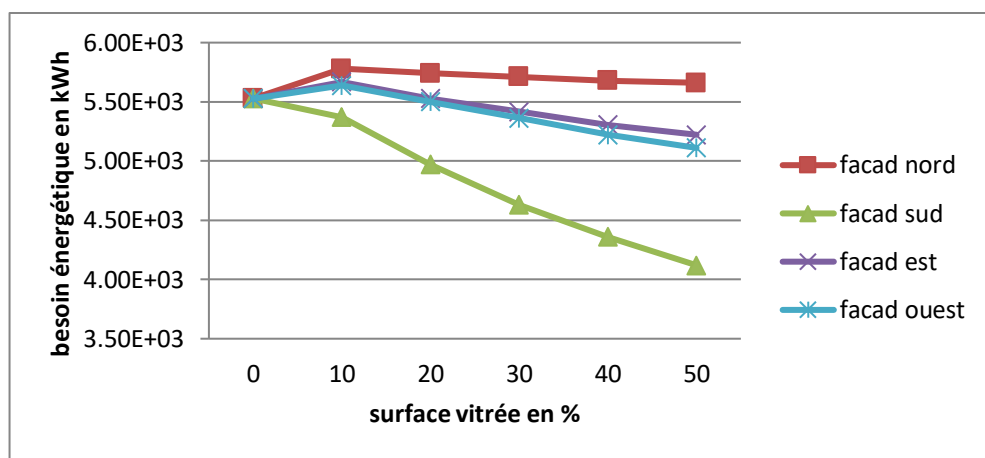


Figure III.51 : Besoin énergétique de chauffage en fonction des surfaces vitrées double vitrage.

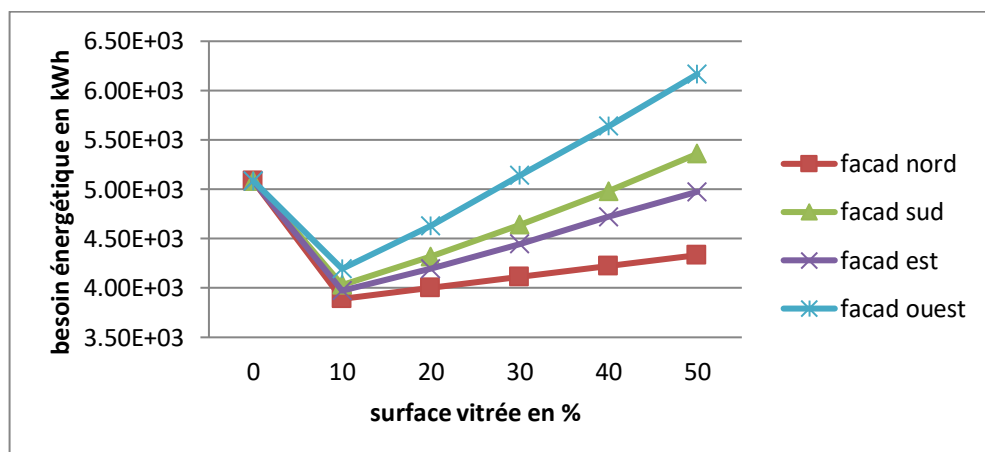


Figure III.52 : Besoin énergétique de climatisation en fonction des surfaces vitrées double vitrage.

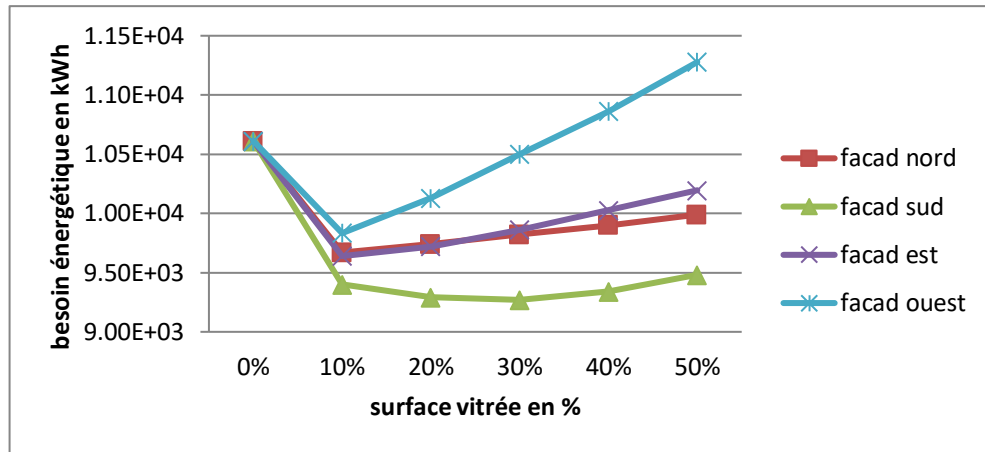


Figure III.53 : Besoin énergétique de total en fonction des surfaces vitrées double vitrage.

III.7.1 Discussion

Il y a une augmentation significative de la consommation d'énergie de la climatisation, alors que nous notons une diminution du chauffage, en particulier sur la façade sud pour atteindre 4120 kWh, où nous enregistrons une augmentation de la consommation totale d'énergie en raison du vitrage dans toutes les façades, en particulier sur la façade ouest, atteindre la plus valeur 11300 kWh.

III.8 Triple vitrage de la ville d'Ouargla

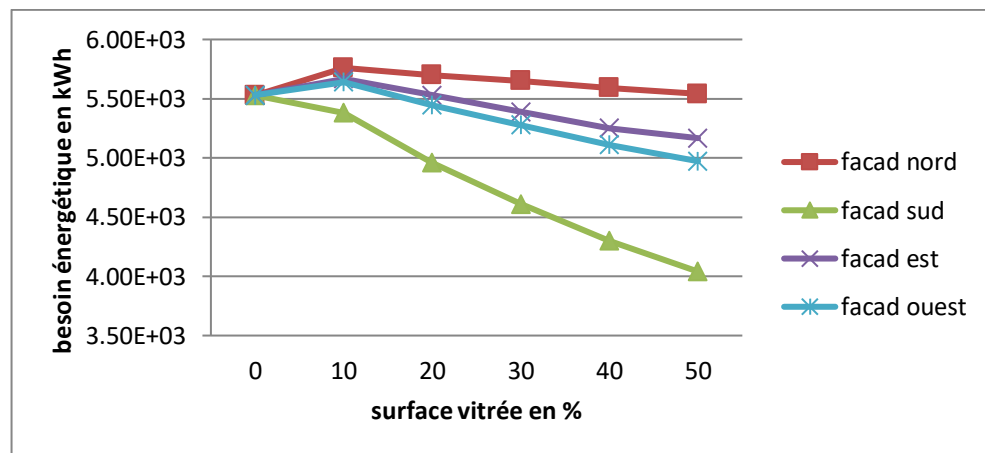


Figure III.54 : Besoin énergétique de chauffage en fonction des surfaces vitrées triple vitrage.

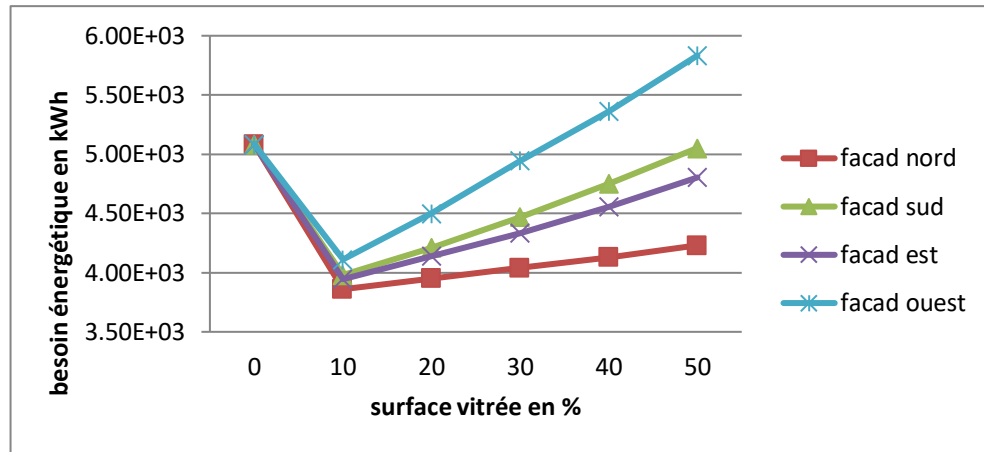


Figure III.55 : Besoin énergétique de climatisation en fonction des surfaces vitrées triple vitrage.

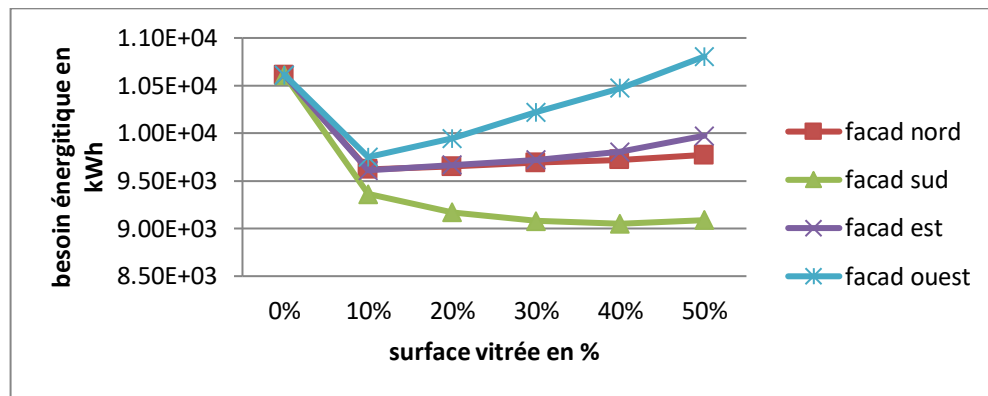


Figure III.56 : Besoin énergétique total en fonction des surfaces vitrées triple vitrage.

III.8.1 Discussion

Nous observons une augmentation significative de la consommation d'énergie pour la climatisation, en particulier sur la façade ouest, à 5830 kWh, tandis que nous constatons une diminution du chauffage, en particulier sur la façade sud, à 4040 kWh. Où nous enregistrons une augmentation de la consommation d'énergie Sauf pour la façade sud, la valeur la plus basse est de 9050 kWh.

III.9 Double vitrage peu émissivité de la ville d'Ouargla

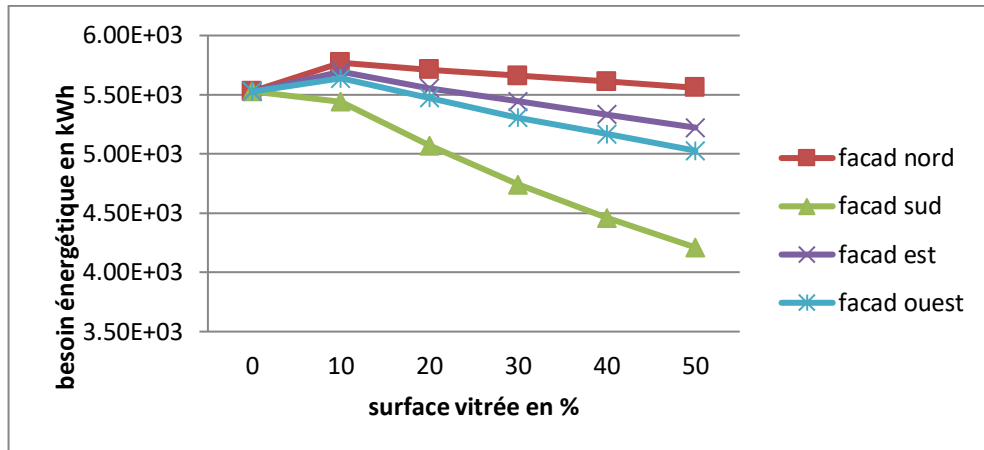


Figure III.57 : Besoin énergétique chauffage en fonction des surfaces vitrées double vitrage peu émissivité.

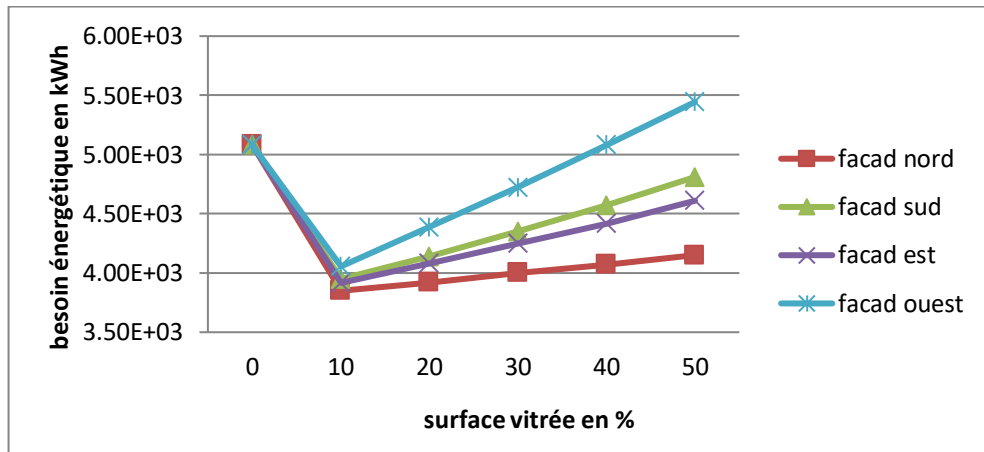


Figure III.58 : Besoin énergétique de climatisation en fonction des surfaces vitrées double vitrage peu émissivité.

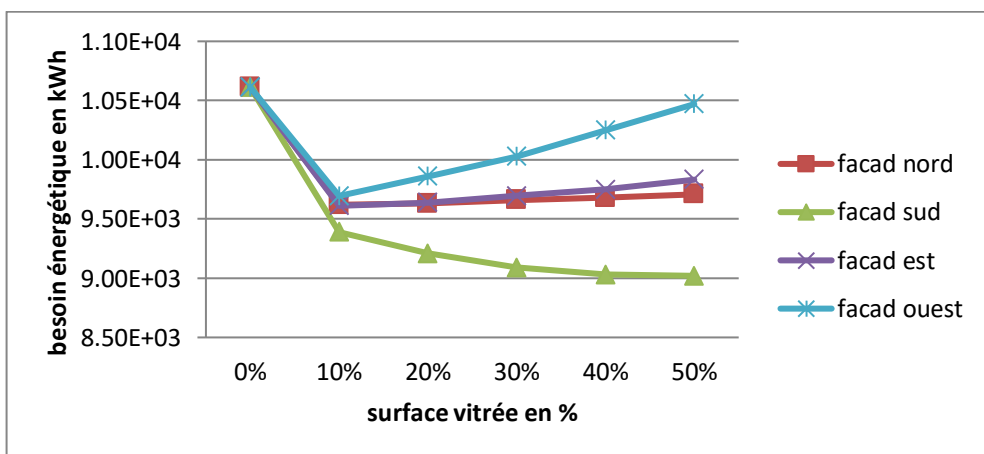


Figure III.59 : Besoin énergétique total en fonction des surfaces vitrées double vitrage peu émissivité.

III.9.1 Discussion

Nous constatons une augmentation de la consommation d'énergie pour la climatisation, en particulier sur la façade occidentale, à 5440 kWh, tandis que nous notons une diminution du chauffage, en particulier sur la façade sud, pour atteindre 4210 kWh. Lorsque nous enregistrons une augmentation de la consommation d'énergie, à l'exception de la façade sud, la valeur la plus basse est 9020 kWh.

III.10 Analyse des résultats

III.10.1 Type de vitrage

Selon les résultats obtenus, nous notons qu'un changement de type de vitrage affecte la consommation totale d'énergie.

L'utilisation du double vitrage permet un gain de 12.5%, Alors que le triple vitrage atteint 14.6%. Tout en fournissant le double vitrage peu émissivité est un bon gain 15%.

L'utilisation de vitrages à moins coefficient de transmission thermique fournit une bonne énergie.

Nous concluons que le vitrage peu émissivité est un État méthylique dans cette simulation.

III.10.2 Les surfaces vitrées

Le but de l'étude de l'effet de la modification du pourcentage de vitrage dans chaque façade est d'augmenter l'énergie de chauffage grâce au gain solaire.

Les résultats simulés montrent une augmentation des besoins énergétiques totaux du fait de l'augmentation du pourcentage de surfaces vitrées dans toutes les façades, Surtout de la façade ouest.

Pour le vitrage simple, il y a une diminution du chauffage et une augmentation de la climatisation, en particulier dans le sud et l'ouest.

Pour le double vitrage, les résultats ont montré qu'il est fourni le chauffage à ratio 16% et 9% pour la climatisation.

Chapitre III : résultats et discussions

Alors que le triple et faible émissivité ont enregistré un chauffage à ratio 22% et 24% respectivement.

Pendant la climatisation, les deux types ont réalisé un gain d'énergie de 6.5% et 5.3%.

La façade sud est idéale pour réaliser des gains d'énergie dans le chauffage, tandis que le nord Est l'autre pour climatisation.

Quant à l'est et à l'ouest, l'énergie totale augmente lentement jusqu'à un maximum lorsque le surface vitrée atteint 1 /2 de la façade.

III.11 Interprétations des résultats par GIS

III.11.1 Façade Nord

III.11.1.1 Simple vitrage

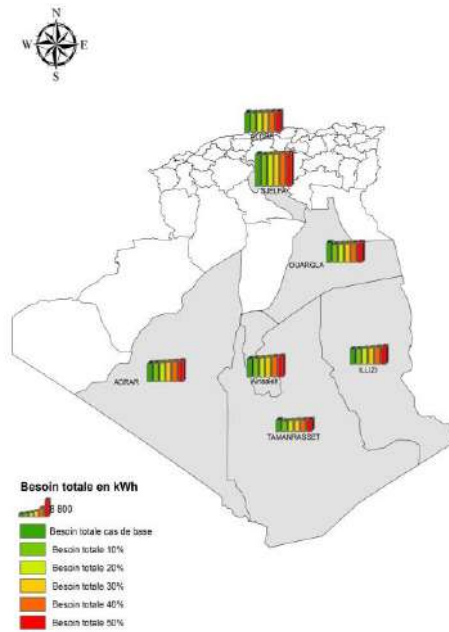


Figure III.60 : Besoin total annuel (Simple vitrage, façade Nord).

III.11.1.2 Double vitrage

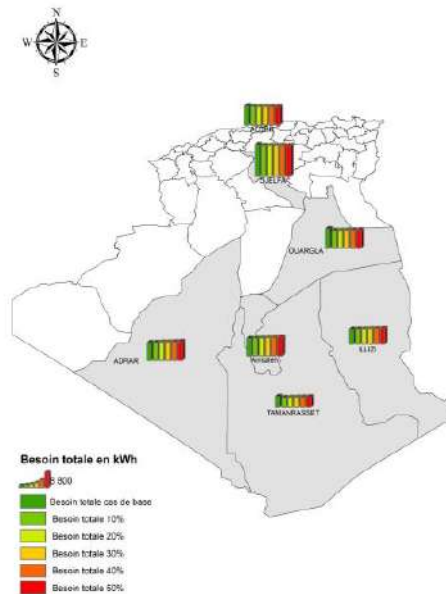


Figure III.61 : Besoin total annuel (double vitrage, façade Nord).

III.11.1.3 Triple vitrage

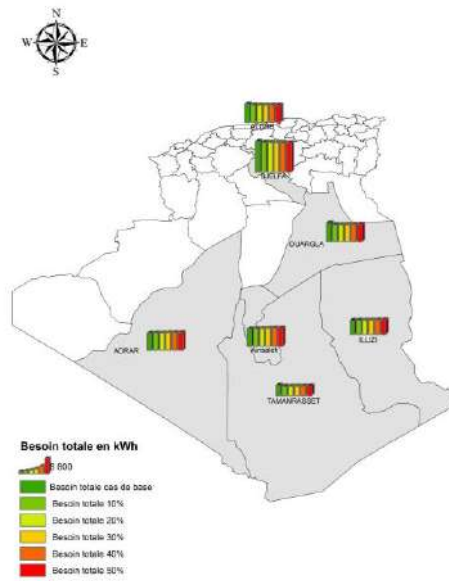


Figure III.62 : Besoin total annuel (triple vitrage, façade Nord).

III.11.1.4 Double vitrage peu émissivité

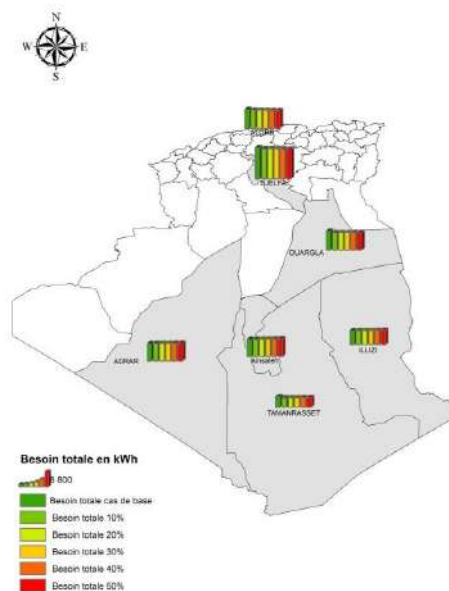


Figure III.63 : Besoin total annuel (double vitrage peu émissivité, façade Nord)

III.11.1.5 discussion

Les figures (III.60), (III.61), (III.62), (III.63) sont des cartes pour l'Algérie contenant des histogrammes représentant la consommation d'énergie dans les wilayas étudiés (Ouargla, Adrar, Tamanrasset, Illizi, Djelfa, Alger, In Salah) dans le cas de l'ouverture des fenêtres du côté nord à l'aide des quatre types de vitrages (simple, double, triple, peu émissivité), et à différents parentage (10%, 20%, 30%, 40%, 50%).

Pour le simple vitrage, les besoins de chauffage et de climatisation augmentent dans tous les États.

Nous enregistrons la plus grande valeur de consommation d'énergie dans l'État de Djelfa à 18249 kWh (50%).

Et moins de consommation d'énergie dans l'état de Tamanrasset à 5580 kWh (10%).

Pour les autres types de vitrages, nous notons une augmentation des besoins en climatisation et une diminution des besoins en chauffage.

Le tableau suivant représente le moins consommation d'énergie et la plus grande consommation d'énergie.

Tableau III.20 : le plus grande et moins consommation d'énergie (façade nord)

	Moins de consommation d'énergie	Plus grande consommation d'énergie
Wilaya	Tamanrasset	Djelfa
Simple vitrage	5580 kWh (10%)	18249 kWh (50%)
Double vitrage	5480 kWh (10%)	17001 kWh (20%)
Triple vitrage	5450 kWh (10%)	16965 kWh (10%)
D-vitrage peu émissivité	5440 kWh (10%)	16962 kWh (10%)

III.11.2 Façade Sud

III.11.2.1 Simple vitrage

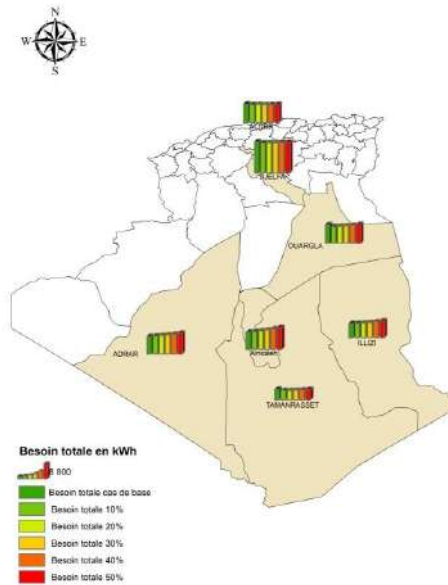


Figure III.64 : Besoin total annuel (Simple vitrage, façade Sud).

III.11.2.2 Double vitrage

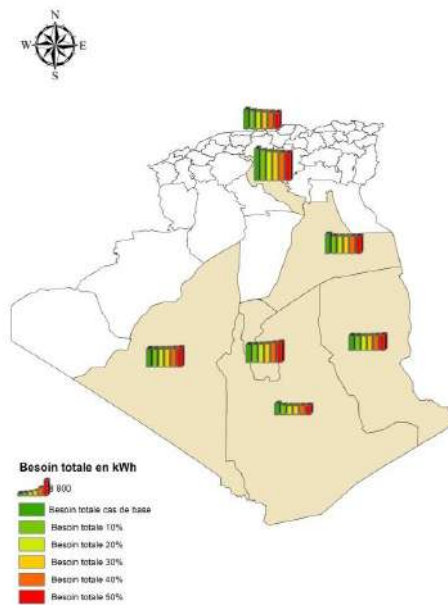


Figure III.65 : Besoin total annuel (double vitrage, façade Sud).

III.11.2.3 Triple vitrage

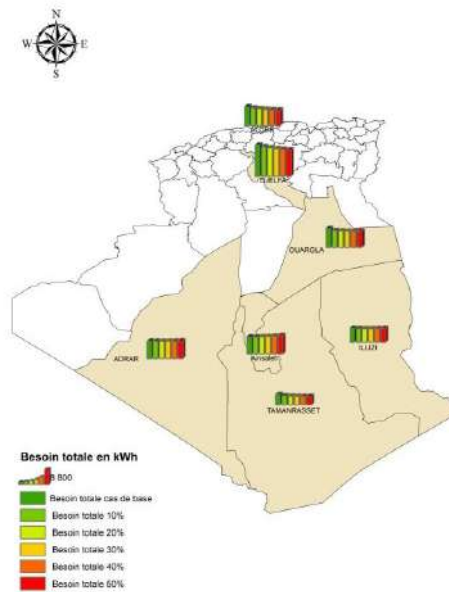


Figure III.66 : Besoin total annuel (triple vitrage, façade Sud).

III.11.2.4 Double vitrage peu émissivité

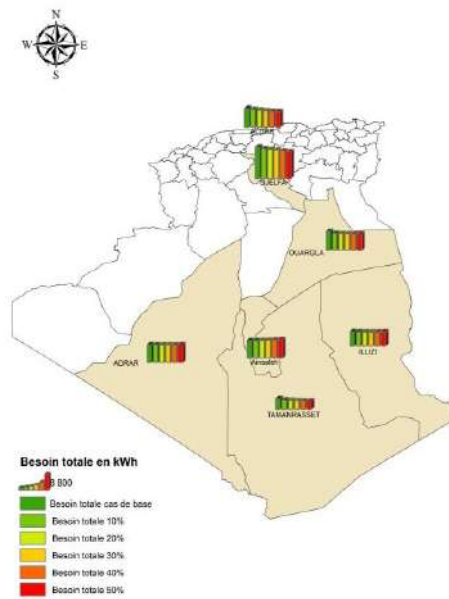


Figure III.67 : Besoin total annuel (double vitrage peu émissivité, façade Sud)

III.11.2.5 Discussion

Les figures (III.64) , (III.65) , (III.66) , (III.67) sont des cartes pour l'Algérie contenant des histogrammes représentant la consommation d'énergie dans les wilayas étudiés (Ouargla ,Adrar,Tamanrasset ,Illizi ,Djelfa, Alger, In Salah) dans le cas de l'ouverture des fenêtres du coté sud à l'aide des quatre types de vitrages (simple , double, triple, peu émissivité) , et à différents parentage (10%,20%,30%, 40%, 50%) .

-Pour tous les types de vitrages, nous notons une augmentation des besoins en climatisation et une diminution des besoins en chauffage dans tous les états étudiés.

. Nous enregistrons la plus grande valeur de consommation d'énergie dans l'État de Djelfa.

- Et moins de consommation d'énergie dans l'état de Tamanrasset

- Le tableau suivant représente le moins consommation d'énergie et la plus grande consommation d'énergie.

Tableau III.21 : le plus grande et moins consommation d'énergie (façade sud).

	Moins de consommation d'énergie	Plus grande consommation d'énergie
Wilaya	Tamanrasset	Djelfa
Simple vitrage	5310 kWh (20%)	17300 kWh (50%)
Double vitrage	4980 kWh (30%)	16604 kWh (10%)
Triple vitrage	4840 kWh (40%)	16493 kWh (10%)
D- vitrage peu émissivité	4830 kWh (50%)	16585 kWh (10%)

III.11.3 Façade Est

III.11.3.1 Simple vitrage

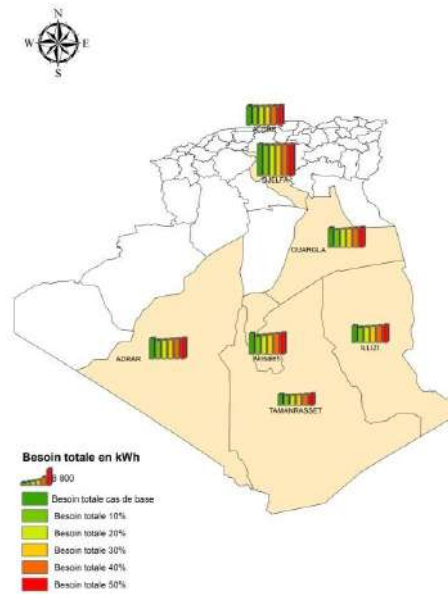


Figure III.68 : Besoin total annuel (simple vitrage, façade Est).

III.11.3.2 Double vitrage

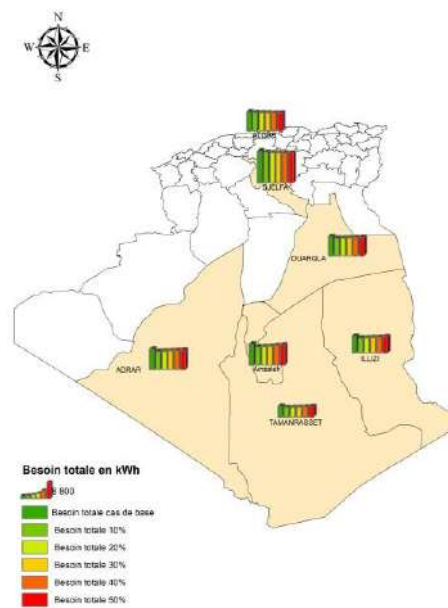


Figure III.69 : Besoin total annuel (double vitrage, façade Est).

III.11.3.3 Triple vitrage

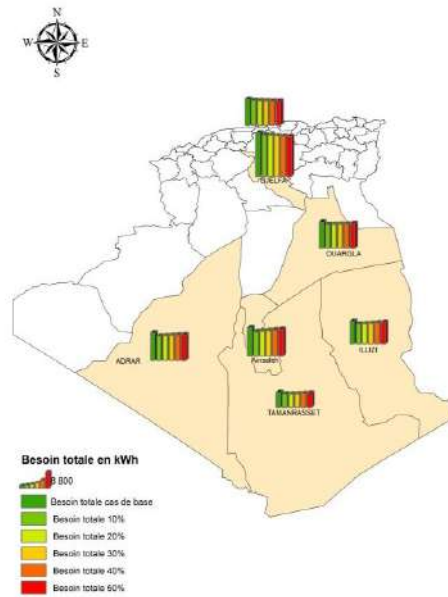


Figure III.70 : Besoin total annuel (triple vitrage, façade Est).

III.11.3.4 Double vitrage peu émissivité

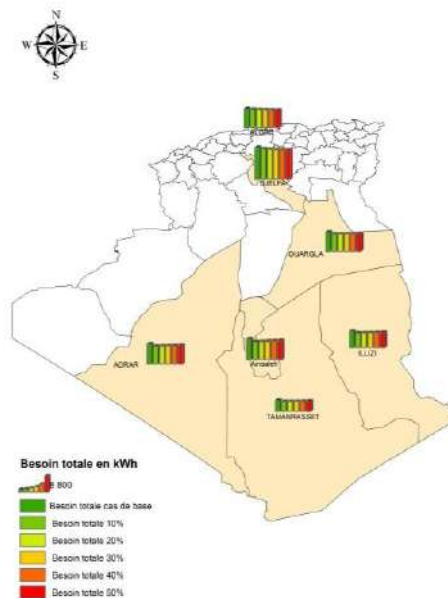


Figure III.71 : Besoin total annuel (double vitrage peu émissivité, façade Est).

III.11.3.5 Discussion

Les figures (III.68), (III.69), (III.70), (III.71) sont des cartes pour l'Algérie contenant des histogrammes représentant la consommation d'énergie dans les wilayas étudiées (Ouargla, Adrar, Tamanrasset, Illizi, Djelfa, Alger, In Salah) dans le cas de l'ouverture des fenêtres du côté Est à l'aide des quatre types de vitrages (simple, double, triple, peu émissivité), et à différents pourcentages (10%, 20%, 30%, 40%, 50%).

- Pour tous les types de vitrages, nous notons une augmentation des besoins en climatisation.

- Une diminution des besoins en chauffage dans la wilaya suivante : Ouargla, Tamanrasset, In Salah, Illizi, Adrar pour tous les types de vitrages.

- Pour le simple vitrage en remarque une augmentation des besoins en chauffage dans les wilayas suivantes : Djelfa, Alger. Mais une diminution des besoins en chauffage pour les autres types.

. Nous enregistrons la plus grande valeur de consommation d'énergie dans l'état de Djelfa.

Et moins de consommation d'énergie dans l'état de Tamanrasset

Le tableau suivant représente le moins consommation d'énergie et la plus grande consommation d'énergie.

Tableau III.22 : le plus grande et moins consommation d'énergie (façade est).

	Moins de consommation d'énergie	Plus grande consommation d'énergie
Wilaya	Tamanrasset	Djelfa
Simple vitrage	5510 kWh (10%)	17579 kWh (50%)
Double vitrage	5420 kWh (10%)	16893 kWh (10%)
Triple vitrage	5390 kWh (10%)	16785 kWh (10%)
D- vitrage peu émissivité	5400 kWh (10%)	16878 kWh (10%)

III.11.4 Façade Ouest

III.11.4.1 Simple vitrage

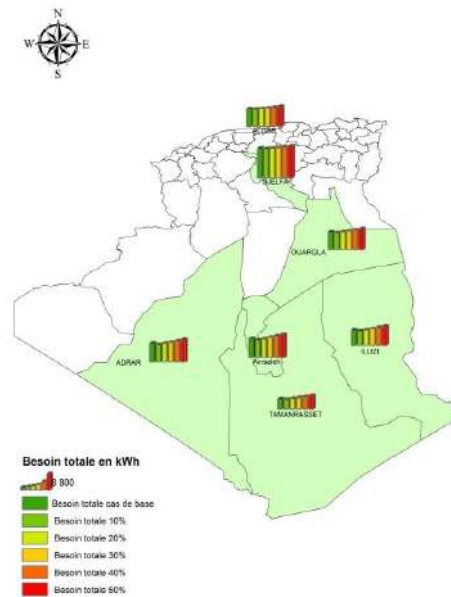


Figure III.72 : Besoin total annuel (Simple vitrage, façade Ouest).

III.11.4.2 Double vitrage

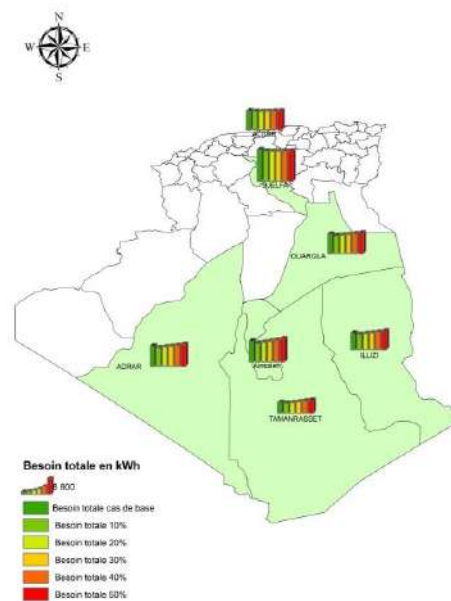


Figure III.73 : Besoin total annuel (double vitrage, façade Ouest).

III.11.4.3 Triple vitrage

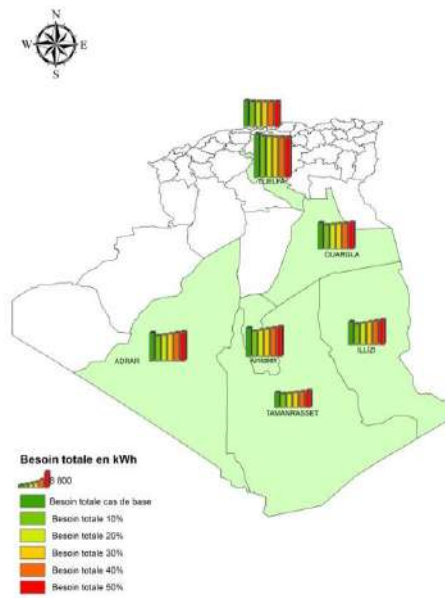


Figure III.74 : Besoin total annuel (triple vitrage, façade Ouest).

III.11.4.4 Double vitrage peu émissivité

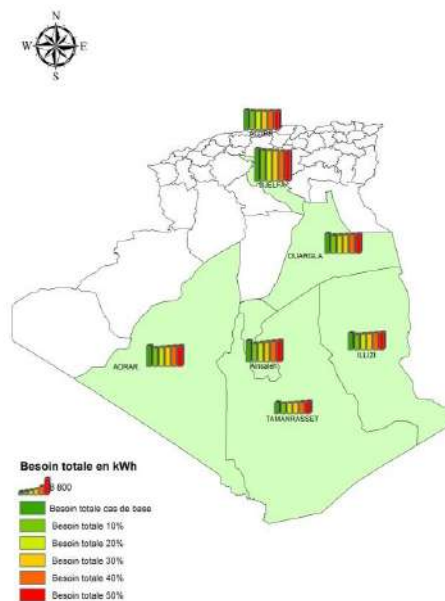


Figure III.75 : Besoin total annuel (double vitrage peu émissivité, façade Ouest).

III.11.4.5 Discussion

Les figures (III.72), (III.73), (III.74), (III.75) sont des cartes pour l'Algérie contenant des histogrammes représentant la consommation d'énergie dans les wilayas étudiés (Ouargla, Adrar, Tamanrasset, Illizi, Djelfa, Alger, In Salah) dans le cas de l'ouverture des fenêtres du côté ouest à l'aide des quatre types de vitrages (simple, double, triple, peu émissivité), et à différents parentage (10%, 20%, 30%, 40%, 50%).

Pour le simple vitrage, les besoins de chauffage et de climatisation augmentent dans tous les États.

Nous enregistrons la plus grande valeur de consommation d'énergie dans l'État de Djelfa à 19200 kWh (50%).

Et moins de consommation d'énergie dans l'état de Tamanrasset à 5850 kWh (10%).

Pour les autres types de vitrages, nous notons une augmentation des besoins en climatisation et une diminution des besoins en chauffage.

Le tableau suivant représente le moins consommation d'énergie et la plus grande consommation d'énergie.

Tableau III.23 : le plus grande et moins consommation d'énergie (façade ouest).

	Moins de consommation d'énergie	Plus grande consommation d'énergie
Wilaya	Tamanrasset	Djelfa
Simple vitrage	5850 kWh (10%)	19200 kWh (50%)
Double vitrage	5650 kWh (10%)	16860 kWh (50%)
Triple vitrage	5590 kWh (10%)	16762 kWh (10%)
D-vitrage peu émissivité	5550 kWh (10%)	16840 kWh (10%)

III.12 Discussion

Selon les résultats obtenus à partir d'une série de simulations de mesures d'efficacité énergétique dans des bâtiments résidentiels dans sept zones, nous constatons que la consommation d'énergie la plus importante surmonté par le zone de Djelfa à la valeur la plus élevée de 14691kWh suivie de la deuxième place dans le cercle d'Ain Saleh 9760 kWh et d'Adrar et Ouargla, Algérie et Illizi, Nous enregistrons la consommation la plus basse dans zone de Tamanrasset à la valeur la plus basse de 4830 kWh.

Nous pouvons diviser les sept zones en deux parties.

zones chauds: Il est surmonté du cercle d'Ain Saleh, où le taux de climatisation est supérieur à 75% du total des consommation énergétiques, suivi du mandat d'Adrar 62%, puis d'Illizi et de Ouargla 61% et 53%, respectivement.

Zones froids: zone de Djelfa, où le taux de chauffage est estimé à plus de 93%, suivi par le mandat de l'Algérie à 90% de l'énergie totale.

À l'exception de zone de Tamanrasset, il traverse un état de caractère aérien modéré.

La façade ouest est façade la plus énergivore dans les zones chauds. Tandis que la façade nord est l'autre dans les états froids.

La façade sud est façade idéale pour économiser de l'énergie dans tous les états.

Alors que dans les façades restantes, la consommation d'énergie augmente progressivement.

Enfin, nous concluons que le vitrage à faible émissivité est optimal pour réduire les besoins en énergie dans toutes les zones, à l'exception de Djelfa et de l'Algérie, où le triple vitrage est le meilleur type.

III.13 Conclusion

Dans les bâtiments résidentiels, l'acquisition de chaleur par les fenêtres est la principale raison des températures élevées en été et de la baisse en hiver. C'est une source d'énergie négative critique.

Nous avons mené une étude numérique sur l'effet des fenêtres sur la température intérieure avec select des températures optimales dans le bâtiment.

Nous concluons que les modèles fournissent un système précieux d'aide à la décision pour les concepteurs dans le cas de la conception précoce à améliorer les performances thermiques passives et d'économiser de l'énergie tout en garantissant un confort thermique optimal.

Conclusion générale

Le secteur résidentiel étant le secteur responsable de la majeure partie de la consommation énergétique mondiale, nous devons donc nous concentrer sur la question de la gestion de l'énergie et de son adaptation aux spécifications climatiques et économiques du pays Algérie.

La modélisation thermique est nécessaire pour déterminer les valeurs de performances thermiques globales et pour comprendre les performances de différentes conceptions d'assemblage dans différentes conditions climatiques internes et externes.

Du point de vue de l'ingénierie thermique, les fenêtres permettent au rayonnement solaire de pénétrer à l'intérieur. S'ils sont correctement orientés, ils peuvent contribuer gratuitement à l'énergie de chauffage en hiver. Mais la pénétration des rayons du soleil perturbe la saison estivale, elle contribue à l'augmentation de la chaleur interne et donc à la demande en énergie de climatisation.

Les résultats obtenus dans sept zones climatiques différentes en Algérie ont montré que le surface vitrée, orientation et type de vitrage avait un impact significatif sur les charges énergétiques totales de chauffage et de climatisation dans les bâtiments résidentiels.

Où nous concluons cela.

- L'augmentation du pourcentage de vitrage signifie que l'augmentation de la consommation totale d'énergie, à l'exception des zones froides, est exactement l'inverse.
- Le choix de l'orientation nord convient mieux à la climatisation, tandis que l'orientation sud est l'autre pour le chauffage.
- La sélection de l'orientation sud est optimisée pour fournir l'énergie totale, tandis que les orientations ouest et nord sont considérées comme les pires gains en énergie dans les zones chaudes et froides, respectivement.
- L'utilisation du triple vitrage et de la faible émissivité permet une réduction significative de la consommation d'énergie.

Ainsi, la première hypothèse est relativement fausse car l'augmentation ratio des vitrages augmente la consommation d'énergie dans les régions méridionales du pays et ne s'applique pas aux régions septentrionales.

La deuxième hypothèse est également relativement erronée car le double vitrage peu émissivité permet une consommation d'énergie moindre dans les régions méridionales seulement.

Enfin, la troisième hypothèse est fautive au collège, où la façade sud est la façade optimale pour économiser de l'énergie dans toutes les régions.

Dans ce dernier cas, on peut dire que les caractéristiques des matériaux de vitrage ne correspondent pas exactement à celles utilisées dans les bâtiments locaux. Il faut donc allouer des fonds pour financer des mesures d'efficacité énergétique plutôt que pour subventionner les prix de l'énergie à grande échelle.

Liste des références :

- [1] portail Algérien des énergies renouvelables. <https://portail.cder.dz/> , 14 :30 , 19/01/2019.
- [2] N. Benradouane et B. Benyoucef , 2008. La fenêtre et son rôle dans la conception des maisons bioclimatiques. Revue des Energies Renouvelables CICME'08 Sousse. Université Abou Bekr Belkaïd, B.P. 119, Tlemcen, 41 – 46.
- [3] HAMDANI, Maamar , 2016.Choix de l'orientation et des matériaux de construction en vue d'améliorer les performances thermiques des bâtiments .thèse de doctorat . Université Abou-Bekr Belkaïd- Tlemcen.
- [4] ADJIBODE, Olatoundé Roméo Steeven, et al, 2016. Etude de stratégies architecturales de conception bioclimatique de bâtiments en région tropicale sèche. Mémoire de master. Université d'abomey calavi.
- [5] FERRADJI, Kenza, 2017. Evaluation des performances énergétiques et du confort thermique dans l'habitat. Thèse de doctorat. Université Mohamed Khider Biskra.
- [6] DIDA, Mustapha, 2016. Contribution a l'étude de l'effet d'isolation thermique sur la consommation énergétique des bâtiments. Mémoire de master. Université Kasdi Merbah Ouargla.
- [7] HAKKOUM, Soumia , 2015. Etude des caractéristiques thermiques et mécaniques des briques en terre cuite traditionnelles dans les régions de la wilaya d'Ouargla. Mémoire de magister. Université Kasdi Merbah Ouargla.
- [8] IZARD, Jean-Louis, Juillet 2006 .L'inertie thermique dans le bâtiment.
- [9] BOURSAS, Abderrahmane, 2012-2013. Etude de l'efficacité énergétique d'un bâtiment d'habitation a l'aide d'un logiciel de simulation. Mémoire de magister. Université Constantine 1 Faculté des sciences de l'ingénieur département de génie climatique.
- [10] MEDJELEKH, D, 2006. Impact de l'inertie thermique sur le confort hygrothermique et la consommation énergétique du bâtiment, mémoire du magister, Université Mentouri Constantine.
- [11] DJAMEL, Zekraoui ,NOUREDDINE, Zemmouri , 2017. The Impact of Window Configuration on the Overall Building Energy Consumption under Specific Climate Conditions. Energy Procedia .vol. 115, p. 162-172.

- [12] HAMZA CHERIF, Yamina , 2012. Analyse de l'efficacité lumineuse et énergétique des composantes fenêtres dans la conception du bâtiment : compromis entre confort thermique et confort visuel. Mémoire de magister. Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed BOUDIAF.
- [13] MALIKA, Myal, 2010. Évaluation des performances énergétiques d'une fenêtre dotée d'un vitrage électrochromique. Thèse de doctorat .École de technologie supérieure.
- [14] février 2003. Type de châssis. Réinventions l'énergie. Région wallonne. 16p.
- [15] Simon, Francy, et al, 2001. La fenêtre et la gestion de l'énergie-Guide pratique pour les architectes ; 25-36p.
- [16] AATTACHE, Amel, 2017- 2018. Nouveau matériaux le verre dans le bâtiment. Université des Sciences et de la Technologie d'Oran MOHAMED BOUDIAF U.S.T.O
- [17] Livios, <https://www.livios.be/fr/info-construction/gros-oeuvre/portes-et-fenêtres / vitrage/du-simple-au-triple-vitrage/> , 14:13 , 21/01/2019.
- [18] M.M, Armstrong, A.H. Elmahdy, M.C. Swinton et A. Parekh , Sélection de vitrages de fenêtres de type résidentiel pour un rendement énergétique optimal , Institut de recherche en construction, conseil national de recherche canada, Solution constructive n° 71.
- [19] fermetures de l'est parisien, <http://fermetures.free.fr/pages/52.php> , 19:04 , 04/05/2019.
- [20] février 2003. ; Type de vitrage. Réinventions l'énergie. Région wallonne.16p.
- [21] septembre 2007. Les Verres. Frédéric Élie.17p.
- [22] St. Joseph, PORTES, octobre 2010. Fenêtres et puits de lumière éconergetiques pour le secteur résidentiel ; Ressources naturelles Canada.32p.
- [23] L'achat de portes et fenêtres a bon rendement énergétique. Guide du consommateur . Ressources naturelles Canada.
- [24] KIM, Soojung, et al, 2016.Assessment of the impact of window size, position and orientation on building energy load using BIM. Procedia Engineering 145: 1424-1431.
- [25] Ghedamsi, N Settou, A Gouareh, A Khamouli, N Saifi, B Reciouï, Modeling and forecasting energy consumption for residential buildings in Algeria using bottom-up approachR. Energy and Buildings 121, 309-317p.
- [26]meteoblue,https://www.meteoblue.com/fr/meteo/prevision/modelclimate/djelfa_alg%C3%A9rie-2500017, 17 :30 , 15/05/2019.
- [27] AZZOUZ,Abdelkader , BABAHAMMOU, Hammou Ridha , 2018.Gis-based sites selection methodology for efficient hydrogen fuel deployment. Mémoire de master. Université Kasdi Merbah Ouargla.

Résumé :

Dans ce travail, l'effet de la surface vitrée et du type de vitrage a été étudié en prenant en compte l'orientation des fenêtres dans sept régions différentes de l'Algérie et comparé à la consommation totale d'énergie.

Des mesures d'efficacité énergétique sont présentées à travers lesquelles les besoins en énergie peuvent être répartis dans chaque bâtiment soumis à certaines conditions climatiques.

Les calculs ont été répétés sur quatre types de vitrage différents (simple, double, triple et à faible émissivité), en plus de modifier la surface de vitrée sur le mur à des taux différents de 10% à 50%, Les modèles de projet calculent les besoins en énergie du bâtiment résidentiel plus d'un an d'utilisation de TRNSYS 16 avec son interface TRNbuild.

Le vitrage à faibles émissions est optimal dans le sud de l'Algérie en améliorant l'efficacité énergétique d'environ 15%, tandis que le triple vitrage convient le mieux au nord de l'Algérie de plus de 12%.

Les mots clé: les bâtiments, les fenêtres, surface vitrée, type de vitrage, TRNSYS 16.

Abstract:

In this study, the effect of glazed area and type of glazing was studied taking into account the orientation of windows in seven different regions of Algeria and compared to total energy consumption.

Energy efficiency measures are presented through which energy needs can be allocated in each building subject to certain climatic conditions.

The calculations were repeated on four different types of glazing (single, double, triple and low emissivity), in addition to modifying the glass surface on the wall at rates varying from 10% to 50%, The project models calculate the energy requirements of the residential building for over a year using TRNSYS 16 with its TRNbuild interface.

Low emission glazing is optimal in southern Algeria by improving energy efficiency by around 15%, while triple glazing is best suited to northern Algeria by more than 12%.

Key words: buildings, windows, glazed area, type of glazing, TRNSYS 16.

ملخص :

في هذه البحث ، تمت دراسة تأثير المنطقة المزججة ونوع التزجيج مع مراعاة اتجاهات النافذة في سبع مناطق مختلفة من الجزائر ومقارنتها بإجمالي استهلاك الطاقة .

يتم عرض تدابير كفاءة الطاقة والتي من خلالها يمكن أن نقسم احتياجات الطاقة لكل مبنى يخضع لظروف مناخية معينة . تكررت الحسابات على أربعة أنواع مختلفة من التزجيج (التزجيج الفردي و المزدوج والثلاثي والمنخفض الإنبعائية) ، بالإضافة إلى تغيير سطح التزجيج على الحائط بنسب مختلفة من 10 % إلى 50 %) .

تحسب نماذج المشروع احتياجات الطاقة للمبنى السكني خلال عام واحد، باستخدام برنامج TRNSYS 16 بواجهته TRNbuild .

يكون التزجيج المنخفض الإنبعائية هو الأمثل في جنوب الجزائر بتحسين كفاءة الطاقة بنسبة تقارب 15 % في حين التزجيج الثلاثي يكون الأنسب في شمال الجزائر بنسبة أكثر من 12 %.

الكلمات المفتاحية: المباني , النوافذ, المساحة المزججة , نوع التزجيج, TRNSYS16