

République Algérienne démocratique populaire

Université Saad DAHLEB de Blida



Faculté des Sciences et de l'Ingénieur Département de Génie Mécanique

PROJET DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Génie Mécanique

Option : Ingénierie thermique et solaire

Thème :

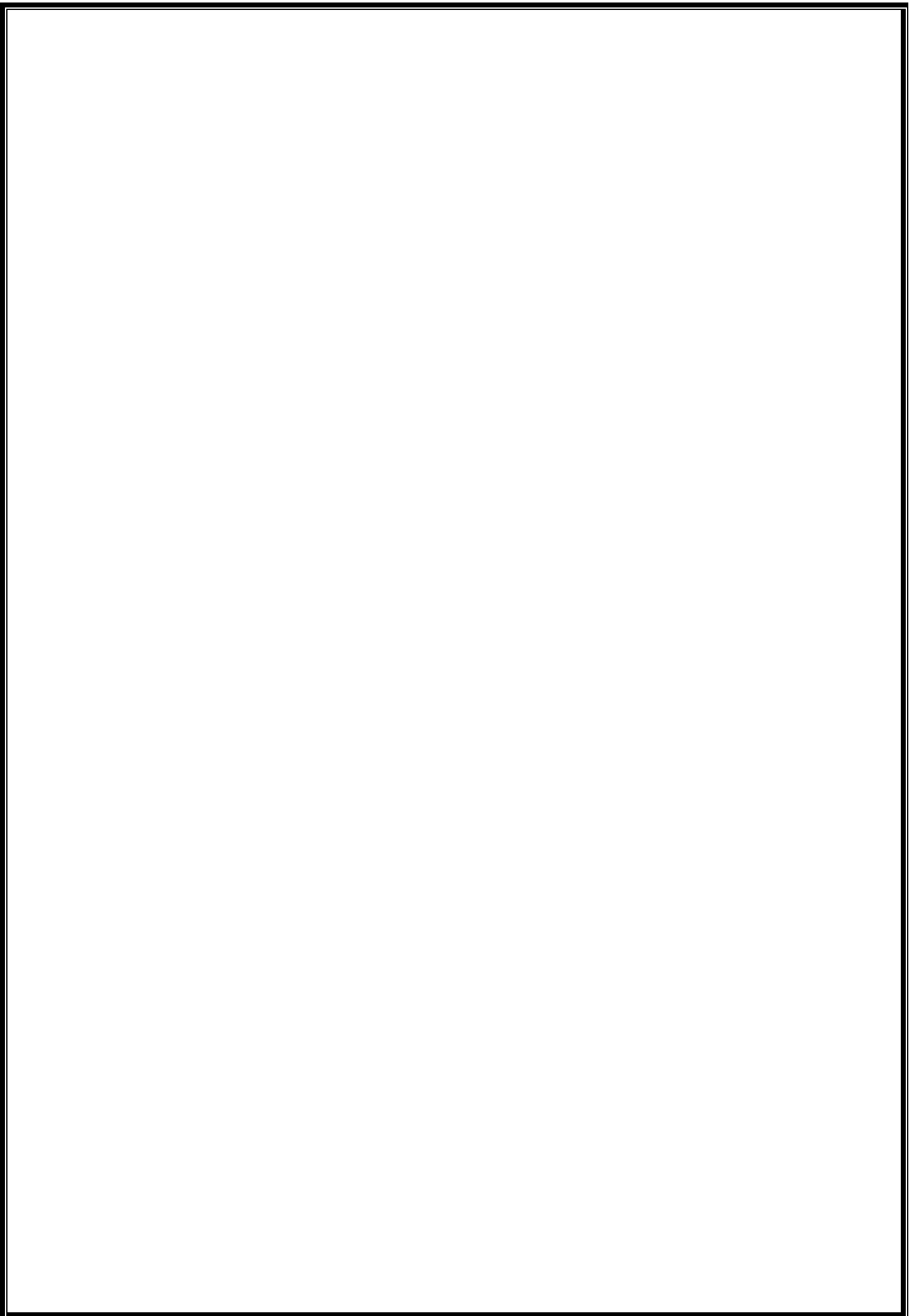
**CHAUFFAGE DES BUNGALOWS DE HAMMAM RIGHA
PAR LES ENERGIES RENOUVELABLES**

Encadrés par: Melle KHARCHI RAZIKA

M^r HAMID ABDELKADER

Présentée par: Melle CHABANE MERIEM

ANNÉE UNIVERSITAIRE: 2015 /2016



REMERCIEMENT

Mes remerciements, avant tout, à DIEU tout puissant pour la volonté, la Santé et la patience qu'il m'a données durant ces longues années d'études afin que je puisse arriver à ce stade.

Mes remerciements les plus élogieux vont à Melle KHARCHI RAZIKA Docteur au centre CDER de Bouzaréa Alger. Je la remercie aussi pour m'avoir suivi avec autant de rigueur, de sympathie, de patience et de m'avoir aidé, et soutenue tout au long de cette étude.

Je remercie profondément mon prometteur Professeur HAMID ABDELKADER à l'Université Saad Dahleb Blida pour son soutien, son encadrement scientifique et sa patience qui m'ont été bénéfiques pour mener à bien ce travail. Et Je lui adresse aussi toute ma reconnaissance pour m'avoir dirigé dans ma thèse.

*Mes remerciements s'adressent également au Directeur Général de la station thermale de Hammam Righa.
Au Directeur du Personnel Monsieur HADJ YAHYA NASSIM qui m'a accueilli avec bienveillance au site de Hammam Righa.
Au Directeur Technique qui m'a fourni les documents et les explications nécessaires concernant mon étude au Niveau de Hammam Righa.*

Enfin, ces remerciements ne sauraient être complets si je n'y incluais ma famille pour leurs amour, l'aide morale et la motivation qu'ils m'ont apporté pour achever ce travail et mes proches pour leur soutien, leur confiance et leur encouragement tout au long de ces années d'études. Un énorme merci à vous tous.

Dédicaces

Je dédie ce Travail à :

*A Ma chère Mère, Mon cher Père, Ma sœur
et son mari*

Mon oncle Kamel et sa famille.

A mes amis

Ainsi qu'à Tous Ceux qui me sont Chers.

Table de matière

Titre

Nomenclature

Liste de tableaux

Liste de figure

Introduction générale

Chapitre I-Recherche bibliographique	1
I .1- Introduction	1
I .2- Description des bungalows choisie	1
I .3- Durabilité et critère environnementaux	3
I .3.1- Critères Généraux.	4
II.1-L'état de l'art.....	4
II.1.1 -Article consulté N°01 : Courrier du Savoir.....	4
II.1.2 -Article consulté N°02 : Revue des Energies Renouvelables	5
II.1.3 -Article consulté N°0 3	5
II.1.4 -Article consulté N°04 : BULETINUL INSTITUTULUI POLITEHNIC.....	6
II.1.5 -Article consulté N°05 : Bulletin trimestriel de l'apure.....	6
Chapitre II-Bilan thermique	8
II.1-Introduction	8
II.2-Détermination des températures de base.....	8
II.2.1-Température intérieur de base.....	8
II.2.2-Température extérieur de base	8
II.3-Calcul des déperditions thermiques	8
II.3 .1-Déperditions surfaciques par transmission à travers les parois	9
II.3 .1.1-Détermination des coefficients d'échange	9
II.3 .2.1- coefficient de transmission surfacique	9

II.3 .2.2- Résistance thermique d'une couche homogène.....	10
II.3 .2.3- Les coefficients de transmission surfacique des différents types des parois	11
II.4 –Déperditions thermiques linéiques	27
II.4 .1 – Types de liaison.....	27
II.4 .1.1-Détermination des KI	27
II.5 -Vérification et déperditions de référence	36
II.5.1 -Calcul des déperditions de référence	37
II.6 – Déperditions par renouvellement d'air	39
II.6.1 –Débit spécifique de ventilation	39
II.6.2 –Débit d'infiltration.....	40
A-Le premier cas : la qualité des menuiseries nom classée	40
II.7-Le coefficient de déperditions volumiques G	45
II.7.1-Résultats et Discussion	50
B-Le deuxième cas : la qualité des menuiseries (classe(A3) et la bonne étanchéité)	50
II.7.2-Les pourcentage des déperditions pour les bungalows type T 5.5.....	52
II.7.3-Les solutions proposées pour la réduction des déperditions par infiltration	53
Chapitre III : Modalisation	54
III -Introduction	54
III.1 - Présentation du logiciel	54
III .1.1- Simulation sous TRNSYS 17	54
III .1.2 -.Définition de la maison dans TRNBuild	55
III .1.3.Définition des inputs	58
III .1.4.Définition des outputs	59
III .1.5-La production d'eau chaude sanitaire(ECS) sous TRNSYS	59
III .2-Interprétations des résultat obtenue.....	62
Chapitre IV- Intégration du chauffe eau solaire dans les bungalows	66
IV- Intégration du chauffe eau solaire dans les bungalows	66

IV.1- Les composantes du système solaire combiné	66
IV.2-Fiche technique de l'installation	67
IV.3-Besoins en eau chaud sanitaire	67
IV.3-Besoins en chauffage	68
IV.3-Méthode de dimensionnement utilisé (méthode f-chart)	69
IV.3.1-Calcul des variables X et Y	70
IV.3.2-La fraction solaire de la charge de chauffage totale mensuelle couverte par le chauffe-eau solaire...	70
IV.3.3-Calcul du taux de couverture en fonction de la surface de captation pour chaque mois	71
Conclusion général	
Référence	
Annexe	

NOMACLATURE

A : la surface intérieure de la paroi. (m²)

A : (en m²) est la surface intérieure de la paroi.

Ac : surface de captation : surface d'échange des collecteurs, [m²]

BBC : bâtiment basse consommation

DEP : Déperdition (W)

Dli : (en W/°C) représente les déperditions à travers les liaisons.

DTR(C3.2) : document technique règlementaire.

Ds : Déperdition surfacique par transmission a travers les paroi(W)

DT : (en W/°C) représente les déperditions par transmission du logement

Dréf : (en W/°C) représente les déperditions de référence.

ECS : eau chaude sanitaire.

f : taux de couverture mensuel.

F : fenêtre.

FT : fenêtre toiture

FR : Conductance de l'absorbeur =0.8

G : la coefficient de déperdition volumique (W/°C.m³)

Ht : moyenne mensuelle du rayonnement solaire incident quotidien dans le plan des capteurs, [J/m²]

K : le coefficient de transmission surfacique. (W/m²°C)

L : charge de chauffage totale mensuelle, [J]=MCP(T désirée-T reçue)

LMMI : liaison entre mur et menuiserie

LR : liaison en angle rentrant

LS : liaison en angle saillant

LMR : liaison entre mur et refrain

MI : Mur intérieure.

ME : Mur extérieur

N : nombre de jours dans le mois considéré

PO : Porte.

PF : Porte fenêtre.

PL : Plancher.

Q_v : (en m³/h) est le débit spécifique de ventilation.

Q_s : (en m³/h) est le débit supplémentaire par infiltrations dues au vent

Q_{vréf} : (en m³/h) désigne le débit extrait de référence.

R : résistance thermique

T_{eb} : Température extérieur de base. (°C)

T_{ib} : Température intérieure de base. (°C)

TO : Toiture.

Tréf : température de référence =100°

V_h (en m³) désigne le volume habitable.

X : valeur adimensionnelle de la méthode f-chart

Y : valeur adimensionnelle de la méthode f-chart

U_g : Coefficient des pertes thermiques.

$\alpha \tau$: moyenne mensuelle du produit de la transmissivité et de l'absorptivité du capteur ; ($\alpha=0.95$, $\tau=0.8$).

Δt =nombre de seconds par mois, [s].

ΔT : la différence des températures extérieur de base et intérieure de base. (°C)

Liste des tableaux

Tableau N° II.1 : Mur extérieur

Tableau N° II.2 : Paroi intérieur

Tableau N°II.3 : Paroi intérieur entre bungalows

Tableau N°II.4 : Toiture

Tableau N°II.5 : Plancher

Tableau N° II.6 : Coefficients de transmission surfacique des différentes menuiseries

Tableau N°II.7 : Déperdition surfacique par transmission à travers les murs, les portes, les portes-fenêtres, et les fenêtres

Tableau N°II.8 : Déperdition thermique par plancher et par la toiture

Tableau N°II.9 - Coefficient de transmission linéique entre paroi et menuiserie

Tableau N°II.10 -Coefficient de transmission linéique entre deux parois identiques imbriquées

Tableau N°II.11 -Coefficient de transmission linéique pour un angle formé de deux parois identiques et nom identique

Tableau N°II.12 -Déperdition a travers les liaisons entre paroi

Tableau N°II.13 : Les déperditions par transmission du bungalow

Tableau N°II.14: Les déperditions de référence

Tableau N°II.15: Vérification réglementaire de déperdition par transmission DT

Tableau N°II.16- Le débit extrait de référence Q_{vref}

Tableau N°II.17- Coefficient de perméabilité et d'exposition de vent

Tableau N°II.18-Déperdition par renouvellement d'air

Tableau N°II.19-Le coefficient de déperditions volumique

Tableau N°II.20-Le coefficient de déperditions Volumique avec déperditions d'infiltration

Tableau N°II.21- La coefficient de déperditions volumique avec déperdition de ventilation et sans déperdition d'infiltration

Tableau N°II.22- La coefficient de déperditions volumique sans déperditions de renouvellement d'air

Tableau N°II.23- Récapitulations de tous les coefficients de déperdition volumique

Tableau N°II.24-le pourcentage des déperditions par renouvellement d'air.

Tableau N°II.25- le pourcentage des déperditions avec déperdition par infiltration

Tableau N°II.26-le pourcentage des déperditions avec déperdition par ventilation

Tableau N°II.27- le pourcentage des déperditions sans déperdition par renouvellement d'air

Tableau N°II.28- Coefficient de perméabilité et d'exposition au vent

Tableau N°I.29 -Le coefficient de déperditions volumique

Tableau N°I.30 -Le coefficient de déperditions volumique avec déperditions par ventilation

Tableau N°I.31-Comparaison entre le coefficient de déperditions volumiques

Tableau N°I.32- le pourcentage des déperditions par renouvellement d'air

Tableau N°I.33 - le pourcentage des déperditions par déperdition par infiltrations.

Tableau IV.1- les besoins utiles en chauffage avec la coefficient de déperditions volumique du premier cas

Tableau IV.2- les besoins utiles en chauffage avec la coefficient de déperditions volumique du deuxième cas

Tableau IV.3- Calcule le paramètre adimensionnel X

Tableau IV.4- Calcule le paramètre adimensionnel Y

Tableau IV.5-taux de couverture en fonction

Tableau IV.6 - Calcule le paramètre adimensionnel X

Tableau IV .7- Calcule le paramètre adimensionnel Y

IV.8 - taux de couverture en fonction

Tableau. IV.9 - Calcule le paramètre adimensionnel X

Tableau. IV.10- Calcule le paramètre adimensionnel Y

Tableau. IV.11- Taux de couverture

Tableau. IV.12- Taux de couverture des 3 surfaces



Liste de figure

Figure I.1-Situation des bungalows au site de Hammam Righa

Figure I.2-Emplacement des bâtiments de 5 bungalows en couleur bleu

Figure I.3- Plan du bungalow du type 5

Figure I.4- Plan de toiture du bungalow du type 5

Figure II.1- le pourcentage des déperditions par renouvellement d'air.

Figure II .2- le pourcentage des déperditions avec déperdition par infiltration

Figure II .3 - le pourcentage des déperditions avec déperdition par infiltration

Figure II .4 - le pourcentage des déperditions sans déperdition par renouvellement d'air

Figure II .5 - le pourcentage des déperditions par renouvellement d'air

Figure II .5 - le pourcentage des déperditions par déperdition par infiltrations

Figure III .1 -Simulation du bungalow sous TRNSYS17

Figure III.2-Plan du bungalow T5.5 étudié

Figure III.3 .zonage du bungalow

Figure III .4 . La dimension d'une zone définie

Figure III .5- Définition du projet sous TRNBuild

Figure III .6- Définition des parois

Figure III .7- Définition des zones thermiques (parois et ouvrants)

Figure III .8- Définition des inputs

Figure III .1.4-Définition des Output

Figure III .10-Entré les donnée

Figure III .11- Utilisation du logiciel METEONORM version 6.0 pour les données Météorologiques de Blida.

Figure III .12- Interface de simulation studio pour le calcul de l'ECS

Figure III .13 -Variation de la température à l'intérieur du bungalow pendant toute l'année

Figure III .14- Variation de la température à l'intérieur du bungalow pendant le mois de Février

Figure III .14- Variation de la température à l'intérieur du bungalow pendant le mois de Juillet

Figure III .15- les températures et les énergies utile c'est celle fournie par les capteurs et celle fournie par l'appoint.

Figure III .16-L'Energie Utile du capteur

Figure IV.1-Système solaire combinée

Figure IV.1-La fraction solaire en fonction des surfaces de captation

Résumé

Parmi les enjeux majeurs de l'état, la réduction de la consommation énergétique dans le bâtiment est considérée comme un secteur énergivore. Notre travail présenté dans cette mémoire a pour objectif la réduction de la consommation énergétique pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire, dans les bungalows situés à Hammam Righa, et dont les résultats obtenus lors de notre étude approuvent la nécessité d'intégration d'un chauffe eau solaire.

Les calculs des bilans thermiques en appliquant les normes du document technique DTR (C2- et la modalisation du bungalow de type 5.5 à l'aide de logiciel TRNSYS17 ont démontré les pertes par infiltration qui sont importantes. Les résultats obtenus sur l'intégration du chauffe eau solaire en utilisant la méthode F chart montre que la fraction solaire peut atteindre jusqu'à 37% .

ملخص

من بين القضايا الرئيسية للدولة هو الحد من استهلاك الطاقة في المبنى الذي يعتبر مستهلك كبير. عملنا المقدم في هذه الأطروحة يهدف للحد من استهلاك الطاقة للتدفئة وإنتاج الماء الساخن، يقع في المباني السياحية لحمام ريعة. وأن النتائج التي تم الحصول عليها في دراستنا توافق يتطلب دمج سخان المياه بالطاقة الشمسية. موازين الحرارة تحسب بتطبيق المعايير الحرارية وثائق DTR التقنية (C2-3)، و النمذجة المبنى السياحي ت 5.5 باستخدام البرمجيات ترنسيس 17، ويظهر خسائر تسرب الهواء. النتائج المتحصل عليها بشأن إدماج سخانات المياه بالطاقة الشمسية باستخدام أسلوب شار-ت F تبين ان مخطط الكسر الشمسي يصل الى 37 %.

Abstract:

Among the majors issues of the state is reducing the energy consumption in the building considered as an energy sector. Our work presented in this thesis aims to reduce energy consumption for heating and hot water, the bungalows located at Hammam Righa .

The results obtained in our study require the necessity in integrating a solar water heater. Calculating the thermal balance by applying the standards of technical documentation DTR (C2-3) and modeling of 5.5a type bungalow with TRNSYS17 software show that the losses are important. The results obtained on the integration of solar water heaters using the method of F chart show that the solar fraction is up to 37%.



Introduction générale

Les enjeux énergétiques et environnementaux liés au secteur du bâtiment, principalement dans l'habitat résidentiel, tertiaire, et le tourisme, aux niveaux national et mondial, présentent les meilleures expériences en matière d'aménagement, de conception et de construction de bâtiments.

L'Algérie ne fait pas exception à ce schéma exponentiel. le secteur du bâtiment est le plus gros consommateur d'énergie avec 70 millions de tonnes d'équivalent pétrole (TEP), soit 41 % du total national, et représente un taux de croissance annuel estimé à 6.8%[1].

Et comme partout ailleurs, la question concernant la réduction de la consommation d'énergie est d'actualité dans notre pays, lequel par une négligence des paramètres climatiques lors des différentes conceptions, se trouve confronté crucialement au problème de l'augmentation de la consommation énergétique, car le confort recherché dans les logements actuels est supérieur aux conditions du passé, les besoins en énergie pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire, sont en légère augmentation par rapport à la surface chauffée, mais ils peuvent être réduits grâce a une conception bioclimatique (orientation, isolation, matériaux de constructionetc.) et en appliquant les instructions de la réglementation thermique algérienne (DTR) .

Pour cela l'Algérie a entrepris des actions afin d'améliorer les performances des logements , réduire leurs besoins énergétiques et protéger l'environnement par des programme nationaux de maitrise de l'énergie (PNME 2007-2011 et PNME (2010-2014).

Dans le domaine du chauffage de l'habitat, la multiplicité des solutions proposées montre bien que le chauffage solaire ne peut être considéré de la même manière qu'un système traditionnel. Il faut donc se livrer à une analyse complète du comportement thermique de l'habitat et à partir des notions de confort, sont traités successivement, l'isolation thermique et le choix de l'énergie de chauffage c'est-à-dire l'énergie solaire.

A travers ce mémoire nous allons essayer de contribuer à une étude énergétique qui a pour but la réduction de la consommation destiné pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire dans les Bungalows du site de Hammam Righa tout en assurant le confort thermique à l'intérieur.

Notre travail est réparti en quatre chapitres. En premier lieu, nous avons commencé par la recherche bibliographique concernant la description des futurs bungalows en cours e réalisation sur le site de Hammam Righa et l'état de l'art.

Le deuxième chapitre est consacré au calcul du bilan thermique des bungalows. Dans le troisième chapitre ne présentant une modalisation du bungalow type T5.5, en utilisant le logiciel de simulation TRNSYS17 et ensuite on a discuté les résultats obtenus.

le quatrième chapitre nous allons calculé les besoins de chauffage et en eau chaude sanitaire en intégrant le chauffe eau solaire dans les bungalows .la méthode de calcul des performance du chauffe eau solaire est la méthode F-chart.

La fin de cette recherche, on terminera par une conclusion générale dans laquelle on présentera les résultats obtenus ainsi que les tendances de nos solutions dans le bâtiment.

I-Recherches bibliographiques

I .1- Introduction

Plusieurs auteurs se sont intéressés à la consommation énergétique du bâtiment en utilisant différentes méthodes et en étudiant différents paramètres qui peuvent contribuer à économiser de l'énergie (choix des matériaux, isolation thermique, infiltration d'air, équipements etc....).

I .2- Description des bungalows choisie

Les bungalows sont situés à Hammam Righa qui est située à 100 km au Sud-ouest d'Alger dans la wilaya de Ain Defla (Latitude=36.19N, Longitude=2.14 E, Altitude=525m). Ils se trouvent dans une région verdoyante et boisée appréciée pour ses qualités climatiques [2].



Figure I.1-Situation des bungalows au site de Hammam Righa

La zone des Bungalows est en cours d'un projet de modernisation par un maître d'œuvre dont le rédacteur est espagnol (**BIP BARCELONA**).

Le projet est une réhabilitation intégrale de chaque unité (formée par 7 ou 5 appartements), répondant à toutes les déficiences détectées.

Dans notre étude on s'intéresse aux 7 unités de Cinq appartements chacune dont la totalité de l'intérieur de l'unité est modifiée, en priorisant les appartements de Plus grande superficie et par conséquent avec plus de chambres.

Le résultat serait : 5 Appartements, dont 1 appartement disposant d'1 chambre, 2 appartements de 2 chambres, 1 appartement de 3 chambres et un autre de 4 chambres. Tous les appartements ont une terrasse d'accès et un patio.

Vue la nécessité de disposer de plus de capacité de logement, les salles de séjours seront meublées de lits et auront un double usage.

Les bungalows comprennent un seul étage au rez-de-chaussée et sont utilisés comme logement. Les dimensions des bungalows sont 30x27m avec des décrochements en plan.



Figure I.2-Emplacement des bâtiments de 5 bungalows en couleur bleu [3]

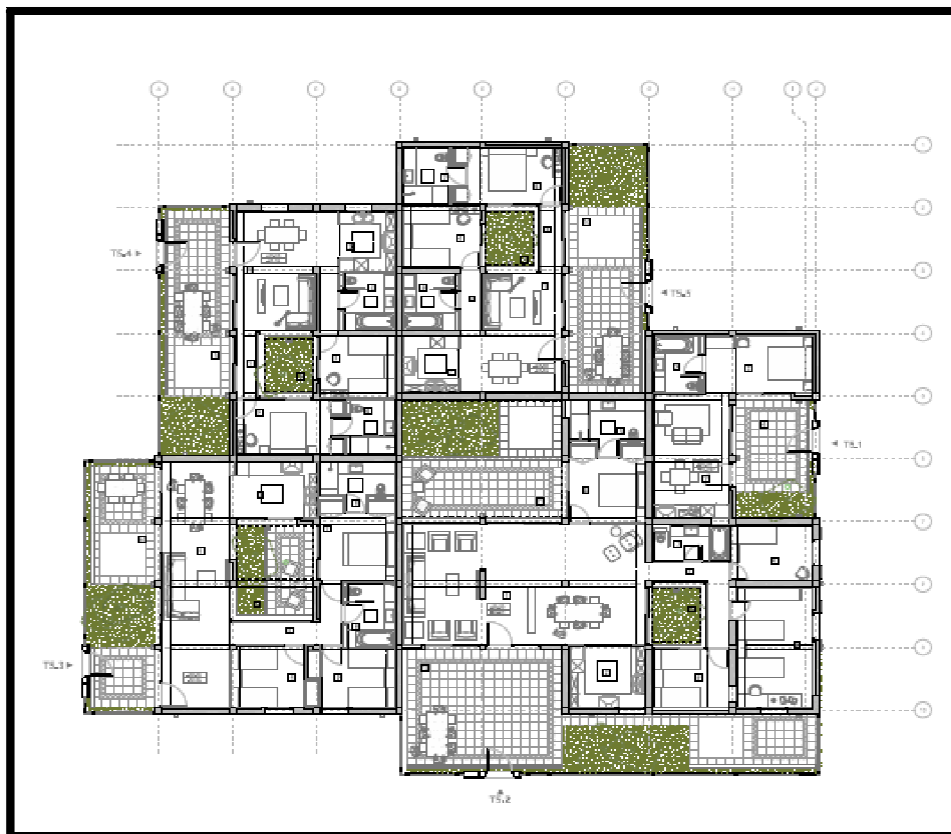


Figure I.3- Plan du bungalow du type 5

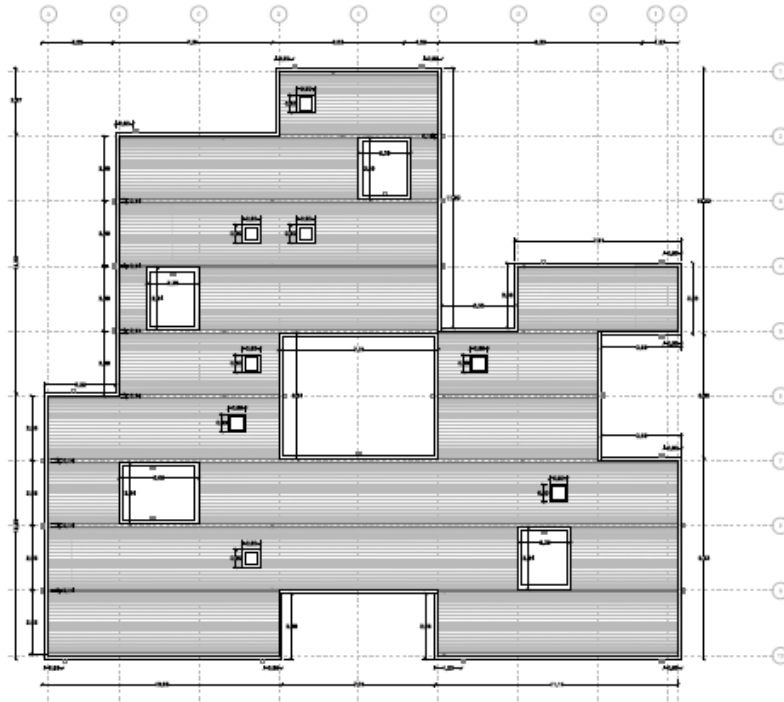


Figure I.4- Plan de toiture du bungalow du type 5

I.3- Durabilité et critère environnementaux

Le nouveau complexe Hammam Righa doit être composé de constructions d'une certaine capacité représentative, chacune d'elle dans son domaine, mais en même temps austère, avec une grande qualité de construction, nécessaire pour résoudre la contradiction entre bonne construction, facile entretien et adéquation budgétaire.

Ces points ne doivent pas venir s'opposer à ceux qui dotent le bâtiment d'un niveau d'efficacité, que traduit non seulement la construction, mais aussi l'exploitation ultérieure au niveau par exemple de l'efficacité énergétique, la durabilité et le respect d'environnement. Le projet est basé sur des critères qui devront permettre la construction d'un BBC (Bâtiment à Basse Consommation)[2].

I.3.1- Critères Généraux

Les aspects les plus importants pour une meilleure performance énergétique d'un bâtiment, ayant été considérées dans ce projet, sont les suivants :

- Le facteur de forme, en compactant au maximum les bâtiments pour optimiser le rendement énergétique.
- L'orientation pour une meilleure utilisation des conditions climatiques, du soleil et du vent.
- L'inertie thermique, exprimée dans le type de construction, typiquement méditerranéen, favorisant une température ambiante tempérée dans les différentes pièces malgré les pics de froid ou de chaleur.
- Le degré de transparence, pour utiliser les patios qui permettent une ventilation naturelle.

Cette transparence avec les éléments naturels de radiation solaire directe, favorise l'utilisation de la lumière naturelle.

- Le contrôle de la ventilation intérieure, grâce aux portes et patios.
- Isolation thermique, résumée par le coefficient global de transmission, exprimé dans le type de construction.
- Les technologies adoptées pour répondre aux besoins générés par l'activité, en misant sur les énergies renouvelables ou ces systèmes d'interaction qui permettent d'optimiser la consommation d'énergie [2].

II. Etat de l'art

II.1. Article consulté

II.1.1 -Article consulté N°01 : **Courrier du Savoir** – N°17, Décembre 2013, pp.113-119

Simulation du comportement énergétique des bâtiments résidentiels au sud Algérien

Le programme d'amélioration de la performance énergétique des bâtiments résidentiels obéit à la volonté de l'Algérie, de favoriser une utilisation plus responsable de l'énergie et d'explorer toutes les voies pour préserver les ressources et systématiser la consommation utile et optimale. Au niveau national le secteur résidentiel est le secteur le plus énergivore, il représente 42 % de la consommation finale. L'objectif de ce travail est de contribuer à l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments résidentiels situés au climat chaud et sec.

En premier lieu un état de l'art sur le bilan de consommation énergétique au niveau national et en particulier à la ville de Biskra est donné. Ensuite et dans le but de simuler le comportement énergétique du bâtiment, on a utilisé le logiciel TRNSYS. Deux types de bâtiment ont été simulés et comparés, l'un est considéré comme étant un bâtiment de référence BR et l'autre un bâtiment basse consommation BBC dont une enveloppe isolée (murs, terrasse et vitrage). Les résultats de la simulation montrent que les besoins énergétiques en refroidissement du bâtiment BBC font quasiment le 1/3 de ceux du bâtiment BR et que la différence de l'Intensité Énergétique IE entre les deux bâtiments est de l'ordre de 70,62 KWh/m².

II.1.2 -Article consulté N°02 : Revue des Energies Renouvelables Vol. 9 N°4 (2006) 333 – 340

Chauffage par énergie géothermique des bungalows d'un complexe touristique

Cette étude, consiste à simuler le comportement thermique des bungalows d'un complexe touristique, et ensuite concevoir un système de chauffage géothermique pour ces derniers. Cette analyse permet aussi de calculer la charge de chauffage à partir du transfert de chaleur due à la conduction, la convection, le rayonnement solaire, l'éclairage, la ventilation et l'infiltration. Ceci nous a permis, dans un premier temps de faire le design du système de chauffage. Dans un deuxième temps, nous avons, dans le but de dimensionner les corps de chauffe, établi un modèle de fonctionnement. Pour le système de chauffage, nous avons dimensionné et choisi l'échangeur de chaleur qui répond aux besoins thermiques.

La présente étude, sur le plan économique, permet de montrer la faisabilité d'un système de chauffage géothermique destiné aux locaux d'une station thermale d'un complexe touristique. Par ailleurs, il est nettement démontré que l'investissement nécessaire peut être récupéré en moins de quatre années d'exploitation et ceci sans oublier les économies en matière d'entretien et exploitation. La réalisation de ce projet nous ouvre des voies prometteuses pour l'avenir dans l'utilisation de l'énergie géothermique et la valorisation du gisement géothermique en Algérie, ceci dans le domaine du chauffage de l'habitat.

II.1.3 -Article consulté N°0 3 :

Performances énergétiques de capteurs solaires hybrides PV-T pour la production d'eau chaude sanitaire.

Une étude des performances énergétiques de capteurs solaires hybrides Photovoltaïque Thermiques couplés à un système de production d'eau chaude sanitaire est présentée. Pour cela, un modèle numérique de capteur PV-T a été mis au point sous l'environnement TRNSYS.

Les paramètres de ce modèle ont été adaptés en tenant compte des récents résultats expérimentaux obtenus au Fraunhofer ISE sur plusieurs types de capteurs PV-T. Des simulations ont ensuite été réalisées en utilisant le modèle afin d'évaluer la productivité du composant intégré dans un système de chauffe-eau solaire individuelle (CESI). Les résultats

montrent qu'une installation intégrant un capteur PV-T pourrait être compétitive face à des installations solaires standards.

Les perspectives de ce travail

Porte sur l'étude et l'optimisation des performances de différents systèmes de chauffe-eau individuels mais aussi collectifs, intégrant des capteurs PV-T. Des tests à l'échelle 1 et en conditions réelles grandeur nature sont également prévus pour confronter nos simulations

II.1.4 -Article consulté N°04 : BULETINUL INSTITUTULUI POLITEHNIC

DIN IAȘI Reçu: 8 Julie 2011, Accepté pour publication: August 22, 2011

ANALYSE DU COMPORTEMENT THERMODYNAMIQUE POUR DEUX SYSTÈMES DE CHAUFFAGE SOLAIRE – MURS ÉCHANGEURS DE CHALEUR

Le but de ce travail est d'effectuer une nouvelle recherche dans le domaine du chauffage solaire passif et actif en étudiant le comportement thermodynamique de deux types de murs capteurs solaires et en même temps d'essayer d'encourager l'étude et la construction de maisons qui utilisent l'énergie solaire.

- L'utilisation de l'énergie solaire implique l'exploitation de tous les éléments architecturaux d'une maison (murs, fenêtres, planchers, toits) pour tirer profit du rayonnement solaire.
- une maison passive signifie d'utiliser plusieurs sortes d'énergies non conventionnelles : l'énergie éolienne, la biomasse, l'énergie géothermique, la chaleur thermique, l'utilisation des panneaux photovoltaïque et solaires, etc. Par exemple, beaucoup de gens ne savent pas que les murs capteurs (murs Trombe) sont des solutions qui permettent de réduire les besoins de chauffage en moyenne avec 50 kWh/m²/année, où la température, pendant l'hiver, entre la paroi vitrée et la paroi de stockage peut atteindre 60°C, et bien sur, en tenant compte des spécificités des zones locales.

les principaux avantages de ces systèmes de chauffage solaire

- a) économiquement la solution proposée est attrayante grâce à des frais de chauffage minimaux (mais il faut penser au surcoût du départ)
- b) écologiquement: protection des ressources, émission réduite de CO₂.

II.1.5 -Article consulté N°05 : Bulletin trimestriel de l'apure, septembre 2010 :

Programme triennal d'efficacité énergétique" 2011-2013" :

Ce premier projet pilote est déjà lancé par l'APRUE (Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie) en partenariat avec le Ministère de l'Habitat. Pour sa mise en œuvre, des conventions ont été signées avec la Caisse Nationale du Logement (CNL) et les OPGI (Offices de Promotion et de

Gestion Immobilière) de 11 wilayas, couvrant l'ensemble des zones climatiques du pays. Les actions de maîtrise de l'énergie proposées pour ce secteur portent notamment sur l'introduction de l'isolation thermique des bâtiments qui permettront de réduire la consommation d'énergie liée au chauffage et la climatisation d'un logement d'environ 40%.

II.1-Introduction

Pour étudier les besoins de chauffage des bungalows, il faut identifier les besoins à travers le calcul du bilan thermique c'est-à-dire les déperditions calorifiques dues aux pertes thermiques par transmission à travers les parois et par renouvellement d'air ; selon le Document Technique Réglementaire algérien DTR(C 3-2) , afin de vérifier la conformité des bungalows .

II.2-Détermination des températures de base

II.2.1-Température intérieure de base

Pour pouvoir calculer la puissance globale de chauffage qu'il faut fournir à l'ensemble des bungalows, il faut avant tout établir la température à laquelle devrait être porté et maintenu l'air dans les locaux .La température intérieure de base est généralement admise, d'après les DTR(C3.2) ,est de 20°C pour les locaux à usage d'habitation.[8]

II.2.2-Température extérieure de base

Pour pouvoir maintenir à une certaine valeur la température intérieure définie précédemment, le système de chauffage doit faire face à la température la plus basse enregistrée à l'endroit où se trouve l'habitation.

En pratique on utilise des températures définies par zone géographique à partir de moyennes météorologiques et telle que la température extérieure ne descende pas plus de cinq jours par an, au – dessous de cette température de base qui est en fonction de l'altitude et la zone climatique où est implanté le projet.

Donc la température extérieure de base pour Hammam-Righa qui est situé à la willaya de Ain Defla est 1°C [8].

II.3-Calcul des déperditions thermiques

On calcule pour chaque bungalow les déperditions thermiques, pour la période la plus froide dans l'année (période hivernale).

Il faut fournir dans chaque locale une quantité de chaleur qui puisse :

- Compenser les pertes de chaleur par transmission vers le milieu extérieur à travers les parois (murs, toiture ; plancher etc.)
- Porter la température d'air introduite dans chaque pièce des conditions extérieures aux conditions intérieures.
- Les calculs sont faits en supposant que les températures à l'intérieur et à l'extérieur des bungalows sont constantes.
- La procédure de calcul est tirée du Document Technique Réglementaire DTR(C 3-2)

II.3 .1-Déperditions surfacique par transmission à travers les parois

Les déperditions surfaciques par transmission à travers une paroi sont donné par [9] .

$$D_s = K.A.\Delta T \quad (\text{II.1})$$

$$\Delta T = (T_{eb} - T_{ib}) \quad (\text{II.2})$$

Où :

K : (en W/m²°C) est le coefficient de transmission surfacique (appelé aussi conductance)

A : (en m²) est la surface intérieure de la paroi.

ΔT : (en °C) est la différence des températures extérieur de base(T_{eb}) et intérieure de base(T_{ib}).

II.3 .1.1-Détermination des coefficients d'échange

II.3 .2.1- coefficient de transmission surfacique

Le coefficient de transmission thermique surfacique pour le cas d'une paroi vertical (mur , porte ,fenêtre,) ou horizontale(toiture) constituée de différente couches de matériaux est donné en fonction de la résistance thermique des différentes couches par la formule[].

$$\frac{1}{K} = \sum R + \frac{1}{h_e} + \frac{1}{h_i} \quad (\text{II.3})$$

$$K = \frac{1}{\sum \frac{1}{R} + \frac{1}{h_e} + \frac{1}{h_i}} \quad (\text{II.4})$$

où :

La somme $\frac{1}{h_e} + \frac{1}{h_i}$ (en m². °C/W) représente la somme des résistances thermiques superficielles, prise conformément aux conventions adoptées.

$\sum R$: représente la somme des résistances thermique des différentes couches de matériaux constituant la paroi, plus la somme des résistances des lames d'air.

K : (en W/m²°C) est le coefficient de transmission surfacique (appelé aussi conductance).

II.3 .2.2- Résistance thermique d'une couche homogène

La résistance thermique d'une couche homogène est donnée par la formule suivante :

$$R_i = \frac{e_i}{\lambda_i} \quad (\text{II}.5)$$

où :

- R_i:(en m².°C/W) représente la résistance thermique de la couche i,
- e_i:(en m) représente l'épaisseur de la couche de matériau,
- λ_i:(en W/m.°C) représente la conductivité thermique du matériau.

La valeur du coefficient de transmission surfacique pour un mur extérieur, paroi intérieur, paroi intérieur entre bungalow , plancher , toiture et la menuiserie est donné respectivement dans les tableau (II.1) ,(II.2),(I3),(II.4) ,(II.5) , (II.6) .

II.3 .2.3- Les coefficients de transmission surfacique des différents types des parois

Tableau N° II.1 : Mur extérieur

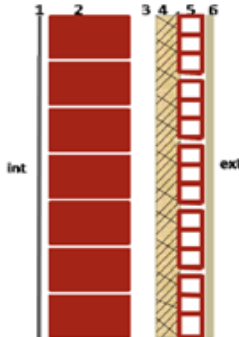
Désignations et Représentations	Description de l'intérieur à l'extérieur						
	N° Couche	Résistance	Code	Epais (m)	λ (W/m. °C)	R (m².K/W)	K (W /m².K)
		Superf.Int	1/hi			0.110	
	1	mortier de chaux	MCH	0.015	0.78	0.019	
	2	céramique perforé	CP	0.14	0.56	0.25	
	3	Vide d'air	VA	0.05	0.09	0.55	
	4	isolant en polystyrène extrudé	IPE	0.040	0.04	1	
	5	Mur de maçonnerie et vide	MMV	0.015	0.45	0.033	
	6	plâtre	PL	0.15	0.25	0.288	
		Superf.ext	1/he			0.060	
		Total :		0.41		2.31	0.43

Tableau N° II.2 : Paroi intérieure

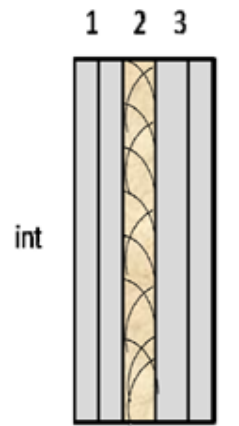
Désignations et Représentations	Description de l'intérieur à l'extérieur						
	N° Couche	Résistance	Code	Epais (m)	λ (W/m. °C)	R (m².K/W)	K (W /m².K)
		Superf.Int	1/hi			0.110	
	1	Deux plaque de plâtre laminé	PLL	0.03	0.50	0.060	
	2	structure autoportante remplie de laine de roche	LR	0.048	0,045	0.88	
	3	Deux plaque de plâtre laminé	PLL	0.03	0.50	0.060	
		Superf.ext				0.110	
		Total :		0.108		1.228	0.814

Tableau N°II.3 : Paroi intérieure entre bungalows

Désignations et Représentations	Description de l'intérieur à l'extérieur						
	N° Couche	Résistance	Code	Epais (m)	λ (W/m. °C)	R (m².K/W)	K (W /m².K)
	1	Superf.Int	1/hi			0.060	
	2	plâtre	0.15	0.25		0.288	
	3	Mur de maçonnerie vide	0.015	0.45		0.033	
	4	isolant en polystyrène extrudé	0.040	0.04		1	
	5	Vide d'air	0.05	0.09		0.55	
	6	côramiquo perforé	0.14	0.56		0.25	
		Superf.ext	1/he			0.110	
		Total :		0.41		2.31	0.43

Tableau N°II.4 : Toiture

Désignations et Représentations	Description de l'intérieur à l'extérieur						
	N° Couche	Résistance	Code	Epais (m)	λ (W/m. °C)	R (m².K/W)	K (W /m².K)
		Superf. int					
	1	Béton	BT	0.07	1.40	0.05	
	2	pare-vapeur de peinture bitumineuse	PV	0.05	0.17	0.29	
	3	isolant de polystyrène extrudé	IPE	0.08	0.045	0.09	
	4	membrane séparatrice en feutre de polypropylène	msfp	0.03	0.33	0.09	
	5	mortier armé de fibres de polypropylène	maf	0.05	0.25	0.2	
	6	bitume polymérique	bp	0.005	0.17	0.003	
	7	bitume polymérique avec double armature de feutre de polyester et polyéthylène	bpp	0.065	0.4	0.029	
	8	mortier armé	mar	0.05	1.7	0.025	
9	carrelage en céramique	cacé	0.03	1.2	0.05		
	Total			0.43	2.757		0.36

Tableau N°II.5 : Plancher

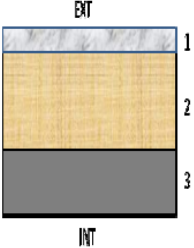
Désignations et Représentations	Description de l'intérieur à l'extérieur						
	N° Couche	Résistance	Code	Epais (m)	λ (W/m. °C)	R (m².K/W)	K (W /m².K)
		Superf .int+ext				0.290	
	1	DALLE EN BETON		0.23	1.45	0.15	
	2	Plaque de carton plâtre		2.3	0.25	9.2	
	3	Carrelage Gré		0.06	2.6	0.023	
		Totale:			25.9		10.89

Tableau N° II.6 : Coefficients de transmission surfacique des différentes menuiseries

Type de menuiserie	Km (W/m².C)
Fenêtre	1.6
Porte fenêtre	2.01
Porte extérieur	1.7

Tableau N°II.7 : Déperdition surfacique par transmission à travers les murs, les portes, les portes –fenêtres, et les fenêtres

Locale	Désignation		Dimensions			Surfaces (m ²)		Coefficients	Températu	Déperditio
	paroi	Nombre	Nombre	Largeur(m)	Hauteur(m)	Total	Nette	K(W/m.°C)	ΔT(°C)	DEP(W)
BUNGALOW T5.1										
S A L O N - S A L L E A M A N G E R	MI	OUEST	1	4.38	3.10	13.57	13.57	0.30	19	77.35
	MI	NORD	1	2.25	3.10	6.97	6.97	0.81	19	107.26
	ME	EST	1	0.58	3.10	1.79	1.79	0.43	19	9.96
	PF	EST	1	2.40	2.30	5.52	5.52	2.01	19	210.80
	PO	EST	1	1.20	2.30	2.76	2.76	1.7	19	89.15
	ME	EST	1	1.72	3.10	5.33	5.33	0.43	19	43.55
Tot aux : vol(m ³) =40.01			SURFACE (m ²)= 35.94				DEP(W)=538.07			
C U I S I N E	MI	SUD	1	3.31	2.30	7.61	7.61	0.30	19	43.37
	ME	EST	1	1.42	2.30	3.26	3.26	0.43	19	26.63
	MI	OUST	1	1.42	2.30	3.26	3.26	0.30	19	18.58
	Tot aux : vol(m ³) =10.81			SURFACE (m ²)= 14.13				DEP(W)=88.58		
C H B R E S U I T E	ME	NORD	1	4.87	3.10	15.09	15.09	0.43	19	123.28
	ME	EST	1	3.27	3.10	10.13	10.13	0.43	19	82.76
	ME	SUD	1	1.25	3.10	3.87	3.87	0.43	19	31.61
	PF	SUD	1	2.40	2.30	5.52	5.52	2.01	19	210.80
Tot aux : vol(m ³) = 38.44			SURFACE (m ²)= 34.61				DEP(W)=448.45			
S A L L E D	ME	NORD	1	2.9	2.30	6.67	6.67	0.43	19	54.49
	ME	OUEST	1	2.83	2.30	6.50	6.50	0.43	19	53.10
	MI	EST	1	1.87	2.30	4.30	4.30	0.81	19	66.17

E B A I N	PO	EST	1	0.90	2.30	2.07	2.07	1.7	19	66.86
	MI	SUD	1	1.96	2.30	4.50	4.50	0.81	19	69.25
	Tot aux : vol(m ³) = 12.42			SURFACE (m ²)= 24.04				DEP(W)=309.87		
BUNGALOWT5.2										
S A L O N - S A L L E A M A N G E R	MI	EST	1	1.82	3.10	5.64	5.64	0.81	19	86.79
	MI	OUEST	1	8.65	3.10	26.81	26.81	0.30	19	152.81
	PF	EST	1	2.68	3.10	8.30	8.30	2.01	19	316.97
	PF	SUD	1	2.40	3.10	7.44	7.44	2.01	19	284.13
	MI	OUEST	1	1.40	3.10	4.34	4.34	0.30	19	24.73
	PO	SUD	1	1	2.30	2.30	2.30	1.7	19	74.29
	PO	NORD	1	0.90	2.30	2.07	2.07	1.7	19	66.86
	ME	SUD	1	3.11	3.10	9.64	9.64	0.43	19	78.7
Tot aux : vol(m ³) = 185.07			SURFACE (m ²)= 66.54				DEP(W)=1085.28			
C U I S I N E	ME	OUEST	1	2.97	2.3	6.83	6.83	0.43	19	55.80
	ME	SUD	1	2.41	2.3	5.54	5.54	0.43	19	45.26
	F	SUD	1	1.20	1.20	1.44	1.44	1.6	19	43.77
	MI	EST	1	2.88	2.3	6.62	6.62	0.30	19	37.73
	MI	NORD	1	3.25	2.3	7.47	7.47	0.30	19	42.58
	MI	NORD	1	1.2	2.3	2.76	2.76	0.81	19	42.47
Tot aux : vol(m ³) = 29.14			SURFACE (m ²)= 30.66				DEP(W)= 267.61			
C H A B R	ME	NORD	1	3.56	3.10	11.03	11.03	0.43	19	90.11
	ME	EST	1	0.76	3.10	2.35	2.35	0.43	19	19.19

Chapitre II

Bilan thermique

E D E S E R V I S E	F	EST	1	1.20	1.20	1.44	1.44	1.6	19	43.77	
	ME	EST	1	0.75	3.10	2.32	2.32	0.43	19	18.95	
	MI	SUD	1	3.56	3.10	11.03	11.03	0.81	19	169.75	
	PO	OUEST	1	0.88	3.10	2.72	2.72	1.7	19	87.85	
	MI	OUEST	1	1.77	3.10	5.48	5.48	0.81	19	84.33	
Tot aux : vol(m ³) =			26.97	SURFACE (m ²)= 36.37				DEP(W)= 513.95			
C H A M B R E D O U B L E	ME	SUD	1	4.7	3.10	14.57	14.57	0.43	19	119.03	
	MI	OUEST	1	2.68	3.10	8.30	8.30	0.81	19	127.73	
	MI	EST	1	1.78	3.10	5.51	5.51	0.81	19	20.9	
	F	EST	1	1.20	1.20	1.44	1.44	1.6	19	43.77	
	PO	NORD	1	0.80	2.30	1.84	1.84	1.7	19	59.43	
	PF	NORD	1	2.68	2.30	6.16	6.16	2.01	19	235.25	
Tot aux : vol(m ³) =			30.07	SURFACE (m ²)= 37.82				DEP(W)= 606.11			
C H A M B R E D O U B L E	MI	SUD	1	2.06	3.10	6.38	6.38	0.43	19	52.12	
	F	SUD	1	1.20	1.20	1.44	1.44	1.6	19	43.77	
	MI	OUEST	1	4.41	3.10	13.67	13.67	0.81	19	210.38	
	PO	OUEST	1	0.90	2.30	2.07	2.07	2.01	19	79.05	
	MI	NORD	1	0.29	3.10	0.89	0.89	0.81	19	13.69	
	MI	EST	1	4.4	3.10	13.64	13.64	0.81	19	209.91	
	F	EST	1	1.20	1.20	1.44	1.44	1.6	19	43.77	
Tot aux : vol(m ³) =			48.36	SURFACE (m ²)= 39.53				DEP(W)= 652.69			
S A L L E D E B A	MI	NORD	1	3.26	2.3	7.49	7.49	0.30	19	42.69	
	MI	OUEST	1	1.67	2.3	3.84	3.84	0.81	19	59.09	
	MI	SUD	1	2.46	2.3	5.64	5.64	0.81	19	86.79	
	F	EST	1	1.20	1.20	1.44	1.44	1.6	19	43.77	

C U I S I N E	MI	OUEST	1	0.60	2.30	13.26	13.26	0.81	19	21.23
	PF	SUD	1	2.68	2.30	2.04	2.04	2.01	19	77.90
	ME	SUD	1	1.18	2.30	9.05	9.05	0.43	19	22.14
	MI	EST	1	2.62	2.30	5.93	5.93	0.43	19	49.18
	MI	NORD	1	3.56	2.30	6.85	6.85	0.30	19	46.62
Tot aux : vol(m ³) = 22.77 SURFACE (m ²)= 24.45 DEP(W)= 217.07										
C H B R E D O U B L E	MI	OUEST	1	2.88	3.10	8.92	8.92	0.43	19	72.28
	MI	NORD	1	2.12	3.10	6.57	6.57	0.81	19	101.11
	PO	NORD	1	0.90	2.30	2.07	2.07	1.7	19	66.86
	MI	EST	1	2.88	3.10	8.92	8.92	0.30	19	50.84
	ME	SUD	1	4.36	3.10	13.51	13.51	0.81	19	207.92
	F	SUD	1	1.20	1.20	1.44	1.44	1.6	19	43.77
Tot aux : vol(m ³) = 30.07 SURFACE (m ²)= 41.43 DEP(W)= 542.68										
C H B R E D O U B L E	MI	OUEST	1	2.88	3.10	8.92	8.92	0.81	19	137.27
	MI	NORD	1	2.94	3.10	9.11	9.11	0.81	19	140.20
	PO	NORD	1	0.90	2.30	2.07	2.07	1.7	19	66.86
	MI	EST	1	2	3.10	6.2	6.2	0.81	19	95.41
	F	SUD	1	1.20	2.30	2.76	2.76	1.6	19	83.90
Tot aux : vol(m ³) = 31 SURFACE (m ²)= 29.06 DEP(W)= 523.64										
S A L L E D E B A I N	MI	OUEST	1	2.13	2.30	4.89	4.89	0.81	19	75.25
	PO	OUEST	1	0.90	2.30	2.07	2.07	1.7	19	66.86
	MI	EST	1	3.02	2.30	6.94	6.94	0.30	19	36.99
	MI	NORD	1	2.01	2.30	4.62	4.62	0.81	19	71.10
Tot aux : vol(m ³) = 14.49 SURFACE (m ²)= 18.07 DEP(W)= 250.2										

Chapitre II

Bilan thermique

C H B R E S U I T E	PF	OUEST	1	2.68	3.10	8.30	8.30	2.01	19	316.97
	PO	SUD	1	0.85	2.30	1.95	1.95	1.7	19	62.98
	MI	SUD	1	2.35	3.10	7.28	7.28	0.81	19	112.03
	MI	EST	1	3.79	3.10	11.74	11.74	0.30	19	64.98
	PO	NORD	1	0.90	2.30	2.07	2.07	1.7	19	66.86
Tot aux : vol(m ³) = 36.89 SURFACE (m ²)= 31.34 DEP(W)= 623.82										
S A L L E D E B A I N S U I T E	MI	SUD	1	3.68	2.3	8.46	8.46	0.81	19	130.19
	MI	OUEST	1	2.42	2.3	5.56	5.56	0.81	19	85.56
	MI	NORD	1	3.31	2.3	7.61	7.61	0.81	19	117.11
	MI	EST	1	2.42	2.3	5.56	5.56	0.30	19	31.69
	Tot aux : vol(m ³) = 13.34 SURFACE (m ²)= 29.26 DEP(W)= 431.41									

BUNGALOW T5.4

S A L O N - S A L L E A M A N G E R	PF	OUEST	1	2.68	3.10	8.30	8.30	2.01	19	316.97
	ME	OUEST	1	1.73	3.10	5.36	5.36	0.43	19	43.79
	PO	OUEST	1	1.20	2.30	2.76	2.76	1.7	19	89.14
	PF	OUEST	1	2.68	2.30	6.16	6.16	2.01	19	235.35
	PF	OUEST	1	2.67	2.30	6.14	6.14	2.01	19	234.48
	MI	SUD	1	2.66	3.10	8.24	8.24	0.43	19	67.32
	MI	EST	1	2.68	3.10	8.30	8.30	0.30	19	47.31
	MI	NORD	1	3.26	3.10	10.10	10.10	0.43	19	82.51
	F	NORD	1	1.20	1.20	1.44	1.44	1.6	19	43.77

Chapitre II

Bilan thermique

		Tot aux : vol(m ³) = 69.44			SURFACE (m ²)= 56.8				DEP(W)= 1160.64		
C U I S I N E	MI	OUEST	1	1.20	2.30	2.76	2.76	0.81	19	42.47	
	MI	OUEST	1	1.21	2.30	2.78	2.78	0.81	19	42.78	
	F	NORD	1	1.20	2.30	2.76	2.76	1.6	19	83.90	
	ME	NORD	1	1.21	2.30	2.78	2.78	0.43	19	22.71	
	MI	EST	1	2.79	2.30	6.41	6.41	0.30	19	36.54	
	MI	SUD	1	2.43	2.30	5.58	5.58	0.81	19	85.87	
		Tot aux : vol(m ³) = 15.64			SURFACE (m ²)= 23.07				DEP(W)= 314.27		
C H A B R E S U I T E	ME	OUEST	1	2.93	3.10	9.08	9.08	0.43	19	74.18	
	MI	EST	1	2.63	3.10	8.15	8.15	0.81	19	125.42	
	MI	NORD	1	0.90	3.10	2.79	2.79	0.81	19	42.93	
	PF	NORD	1	3.27	2.30	7.52	7.52	2.01	19	287.18	
	MI	SUD	1	4.16	3.10	12.89	12.89	0.81	19	198.37	
	PO	EST	1	0.90	2.30	2.07	2.07	1.7	19	66.86	
		Tot aux : vol(m ³) = 35.96			SURFACE (m ²)= 42.5				DEP(W)= 794.94		
S A L L E D E B A I N S U I T E	PO	OUEST	1	0.90	2.30	2.07	2.07	1.7	19	66.86	
	MI	SUD	1	2.51	2.30	5.77	5.77	0.30	19	32.88	
	ME	EST	1	2.58	2.30	5.93	5.93	0.43	19	48.44	
	MI	NORD	1	2.8	2.30	6.44	6.44	0.81	19	99.11	
		Tot aux : vol(m ³) = 14.03			SURFACE (m ²)= 20.21				DEP(W)= 247.29		
C H B R E D O U B E	MI		1	0.85	3.10	2.63	2.63	0.43	19	21.48	
	PF	OUEST	1	2.08	2.30	4.78	4.78	2.01	19	182.54	
	PO	NORD	1	0.80	2.30	1.84	1.84	1.7	19	59.43	
	MI	NORD	1	2.51	3.10	7.78	7.78	0.81	19	119.73	

L	MI	EST	1	2.92	3.10	9.05	9.05	0.30	19	51.58
	ME	SUD	1	3.31	3.10	10.26	10.26	0.81	19	157.90
	Tot aux : vol(m ³) = 30.07			SURFACE (m ²)= 36.34				DEP(W)= 592.66		
S A L L E D E B A I N	MI	OUEST	1	0.95	2.30	2.18	2.18	0.81	19	33.55
	PF	OUEST	1	0.90	2.30	2.07	2.07	2.01	19	79.05
	MI	OUST	1	0.82	2.30	1.88	1.88	0.81	19	28.93
	MI	NORD	1	1.53	2.30	3.51	3.51	0.81	19	54.01
	MI	EST	1	2.68	2.30	6.16	6.16	0.30	19	35.11
Tot aux : vol(m ³) = 14.03			SURFACE (m ²)= 15.8				DEP(W)= 230.65			

BUNGALOW T5.5

S A L O N - S A L L E A M A N G E R	ME	SUD	1	4.46	3.10	13.82	13.82	0.43	19	112.90
	ME	EST	1	1.79	3.10	5.54	5.54	0.43	19	45.26
	PO	EST	1	1.14	2.30	2.62	2.62	1.7	19	84.62
	PF	EST	1	2.68	2.30	6.16	6.16	2.01	19	235.25
	ME	OUEST	1	3.60	3.10	11.16	11.16	0.81	19	171.75
	MI	NORD	1	2.98	3.10	9.23	9.23	0.43	19	75.40
Tot aux : vol(m ³) = 69.13			SURFACE (m ²)= 48.53				DEP(W)= 725.18			
C U I S I N E	ME	SUD	1	2.40	2.30	5.52	5.52	0.81	19	84.95
	MI	OUEST	1	2.63	2.30	6.04	6.04	0.30	19	34.42
	MI	NORD	1	2.40	2.30	5.52	5.52	5.52	19	84.95
	MI	EST	2	0.60	2.30	1.38	1.38	1.38	19	21.23
Tot aux : vol(m ³) = 14.49			SURFACE (m ²)= 18.46				DEP(W)= 225.55			

C H A B R E D O U B L E	MI	OUEST	1	2.93	3.10	9.08	9.08	0.30	19	51.75	
	MI	NORD	1	3.31	3.10	10.26	10.26	0.81	19	157.90	
	ME	EST	1	0.85	3.10	2.63	2.63	0.43	19	21.48	
	PF	EST	1	2.08	2.30	4.78	4.78	2.01	19	182.54	
	MI	SUD	1	2.51	3.10	7.78	7.78	0.81	19	119.73	
	PO	SUD	1	0.80	2.30	1.84	1.84	1.7	19	59.43	
S A L L E D E B A I N	Tot aux : vol(m ³) = 30.07			SURFACE (m ²)= 36.37				DEP(W)= 492.83			
	MI	OUEST	1	2.68	2.30	6.16	6.16	0.30	19	35.11	
	MI	SUD	1	2.21	2.30	5.08	5.08	0.81	19	78.18	
	MI	EST	1	0.95	2.30	2.18	2.18	0.81	19	33.55	
	PO	EST	1	0.90	2.30	2.07	2.07	1.7	19	66.86	
	MI	EST	1	1.02	2.30	2.34	2.34	0.81	19	36.01	
	MI	NORD	1	2.21	2.30	5.08	5.08	0.81	19	78.18	
	Tot aux : vol(m ³) = 13.57			SURFACE (m ²)= 22.91				DEP(W)= 327.89			
C H A M B R E S U I T E	ME	NORD	1	3.29	3.10	10.19	10.19	0.43	19	83.25	
	ME	EST	1	2.63	3.10	8.15	8.15	0.43	19	66.58	
	MI	OUEST	1	0.77	3.10	2.38	2.38	0.81	19	36.62	
	MI	OUEST	1	0.75	3.10	2.32	2.32	0.81	19	35.70	
	PF	SUD	1	2.39	2.30	5.49	5.49	2.01	19	209.66	
	PO	SUD	1	0.90	2.30	2.07	2.07	1.7	19	66.86	
	Tot aux : vol(m ³) = 36.58			SURFACE (m ²)= 30.6				DEP(W)= 498.67			
S A L L E D E B	ME	OUEST	1	2.95	2.30	6.81	6.81	0.43	19	55.63	
	ME	NORD	1	1.91	2.30	4.39	4.39	0.43	19	35.86	
	MI	EST	1	0.77	2.30	1.77	1.77	0.81	19	27.24	

A I N S U I T E	PO	EST	1	0.90	2.30	2.07	2.07	1.7	19	66.86	
	MI	EST	1	0.75	2.30	1.72	1.72	0.81	19	26.47	
	MI	SUD	1	1.91	2.30	4.39	4.39	0.81	19	67.56	
Tot aux : vol(m ³) =			17.67	SURFACE (m ²)= 21.15				DEP(W)= 279.62			

Tableau N°II.8 : Déperdition thermique par plancher et par la toiture

LOCALE	Désignations		Dimensions			Surfaces	Coefficients	Calcul des pertes	
	Repéré Paroi	orientation	nombre	Largeur(m)	Longueur (m)	Nette (m ²)	K (W/m ² .C)	ΔT(°C)	DEP(W)
BUNGALOW 5.1									
SALLON- SALLE A MANGER	PL	B	1	3.31	4.38	14.49	0.091	19	25.05
	TO	H	1	3.31	4.39	14.53	0.36	19	99.38
	Tot :			SURFACE Tot(m ²)=29.02				DEP(W)=124.43	
CUISINE	PL	B	1	3.31	1.24	4.70	0.091	19	8.13
	TO	H	1	3.31	1.24	4.10	0.36	19	28.04
	Tot :			SURFACE Tot(m ²)=8.8				DEP(W)=36.17	
CHAMBRE SUITE	PL	B	1	3.36	3.27	6.55	0.091	19	11.33
	TO	H	1	3.66	3.28	12.00	0.36	19	82.08
	Tot :			SURFACE Tot(m ²)=18.55				DEP(W)=93.41	
SALLE DE BAIN SUITE	PL	B	1	1.96	2.68	5.25	0.091	19	9.07
	TO	H	1	1.96	2.98	5.84	0.36	19	39.94
	Tot :			SURFACE Tot(m ²)=11.09				DEP(W)=49.01	
BUNGALOW T5.2									
SALLON-	PL	B	1	10.57	5.65	16.4	0.091	19	28.35

SALLE A MANGER	TO	H	1	10.66	5.65	60.23	0.36	19	400.52
	Tot :		SURFACE Tot(m ²)=76.63				DEP(W)=428.87		
CUISINE	PL	B	1	3.26	2.88	9.38	0.091	19	16.22
	TO	H	1	3.26	2.98	9.71	0.36	19	66.41
	Tot :		SURFACE Tot(m ²)=19.09				DEP(W)=82.63		
CHAMBRE DE SERVICE	PL	B	1	3.56	2.57	9.15	0.091	19	15.82
	TO	H	1	3.56	3.09	11.00	0.36	19	75.24
	Tot :		SURFACE Tot(m ²)=20.15				DEP(W)=91.06		
CHAMBRE DOUBLE	PL	B	1	3.26	5.60	18.25	0.091	19	19.98
	TO	H	1	3.26	6.12	19.95	0.36	19	136.46
	Tot :		SURFACE Tot(m ²)=38.2				DEP(W)=156.35		
CHAMBRE DOUBLE	PL	B	1	3.26	2.88	9.38	0.091	19	16.22
	TO	H	1	3.26	2.98	9.71	0.36	19	66.42
	Tot :		SURFACE Tot(m ²)=19.09				DEP(W)=82.64		
SALLE DE BAIN	PL	B	1	3.26	1.38	4.49	0.091	19	7.76
	TO	H	1	3.31	1.38	4.56	0.36	19	31.19
	Tot :		SURFACE Tot(m ²)=9.05				DEP(W)=38.95		
CHAMBRE SUITE	PL	B	1	3.31	3.02	9.99	0.091	19	17.27
	TO	H	1	3.31	3.03	10.02	0.36	19	68.54
	Tot :		SURFACE Tot(m ²)=20.01				DEP(W)=85.81		
SALLE DE BAIN SUITE	PL	B	1	3.26	1.85	6.03	0.091	19	7.76
	TO	H	1	3.26	1.86	6.06	0.36	19	41.45
	Tot :		SURFACE Tot(m ²)=12.09				DEP(W)=49.21		
BUNGALOW T5.3									
SALLON	PL	B	1	2.92	11.94	34.86	0.091	19	60.27

SALLE A MANGER	TO	H	1	2.92	12.20	35.62	0.36	19	243.64
	Tot :		SURFACE Tot(m ²)=70.48				DEP(W)=303.91		
CUISINE	PL	B	1	3.86	2.62	10.11	0.091	19	17.48
	TO	H	1	3.86	2.62	10.11	0.36	19	288.14
	Tot :		SURFACE Tot(m ²)=20.22				DEP(W)=305.62		
CHAMBRE DOUBLE	PL	B	1	3.84	2.73	10.48	0.091	19	18.12
	TO	H	1	3.84	2.98	11.44	0.36	19	78.25
	Tot:		SURFACE Tot(m ²)=21.92				DEP(W)=96.37		
CHAMBRE DOUBLE	PL	B	1	3.22	2.88	9.27	0.091	19	16.03
	TO	H	1	3.22	2.98	9.59	0.36	19	65.59
	Tot :		SURFACE Tot(m ²)=18.86				DEP(W)=81.62		
SALLE DE BAIN	PL	B	1	2.01	3.02	6.07	0.091	19	10.50
	TO	H	1	2.01	3.02	6.07	0.36	19	41.52
	Tot :		SURFACE Tot(m ²)=12.14				DEP(W)=52.02		
CHAMBRE SUITE	PL	B	1	3.30	3.79	12.50	0.091	19	21.61
	TO	H	1	3.30	3.80	12.54	0.36	19	85.77
	Tot :		SURFACE Tot(m ²)=25.04				DEP(W)=107.38		
SALLE DE BAIN SUITE	PL	B	1	3.31	2.68	8.87	0.091	19	15.34
	TO	H	1	3.31	2.69	8.33	0.36	19	56.97
	Tot :		SURFACE Tot(m ²)=17.2				DEP(W)=72.31		
BUNGALOW T5.4									
SALLON SALLE A MANGER	PL	B	1	4.46	8.58	38.26	0.091	19	66.15
	TO	H	1	4.46	8.94	39.87	0.36	19	272.71
	Tot :		SURFACE Tot(m ²)=78.13				DEP(W)=338.86		

CUISINE	PL	B	1	2.43	2.79	6.77	0.091	19	11.71
	TO	H	1	2.43	2.80	6.80	0.36	19	46.51
	Tot :		SURFACE Tot(m ²)=13 .57					DEP(W)=58.22	
CHAMBRE DOUBLE	PL	B	1	3.31	2.92	9.66	0.091	19	16.70
	TO	H	1	3.31	2.93	9.69	0.36	19	66.28
	TO	H	1	2.21	2.60	5.74	0.36	19	39.26
Tot :		SURFACE Tot(m ²)=11.44					DEP(W)=49.11		
CHAMBRE SUITE	PL	B	1	4.16	2.57	10.69	0.091	19	12.42
	TO	H	1	4.16	2.58	10.73	0.36	19	73.39
	Tot :		SURFACE Tot(m ²)=21.42					DEP(W)=85.81	
SALLE DE BAIN SUITE	PL	B	1	1.91	2.58	4.92	0.091	19	8.51
	TO	H	1	1.91	2.58	4.92	0.36	19	33.65
	Tot :		SURFACE Tot(m ²)=9.84					DEP(W)=42.16	
BUNGALOW T5 .5									
SALLON SALLE A MANGER	PL	B	1	4.46	5.63	25.10	0.091	19	43.39
	TO	H	1	4.46	5.64	25.15	0.36	19	172.02
	Tot :		SURFACE Tot(m ²)=50.25					DEP(W)=215.41	
CUISINE	PL	B	1	2.40	2.63	6.31	0.091	19	10.91
	TO	H	1	2.40	2.64	6.33	0.36	19	43.29
	Tot :		SURFACE Tot(m ²)=12.64					DEP(W)=54.2	
CHAMBRE DOUBLE	PL	B	1	3.31	2.93	9.69	0.091	19	16.75
	TO	H	1	3.31	2.98	9.86	0.36	19	67.44
	Tot :		SURFACE Tot(m ²)=19.55					DEP(W)=84.19	
SALLE DE BAIN	PL	B	1	2.21	2.68	5.92	0.091	19	10.23
	TO	H	1	2.21	2.68	5.92	0.36	19	40.49
	Tot :		SURFACE Tot(m ²)=9.84					DEP(W)=42.16	

	Tot :		SURFACE Tot(m ²)=11.84				DEP(W)=50.72			
CHAMBRE SUITE	PL	B	1	4.16	2.63	10.94	0.091	19	18.92	
	TO	H	1	4.16	2.70	11.23	0.36	19	76.81	
	Tot :		SURFACE Tot(m ²)=22.17				DEP(W)=95.73			
SALLE DE BAIN SUITE	PL	B	1	1.91	2.62	5.00	0.091	19	8.65	
	TO	H	1	1.91	2.62	5.00	0.36	19	34.2	
	Tot :		SURFACE Tot(m ²)=10				DEP(W)=42.85			

II.4 –Déperdition thermique linéique

Les déperditions à travers une liaison, ou pont thermique **D_{li}**, sont données par la formule[10] :

$$D_{li}=K_l .L . \Delta T \quad (II.6)$$

K_l : (en W/m.°C) représente le coefficient de transmission linéique de la liaison,
L : (en m) représente la longueur intérieure de la liaison.
ΔT : (en °C) est la différence des températures extérieur de base et intérieure de base.

II.4 .1 – Types de liaison

On distingue trois types de liaisons :

- les liaisons entre un mur et une menuiserie extérieure
- les liaisons de deux parois extérieures
- les liaisons entre une paroi intérieure et une paroi extérieure (refend/façade, cloison/façade, plancher/façade).

Les parois extérieures sont soit imbriquées (harpage), soit liées par une ossature (en béton armé ou métallique).

II.4 .1.1-Détermination des **K_l**

A- Liaison entre un mur et une menuiserie

Les bungalows comportent des portes, des fenêtres et des portes fenêtres a nu intérieur, la coefficient de transmission est donnée par les expressions suivantes[] :

$$K = \frac{0,6.e}{0,06 + Rm} \quad (\text{II.7})$$

e : (en m) l'épaisseur du mur sans l'isolant pour les murs isolés

Rm : (en m².C/W) la résistance thermique du mur sans l'isolant pour les murs isolés, résistances superficielles non comprises.

Tableau N°II.9 - Coefficient de transmission linéique entre paroi et menuiserie

Désignation	e (m)	Rm (m ² .C/W)	K(W/m.°C)
Mur ext /Menuiserie	0.37	2.27	0.095
P.int/Menuiserie	0.068	1.18	0.032

B-Liaison entre deux parois identique imbriquées

Cas entre deux paroi extérieures imbriquées, le coefficient d'échange linéique (K) se calcule par la formule []

$$K = 0,2 . K . e \quad (\text{II.8})$$

Avec :

K (en W/m². °C) la moyenne des coefficients K des deux parois sans l'isolant :

$$K = (K1 + K2) / 2 \quad (\text{II.9})$$

e (en m) l'épaisseur moyenne des parois sans l'isolant :

$$e = (e1 + e2) / 2 \quad (\text{II.10})$$

Tableau N°II.10 -Coefficient de transmission linéique entre deux parois identiques imbriquées :

Désignation	e (m)	K(W/m ² .°C)	e*K (W/m.°C)	K1 (W/m.°C)
Mur ext / Mur ext	0.37	0.44	0.16	0.072

C-Liaison entre deux paroi identique et nom identique est l'angle est constitué par un poteau en béton armé

Pour un angle formé de deux parois intérieures ou de deux paroi extérieures ou une paroi intérieur et paroi extérieur, le coefficient de transmission linéique se calcule par la formule suivante [10]

$$K = \frac{0,4.e}{R+0,25} \quad (\text{II.11})$$

Avec

R : (en m².°C/W) désigne la résistance de la paroi fictive située au droit de la paroi intérieure et délimitée par les nus intérieur et extérieur de la paroi extérieure,

e : (en m) est l'épaisseur de la paroi intérieure.

Tableau N°II.11 -Coefficient de transmission linéique pour un angle formé de deux parois identiques et nom identique

Désignation	e 1 (m)	e 2 (m)	e (m)	R (m ² .C/W)	K (W/m.°C)
Mur ext / Mur ext	0.37	0.37	0.37	2.31	0.06
P.int/ P.int	0.068	0.068	0.068	1.22	0.018
P.int/ P.int b	0.068	0.34	0.204	3.27	0.37
P.int b / P.int b	0.34	0.34	0.34	3.27	0.03
P.int b/ Mur ext	0.37	0.34	0.35	2.31	0.05

D-Liaison entre paroi extérieure et paroi intérieure

Dans ce cas on utilise la formule suivante [] :

$$K=0,2.K.e \quad (\text{II.12})$$

e : (en m) l'épaisseur moyenne des deux parois sans isolants

K₁ : (en W/m².°C) le coefficient K de la paroi à isolation extérieure sans compter l'isolant.

Tableau N°II.12 -Déperdition à travers les liaisons entre parois

LOCALE	Désignation	Dimension			Calcul des pertes			
	Paroi	Nombre	Longueur	Longueur nette (m)	K(W/m .°C)	ΔT(°c)	K .L (W/ °C)	DEP(W)
BUNGALOW T5.1								
SALON- SALLE A MANGER	LS	1	11.21	11.21	0.072	19	4.15	78.80
	LM	1	3.10	3.10	0.018	19	0.056	1.06
	LM	1	8.81	8.81	0.018	19	0.16	3.01
	LMR	1	3.31	3.31	0.37	19	1.23	23.26
	LMMI	2	3.10	6.2	0.032	19	0.19	3.76
	LS	1	4.73	4.73	0.076	19	0.35	6.83
Tot aux:		long tot(m)=37.36			DEP tot=116.72			
CHAMBRE-SUITE	LS	1	7.85	7.85	0.072	19	0.56	10.73
	LMR	1	2.68	2.68	0.076	19	0.20	3.86
	LR	1	4.22	4.22	0.072	19	0.30	5.77
	LMMI	1	3.10	3.10	0.095	19	0.29	5.59
Tot aux:		long tot(m)= 17.85			DEP tot=25.95			
SALLE DE BAIN SUITE	LS	1	4.64	4.64	0.072	19	0.33	6.34
	LR	1	4.64	4.64	0.076	19	0.35	6.70
	LS	1	2.83	2.83	0.018	19	0.05	0.96
	LR	1	2.83	2.83	0.018	19	0.05	0.96
	LMMI	1	0.87	0.87	0.032	19	0.24	4.62
	Tot aux:		long tot(m)= 15.81			DEP tot=19.58		

CUISINE	LR	1	4.73	4.73	0.38	19	1.79	34.15
	LR	1	4.73	4.73	0.05	19	0.24	4.49
	Tot aux:		long tot(m)= 9.46				DEP tot=38.64	
BUNGALOW T5.2								
SALLON-SALLE A MANGER	LS	1	8.96	8.96	0.05	19	0.45	8.51
	LR	1	6.55	6.55	0.05	19	0.32	6.22
	LMMI	4	3.10	12.4	0.095	19	1.78	22.38
	LMMI	1	2.41	2.41	0.032	19	0.077	1.46
	LS	1	4.23	4.23	0.018	19	0.076	1.44
	LMR	1	10.62	10.62	0.076	19	0.80	15.33
	LMMI	1	3.4	3.4	0.41	19	1.39	26.48
Tot aux:		long tot(m)= 48.57				DEP tot=81.82		
CUISINE	LR	1	5.94	5.94	0.03	19	0.18	3.38
	LMMI	1	2.11	2.11	0.032	19	0.067	1.28
	LS	2	3.48	6.96	0.37	19	2.57	48.92
	Tot aux:		long tot(m)= 15.01				DEP tot=53.58	
CHAMBRE SUITE	LS	1	5.43	5.43	0.06	19	0.32	6.19
	LMMI	1	2.41	2.41	0.032	19	0.077	1.46
	LMMI	1	3.10	3.10	0.032	19	0.099	1.88
	Tot:		Long tot(m)=10.94				DEP tot=9.53	
SALLE DE BAIN SUITE	LS	1	6.24	6.24	0.37	19	2.31	43.86
	LMMI	2	1.1	2.2	0.032	19	0.070	1.33
	LS	1	6.24	6.24	0.05	19	0.31	5.93
	Tot aux:		Long tot(m)=14.68				DEP tot= 51.12	

CHAMBRE DOUBLE	LS	2	5.94	11.88	0.076	19	0.90	17.15
	LMMI	2	3.10	6.2	0.032	19	0.19	3.76
	Tot aux:		Long tot(m)=18.08			DEP tot= 20.91		
CHAMBRE DOUBLE	LS	1	5.71	5.71	0.076	19	0.43	8.24
	LR	1	5.71	5.71	0.076	19	0.43	8.24
	LMMI	1	1.01	1.01	0.095	19	0.096	1.82
	LR	1	4.26	4.26	0.06	19	0.25	4.85
	LMMI	1	3.21	3.21	0.095	19	0.30	5.79
	LMMI	1	1.19	1.19	0.095	19	0.11	2.14
	Tot aux:		Long tot(m)=21.09			DEP tot= 31.08		
CHAMBRE SERVICE	LS	1	4.24	4.24	0.076	19	0.32	6.12
	LR	1	4.24	4.24	0.076	19	0.32	6.12
	LMMI	2	0.68	1.36	0.095	19	0.12	2.45
	LMMI	1	1.77	1.77	0.032	19	0.056	1.07
	LS	1	5.42	5.42	0.06	19	0.32	6.17
	Tot aux:		Long tot(m)= 17.03			DEP tot= 21.93		
SALLE DE BINE	LS	2	4.69	9.38	0.37	19	3.47	65.94
	LR	2	2.69	5.38	0.37	19	1.99	37.82
	LMMI	1	1.31	1.31	0.032	19	0.041	0.79
	LMMI	1	1.15	1.15	0.032	19	0.036	0.69
	Tot aux:		Long tot(m)=17.22			DEP tot= 105.24		
BUNGALOW T5.3								
SALLON - SALLE A	LMMI	3	3.10	9.3	0.095	19	0.88	16.78
	LMMI	1	2.08	2.08	0.095	19	0.19	3.75

	LS	1	5.9	5.9	0.018	19	0.11	2.01
	LMR	3	2.92	8.76	0.076	19	0.66	12.64
	Tot aux:		Long tot(m)=26.04			DEP tot= 35.18		
CUISINE	LS	2	6.48	12.96	0.37	19	4.79	91.10
	LMMI	1	1.18	1.18	0.032	19	0.037	0.71
	LMMI	1	1.14	1.14	0.032	19	0.036	0.69
	Tot aux:		Long tot(m)=15.28			DEP tot= 92.5		
CHAMBRE SUITE	LR	1	6.73	6.73	0.37	19	2.49	47.31
	LMMI	1	1.2	1.2	0.095	19	0.11	2.16
	LMR	1	3.30	3.30	0.018	19	0.05	1.13
	Tot aux:		Long tot(m)= 11.23			DEP tot= 50.6		
SALLE DE BAIN SUITE	LS	2	3.68	7.36	0.05	19	0.37	6.99
	LMMI	2	0.85	1.7	0.032	19	0.05	1.03
	Tot aux:		Long tot(m)= 9.06			DEP tot= 8.08		
CHAMBRE DOUBLE	LS	1	5	5	0.018	19	0.09	1.71
	LR	1	4.39	4.39	0.076	19	0.33	6.33
	LMMI	1	2.12	2.12	0.032	19	0.067	1.28
	LMMI	1	1.51	1.51	0.095	19	0.14	2.72
	LMMI	1	1.15	1.15	0.095	19	0.11	2.09
	LR	1	2.44	2.44	0.076	19	0.18	3.53
	Tot aux:		Long tot(m)= 16.61			DEP tot= 17.66		
CHAMBRE DOUBLE	LR	1	4.73	4.73	0.06	19	0.28	5.39
	LMMI	1	2.30	2.30	0.032	19	0.073	1.39
	LMMI	1	0.64	0.64	0.032	19	0.020	0.39
	LMMI	1	2	2	0.095	19	0.19	3.61
	Tot aux:		LongTot(m)=9.67			DEP tot= 10.78		

SALLE DE BAIN	LS	2	5.03	10.06	0.018	19	0.18	3.44	
	LMMI	1	1	1	0.032	19	0.032	0.60	
	LMMI	1	1.15	1.15	0.032	19	0.036	0.69	
	Tot aux:		Long tot(m)= 12.21			DEP tot= 4.73			
BUNGALOW T5.4									
SALLON SALLE A MANER	LMMI	3	3.10	9.3	0.095	19	0.88	16.78	
	LMR	1	0.92	0.92	0.076	19	0.06	1.32	
	LS	1	5.42	5.42	0.06	19	0.32	6.17	
	LMR	1	3.55	3.55	0.076	19	0.26	5.12	
	LMMI	1	1.43	1.43	0.095	19	0.13	2.58	
	LS	1	2.54	2.54	0.05	19	0.12	2.41	
	LMMI	1	1.11	1.11	0.095	19	0.10	2.00	
	LMMI	1	2.15	2.15	0.095	19	0.20	3.88	
	Tot aux:		Long tot(m)= 26.42			DEP tot= 40.26			
CUISINE	LMMI	1	1	1	0.095	19	0.095	1.80	
	LS	1	2.53	2.53	0.05	19	0.12	2.40	
	LMMI	1	0.21	0.21	0.095	19	0.019	0.37	
	LR	1	5.22	5.22	0.37	19	1.93	36.67	
	Tot aux:		Long tot(m)= 8.96			DEP tot= 41.24			
CHAMBRE SUITE	LS	1	6.73	6.73	0.076	19	0.51	9.71	
	LR	1	7.09	7.09	0.05	19	0.35	6.73	
	LMMI	1	3.10	3.10	0.095	19	0.29	5.59	
	Tot aux:		Long tot(m)= 16.92			DEP tot= 22.03			
	LS	2	3.68	7.36	0.076	19	0.55	10.62	
	LMMI	2	0.85	1.7	0.032	19	0.054	1.03	

	Tot aux:		Long tot(m)= 9.06				DEP tot= 11.65		
CHAMBRE DOUBLE	LS	1	5.43	5.43	0.37	19	2.01	38.17	
	LR	1	6.23	6.23	0.37	19	2.30	43.79	
	LMMI	1	2.51	2.51	0.032	19	0.080	1.52	
	LMMI	1	0.85	0.85	0.095	19	0.081	1.53	
	Tot aux:		Long tot(m)= 15.02				DEP tot= 85.01		
SALLE DE BAIN	LS	1	4.98	4.98	0.37	19	1.84	35.01	
	LR	1	4.98	4.98	0.37	19	1.84	35.01	
	LMMI	2	1.15	2.3	0.032	19	0.07	1.39	
	Tot aux:		Long tot(m)= 12.26				DEPtot= 71.4		
BUNGALOW T5.5									
SALLON SALLE A MANGER	LR	1	5.95	5.95	0.05	19	0.29	5.65	
	LMMI	1	1.49	1.49	0.095	19	0.14	2.69	
	LMR	1	4.46	4.46	0.076	19	0.33	6.44	
	LMMI	1	3.10	3.10	0.095	19	0.29	5.51	
	LS	1	6.28	6.28	0.05	19	0.31	5.9	
	Tot aux:		Long tot(m)= 21.28				DEP tot= 26.19		
CUISINE	LR	1	5.03	5.03	0.05	19	0.25	4.77	
	LS	1	5.03	5.03	0.06	19	0.30	5.73	
	LR	1	3	3	0.076	19	0.23	4.33	
	LS	1	3	3	0.076	19	0.22	4.33	
	Tot aux:		Long tot(m)= 16.06				DEP tot= 19.16		
CHAMBRE	LS	1	6.24	6.24	0.37	19	2.31	43.86	

DOUBLE	LR	1	5.43	5.43	0.37	19	2.01	38.17
	LMMI	1	2.41	2.41	0.095	19	0.22	4.35
	LS	1	4.16	4.16	0.076	19	0.31	6.01
	LMMI	1	0.85	0.85	0.032	19	0.027	0.51
Tot aux:		Long tot(m)=		19.09			DEPtot=92.91	
SALLE DE BAIN	LS	2	4.89	9.78	0.37	19	3.61	68.75
	LMMI	2	1.02	2.04	0.032	19	0.65	12.40
	Tot aux:		Long tot(m)=		11.82			DEP tot= 81.15
CHAMBRE SUITE	LS	1	6.79	6.79	0.06	19	0.41	7.74
	LMR	1	2.63	2.63	0.076	19	0.19	3.79
	LMMI	1	2.39	2.39	0.032	19	0.076	1.45
	Tot aux:		Long tot(m)=		11.81			DEP tot= 12.98
SALLE DE BAIN SUITE	LS	2	4.53	9.06	0.06	19	0.54	10.32
	LR	2	4.53	9.06	0.076	19	0.68	13.08
	Tot aux:		Long tot(m)=		18.12			DEP tot= 23.4

II.5 -Vérification et déperdition de référence

Les déperditions par transmission D_T du logement doivent vérifier [10]:

$$D_T \leq 1,05 \times D_{réf} \quad (II.13)$$

Où :

- D_T :(en W/°C) représente les déperditions par transmission du logement.
- $D_{réf}$:(en W/°C) représente les déperditions de référence

II.5.1 -Calcul des déperditions de référence

Les déperditions de référence $D_{\text{réf}}$ sont calculées par la formule suivante :

$$D_{\text{réf}} = [a \times S1 + b \times S2 + c \times S3 + d \times S4 + e \times S5] \cdot \Delta T \quad (\text{II.14})$$

Où :

- les S_i (en m^2) représentent les surfaces des parois en contact avec l'extérieur, un comble, un vide sanitaire, un local non chauffé ou le sol. Elles concernent respectivement $S1$ la toiture, $S2$ le plancher bas, y compris les planchers bas sur locaux non chauffés, $S3$ les murs, $S4$ les portes, $S5$ les fenêtres et les portes-fenêtres. $S1$, $S2$, $S3$ sont comptées de l'intérieur des locaux, $S4$ et $S5$ sont comptées en prenant les dimensions du pourtour de l'ouverture dans le mur - les coefficients a , b , c , d et e , (en $W/m^2 \cdot ^\circ C$), sont donnés dans le tableau dans le DTR Ils dépendent de la nature du logement et de la zone climatique (B) de hammam Righa [10] .

-Pour le calcul des déperditions de référence, les déperditions de référence par renouvellement d'air n'ont pas été prises en compte.

Tableau N°II.13 : Les déperditions par transmission du bungalow

Les déperditions par transmission D_T (en W) du logement sont égales à la somme des déperditions par transmission des différents volumes i .

$$DT = DS + D_{li} + D_{plt} \quad (\text{II.15})$$

Bungalow	DS(w)	Dli(w)	Dplt(w)	DT(w)
T5.1	1429,97	200.89	303,02	1933,88
T5.2	4318,42	375.21	1015,52	5709,15
T5.3	3495,64	219.53	1019,23	4734,4
T5.4	3340,45	271.6	657,18	4269,23
T5.5	2549,74	255.79	543,1	3348.63

Tableau N°II.14 : Les déperditions de référence

BUNGALOW S	a (W/m ² .°C)	b (W/m ² .°C)	c (W/m ² .°C)	d (W/m ² .C)	e (W/m ² .C)	S1 (m ²)	S2 (m ²)	S3 (m ²)	S4 (m ²)	S5 (m ²)	ΔT °C	D réf(w)
T5.1	1,10	2,40	1,20	3,50	4,50	36.47	30.99	108.7	4.83	11.0	19	6215,28
T5.2	1,10	2,40	1,20	3,50	4,50	161.2	73.69	289.5	11.23	73.5	19	20725,39
T5.3	1,10	2,40	1,20	3,50	4,50	93.7	92.16	228.0	10.23	41	19	16323,85
T5.4	1,10	2,40	1,20	3,50	4,50	77.75	76	199.7	8.74	32.0	19	4269,23
T5.5	1,10	2,40	1,20	3,50	4,50	63.49	62.96	178.0	10.67	17.7	19	11004,42

Tableau N°II.15: Vérification réglementaire de déperdition par transmission DT

BUNGALOWS	$D_T \leq 1,05 \times D_{réf}$ (W)
T5.1	1933,88 ≤ 6215,28
T5.2	5709,15 ≤ 20725,39
T5.3	4734,4 ≤ 16323,85
T5.4	4269,23 ≤ 4269,23
T5.5	3348.63 ≤ 11004,42

D'après les résultats obtenus après la vérification des déperditions des bungalows par rapport aux déperditions de référence du logement selon le DTR (C3-2) on constate que : le résultat obtenus ; Vérifie les conditions imposées par DTR.

II.6 – Déperdition par renouvellement d'air

Les déperditions par renouvellement d'air D_R d'un logement ont pour expression :[]

$$D_R = 0,34 \times (Q_v + Q_s) \cdot \Delta T \quad (\text{II.16})$$

Où :

- 0,34 : (en Wh/m³.°C) est la chaleur volumique de l'air.
- Q_v : (en m³/h) est le débit spécifique de ventilation.
- Q_s : (en m³/h) est le débit supplémentaire par infiltrations dues au vent.
- ΔT : (en °C) est la différence des températures extérieure de base et intérieure de base.

II.6.1 – Débit spécifique de ventilation

-Le débit spécifique de ventilation Q_v est calculé par rapport au débit extrait de référence $Q_{v\text{réf}}$ qui est donné par la formule suivante [5] :

$$Q_v = \text{Max} [0,6 \times V_h ; Q_{v\text{réf}}] \quad (\text{II.17})$$

$$D_v = 0.34 \cdot Q_v \cdot \Delta T \quad (\text{II.18})$$

où :

- V_h (en m³) désigne le volume habitable.
- $Q_{v\text{réf}}$ (en m³/h) désigne le débit extrait de référence.
- D_v : déperdition par ventilation.

On admet qu'en hiver les dispositifs de ventilation calculés pour permettre un taux de ventilation de l'ordre et de 0,6 fois le volume habitable par heure répondant aux exigences contradictoires du confort thermique, d'hygiène et d'économie d'énergie.

-Le débit extrait de référence $Q_{v\text{réf}}$ est déterminé en considérant que la ventilation est générale et permanente et qui est donnée par la formule suivante [5] :

$$Q_{v\text{réf}} = \frac{5 Q_{v\text{min}} + Q_{v\text{max}}}{6} \quad (\text{II.19})$$

- Q_{vmax} (en m^3/h) le débit extrait maximal de référence, est la somme des débits extraits de chaque pièce de service du logement.

- Q_{vmin} (en m^3/h) est le débit extrait minimal de référence en fonction du nombre de pièces principales du logement.

Tableau N°II.16- Le débit extrait de référence $Q_{vréf}$

BUNGALOWS	$Q_{vmax}(m^3/h)$	$Q_{vmin}(m^3/h)$	$Q_{vréf}$
T5.1	105	75	80
T5.2	120	130	128.33
T5.3	150	120	125
T5.4	120	110	111.66
T5.5	120	110	111.66

II.6.2 –Débit d’infiltration

Pour les infiltrations provenant de la périphérie des ouvrants (portes, fenêtres, portes-fenêtres, etc.)

$$Q_i = m \cdot A_m \cdot e_m \quad (II.20)$$

$$D_i = 0.34 \cdot Q_i \cdot \Delta T \quad (II.21)$$

A_m : la surface (m^2).

e_m : coefficient de perméabilité.

m : coefficient d’exposition au vent et au tirage.

D_i : déperdition par infiltration.

A-Le premier cas :la qualité des menuiseries nom classée[6]

Tableau N°II.17- Coefficient de perméabilité et d’exposition du vent

Désignation	Simple fenêtre	PORTE	Porte fenêtre
$m (m^3/h)$	4	6	2.4
e_m	7	7	7

Tableau N°II.18-Déperdition par renouvellement d'air

locale	DESIGNATIONE			DIMENSION			COEFFICIENTS		DEP(w)	
	Repéré paroi	orientation	nombre	Largeur(m)	Hauteur(m)	Surface(m ²)	Perméabilité	exposition	Débit d'infiltration Qi(m ³ /h)	ΔT(°C)
BUNGALOW T 5.1										
SALON-SALLE	PF	EST	1	2.40	2.30	5.52	2.4	7	92.74	19
	PO	EST	1	1.20	2.30	2.76	6	7	115.92	19
A MANGER	Tot :			SURFACE Tot=8.28			Qi TOT =208.66			
CHAMBR E SUITE	PF	SUD	1	2.40	2.30	5.52	2.4	7	92.74	19
	Tot :			SURFACE Tot=5.52			Qi TOT =92.74			
SALLE DE BAIN	PO	EST	1	0.90	2.30	2.07	6	7	86.94	19
	Tot :			SURFACE Tot=2.07			Qi TOT =86.94			
Vh(m³/h)=114.7		Qi(m³/h) =388.34			Qv(m³/h)=68.82		DEP(W)=2953.25			
BUNGALOW T 5.2										
SALON-SALLE	PF	EST	1	2.68	3.10	8.30	2.4	7	139.44	19
	PF	SUD	1	2.40	3.10	7.44	2.4	7	124.92	19
A MANGER	PO	SUD	1	1	2.30	2.30	6	7	96.6	19
	PO	NORD	1	0.90	2.30	2.07	6	7	86.94	19
Tot :			SURFACE Tot(m ²)=94.81			Qi TOT(m ³ /h) =448				
CUISINE	F	SUD	1	1.20	1.20	1.44	4	7	40.32	19
	Tot :			SURFACE Tot(m ²)=1.44			Qi TOT(m ³ /h) =40.32			
CHAMBR E SERVICE	F	EST	1	1.20	1.20	1.44	4	7	40.32	19
	Tot :			SURFACE Tot(m ²)=1.44			Qi TOT(m ³ /h) =40.32			

CHAMBR E DOUBLE	F	EST		1.20	1.20	1.44	4	7	40.32	19	
	PO	OUEST	1	0.88	3.10	2.72	6	7	114.24	19	
	Tot :			SURFACE Tot(m ²)=4.16				Qi Tot(m ³ /h) =155			
CHAMBR E DOUBLE	F	SUD	1	1.20	1.20	1.44	4	7	40.32	19	
	PO	OUEST	1	0.90	2.30	2.07	6	7	86.94	19	
	Tot :			SURFACE Tot(m ²)=4.95				Qi Tot(m ³ /h) =197.81			
SALLE DE BAIN	F	EST	1	1.20	1.20	1.44	4	7	40.32	19	
	FT	HAUT	1	0.80	0.80	0.64	4	7	17.92	19	
	Tot :			SURFACE Tot(m ²)=2.08				Qi Tot(m ³ /h) =58.24			
CHAMBR E SUITE	PO	SUD	1	0.90	2.30	2.07	6	7	86.94	19	
	PF	OUEST	1	2.68	3.10	8.30	2.4	7	139.44	19	
	PO	NORD	1	0.90	2.30	2.07	6	7	86.94	19	
Tot :			SURFACE Tot(m ²)=12.44				Qi Tot(m ³ /h) =313.32				
SALLE DE BAIN SUITE	PO	SUD	1	0.90	2.3	2.07	6	7	86.94	19	
	FT	HAUT	1	0.80	0.80	0.64	4	7	17.92	19	
	Tot :			SURFACE Tot(m ²)=2.71				Qi Tot(m ³ /h) =104.86			
Vh(m ³ /h)=408.89				Qi(m ³ /h) =1357.87			Qv(m ³ /h)=245.33		DEP(W)=10356.67		
BUNGALOW T5.3											
SALLE A MANGER	PO	OUEST	1	0.90	2.30	2.07	6	7	86.94	19	
	PF	OUEST	1	2.58	2.30	5.93	2.4	7	99.62	19	
	PF	OUEST	1	2.98	2.30	6.85	2.4	7	115.08	19	
	PF	OUEST	1	2.70	2.30	6.21	2.4	7	104.33	19	
Tot :			SURFACE Tot(m ²)=21.06				Qi Tot(m ³ /h) =405.97				
CUISINE	PF	SUD	1	2.68	2.30	6.16	2.4	7	103.48	19	

	Tot : SURFACE Tot(m ²)=6.16							Qi Tot(m ³ /h) =103.84		
CHAMBR E DOUBLE	PO	NORD	1	0.90	2.30	2.07	6	7	86.94	19
	F	SUD	1	1.20	1.20	1.44	4	7	40.32	19
	Tot : SURFACE Tot(m ²)=3.51							Qi Tot(m ³ /h) =127.26		
CHAMBR E DOUBLE	PF	NORD	1	0.90	2.30	2.07	2.4	7	34.77	19
	F	SUD	1	1.20	2.30	2.76	4	7	77.28	19
	Tot : SURFACE Tot(m ²)=4.83							Qi Tot(m ³ /h) =112.05		
CHAMBR E SUITE	PF	OUEST	1	2.68	3.10	8.30	2.4	7	139.44	19
	PO	SUD	1	0.85	2.30	1.95	6	7	81.9	19
	PO	NORD	1	0.90	2.30	2.07	6	7	86.94	19
	Tot : SURFACE Tot(m ²)=12.32							Qi Tot(m ³ /h) =308.28		
SALLE DE BAIN SUITE	PO	SUD	1	0.90	2.3	2.07	6	7	86.94	19
	FT	HAUT	1	0.80	0.80	0.64	4	7	17.92	19
	Tot : SURFACE Tot(m ²)=2.71							Qi Tot(m ³ /h) =104.86		
SALLE DE BAIN	FT	HAUT	1	0.80	0.80	0.64	4	7	17.92	19
	Tot : SURFACE Tot(m ²)=0.64							Qi Tot(m ³ /h) =17.92		
Vh(m³/h)=292.95				Qi(m³/h) =1180.18			Qv(m³/h)=175.77		DEP(W)=8759.4	
BUNGALOW T5.4										
SALLE A MANGER	PF	OUEST	1	2.68	3.10	8.30	2.4	7	139.44	19
	PO	OUEST	1	1.20	2.30	2.76	6	7	115.92	19
	PF	OUEST	1	2.68	2.30	6.16	2.4	7	103.49	19
	PF	OUEST	1	2.67	2.30	6.14	2.4	7	103.15	19
	F	NORD	1	1.20	1.20	1.44	4	7	40.32	19
	Tot : SURFACE Tot(m ²)=26.06							Qi Tot(m ³ /h) =502.32		
CUISINE	F	NORD	1	1.20	2.30	2.76	4	7	77.28	19

	Tot :		SURFACE Tot(m ²)=2.76					Qi Tot(m ³ /h) =77.28			
CHAMBR E SUITE	PF	NORD	1	3.27	2.30	7.52	2.4	7	126.34	19	
	PO	EST	1	0.90	2.30	2.07	6	7	86.94	19	
	Tot :		SURFACE Tot(m ²)=9.59					Qi Tot(m ³ /h) =213.28			
SALLE DE BAIN SUITE	PO	OUEST	1	0.90	2.30	2.07	6	7	86.94	19	
	FT	HAUT	1	0.80	0.80	0.64	4	7	17.92	19	
	Tot :		SURFACE Tot(m ²)=2.71					Qi Tot(m ³ /h) =104.86			
CHAMBR E DOUBLE	PF	OUEST	1	2.08	2.30	4.78	2.4	7	80.30	19	
	PO	NORD	1	0.80	2.30	1.84	6	7	77.28	19	
	Tot :		SURFACE Tot(m ²)=6.62					Qi Tot(m ³ /h) =157.58			
SALLE DE BAIN	PF	OUEST	1	0.90	2.30	2.07	2.4	7	34.77	19	
	FT	HAUT	1	0.80	0.80	0.64	4	7	17.92	19	
	Tot :		SURFACE Tot(m ²)=2.71					Qi Tot(m ³ /h) =52.69			
Vh(m³/h)=202.43		Qi(m³/h) =1108.01			Qv(m³/h)=121.46			DEP(W)=7942.37			
BUNGALOW T5.5											
SALLE A MANGER	PO	EST	1	1.14	2.30	2.62	6	7	110.04	19	
	PF	EST	1	2.68	2.30	6.16	2.4	7	103.48	19	
	Tot :		SURFACE Tot(m ²)=8.78					Qi Tot(m ³ /h) =213.52			
CHAMBR E DOUBLE	PF	EST	1	2.08	2.30	4.78	6	7	200.76	19	
	PO	SUD	1	0.80	2.30	1.84	2.4	7	30.91	19	
	Tot :		SURFACE Tot(m ²)=6.62					Qi Tot(m ³ /h) =231.67			
SALLE DE BAIN	PO	EST	1	0.90	2.30	2.07	6	7	86.94	19	
	FT	HAUT	1	0.80	0.80	0.64	4	7	17.92	19	

	Tot :		SURFACE Tot(m ²)=2.71					Qi Tot(m ³ /h) =104.86		
CHAMBR E	PF	SUD	1	2.39	2.30	5.49	2.4	7	99.79	19
	PO	SUD	1	0.90	2.30	2.07	6	7	86.94	19
SUITE	Tot :		SURFACE Tot(m ²)=8.01					Qi Tot(m ³ /h) =186.73		
SALLE DE BAIN SUITE	PO	EST	1	0.90	2.30	2.07	2.4	7	34.77	19
	FT	HAUT	1	0.80	0.80	0.64	6	7	26.88	19
	Tot :		SURFACE Tot(m ²)=2.71					Qi Tot(m ³ /h) =61.65		
		Vh(m³/h)=208.63		qi(m³/h) =816.43		qv(m³/h)=125.18		DEP(W)=6082.80		

II.7-Le coefficient de déperditions volumiques G :

G est le coefficient de déperditions volumiques qui s'exprime en W/°C.m³ ; il représente les pertes thermiques d'un bâtiment (par les parois et par renouvellement d'air) pour un degré d'écart de température entre l'intérieur et l'extérieur et par mètre cube habitable.[]

$$Dt=G . V .\Delta t \quad \text{Donc} \quad G=\frac{DT}{V.\Delta T} \quad (\text{II.22})$$

Tableau N°II.19-Le coefficient de déperditions volumiques

Bungalow	DS(W)	Dli(W)	DPLT(W)	DR(W)	DT(W)	V(m ³)	ΔT(°C)	G(W/°C.m3)
T5.1	1429,97	200.89	303,02	2953,25	4887,13	114,77	19	2.24
T5.2	4318,42	375.21	1015,52	10356,67	15725.82	408,89	19	2.02
T5.3	3495,64	219.53	1019,23	8759,4	13493.8	292,95	19	2.42
T5.4	3340,45	271.6	657,18	7942,37	12211.6	202,43	19	3.17
T5.5	2549,74	255.79	543,1	6082,8	9431.43	208,63	19	2.37

D'après les calculs du coefficient de déperdition volumique G (W/°C.m³), on remarque que :

G > 1,4 donc il y a fort renouvellement d'air dans nos bungalows à cause du nombre important de fenêtres, portes- fenêtres, et portes.

Pour connaitre l'influence des pertes de renouvellement d'air on a refait nos calculs :

- sans tenir compte des ventilations tableau (II.18)
- sans tenir compte des infiltrations tableau (II.19).
- sans renouvellement d'air tableau (II.20).

Tableau N°II.20-Le coefficient de déperditions Volumiques avec déperditions d'infiltrations

Bungalow	DS(W)	Dli(W)	DPLT(W)	Di(w)	DT(W)	V(m³)	ΔT(°C)	G(W/°C m3)
T5.1	1429,97	200.89	303,02	2508,676	4442,556	114,77	19	2.03
T5.2	4318,42	375.21	1015,52	8771,84	14480,99	408,89	19	1.86
T5.3	3495,64	219.53	1019,23	7623,962	12358,362	292,95	19	2.22
T5.4	3340,45	271.6	657,18	7157,744	11426,974	202,43	19	2.97
T5.5	2549,74	255.79	543,1	5274,137	8622,767	208,63	19	2.17

Tableau N°II.21- La coefficient de déperditions volumiques avec déperditions de ventilation et sans déperditions d'infiltration

Bungalow	DS(W)	Dli(W)	DPLT(W)	Dv	DT(W)	V(m³)	ΔT(°C)	G(W/°C.m3)
T5.1	1429,97	200.89	303,02	68,82	2002.7	114,77	19	0,91
T5.2	4318,42	375.21	1015,52	245,33	5954.48	408,89	19	0.76
T5.3	3495,64	219.53	1019,23	175,77	4919.17	292,95	19	0.88
T5.4	3340,45	271.6	657,18	121,46	4390.69	202,43	19	1.14
T5.5	2549,74	255.79	543,1	125,18	3473.81	208,63	19	0.87

Tableau N°II.22- La coefficient de déperditions volumiques sans déperditions de renouvellement d'air

Bungalow	DS(W)	Dli(W)	DPLT(W)	DT(W)	V(m³)	ΔT(°C)	G(W/°C m3)
T5.1	1429,97	200.89	303,02	1933,88	114,77	19	0.88
T5.2	4318,42	375.21	1015,52	5709,15	408,89	19	0.73
T5.3	3495,64	219.53	1019,23	4734,4	292,95	19	0.85
T5.4	3340,45	271.6	657,18	4269,23	202,43	19	1.10
T5.5	2549,74	255.79	543,1	3348.63	208,63	19	0.84

Tableau N°II.23- Récapitulations de tous les coefficients de déperditions volumiques

G(w/m ³ .°C)	BUNGALOWS				
	T5.1	T5.2	T5.3	T5.4	T5.5
Avec déperdition par renouvellements d'air	2.24	2.02	2.42	3.17	2.37
Avec déperdition par infiltrations	2.03	1.86	2.22	2.97	2.17
Avec déperdition par ventilation	0,91	0.76	0.88	1.14	0.87
Sans déperdition par renouvellement d'air	0.88	0.73	0.85	1.10	0.84

D'après les résultats obtenus on remarque que le coefficient des déperditions volumiques qui est calculé avec déperditions de ventilation et sans déperditions par renouvellement d'air compris est, entre **(0,8 < G < 1,4)**. Donc les bungalows sont moyennement isolés ; et les résultats qui étaient calculés avec déperditions par renouvellement d'air et par infiltration ne sont pas dans les normes à cause de forte infiltration [7].

On prend un bungalow type **T5.5** pour voir les pourcentages des déperditions surfaciques, par plancher et toiture, par renouvellement d'air et (infiltration et par ventilation).

Tableau N°II.24-le pourcentage des déperditions par renouvellement d'air.

Bungalow	DS(W)	Dli(W)	DPLT(W)	DR(W)
T5.5	2549,74	255,79	543,1	9431.43

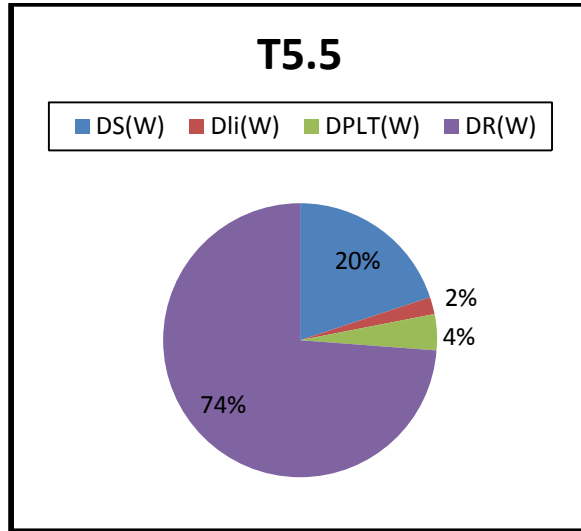


Figure II.1- le pourcentage des déperditions par renouvellement d'air.

Tableau N°II.25- le pourcentage des déperditions avec déperditions par infiltration

Bungalow	DS(W)	Dli(W)	DPLT(W)	Di(W)
T5.5	2549,74	255,79	543,1	5274,137

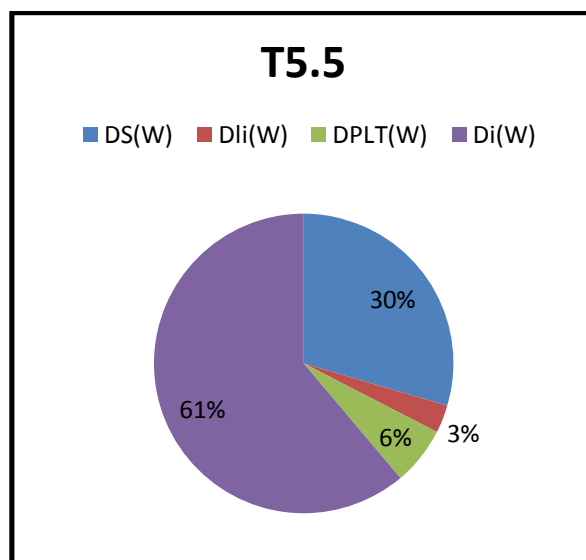


Figure II .2- le pourcentage des déperditions avec déperditions par infiltration

Tableau N°II.26-le pourcentage des déperditions avec déperditions par ventilation

Bungalow	DS(W)	Dli(W)	DPLT(W)	Dv(w)
T5.5	2549,74	255,79	543,1	125,18

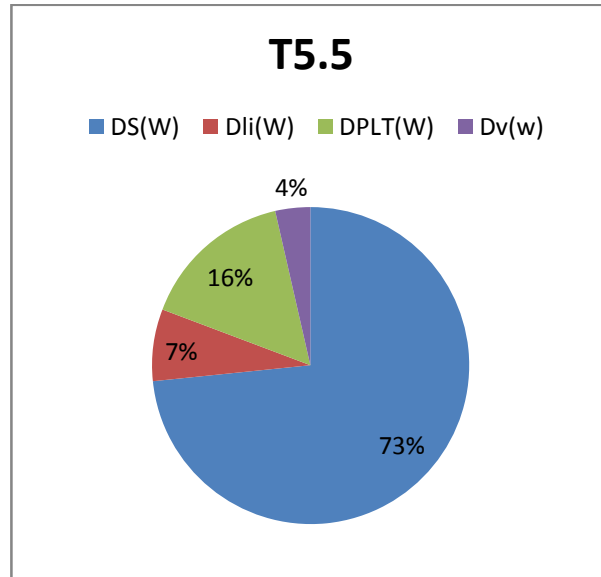


Figure II .3 - le pourcentage des déperditions avec déperditions par infiltration

Tableau N°II.27- le pourcentage des déperditions sans déperditions par renouvellement d'air

Bungalow	DS(W)	Dli(W)	DPLT(W)
T5.5	2549,74	255.79	543,1

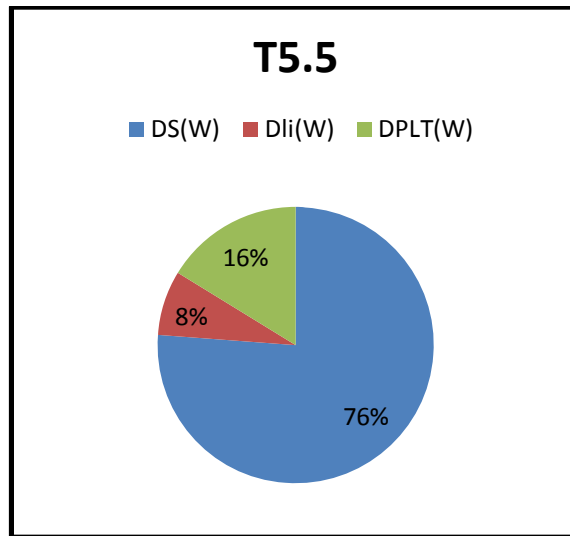


Figure II .4 - le pourcentage des déperditions sans déperditions par renouvellement d’air

II.7.1-Résultats et Discussion

D’après les dispositions graphiques on remarque que les pourcentages des déperditions par renouvellement d’air(DR) de 74%, par infiltration (Di) sont de 60% et sont plus importants ,et les déperditions par ventilation (Dv) sont de 4%.

On a refait les calculs des déperditions par renouvellement d’air avec : Des fenêtres et portes- fenêtres (classe A3) et des portes avec seuil et joints d’étanchéité.

B-Le deuxième cas : la qualité des menuiseries (classe(A3) et de bonne étanchéité)[6]

Tableau N°II.28- COEFFICIENT DE PERMEABILITE ET D’EXPOSITION AU VENT

Désignation	Simple fenêtre	PORTE	Porte fenêtre
m (m³/h)	0.3	1.2	0.3
em	7	7	7

D’après les calculs des déperditions par renouvellement d’air qui ont été fait comme les étapes de calcul du premier cas et du tableau (II.16) précédents ,on obtient les résultats suivants :

Tableau N°I.29 -Le coefficient de déperditions volumiques

Bungalow	DS(W)	Dli(W)	DPLT(W)	DR(W)	DT(W)	V(m ³)	ΔT(°C)	G(W/°C.m3)
T5.1	1429,97	200.89	303,02	856.33	2790,21	114,77	19	1.27
T5.2	4318,42	375.21	1015,52	2879.03	8588.18	408,89	19	1.10
T5.3	3495,64	219.53	1019,23	2134.25	6868,65	292,95	19	1.23
T5.4	3340,45	271.6	657,18	1807.18	6076,41	202,43	19	1.57
T5.5	2549,74	255.79	543,1	1689.09	5037,72	208,63	19	1.27

Le coefficient de déperditions volumiques du deuxième cas sont inférieurs aux premiers cas est sont compris entre ($0,8 < G < 1,4$), donc les bungalows sont moyennement isolés a cause du fort renouvellement d'air.

Tableau N°I.30 -Le coefficient de déperditions volumiques avec déperditions par ventilation

Bungalow	DS(W)	Dli(W)	DPLT(W)	Di	DT(W)	V(m ³)	ΔT(°C)	G(W/°C .m3)
T5.1	1429,97	200.89	303,02	441.76	2375,64	114,77	19	1.09
T5.2	4318,42	375.21	1015,52	1294.19	7003,34	408,89	19	0.90
T5.3	3495,64	219.53	1019,23	998.78	5733,18	292,95	19	1.03
T5.4	3340,45	271.6	657,18	1022.55	5291,78	202,43	19	1.37
T5.5	2549,74	255.79	543,1	880.43	4229,06	208,63	19	1.06

Tableau N°I.31-Comparaison entre le coefficient de déperditions volumiques

Bungalows	G(W/°C .m3) Premier cas	G(W/°C .m3) Deuxième cas
T5.1	2.24	1.27
T5.2	2.02	1.10
T5.3	2.42	1.23
T5.4	3.17	1.57
T5.5	2.37	1.27

Suite aux résultats obtenus pour le deuxième cas, on remarque que le coefficient de déperditions volumiques passe de 2.24 a 1.27. Ceci est due a la qualité des portes, fenêtres et portes- fenêtres utilisées dans le 2ème cas qui réduit énormément les déperditions par renouvellement d'air.

Le coefficient de déperditions volumiques du deuxième cas est inférieur au coefficient du premier cas et il est compris entre $(0,8 < G < 1,4)$, donc les bungalows sont moyennement isolés et sont en fort renouvellement d'air.

II.7.2- Les pourcentages des déperditions pour les bungalows type T 5.5.

Tableau N°I.32- le pourcentage des déperditions par renouvellement d'air

Bungalow	DS(W)	Dli(W)	DPLT(W)	DR(W)
T5.5	2549,74	255.79	543,1	1689.09

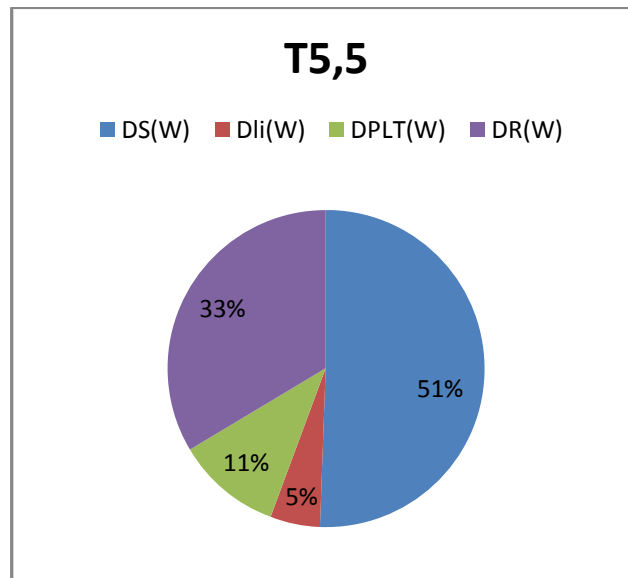


Figure II .5 - le pourcentage des déperditions par renouvellement d'air

Le pourcentage de la première déperdition par renouvellement d'air qui est de 74% a diminué significativement dans le deuxième calcul. Il est devenu 33%.

Tableau N°I.33 - le pourcentage des déperditions par déperditions par infiltrations.

Bungalow	DS(W)	Dli(W)	DPLT(W)	Di(w)
T5,5	2549,74	255,79	543,1	880,43

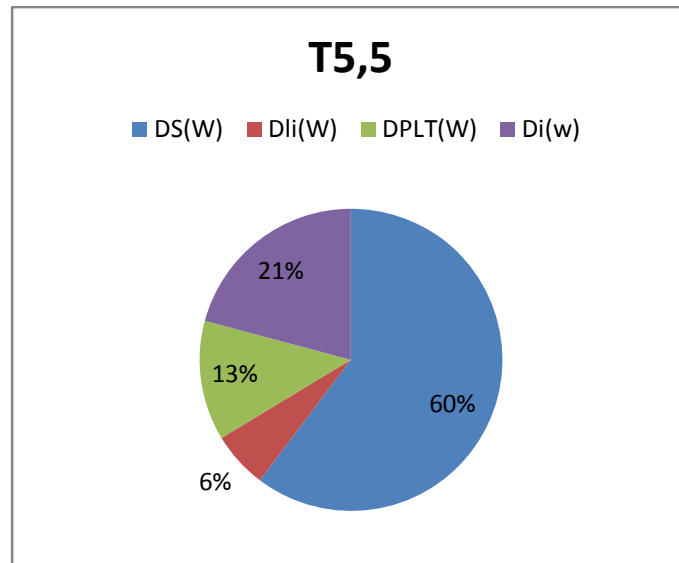


Figure II .5 - le pourcentage des déperditions par déperditions par infiltrations

Le pourcentage de la première déperdition par infiltration qui est de 61% a diminué significativement dans le deuxième calcul. Il est devenu 21%.

Pour les déperditions par ventilation les mêmes calculs sont obtenus comme le premier cas.

II.7.3-Les solutions proposées pour la réduction des déperditions par infiltration

D'après les résultats obtenus dans les calculs précédents on propose des solutions pour réduire les déperditions par infiltration :

- Bien définir la limite entre le volume chauffé et l'extérieur, et la position de la barrière étanche au sein des parois
- il faut effectuer une bonne étanchéité des menuiseries (Portes, portes-fenêtres, fenêtres).
- Comme aucune porte, fenêtre et porte fenêtre ne peuvent être hermétiques, il faut donc réduire leurs nombres.

III -Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons la simulation du bungalow T5.5 sous TRNSYS17 pour voir son comportement thermique.

III.1 - Présentation du logiciel :

III .1.1- Simulation sous TRNSYS 17

TRNSYS (TRAnsient System Simulation), (Programme de simulation de systèmes transitoires).

La simulation du Bungalow T5.5 multi-zonales passe par deux étapes qui sont:

- Séparer l'ensemble du bungalow en différentes zones couplées les unes aux autres.
- Décrire l'enveloppe du bungalow, (des fenêtres, des portes fenêtres, et des portes) , le système du chauffage , du conditionnement d'air , du renouvellement d'air et des gains internes ,etc. .)

Type 56 permet de saisir des informations et de générer les fichiers d'entrées nécessaires pour une simulation avec TRANSYS.

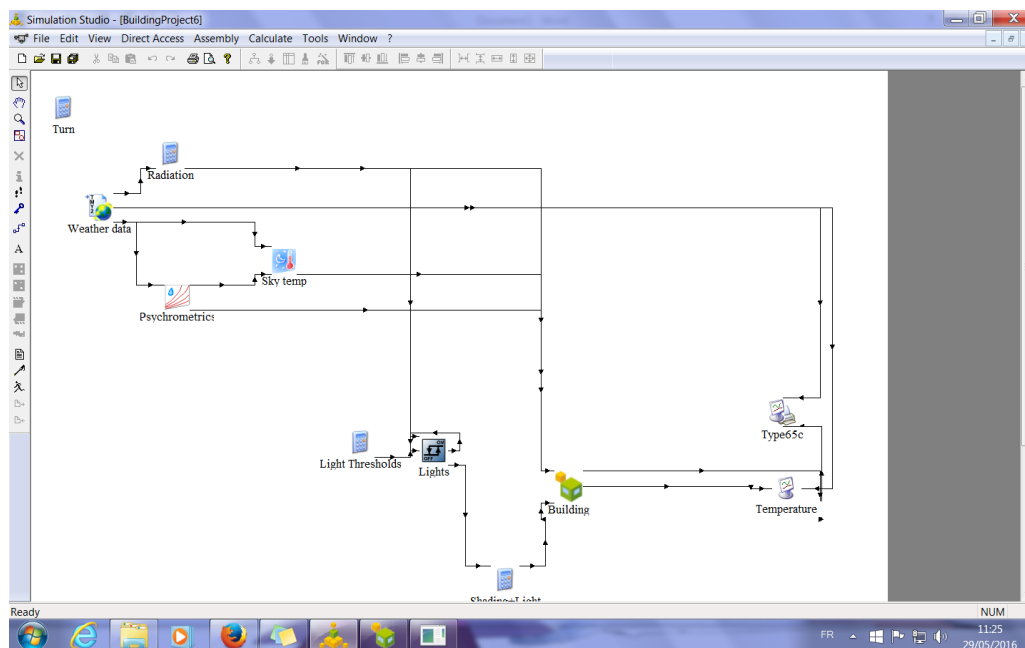


Figure III .1 -Simulation du bungalow sous TRNSYS17

III .1.2 -.Définition de la maison dans TRNBuild

Utilisation d'un logiciel de simulation thermique, TRNBuild en transférant le projet étudié sur ce logiciel, puis l'importer sur TRNSYS (figure III .5)

Le projet étudié est un bungalow T5.5 type le plus exposé et qui englobe toutes les critères, construit avec des nouveaux matériaux d'une surface habitable **67.3 m²**(les parois sont détaillées dans chapitre II) à Hammam Righa .

Coordonnées du site : Latitude: 36° 22' 60" Nord, Longitude: 2° 24' Est.



Figure III.2-Plan du bungalow T5.5 étudié

On définit les zones qui sont 8 (SBST ,CHST ,CHDB,PATIO,SB,SALON,SALLE A MANGER,CUISINE) ,figure(III .3) et figure(III .4) .

Pour chacune d'elle, on définit la composition et l'orientation des parois, des portes, des fenêtres, et des portes fenêtres figure (III .6), figure (III .7) ;

On Spécifier leurs gains, leur infiltration, leur ventilation et leur chauffage.

Le logiciel propose une librairie sur les matériaux utilisés avec les paramètres correspondants, conductivités et capacités thermique. Il faudrait préciser l'épaisseur, ce qui vous donne la densité et d'autres paramètres thermo physiques.

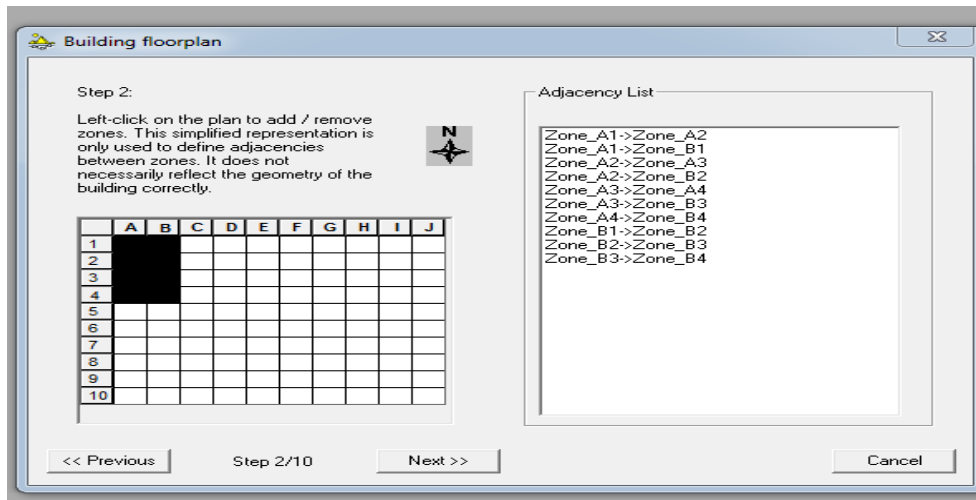


Figure III.3 .zonage du bungalow

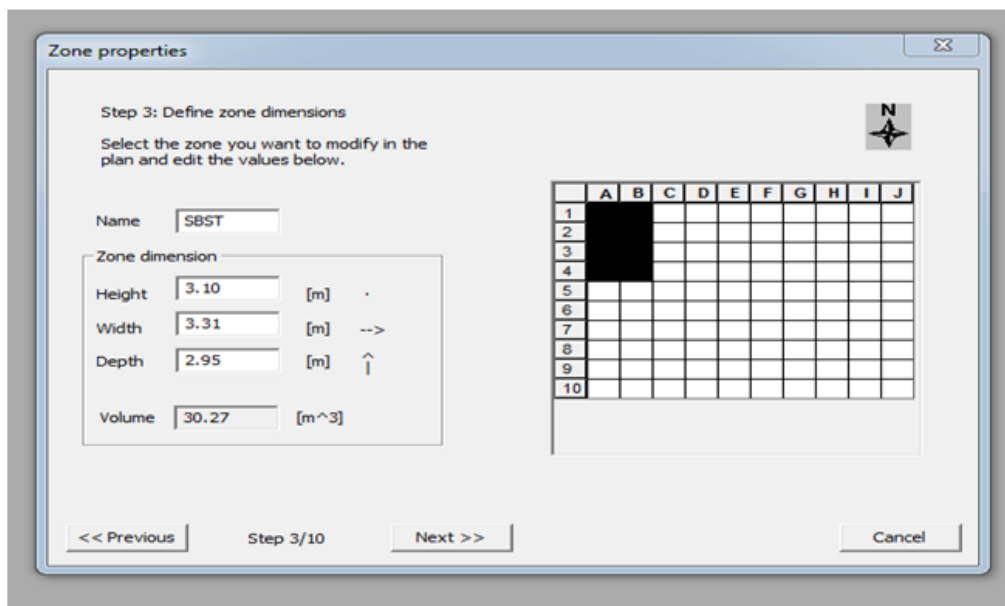


Figure III .4 . La dimension d'une zone définie

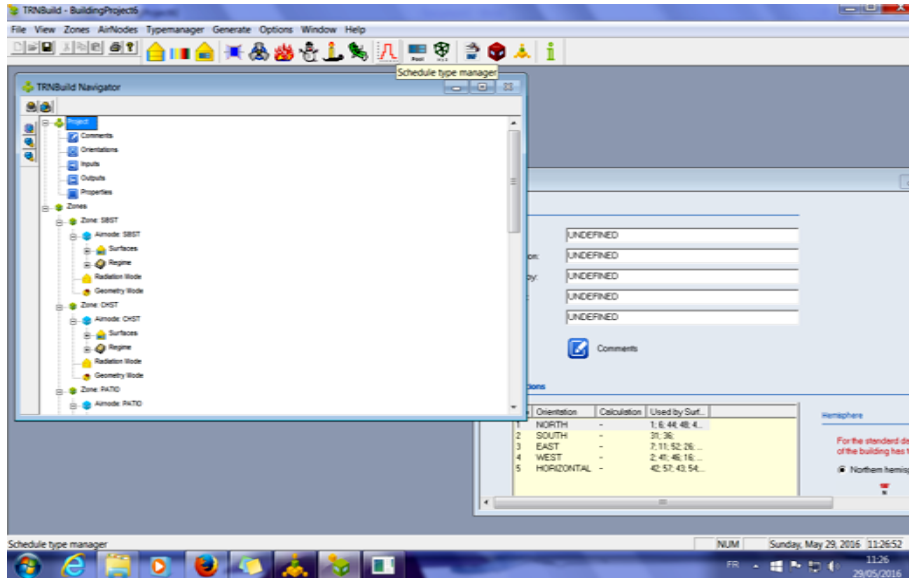


Figure III .5- Définition du projet sous TRNBuild

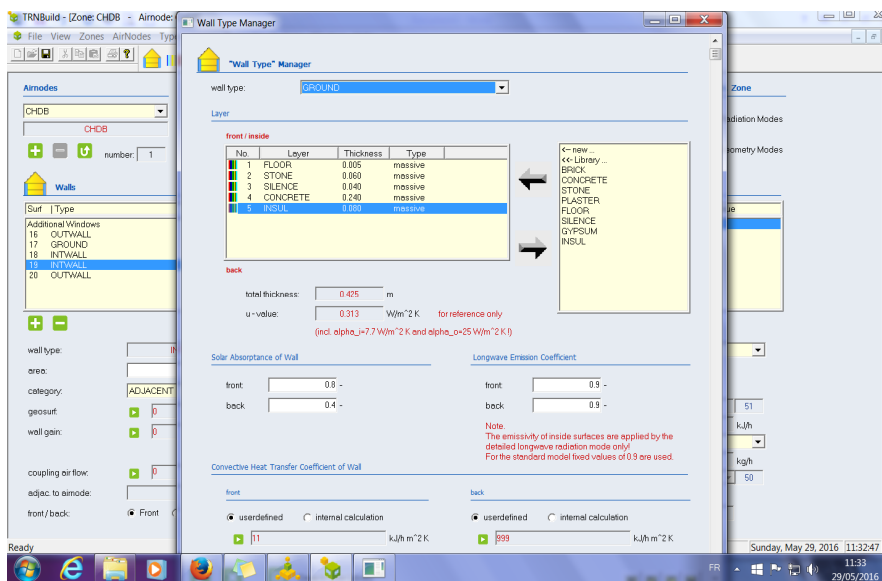


Figure III .6- Définition des parois

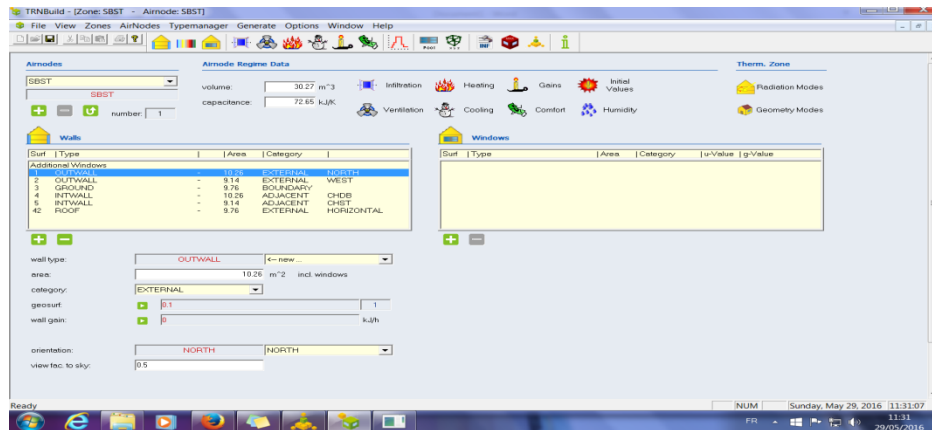


Figure III .7- Définition des zones thermiques (parois et ouvrants)

III .1.3. Définition des inputs

Dans simulation studio en entrée les données sont la température, renouvellement d'air etc. ...)

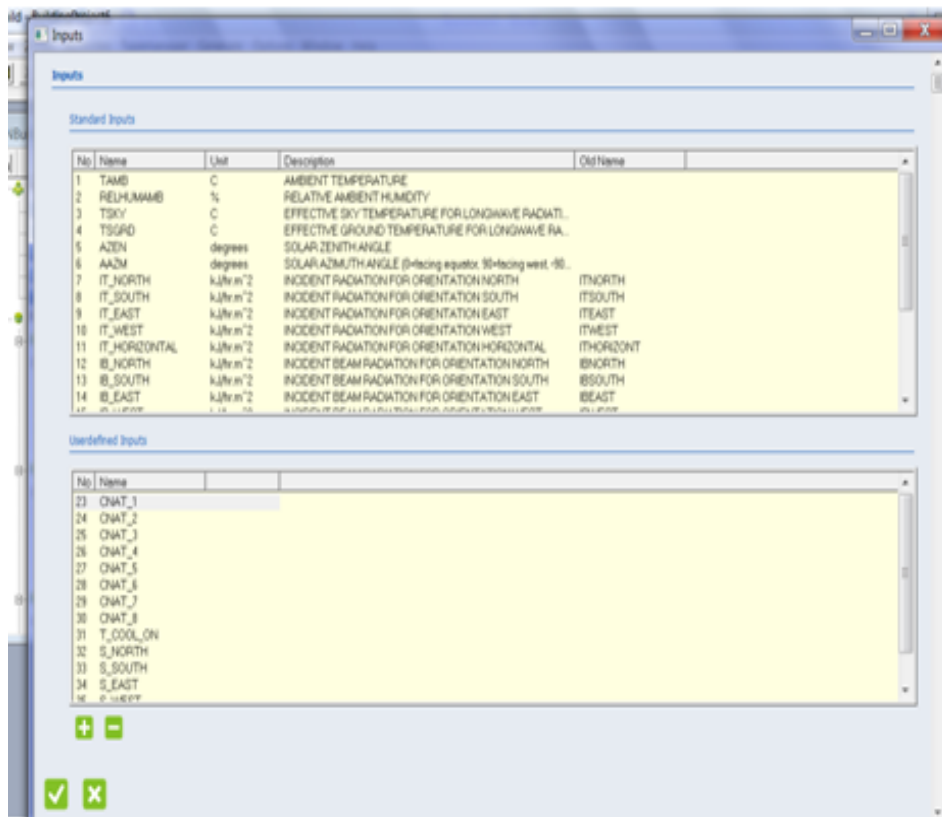


Figure III .8- Définition des inputs

III .1.4-Définition des Output

Sur simulation studio, on définit les outputs désirés c'est-à-dire les résultats, ces résultats seront affichés par des graphes et sous forme de tableaux qu'on pourra exploiter.

Les outputs fixés sont les températures et les besoins en chauffage pour différentes zones du bungalow (Figure III .9) (Figure III .10).

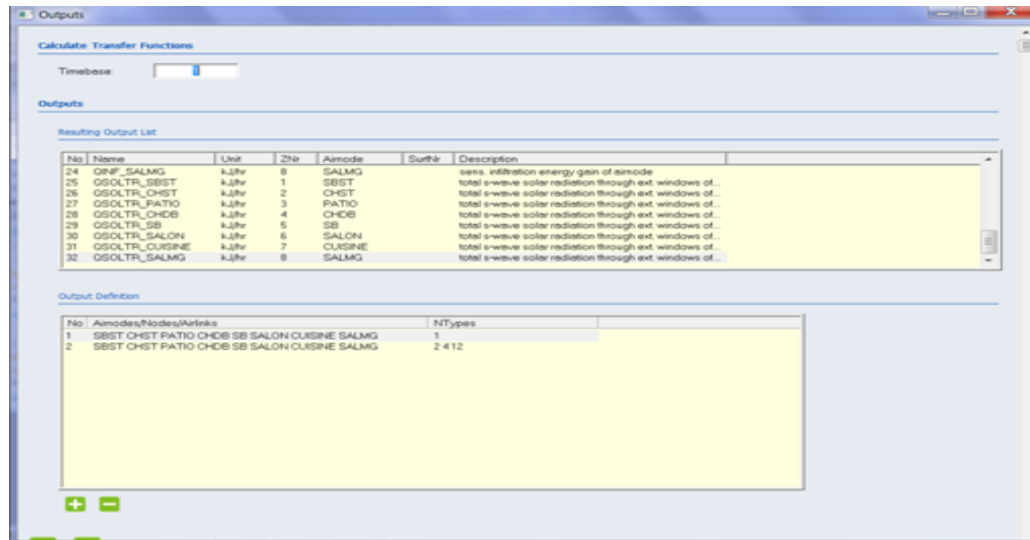


Figure III .9.Définition des outputs

III .1.5-La production d'eau chaude sanitaire(ECS) sous TRNSYS

Simulation studio est un logiciel de simulation complet contenant plusieurs outils. Nous avons simulé les besoin en eau chaude sanitaire et on a entré les données dont on a besoin dans le calcul (figure III .11).

Les données climatiques du site choisi, prises du logiciel METEONORM ont été intégrées sous forme TMY2 (figure III .12)

Des résultats ont été obtenus pour l'eau chaude sanitaire, des températures entrée/sortie du capteur, ainsi que des températures d'eau chaude de la cuve et du débit de puisage de la cuve.

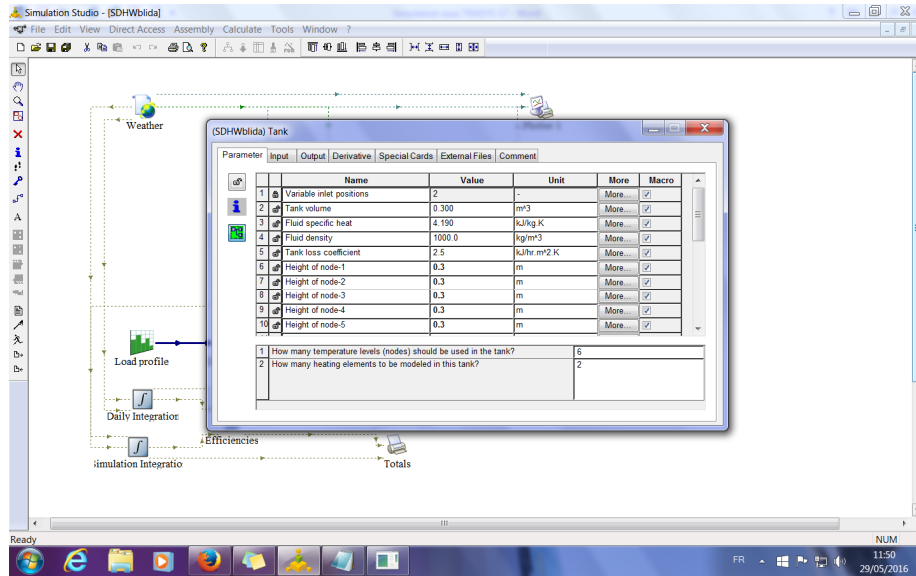


Figure III .10-Entré des données

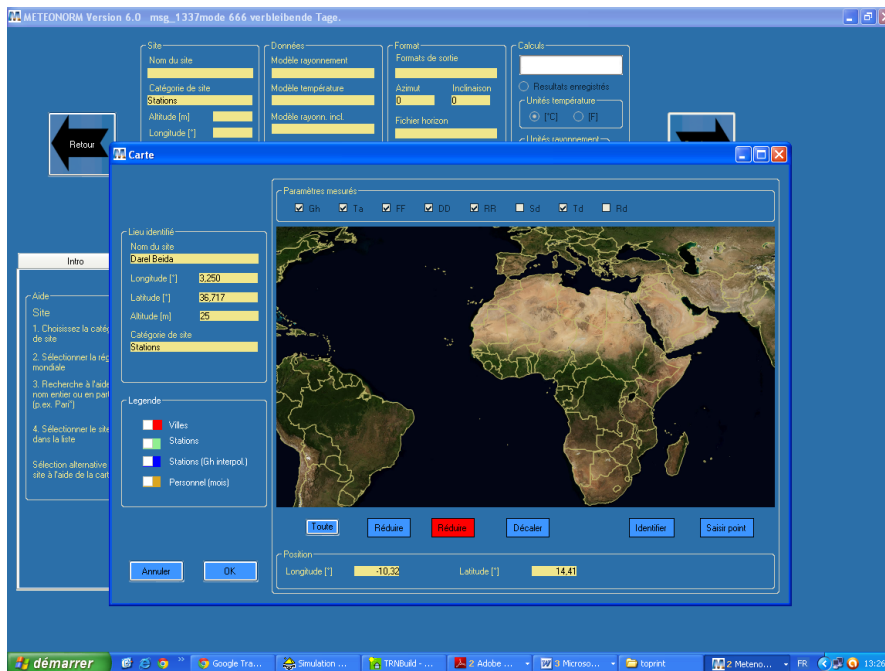


Figure III .11- Utilisation du logiciel METEONORM version 6.0 pour les données météorologiques de Blada.

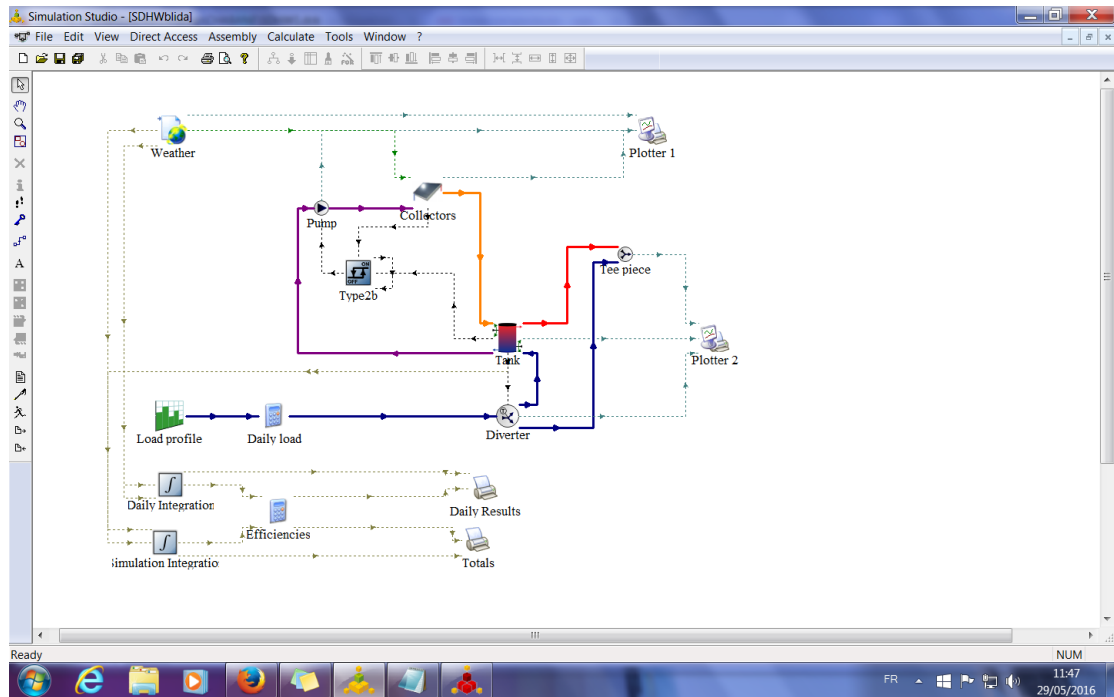


Figure III .12- Interface de simulation studio pour le calcul de l'ECS

III .2-Interprétations des résultats obtenues

Nous avons fait une simulation dynamique du comportement thermique du bungalow T5.5 le plus défavorable (le cas le plus exposé au vent)

Le taux de renouvellement d'air =0.8

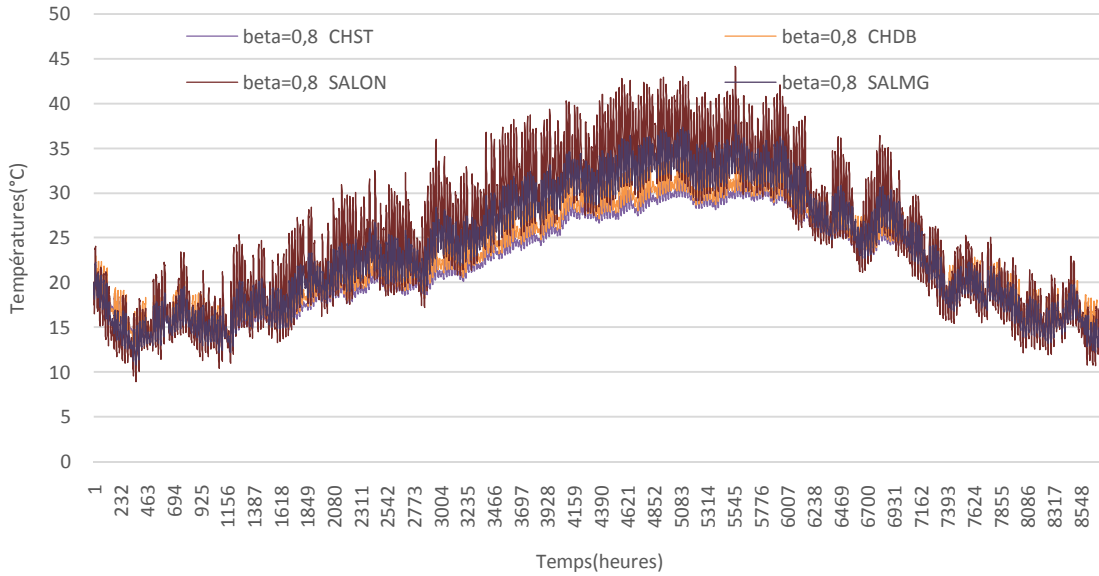


Figure III .13 -Variation de la température à l'intérieur du bungalow pendant toute l'année

Nous remarquons que les valeurs les plus élevées sont celle du salon et de la salle à manger, ceci est du à l'orientation de ces deux pièces (sud) et (sud –est) et aux apports solaires (surface vitrée importante).

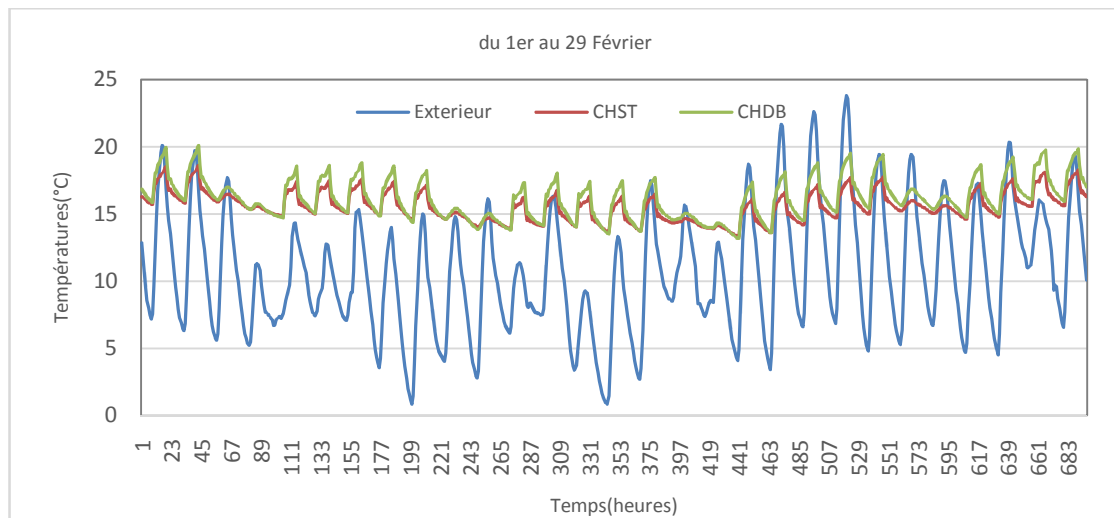


Figure III .14- Variation de la température à l'intérieur du bungalow pendant le mois de Février

La figure (III .14)représente l'évolution horaire des températures extérieures et les températures à l'intérieur des pièces comme la chambre double et la chambre suite, qui paraissent les plus confortables et ceci pour un mois type de la période hivernal (Février).

On remarque que Les températures varient de 15°C à 20°C, pour une température extérieure très instable de 2°C à 24°C.

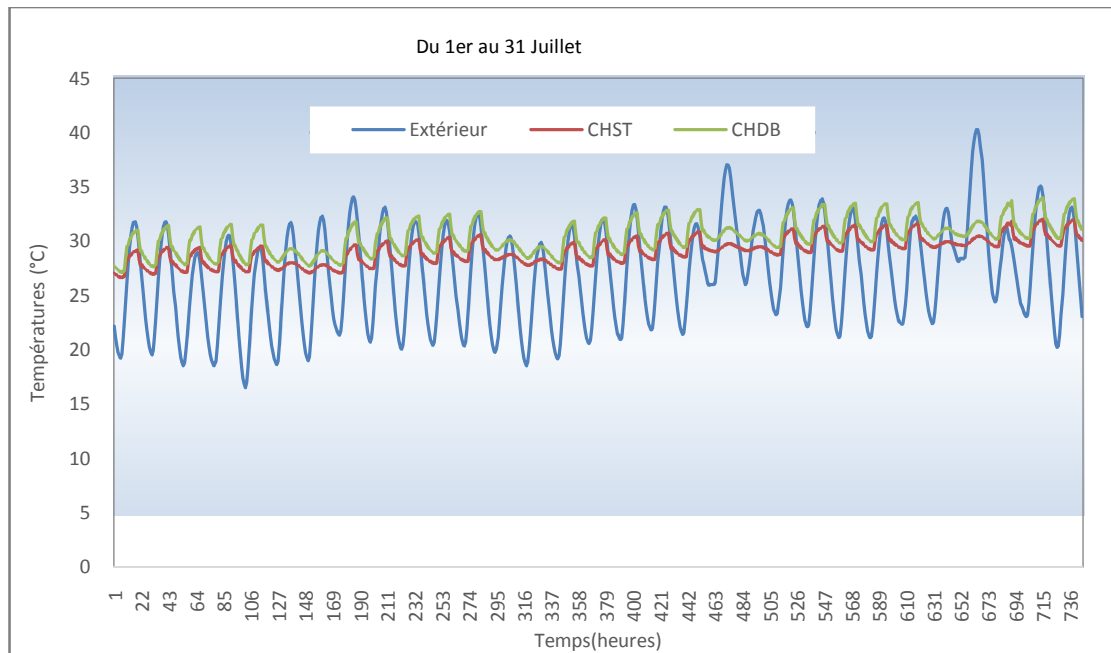


Figure III .14- Variation de la température à l'intérieur du bungalow pendant le mois de Juillet

Nous avons représenté les évolutions horaires de températures extérieures et les températures à l'intérieur des pièces (la chambre double et la chambre suite), pour la période estivale (juillet).

On constate que les températures intérieures varient entre 25°C à 30°C, pour une température extérieure oscillant de 20°C à 40°C.

La figure suivante (III .15) représente des résultats qui ont été obtenus pour l'eau chaude sanitaire, pour la température entrée/sortie du capteur, ainsi que la température d'eau chaude de la cuve et du débit de puisage de la cuve .

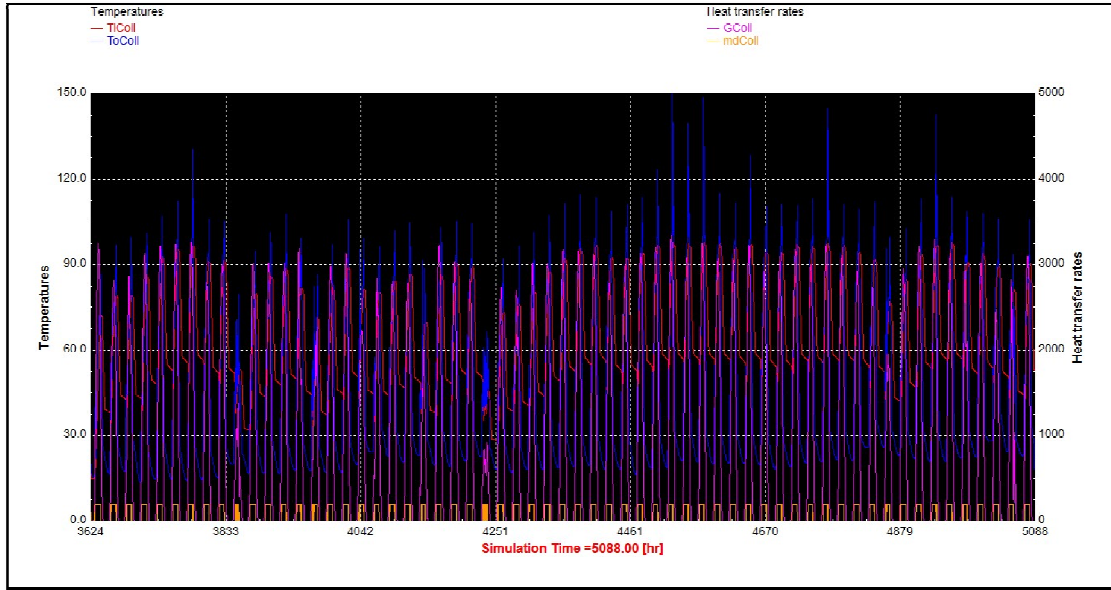


Figure III .15- les températures et les énergies utiles ce sont celles fournies par les capteurs et celles fournies par l'appoint.

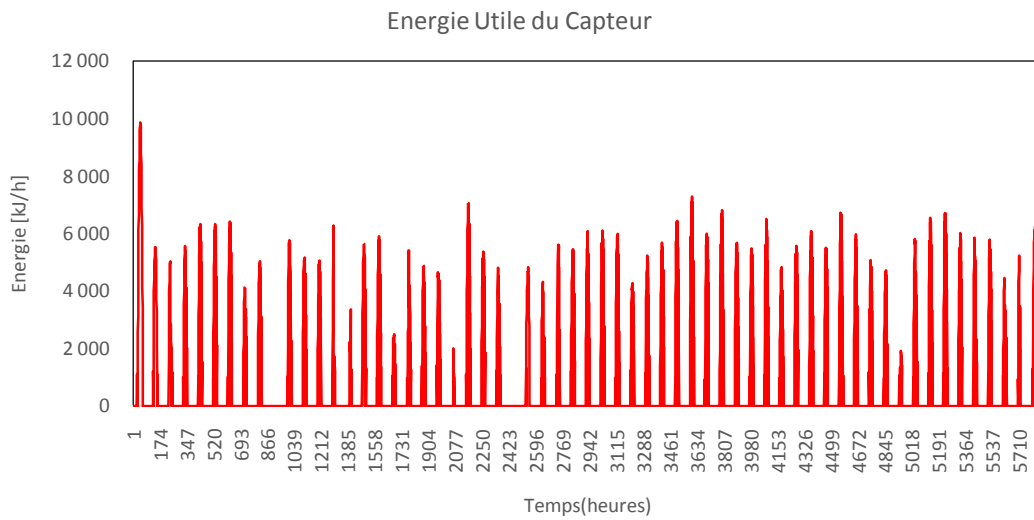


Figure III .16-L'Énergie Utile du capteur

Nous avons pensé à l'intégration d'un système solaire thermique pour le chauffage et la simulation numérique sous TRNSYS 17.

L'énergie utile fournie par le capteur varie de 2000 kJ/h à 10 000 kJ/h, pendant la période estivale (Juin-Juillet).

Chapitre IV Intégration du chauffe eau solaire dans les bungalows

IV- Intégration du chauffe eau solaire dans les bungalows

Dans le but de la réduction énergétique du chauffage pour la production d'eau chaude sanitaire, on a opté pour l'intégration des capteurs solaires plan a eau. Notre choix s'est porté sur ce type car c'est le plus rentable dans le secteur du bâtiment.

Un chauffe eau solaire est un dispositif qui peut permettre de satisfaire jusqu'à 80% des besoins des grands consommateurs d'eau chaude tels que les hôtelleries, les bâtiments, les hammams [13].

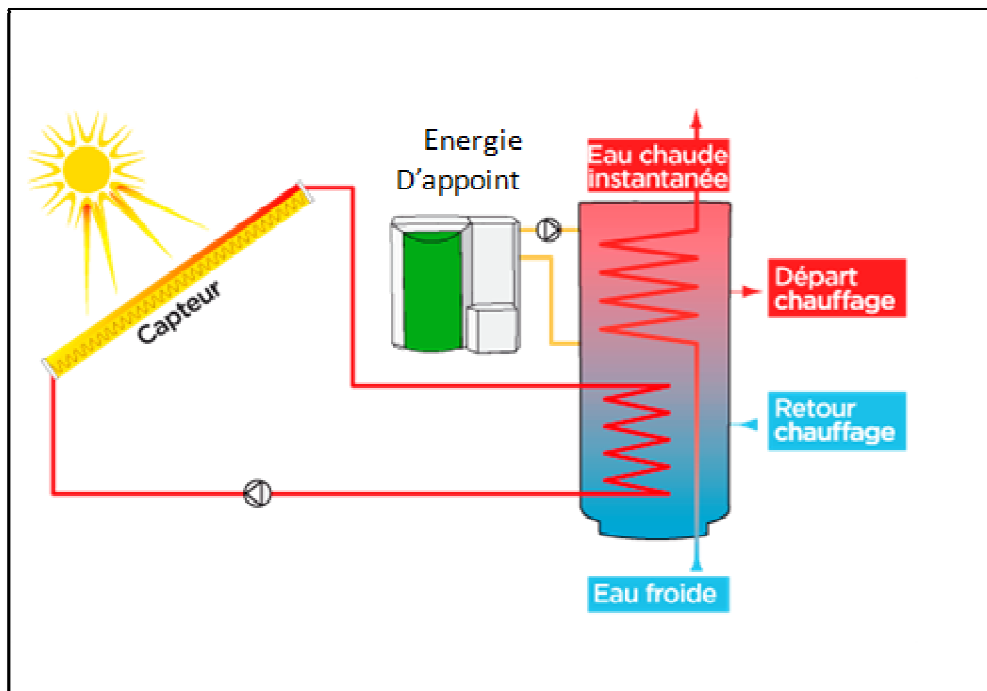


Figure IV.1-Système solaire combiné

IV.1- Les composantes de système solaire combiné

- Champ de captation constitué capteurs solaire.
- Une cuve de stockage d'eau de 300L de l'eau chaude sanitaire.
- Canalisations du fluide caloporteur.
- Des pompes de circulation.
- Vase d'expansion

Chapitre IV Intégration du chauffe eau solaire dans les bungalows

IV.2-Fiche technique de l'installation

Capteur solaire thermique complet, partagé, pour installation individuelle, sur toiture terrasse du bungalow, pour mise en place sur couverture plane formé de[9] :

- deux panneaux de 2320x1930x90 mm ensemble.
- surface utile totale 4,04 m².
- rendement optique 0,819.
- coefficient primaire de pertes 4,227 W/m²K, selon NF EN 12975-2.
- surface absorbante et conduits en cuivre.
- couverture protectrice en verre de 4 mm d'épaisseur.
- réservoir de 300 l, avec un serpentin.
- groupe de pompage individuel avec vase d'expansion de 18 l et vase Pré expansion.

IV.3-Besoins en eau chaud sanitaire

La formule de calcul des besoins en énergie pour chauffer l'eau sanitaire.

$$B=Q.\Delta T.1,16 \quad (\text{kw.h})$$

$$B=q.V.(T \text{ désire}-T \text{ réseau}) .1,16 \quad (\text{kw.h})$$

Estimation journalière : moyennement une personne consomme 50l d'eau chaude sanitaire par jour.

$$V=50.8=400L$$

$$B=1000.400.(45-18) .1,16=12528000\text{wh}=12528\text{Kwh}$$

Q : la quantité d'eau a chauffée en (j)

ΔT : est l'écart entre la température de l'eau à chauffée et celle considérée comme chaude (°C).

1.16 est la constante de conversion des (cal) en(wh).

q : masse volumique de l'eau 1000kg/m³.

V : volume d'eau(l).

T réseau : la température de l'eau a chauffée

T désire : la température considérée comme chaude.

Chapitre IV Intégration du chauffe eau solaire dans les bungalows

IV.3-Besoins en chauffage

$$B=24.DJU.G.V \quad (\text{KWh}).$$

Une corrélation empirique de JACQUE BERMIER a été établie à partir de relevés de 146 stations météorologiques. La corrélation est la suivante :

$$DJU= -100 ,51.T \text{ extérieur} +1704$$

B : les besoins utiles en chauffage(KWh).

DJU : degrés Jours Unifiés.

G : coefficient de déperditions volumiques(w).

V : volume du locale a chauffé (m³).

24 est le nombre d'heure dans 1 journée (conversion de watt jour en watt heure).

Tableau IV.1- les besoins utiles en chauffage avec le coefficient de déperditions volumiques du premier cas

BUNGALOW	G(w/m ³ .°C)	DJU	V(m ³)	B(KWh)
T5.1	2.24	1603.49	114,77	9893,58
T5.2	2.02	1603.49	408,89	31785,96
T5.3	2.42	1603.49	292,95	27282,63
T5.4	3.17	1603.49	202,43	24695,14
T5.5	3.17	1603.49	208,63	25451,50

Chapitre IV Intégration du chauffe eau solaire dans les bungalows

Tableau IV.2- les besoins utiles en chauffage avec la coefficient de déperditions volumiques du deuxième cas

BUNGALOW	G(w/m ³ .°C)	DJU	V(m ³)	B(KWh)
T5.1	1.09	1603.49	114,77	4814,29
T5.2	0.90	1603.49	408,89	14162,06
T5.3	1.03	1603.49	292,95	11612,03
T5.4	1.37	1603.49	202,43	10672,66
T5.5	1.06	1603.49	208,63	8510,59

On remarque d'après la comparaison entre les besoins utiles du chauffage que le deuxième cas est nettement inférieur au premier cas.

IV.3-Méthode de dimensionnement utilisé (méthode f-chart)

L'utilisation des capteurs solaires thermiques, pour la production d'eau chaude sanitaire doit être rentable durant toute l'année car on a besoin d'eau chaude au robinet tout au long de l'année, Afin d'atteindre cet objectif, on a utilisé la méthode F-Chart qui sert à calculer les performances thermiques d'une installation solaire a long terme.

Le rendement d'un système de production d'eau chaude sanitaire avec stockage peut être évalué grâce à la méthode de calcul du taux de recouvrement de la charge par l'énergie solaire (fraction solaire) dite méthode *f-Chart* [15].

Cette méthode permet de calculer, sur une base mensuelle, la quantité d'énergie fournie par un système de chauffage solaire avec stockage, en fonction des valeurs mensuelles de l'éclairement solaire incident **EGi** et de la charge de chauffage **L**, en connaissant la température ambiante **Ta** et la température de l'eau froide **Tm** [15].

Chapitre IV Intégration du chauffe eau solaire dans les bungalows

IV.3.1-Calcul des variables X et Y

Pour calculer la fraction d'énergie solaire, deux nombres sans dimension X et Y sont définis [10]:

$$X = \frac{Ac. FR. UL(T_{réf} - T_{am}). \Delta T}{L}$$

$$Y = \frac{Ac. FR. \zeta. \alpha. EG_i. Nm}{L}$$

$$L = M. Cp. (T_{désiré} - T_{réseau}) \quad [J]$$

AC : la surface des capteurs (m²)

FR : le facteur modifié d'évacuation de la chaleur du capteur solaire

UL : le coefficient global de pertes thermiques (w/m².k)

$\zeta.\alpha$: la moyenne mensuelle du produit de la transmissivité et de l'absorptivité du capteur.

X : valeur adimensionnelle de la méthode f-chart.

Y : valeur adimensionnelle de la méthode f-chart .

Tréf : température de référence =100°C

Tam : Température ambiante.

Ht : moyenne mensuelle du rayonnement solaire incident quotidien dans le plan des capteurs, [J/m²]

N : nombre de jours dans le mois considéré

Δt =nombre de seconds par mois (s).

f : taux de couverture mensuel

IV.3.2-La fraction solaire de la charge de chauffage totale mensuelle couverte par le chauffe-eau solaire

$$f = 1,029.Y - 0,065.X - 0,245Y^2 + 0,0018X^2 + 0,021.Y^3$$

Chapitre IV Intégration du chauffe eau solaire dans les bungalows

IV.3.3-Calcul du taux de couverture en fonction de la surface de captation pour chaque mois

A-Pour une surface de captation =4.04m²

Tableau IV.3- Calcul du paramètre adimensionnel X

Mois	Ac(m ²)	FR	UL(w/m ² .K)	Tréf(°C)	Tam(°C)	ΔT(°C)	L (j)	X
JAN	4.04	0.88	4.227	100	10,5	2678400	1443002880	2,49647694
FEV	4.04	0.88	4.227	100	10,7	2505600	1325661920	2,53645232
MAR	4.04	0.88	4.227	100	13,5	2678400	1391170880	2,50269168
AVR	4.04	0.88	4.227	100	15,3	2592000	1296134400	2,5454505
MAI	4.04	0.88	4.227	100	19,1	2678400	1261590880	2,58108141
JUIN	4.04	0.88	4.227	100	24,3	2505600	1145654400	2,48799944
JUIL	4.04	0.88	4.227	100	26,7	2678400	1106094880	2,66737032
AOUT	4.04	0.88	4.227	100	27,3	2678400	1080178880	2,70900902
SPT	4.04	0.88	4.227	100	23,7	2592000	1095494400	2,71297417
OCT	4.04	0.88	4.227	100	20,0	2678400	1235674880	2,60589847
NOV	4.04	0.88	4.227	100	14,1	2592000	1296134400	2,58151355
DEC	4.04	0.88	4.227	100	11,2	2678400	1417086880	2,52225046

Tableau IV.4- Calcul du paramètre adimensionnel Y

Mois	Ac(m ²)	FR	ζ	α	Ht (kj)	L (j)	y
JAN	4.04	0.88	0.80	0.95	244800000	1443002880	0,45837597
FEV	4.04	0.88	0.80	0.95	313200000	1325661920	0,63836138
MAR	4.04	0.88	0.80	0.95	468000000	1391170880	0,9089563
AVR	4.04	0.88	0.80	0.95	583200000	1296134400	1,21575232
MAI	4.04	0.88	0.80	0.95	709200000	1261590880	1,51889522
JUIN	4.04	0.88	0.80	0.95	741600000	1145654400	1,74901576
JUIL	4.04	0.88	0.80	0.95	813600000	1106094880	1,98744989
AOUT	4.04	0.88	0.80	0.95	698400000	1080178880	1,74697294
SPT	4.04	0.88	0.80	0.95	550800000	1095494400	1,35850549
OCT	4.04	0.88	0.80	0.95	399600000	1235674880	0,87377354
NOV	4.04	0.88	0.80	0.95	266400000	1296134400	0,55534365
DEC	4.04	0.88	0.80	0.95	241200000	1417086880	0,45989475

Chapitre IV Intégration du chauffe eau solaire dans les bungalows

Tableau IV.5-taux de couverture

Mois	f	f %
JAN	0,27116208	27
FEV	0,40920898	40
MAR	0,59726653	59
AVR	0,77283036	77
MAI	0,91552628	91
JUIN	1,01204784	100
JUIL	1,08163132	100
AOUT	0,99900409	99
SPT	0,83530125	83
OCT	0,56890948	56
NOV	0,34368291	34
DEC	0,27096094	27

B-Pour une surface de captation =6 m²

Tableau IV.6 - Calcul du paramètre adimensionnel X

Mois	Ac(m ²)	FR	UL(w/m ² .K)	Tréf(°C)	Tam(°C)	ΔT(s)	L	X
JAN	6	0.88	4.227	100	10,5	2678400	1443002880	3,70
FEV	6	0.88	4.227	100	10,7	2505600	1325661920	3,76
MAR	6	0.88	4.227	100	13,5	2678400	1391170880	3,71
AVR	6	0.88	4.227	100	15,3	2592000	1296134400	3,78
MAI	6	0.88	4.227	100	19,1	2678400	1261590880	3,83
JUIN	6	0.88	4.227	100	24,3	2505600	1145654400	3,69
JUIL	6	0.88	4.227	100	26,7	2678400	1106094880	3,96
AOUT	6	0.88	4.227	100	27,3	2678400	1080178880	4,02
SPT	6	0.88	4.227	100	23,7	2592000	1095494400	4,02
OCT	6	0.88	4.227	100	20,0	2678400	1235674880	3,87
NOV	6	0.88	4.227	100	14,1	2592000	1296134400	3,83
DEC	6	0.88	4.227	100	11,2	2678400	1417086880	3,74

Chapitre IV Intégration du chauffe eau solaire dans les bungalows

Tableau IV .7- Calcul du paramètre adimensionnel Y

Mois	Ac(m ²)	FR	ζ	α	Ht (kj)	L (j)	γ
JAN	6	0.88	0.80	0.95	244800000	1443002880	0,68
FEV	6	0.88	0.80	0.95	313200000	1325661920	0,94
MAR	6	0.88	0.80	0.95	468000000	1391170880	1,34
AVR	6	0.88	0.80	0.95	583200000	1296134400	1,80
MAI	6	0.88	0.80	0.95	709200000	1261590880	2,25
JUIN	6	0.88	0.80	0.95	741600000	1145654400	2,59
JUIL	6	0.88	0.80	0.95	813600000	1106094880	2,95
AOUT	6	0.88	0.80	0.95	698400000	1080178880	2,59
SPT	6	0.88	0.80	0.95	550800000	1095494400	2,01
OCT	6	0.88	0.80	0.95	399600000	1235674880	1,29
NOV	6	0.88	0.80	0.95	266400000	1296134400	0,82
DEC	6	0.88	0.80	0.95	241200000	1417086880	0,68

IV.8 - taux de couverture

Mois	f	f %
JAN	0,37	37
FEV	0,55	55
MAR	0,77	77
AVR	0,96	96
MAI	1,09	100
JUIN	1,17	100
JUIL	1,21	100
AOUT	1,15	100
SPT	1,01	100
OCT	0,74	74
NOV	0,47	47
DEC	0,37	37

Chapitre IV Intégration du chauffe eau solaire dans les bungalows

C-Pour une surface de captation =8 m²

Tableau. IV.9 - Calcul du paramètre adimensionnel X

Mois	Ac(m ²)	FR	UL(w/m ² .K)	Tréf(°C)	Tam(°C)	ΔT(s)	L	X
JAN	8	0.88	4.227	100	10,5	2678400	1443002880	4,94
FEV	8	0.88	4.227	100	10,7	2505600	1325661920	5,02
MAR	8	0.88	4.227	100	13,5	2678400	1391170880	4,95
AVR	8	0.88	4.227	100	15,3	2592000	1296134400	5,04
MAI	8	0.88	4.227	100	19,1	2678400	1261590880	5,11
JUIN	8	0.88	4.227	100	24,3	2505600	1145654400	4,92
JUIL	8	0.88	4.227	100	26,7	2678400	1106094880	5,28
AOUT	8	0.88	4.227	100	27,3	2678400	1080178880	5,36
SPT	8	0.88	4.227	100	23,7	2592000	1095494400	5,37
OCT	8	0.88	4.227	100	20,0	2678400	1235674880	5,16
NOV	8	0.88	4.227	100	14,1	2592000	1296134400	5,11
DEC	8	0.88	4.227	100	11,2	2678400	1417086880	4,99

Tableau. IV.10- Calcul du paramètre adimensionnel Y

Mois	Ac(m ²)	FR	ζ	α	Ht	L	y
JAN	8	0.88	0.80	0.95	244800000	1443002880	0,90
FEV	8	0.88	0.80	0.95	313200000	1325661920	1,26
MAR	8	0.88	0.80	0.95	468000000	1391170880	1,79
AVR	8	0.88	0.80	0.95	583200000	1296134400	2,40
MAI	8	0.88	0.80	0.95	709200000	1261590880	3,00
JUIN	8	0.88	0.80	0.95	741600000	1145654400	3,46
JUIL	8	0.88	0.80	0.95	813600000	1106094880	3,93
AOUT	8	0.88	0.80	0.95	698400000	1080178880	3,45
SPT	8	0.88	0.80	0.95	550800000	1095494400	2,69
OCT	8	0.88	0.80	0.95	399600000	1235674880	1,73
NOV	8	0.88	0.80	0.95	266400000	1296134400	1,09
DEC	8	0.88	0.80	0.95	241200000	1417086880	0,91

Chapitre IV Intégration du chauffe eau solaire dans les bungalows

Tableau. IV.11- Taux de couverture

Mois	f	f %
JAN	0,37	37
FEV	0,72	72
MAR	1,28	100
AVR	1,90	100
MAI	2,51	100
JUIN	3	100
JUIL	3,45	100
AOUT	2,95	100
SPT	2,16	100
OCT	1,19	100
NOV	0,55	55
DEC	0,36	37

Tableau. IV.12- Taux de couverture des 3 surfaces

SURF CAP	Surface 1(m ²)	Surface 2(m ²)	Surface 3(m ²)
		4,04	6
f JAN en%	27	37	37
f FEV en%	40	55	72
f MAR en %	59	77	100
f AVR en%	77	96	100
f MAI en%	91	100	100
f JUIN en%	100	100	100
f JUIL en%	100	100	100
f AOUT en%	99	100	100
f SPT en %	83	100	100
f OCT en %	56	74	100
f NOV en %	34	47	55
f DEC en%	27	37	37

Chapitre IV Intégration du chauffe eau solaire dans les bungalows

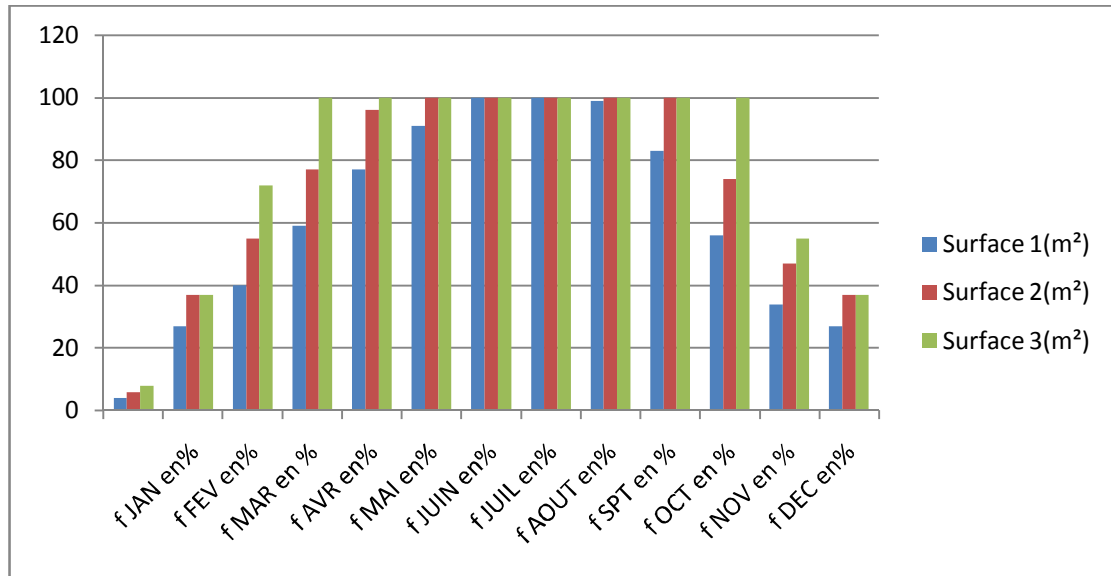


Figure IV.1-La fraction solaire en fonction des surfaces de captation

Sur cette figure ,nous avons présenté la variation de fraction solaire durant tout l'année pour trois surfaces de captation différentes a savoir 4 .04 m², 6m², 8m².

Nous remarquons que les valeurs que nous obtenons sont les plus faibles durant la période hivernale, par contre en été la fraction solaire satisfait la totalité des besoins.

L'augmentation de la surface de captation permet d'augmenter la fraction solaire ; elle passe de 0.27 pour 4.04m² à 0.37 pour 6m². Au de la de 6m², on remarque que la fraction solaire reste surchargée.

Conclusion générale

Notre pays est conscient que le développement des énergies renouvelables est nécessaire au développement local valorisant les ressources existantes, et répond à une attente sociale en faveur d'un développement durable. Malgré les contraintes Les tendances économiques, politiques et culturelles sont favorables au développement et à la croissance du Marché du Chauffe-eau solaire dans le total respect de l'environnement. Un échange d'expériences entre l'Algérie et ses voisins, ainsi qu'avec les pays européens qui ont acquis une expérience dans le domaine s'avère indispensable.

A travers notre étude, on a essayé d'intégrer le chauffe eau solaire dans les bungalows mais d'une façon rentable, qui peut satisfaire les besoins de l'occupant et en même temps réduire la consommation en énergie fossile.

Dans la première étape de notre étude, on a fait le calcul du bilan thermique à travers une étude statique dans laquelle on a vérifié la conformité du bâtiment selon les règles de la réglementation thermique des bungalows et selon (D.T.RC.3-2); nous avons obtenus les résultats suivant :

Les pertes par renouvellement d'air sont importants due à la présence d'un nombre d'ouvrants. Ces résultat ont été obtenus par deux méthodes de calculs statistiques et par le logiciel de simulation TRNSYS17. Le remplacement des ouvrants par des produits de bonne qualité ont réduit énormément les pertes.

En deuxième étape on a fait la simulation dynamique du comportement thermique du bungalow le plus défavorable T5.5 et le plus exposé au vent lors de différentes périodes durant toute l'année. On remarque que les valeurs les plus élevées durant l'année sont celle du salon et de la salle à manger due a l'orientation sud et sud -est. Durant le moi de février et juillet, les températures à l'intérieur de la chambre double et de la chambre suite, paraissent les plus confortables. L'énergie utile fournie par le capteur varie de 2000 kJ/h à 10 000 kJ/h, pendant la période estivale (Juin-Juillet).

En troisième étape on a intégré le chauffe eau solaire. le calcul des performances de l'installation d'eau montre que le système solaire peut atteindre jusqu'a 27% pour la surface de 4.04m² pour les périodes les plus défavorables. L'augmentation de la surface de captation peut augmenter la fraction solaire durant l'hiver.

Pour les perspectives, et puisque ces bungalows se trouvent sur le site de la station thermale de Hammam Righa, nous proposons que la chaleur des eaux géothermal doivent être utilisées comme une source d'énergie renouvelable pour réduire la consommation de l'énergie.

Cette eau peut être utilisée par une pompe à chaleur ou bien un système d'appoint couplé avec les capteurs solaires

Référence

[1] - Bulletin trimestriel de l'APRUE N° 9 - Avril 2006 revue des énergies renouvelables

[2] - BIP (Barcelona Intégral Project)
PROJET DE MODERNISATION DU COMPLEXE HAMMAM RIGHA
PROJET D'EXECUTION NOVEMBRE 2013

[3] - A.DJELLOUL, B.DRAOUI, N.MOUMMI
Courrier du Savoir – N°17, Décembre 2013, pp.113-119
SIMULATION DU COMPORTEMENT ENERGETIQUE DES BATIMENTS
RESIDENTIELS AU SUD ALGERIEN

[4] - M. Hellel, O. Bellache et A. Chenak
Revue des Energies Renouvelables Vol. 9 N°4 (2006) 333 – 340
Chauffage par énergie géothermique des bungalows d'un complexe touristique

[5] - Patrick DUPEYRAT
Performances énergétiques de capteurs solaires hybrides PV-T pour la production d'eau chaude sanitaire.

[6] -BULETINUL INSTITUTULUI POLITEHNIC DIN IAȘI
Pulicat de Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași
Tomul LIV (LVIII), Fasc. 3, 2011 Secția
CONSTRUCȚII. ARHITECTURĂ
ANALYSE DU COMPORTEMENT THERMODYNAMIQUE POUR DEUX SYSTÈMES
DE CHAUFFAGE SOLAIRE – MURS ÉCHANGEURS DE CHALEUR

[7]- Bulletin trimestriel de l'aprue ,septembre 2010 ,Programme triennal d'efficacité énergétique” 2011-2013” revue des énergies renouvelables.

[8]- HR-BUNGALOWS PROJECT ARCHTECTURE GRAPHIQUE PDF (BIP BARCALONA)

[9]-MR Omar bellache .Mémoire étude de conception d'une installation de chauffage géothermique des bungalows de hammam Righa

[10]-Document technique réglementaire (D .T .R .C 3-2).

[11]-LOUIS VOILLOT Collection des guides de l'AICVF

Ouvrage de la commission technique coordonné par Roger CASARI

[12]- <http://www.biomasse-normandie.org/chaufferies-alimentation-automatique-reseaux-distribution-chaaleur-coefficients-g-b>

[13] -Article Fatiha Bouhired (Développement des Chauffe Eau Solaires en Algérie)

[14]- Entreprise thermale de Hammam Righa

[15] -Ademe 2002: Eau chaude solaire, manuel pour la conception, le dimensionnement et la réalisation des installations

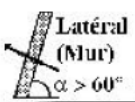

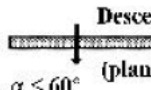




ANNEXE

Tableau N°A.1 : Les résistances thermiques d'échanges superficiels intérieur,

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

$\frac{l}{h}$ en $m^2 \cdot ^\circ C/W$	Paroi en contact avec :			Paroi en contact avec :		
	- l'extérieur, - un passage ouvert, - un local ouvert.			- un autre local, chauffé ou non chauffé, - un comble, - un vide sanitaire.		
	$1/h_i$	$1/h_e$	$1/h_i + 1/h_e$	$1/h_i$	$1/h_e$	$1/h_i + 1/h_e$
 Latéral (Mur) $\alpha > 60^\circ$	0,11	0,06	0,17	0,11	0,11	0,22
 Ascendant (toiture) $\alpha < 60^\circ$	0,09	0,05	0,14	0,09	0,09	0,18
 Descendant (plancher) $\alpha < 60^\circ$	0,17	0,05	0,22	0,17	0,17	0,34

Annexe2 :

Tableau N°A.2- les coefficients a, b, c, d et e, (en $W/m^2 \cdot ^\circ C$)

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

Annexe3 :

Tableau N°A.3- les valeurs de la température extérieure de base.

ZONE	Altitude (m)	t _{be} (en °C)	ZONE	Altitude (m)	t _{be} (en °C)
A	< 300	6	C	500 à 1000	- 2
	300 à 500	3		≥ 1000	- 4
	500 à 1000	1			
	≥ 1000	-1			
B	< 500	2	D	< 1000	5
	500 à 1000	1		≥ 1000	4
	≥ 1000	-1			
B'	<500 ≥ 500	0 voir Zone B	D'	< 1000	5

Annexe4 :

Tableau N°A.4 –Zonage climatique

44 AIN DEFLA	Groupe de Communes 1 : Ain Lechiakh - Oued Djemaa - Tarik Ibn Ziad	C
	Groupe de Communes 2 : Ain Benian - Ain Turki - Arib - Bathia - Belaas - Ben Allah - Boumedfaa - El Hassania - Hammam Righa - Hoceinia - Miliana - Tacheta Zougagha	B
	Groupe de Communes 3: Toutes les communes autres que celles figurant aux groupes de communes 1 et 2	B'

Annexe5 :

Tableau N°A.5 :deuxième cas de déperdition par renouvellement d'air

locale	DESIGNATIONE			DIMENSION			COEFFICIENTS		DEP	
	Repéré paroi	orientation	nombre	largeur	hauteur	surface	Perméabilité e	exposition	Débit d'infiltration qi	$\Delta T(^{\circ}C)$
BUNGALOW T 5.1										
SALON- SALLE	PF	EST	1	2.40	2.30	5.52	0.3	7	11.59	19
	PO	EST	1	1.20	2.30	2.76	1.2	7	23.18	19
A MANGER	Tot :			SURFACE Tot=8.28			qi Tot =34.77			
CHAMBRE SUITE	PF	SUD	1	2.40	2.30	5.52	0.3	7	11.59	19
	Tot :			SURFACE Tot=5.52			qi Tot =11.59			
SALLE DE BAIN	PO	EST	1	0.90	2.30	2.07	1.2	7	17.38	19
	Tot :			SURFACE Tot=2.07			qi Tot =17.38			
Vh(m³/h)=114.7		qi(m³/h) =63.74			qv(m³/h)=68.82		DEP(W)=856.33			
BUNGALOW T 5.2										
SALON- SALLE	PF	EST	1	2.68	3.10	8.30	0.3	7	17.43	19
	PF	SUD	1	2.40	3.10	7.44	0.3	7	15.62	19
	PO	SUD	1	1	2.30	2.30	1.2	7	19.32	19
	PO	NORD	1	0.90	2.30	2.07	1.2	7	17.38	19
Tot :			SURFACE Tot(m²)=94.81			qi Tot(m³/h) =69.75				
CUISINE	F	SUD	1	1.20	1.20	1.44	0.3	7	3.02	19
	Tot :			SURFACE Tot(m²)=1.44			qi Tot(m³/h) =3.02			
CHAMBRE SERVICE	F	EST	1	1.20	1.20	1.44	0.3	7	3.02	19

	TOT :		SURFACE Tot(m ²)=1.44					qi TOT(m ³ /h) =3.02			
CHAMBRE	F	EST		1.20	1.20	1.44	0.3	7	3.02	19	
DOUBLE	PO	OUEST	1	0.88	3.10	2.72	1.2	7	22.84	19	
	TOT :		SURFACE Tot(m ²)=4.16					qi TOT(m ³ /h) =25.86			
CHAMBRE	F	SUD	1	1.20	1.20	1.44	0.3	7	3.02	19	
DOUBLE	PO	OUEST	1	0.90	2.30	2.07	1.2	7	17.38	19	
	F	EST	1	1.20	1.20	1.44	0.3	7	3.02	19	
	TOT :		SURFACE Tot(m ²)=4.95					qi TOT(m ³ /h) =23.42			
SALLE DE BAIN	F	EST	1	1.20	1.20	1.44	0.3	7	3.02	19	
	FT	HAUT	1	0.80	0.80	0.64	0.3	7	1.34	19	
	TOT :		SURFACE Tot(m ²)=2.08					qi TOT(m ³ /h) =4.36			
CHAMBRE	PO	SUD	1	0.90	2.30	2.07	1.2	7	17.38	19	
SUITE	PF	OUEST	1	2.68	3.10	8.30	0.3	7	17.43	19	
	PO	NORD	1	0.90	2.30	2.07	1.2	7	17.38	19	
	TOT :		SURFACE Tot(m ²)=12.44					qi TOT(m ³ /h) =52.19			
SALLE DE BAIN SUITE	PO	SUD	1	0.90	2.3	2.07	1.2	7	17.38	19	
	FT	HAUT	1	0.80	0.80	0.64	0.3	7	1.34	19	
	TOT :		SURFACE Tot(m ²)=2.71					qi TOT(m ³ /h) =18.72			
Vh(m ³ /h)=408.89 qi(m ³ /h) =200.34 qv(m ³ /h)=245.33 DEP(W)=2879.03											

BUNGALOW T5.3

SALLE A MANGER	PO	OUEST	1	0.90	2.30	2.07	1.2	7	17.38	19	
	PF	OUEST	1	2.58	2.30	5.93	0.3	7	12,45	19	
	PF	OUEST	1	2.98	2.30	6.85	0.3	7	14,38	19	
	PF	OUEST	1	2.70	2.30	6.21	0.3	7	13,04	19	
	TOT :		SURFACE Tot(m ²)=21.06					qi TOT(m ³ /h) =57.25			

CUISINE	PF	SUD	1	2.68	2.30	6.16	0.3	7	12.93	19
	Tot :				SURFACE Tot(m ²)=6.16			qi Tot(m ³ /h) =12.93		
CHAMBRE	PO	NORD	1	0.90	2.30	2.07	1.2	7	17.38	19
DOUBLE	F	SUD	1	1.20	1.20	1.44	0.3	7	3.02	19
Tot :				SURFACE Tot(m ²)=3.51			qi Tot(m ³ /h) =3.02			
CHAMBRE	PF	NORD	1	0.90	2.30	2.07	0.3	7	4.37	19
DOUBLE	F	SUD	1	1.20	2.30	2.76	0.3	7	5.79	19
Tot :				SURFACE Tot(m ²)=4.83			qi Tot(m ³ /h) =10.16			
CHAMBRE SUITE	PF	OUEST	1	2.68	3.10	8.30	0.3	7	17.43	19
	PO	SUD	1	0.85	2.30	1.95	1.2	7	16.38	19
	PO	NORD	1	0.90	2.30	2.07	1.2	7	17.38	19
	Tot :				SURFACE Tot(m ²)=12.32			qi Tot(m ³ /h) =51.19		
SALLE DE BAIN SUITE	PO	SUD	1	0.90	2.3	2.07	1.2	7	17.38	19
	FT	HAUT	1	0.80	0.80	0.64	0.3	7	1.34	19
	Tot :				SURFACE Tot(m ²)=2.71			qi Tot(m ³ /h) =18.72		
SALLE DE BAIN	FT	HAUT	1	0.80	0.80	0.64	0.3	7	1.34	19
	Tot :				SURFACE Tot(m ²)=0.64			qi Tot(m ³ /h) =1.34		
Vh(m³/h)=292.95 qi(m³/h) =154.61 qv(m³/h)=175.77 DEP(W)=2134.25										
BUNGALOW T5.4										
SALLE A MANGER	PF	OUEST	1	2.68	3.10	8.30	0.3	7	17.43	19
	PO	OUEST	1	1.20	2.30	2.76	1.2	7	23.18	19
	PF	OUEST	1	2.68	2.30	6.16	0.3	7	12.93	19
	PF	OUEST	1	2.67	2.30	6.14	0.3	7	12.89	19
	F	NORD	1	1.20	1.20	1.44	0.3	7	3.02	19
Tot :				SURFACE Tot(m ²)=26.06			qi Tot(m ³ /h) =69.45			
CUISINE	F	NORD	1	1.20	2.30	2.76	0.3	7	5.79	19

	Tot : SURFACE Tot(m ²)=2.76 qi Tot(m ³ /h) =5.79									
CHAMBRE	PF	NORD	1	3.27	2.30	7.52	0.3	7	15.79	19
SUITE	PO	EST	1	0.90	2.30	2.07	1.2	7	17.38	19
	Tot : SURFACE Tot(m ²)=9.59 qi Tot(m ³ /h) =33.17									
SALLE DE BAIN SUITE	PO	OUEST	1	0.90	2.30	2.07	1.2	7	17.38	19
	FT	HAUT	1	0.80	0.80	0.64	0.3	7	1.34	19
	Tot : SURFACE Tot(m ²)=2.71 qi Tot(m ³ /h) =18.72									
CHAMBRE	PF	OUEST	1	2.08	2.30	4.78	0.3	7	10.03	19
DOUBLE	PO	NORD	1	0.80	2.30	1.84	1.2	7	15.45	19
	Tot : SURFACE Tot(m ²)=6.62 qi Tot(m ³ /h) =25.48									
SALLE DE BAIN	PF	OUEST	1	0.90	2.30	2.07	0.3	7	4.34	19
	FT	HAUT	1	0.80	0.80	0.64	0.3	7	1.34	19
	Tot : SURFACE Tot(m ²)=2.71 qi Tot(m ³ /h) =5.68									
Vh(m³/h)=202.43 qi(m³/h) =158.29 qv(m³/h)=121.46 DEP(W)=1807.18										
BUNGALOW T5.5										
SALLE A MANGER	PO	EST	1	1.14	2.30	2.62	1.2	7	22.01	19
	PF	EST	1	2.68	2.30	6.16	0.3	7	12.93	19
	Tot : SURFACE Tot(m ²)=8.78 qi Tot(m ³ /h) =34.94									
CHAMBRE	PF	EST	1	2.08	2.30	4.78	1.2	7	40.15	19
DOUBLE	PO	SUD	1	0.80	2.30	1.84	0.3	7	3.86	19
	Tot : SURFACE Tot(m ²)=6.62 qi Tot(m ³ /h) =44.01									
SALLE DE BAIN	PO	EST	1	0.90	2.30	2.07	1.2	7	17.38	19
	FT	HAUT	1	0.80	0.80	0.64	0.3	7	1.34	19
	Tot : SURFACE Tot(m ²)=2.71 qi Tot(m ³ /h) =18.72									

CHAMBRE	PF	SUD	1	2.39	2.30	5.49	0.3	7	11.53	19
SUITE	PO	SUD	1	0.90	2.30	2.07	1.2	7	17.38	19
	Tot :		SURFACE Tot(m ²)=8.01					qi Tot(m ³ /h) =28.91		
SALLE DE BAIN SUITE	PO	EST	1	0.90	2.30	2.07	0.3	7	4.34	19
	FT	HAUT	1	0.80	0.80	0.64	1.2	7	5.37	19
	Tot :		SURFACE Tot(m ²)=2.71					qi Tot(m ³ /h) =9.71		
Vh(m³/h)=208.63 qi(m³/h) =136.29 qv(m³/h)=125.18 DEP(W)=1689.09										







Annexe6 :

Tableau N°A.6-Les irradiations document métronome

Mois	H_Gh	H_Dh	H_Bn	Ta
Janv.	68	29	93	10,5
Fév.	87	38	102	10,7
Mars	130	58	123	13,5
Avr.	162	69	147	15,3
Mai	197	84	163	19,1
Juin	206	83	176	24,3
Juil.	226	78	212	26,7
Août	194	78	168	27,3
Sept.	153	60	149	23,7
Oct.	111	49	117	20,0
Nov.	74	40	79	14,1
Déc.	67	30	96	11,2
Année	1673	696	1624	18,0

Légende:

H_Gh: Irradiation du rayonnement global horizontal

H_Dh: Irradiation du rayonnement diffus horizontal

H_Bn: Irradiation du rayonnement direct normal

Ta: Temp. de l'air

Rayonnement en [kWh/m²]

Température en [°C]

Annexe7 :

Tableau N°A.7- la Conductivité thermique des matériaux de construction

Matériaux	Conductivité (W/m.°C)	Densité (Kg/m³)	Capacité (KJ/kg.k)
MORTIER CHAUX	0.78	1600	1
CERAMIQUE PERFORE	0.56	2000	0.84
Vide d'air	0.09	1.225	0.24
Polystyrène extrudé	0.04	30	1.45
maçonnerie vide		400	1
plâtre		1 300	1
plaque de plâtre laminé	0.5	1150	0.8
laine de roche	0.045	70	1.03
Béton	1.40	2200	0.88
Dalle en Béton	1.45	2400	1
pare-vapeur de peinture bitumineuse	0.17	1 100	1
carrelage en céramique	1.2	2000	1
isolant de polystyrène extrudé	0.046	30	1.450
Carreaux grés	2.6	2000	1
membrane séparatrice en feutre de polypropylène	0.33	946	1.9
Plaque de carton plâtre	0.25	900	1
mortier armé de fibres de polypropylène	0.17	910	1.9
bitume polymérique	0.4	1100	1.250
bitume polymérique avec double armature de feutre de polyester et polyéthylène	1.7	1130	2.7
mortier armé	1.2	2300	0.9

