

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 : AERH

Thème: Intégration du système actif dans le bâtiment

Encadrés par: Mme MAACHI-I

Présentée par: Mme OUKACI SOUMIA

:Mr. HAMID-AEK

ANNÉE UNIVERSITAIRE: 2014 /2015

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE	13
Chapitre1 : Recherche bibliographique et état de l'art :	16
Introduction :.....	16
1.2 Recherche bibliographique :	16
1.2.1Définition de l'écoconception	16
1.2.2Les cibles « Haute Qualité Environnementale »	16
1.2.3Parmi les cibles du HQE :	17
1.2.3.1 :la gestion d'énergie :.....	17
1.2.3.2 Le confort :.....	18
1.2.4Les besoins de l'occupant :	18
1.2.5Définition de l'efficacité énergétique:.....	18
1.2.5.1Bâtiment à Basse Consommation.....	19
1.2.5.2Bâtiment passif :.....	19
1.2.5.3Le bâtiment Haute Performance Energétique HPE.....	19
1.2.5.4 : Bâtiment bioclimatique:.....	19
1.2.6Définition de la conception bioclimatique :	20
1.2.7Principes de la conception bioclimatique :.....	20
1.2.7 .1 La forme	20
1.2.7 .2:L'orientation :	20
1.2.7 .3 -La distribution intérieure des espaces :	21
1.2.7 .4 -Isolation :	21
1.2.7.5 Les ponts thermiques :.....	24
1-2-7-6 :Ventilation :.....	28
1-2-7-5 :Choix des matériaux :	29
1-2-7-7:Choix du vitrage :.....	30
2-Définition de la conception bioclimatique active :	31
2-1 Le Chauffe-eau solaire :.....	31
3-Economie d'énergie dans le bâtiment :	31
4-1La politique énergétique en Algérie :.....	31
4-2Généralisation de l'utilisation des lampes à basse consommation d'énergie :	32
4-3La réglementation Algérienne dans le cadre de la maîtrise d'énergie :	32
4-3-1 :Textes relatifs à la maîtrise de l'énergie.....	32
4-3-2 :Textes relatifs au développement durable	32

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

4-3-3 :Textes relatifs à l'APRUE	32
4-3-4Textes relatifs au Ministère de l'Habitat et de l'Urbanisme	32
5-Etat de l'art :	33
5-1Articles consultés :	33
5-1-1Article n°01 :Bulletin trimestriel de l'aprue ,septembre 2010 :	33
5-1-2 :Article n°02 :	33
5-1-4 : Article n°04 : Le portail des énergies renouvelables :	35
5-2 : Mémoires consultés :	36
5-2-1 : ETUDE DE L'EFFICACITE ENERGETIQUE D'UN BATIMENT D'HABITATION A L'AIDE D'UN LOGICIEL DE SIMULATION (1) : Par Mr. BOURSAS Abderrahmane	36
5-2-2 :REHABILITATION THERMIQUE D'UN LOCAL DANS UNE ZONE ARIDE-CAS DE GHARDHAIA :Par :Farida Sam [17]	37
4-3 : Projets réalisés:	38
4-3 -1 :Exemples de projets réalisés en France :	38
a-Exemple n°01 : 28 logements locatifs BBC a Pontarlier	38
2-Eau chaude sanitaire solaire garantie à la copropriété [20]	39
"Les Cèdres" de Lons-le-Saunier (39)	39
Le modèle étudié est classé comme un projet pilote construction d'une maison à haute efficacité énergétique « « Souidania- Alger »	40
Chapitre : 02Présentation du cas d'étude :	42
2-1-1Présentation de la ville:.....	42
2-1-2Données climatiques de la ville de Blida:.....	42
2-1-3Caractéristiques météorologiques de la ville :	42
2-2-1Présentation du site :	43
2-2-2 : Présentation de la cellule a étudié	43
2-2-3Caractéristiques du cas d'étude :	45
2-3 : Calcul du bilan thermique :	46
2-3 -1 vérification de la conformité du bâtiment avant renforcement :	46
2-3 -2 Calcul de coefficient de déperditions volumique:	51
2-3 - 3-verification de la conformité du logement après renforcement :	51
2-3 -4 :Calcul du coefficient des déperditions volumique :	55
2-4 : Résultats et discussion :	55
Chapitre 03 : Modélisation :	57
3-1-Etude thermique de l'exemple à l'aide d'un logiciel	57
3-2 : Choix de Paramètre d'étude :	57
3-3 : Présentation du logiciel :	57
3-4-Processus d'application des logiciels :	58

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

3-4-1 : Création d'un fichier météorologique :	58
3-4-2 : Génération du fichier météorologique sous Meteocalc :	58
3-4-3 -SOUS PLEIADES:	59
3-4-4:Sous Alcyone :	61
3-4-5 :Sous pléiades :	62
3-4-5 -1 : Définition des scenarios de fonctionnement :	62
3-4-5 -1 Intégration des scenarios :	66
3-4-5 -2 Lancement de la simulation.	66
Chapitre04 : Résultats et discussions	67
Introduction :	67
4-1-Simulation hivernale sans consigne de thermostat :	67
4-1-1-Simulation hivernale orientation Nord :	67
4-1-1-1 : Résultats de simulation :	67
4-1-1-2 :Visualisation graphique :	68
4-1-2:Simulation hivernale orientation Sud :	68
4-1-2-1 : Résultats de simulation :	69
4-1-2-2 Visualisation graphique :	69
4-1-3 Synthèse de comparaison :	70
4-2 : Simulation hivernale avec consigne de thermostat :	70
4-2-1 Simulation hivernale orientation Nord avec consigne de thermostat :	70
4-2-1-1:Résultats de simulation :	71
4-2-1-2 : Visualisation graphique :	71
4-2-2 : Simulation hivernale orientation Sud avec consigne de chauffage :	73
4-2-2-1 Résultats de simulation :	73
4-2-2-2 Visualisation graphique :	74
-Par rapport à la semaine la plus froide :	74
-Pendant la période hivernale :	74
4-2-3Comparaison des résultats :	75
4-3-1Simulation hivernale avec traitement de l'enveloppe extérieure :	76
4-3-1-1 Résultats de simulation :	76
4-3-1-2 Visualisation graphique :	77
4-3-3 Simulation hivernale orientation Sud avec isolation extérieure :	78
4-3-3-1 Résultats de simulation :	78
4-4-Synthèse de comparaison:	80
Chapitre 05 : Intégration du solaire actif pour la production d'eau chaude sanitaire	83
Introduction	83

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

5-1-Présentation de la Méthode.....	83
5-2Evaluation des besoins en eau chaude sanitaire :.....	84
5-2-1Calcul de la consommation journalière :.....	84
5-2-2Calcul de la surface de captation :.....	84
5-3Dimmensionnement :	84
5-3-1Le but du dimensionnement :	84
5-3-2Calcul du taux de couverture en fonction de la surface de captation pour chaque mois :	84
Conclusion générale	98
Références :	100

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

LISTE DES FIGURES :

Figure1-1 : Consommation énergétique finale en Algérie par secteur.

Figure1-2 : Consommation du secteur résidentiel en Algérie par type d'énergie.

Figure : 1-3 Enjeux du développement durable.

Figure : 1-4 -Les cibles du HQE.

Figure : 1-5 (Conception bioclimatique.

Figure : 1-6 Apports solaires période hivernale, estivale.

Figure : 1-7distribution intérieure des espaces.

Figure : 1-8 Déperditions thermiques dans le bâtiment.

Figure 1-9 : Modes de transferts thermiques dans une paroi verticale (Mur la convection, le rayonnement et la conduction.

Figure 1-10 : les différents ponts thermiques dans le bâtiment.

Figure 1-11 Fuites de chaleur par les ponts thermiques.

Figure 1-12 : Effet d'un pont thermique.

Figure 1-13 : Pont thermique a la liaison dalle /façade .

Figure 1-14 : Points singuliers en isolation par l'intérieur.

Figure 1-15 : Points singuliers en isolation par l'extérieur.

Figure 1-16 : Exemple de traitement des ponts thermiques. .

Figure 1-17: Exemple de traitement des ponts thermiques.

Figure 1-18: Le béton arme vecteur d'inertie.

Figure 1-19 : transmission de chaleur à travers le vitrage .

Figure 1-20: coupe d'un profile en PVC pour un double vitrage .

Figure 1-21 : système d'élément séparés ..

Figure1-22 : Répartition des logements (projet ECO-BAT).

Figure 1-23 : différents plans du projet de Bechar, . Programme des énergies renouvelables.

Figure 1-25 : 28 logements locatifs BBC a Pontarlier,source .

Figure1-26 : Vue sur projet .

Figure1-27 : Détails d'Isolation extérieure sur murs extérieurs .

Figure1-28: Isolation extérieure sur murs extérieurs.

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

Figure1-29 : Capteurs intégrés en toiture.

Figure1-30 : Projet :“Les Cèdres” de Lons-le-Saunier (39).

Figure1-31 : Détails de l’installation.

Figure 1-32:Vue sur la maison de« Souidania- Alger .

Figure 1-33: Système solaire combiné.

Figure 1-33 capteur intégré en toiture« Souidania- Alger » .

Figure 1-33 : installation de la maison« Souidania- Alger » .

Figure 2-1 : Situation de la ville de Blida.

Tableau 2-2: Classification de la ville de Blida [3]

Tableau 2-3 : Caractéristiques climatiques de la région de Blida source [3]

Figure2-4 :POS de diar el Bahri Beni mered-Blida-

Figure2-5:POS de diar el Bahri Beni mered-Blida-

Figure 2-6 Plan de masse.

Figure 2-7: Coupe schématique du cas d’étude.

Figure 2-8 : Système coffrage table et banche en béton armé.

Figure 3-1 : Création de fichier météorologique.

Figure 3-2 : Choix du format .

Figure 3-3 : Génération du fichier météorologique .

Figure 3-4 Différentes compositions des éléments constructifs

Figure :3-5 identification de la station météorologique sous pleiades.

Figure : 3-6Insertion des éléments constructifs sous Alcyone .

Figure 3-7Plan niveau : +7 .48m dessine sous Alcyone.

Figure3-8 Plan niveau : +10 .54 m dessine sous Alcyone.

Figure :3-9 Volumétrie dessinée sous Alcyone.

Figure :3-10 Scenario d’occupation proposé pour la 1 ère zone : chambres +séjour .

Figure : 3-11Différents scenarios de fonctionnement ,cuisine ,salle d’eau, hall .

Figure : 3-12scenarios de consigne de thermostat.

Figure :3-13 scenarios Ventilation .

Figure : 3-14Différents scenarios de puissance dissipée .

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

Figure :3-15 Différents scénarios de puissance dissipée .

Figure :3-16 scénarios d'occultation.

LISTE DES TABLEAUX :

Tableau4-1 : Résultats de la simulation n° :01

Tableau4-2 : Résultats de la simulation n° :02

Tableau4-3 : Résultats de la Simulation n° :03

Tableau 4-4: Résultats de la simulation n° :04

Tableau :4-5Résultats de la simulation n° :05

Tableau 4-6 Résultats de la simulation n° : 06

Tableau :5-1Taux de couverture en mois de janvier

Tableau :5-2Taux de couverture en mois de Février

Tableau :5-3Taux de couverture en mois de Mars

Tableau :5-4Taux de couverture :mois d'Avril

Tableau :5-5Taux de couverture :mois de Mai

Tableau :5-6Taux de couverture en mois de Juin

Tableau :5-7Taux de couverture en mois de Juillet

Tableau :5-8Taux de couverture en mois de Aout

Tableau :5-9Taux de couverture en :mois de Septembre

Tableau :5-10Taux de couverture en mois d'octobre

Tableau :5-11Taux de couverture en mois de Novembre

Tableau :5-12Taux de couverture en mois de Décembre

Tableau :5-13 de récapitulation

LISTE DES GRAPHES/HISTOGRAMMES :

Graphe 01: Evolution de température en hiver pendant la semaine la plus froide simulation n :01

Graphe02 : Evolution de température en hiver pendant la semaine la plus froide de La simulation :02.

Graphe03 : Evolution de température en hiver pendant la semaine la plus froide de La simulation : 03.

Graphe04: Evolution de température en hiver pendant la période hivernale de la simulation n :03

Graphe05 : Evolution de la température en hiver pendant la semaine la plus froide de La simulation :04.

Graphe06- : Evolution de la température pendant la période hivernale pour La simulation : 04

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

Graphe07: Evolution de la température pendant la semaine la plus froide pour la simulation : 05

Graphe08: Evolution de la température pendant le période hivernal pour La simulation :05

Graphe07: Evolution de la température pendant la semaine la plus froide pour la simulation :06

Graphe09: Evolution de la température pendant le période hivernal pour La simulation : 06

Histogramme 01: Comparaison de l'évolution de température la cuisine pour les deux orientations.

Histogramme 02 : Besoins en chauffage, puissance de chauffage pour logement.

Histogramme 03 :Besoins en chauffage, puissance de chauffage pour logement.

Histogramme 04: Comparaison des résultats :

Histogramme05 : Isolation intérieure avec consigne de thermostat

Histogramme 06 comparaison des résultats :Orientation Nord , Orientation sud ; isolation intérieure
isolation extérieure .

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

NOMENCLATURE :

1-BBC : bâtiment basse consommation

2-ECS : eau chaude sanitaire.

3-DTR :document technique règlementaire.

4-Te : température air extérieur.

5-Ti : température intérieure.

6-Ds_i (en W/°C) représente les déperditions surfaciques à travers les parties courantes des parois en contact avec l'extérieur,

7-(Dl_i)_i (en W/°C) représente les déperditions à travers les liaisons,

8-(Dlnc)_i (en W/°C) représente les déperditions à travers les parois en contact avec les locaux non chauffés .

9-DT (en W/°C) représente les déperditions par transmission du logement,

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

11-K (en W/ m². °C) est le coefficient de transmission surfacique ;

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

13-Q_v (en m³/h) est le débit spécifique de ventilation;

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

15-V_h (en m³) désigne le volume habitable;

16-Q_vréf (en m³/h) désigne le débit extrait de référence.

17- Te(t) (en°C) est la différence équivalente de température à l'heure t.

Ra : ratio estime en Algérie a 0.8

X : valeur adimensionnelle de la méthode f-chart

Y : valeur adimensionnelle de la méthode f-chart

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

FR : Conductance de l'absorbeur =0.8

U_g : Coefficient des pertes thermiques.

T_{ref} : température de référence =100°

T_{am} : Température ambiante.

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

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

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

N : nombre de jours dans le mois considéré

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

t=nombre de seconds par mois, [s].

f : taux de couverture mensuel.

.

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

من القضايا الرئيسية الحد من حالة استهلاك الطاقة في

عملنا المقدم في هذه المذكرة يتضمن الدراسة التي أجريت على عقار يقع في البلدية، والتي تهدف إلى الحد من استهلاك الطاقة لأغراض المياه الساخنة المحلية، من خلال النتائج التي تم الحصول عليها في دراستنا ضرورة إدراج النظام النشط في المبنى من أجل تعزيز الراحة للسكان ولكن بحيث يكون ذو مردودية

تضمين نظام لتعزيز الراحة للسكان، والحد من استهلاك الطاقة، واثنين من الأهداف التي لا يمكن تحقيقها إلا من خلال الحلول السلبية التي تم اقتراحها كجزء من دراستنا للحد من استهلاك الطاقة للتدفئة، وكذلك استخدام الطاقة الشمسية لتسخين المياه

Résumé :

Parmi les enjeux majeurs de l'état la réduction de la consommation énergétique dans le bâtiment

Notre travail présenté dans ce mémoire, comprend une étude qui a été faite sur un logement situé à Blida, et qui a pour objectif la réduction de la consommation énergétique pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire, les résultats obtenus lors de notre étude approuvent la nécessité de l'intégration d'un système actif dans le bâtiment afin de favoriser le confort pour l'occupant mais de façon qu'il soit rentable.

Intégrer un système pour favoriser le confort de l'occupant, réduire la consommation énergétique, deux objectifs qui ne peuvent être atteints qu'à travers des solutions passives qui ont été proposées dans le cadre de notre étude afin de réduire la consommation énergétique pour le chauffage ainsi que l'utilisation de l'énergie solaire pour la production d'eau chaude sanitaire.

Summary

Among the major issues of the state reduction of energy consumption in the building

Our work presented in this thesis includes a study that was done on a property located in Blida, which aims at reducing energy consumption for heating and production of domestic hot water, through the results obtained in our study the need to approve the inclusion of an active system in the building in order to promote comfort for the inhabitant but so that it is profitable

Embed a system to promote the comfort of the inhabitants, reduce energy consumption, two goals that can be achieved through passive solutions that have been proposed as part of our study to reduce energy consumption for heating as well as use of solar energy for hot water

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

INTRODUCTION GENERALE

Le monde entier est confronté à une augmentation de la consommation énergétique d'une façon accrue depuis déjà plusieurs décennies. Cette augmentation touche les différents secteurs parmi eux le bâtiment qui est le secteur énergivore.

En Algérie, le secteur du bâtiment est le premier consommateur d'énergie, ce sont les logements qui représentent le plus grand gisement d'économie.

Aujourd'hui, les besoins énergétiques dans ce secteur sont satisfaits presque exclusivement par les hydrocarbures, notamment le gaz naturel, l'énergie la plus disponible, mais la consommation n'a cessé de progresser, à titre d'exemple : la consommation d'énergie finale dans le secteur représente 41 % de la consommation totale du pays [1].

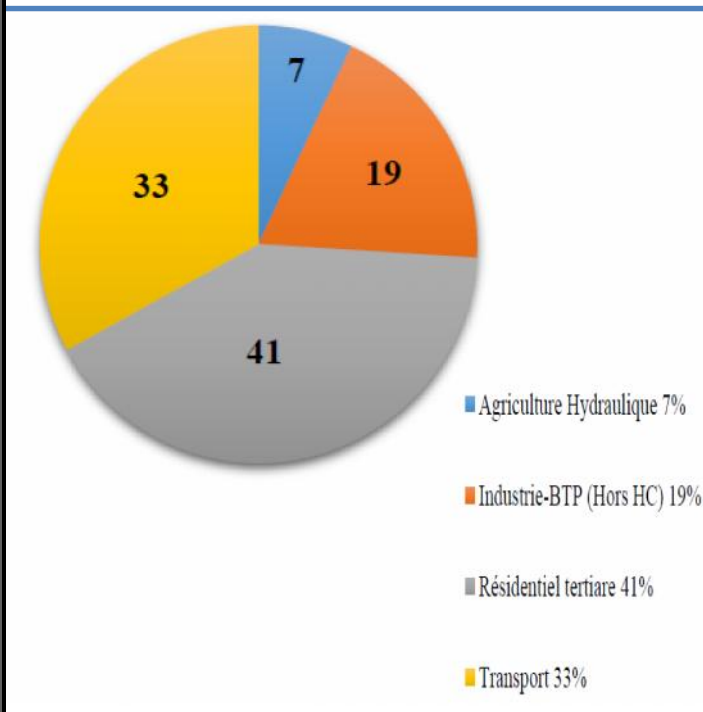


Figure :1-1-Consommation énergétique finale en Algérie par secteur [1].

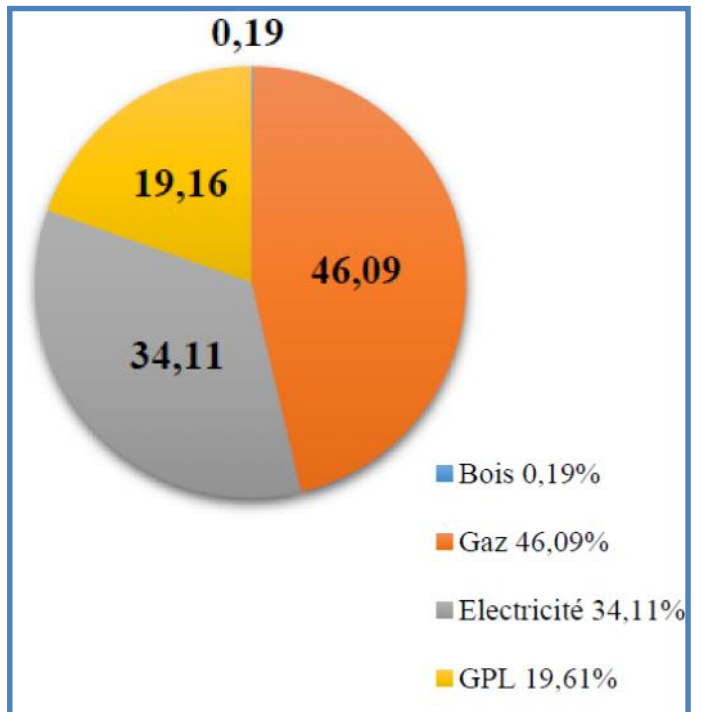


Figure :1-2- Consommation du secteur résidentiel en Algérie par type d'énergie. [1].

Les raisons principales de cette augmentation sont : l'amélioration des surfaces habitables et le confort car le niveau de confort recherché dans les logements actuels est supérieur aux conditions du passé. [2].

Les besoins en chauffage ont augmentés par rapport à la surface chauffée, mais ils peuvent être réduits grâce à une conception bioclimatique (orientation, isolation, matériaux de constructionetc.) ainsi qu'en appliquant les instructions de la réglementation thermique algérienne (DTR) .

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

Par contre on doit trouver des solutions adéquates pour satisfaire les besoins en eau chaude sanitaire, n'oubliant pas que ce besoin représente une part non négligeable de la facture énergétique, cette dernière peut être revue à la baisse en introduisant une énergie renouvelable. [4].

Plusieurs actions entrant dans le programme national de maîtrise de l'énergie (PNME 2007-2011 et PNME (2010-2014) et dans le cadre de la politique énergétique national ont été entrepris par l'aprué entre autre le projet ECO BAT en partenariat avec le ministère de l'habitat et de l'urbanisme [1].

Ces actions entreprises par l'état ont pour objectif l'amélioration des performances des logements, réduction des besoins énergétique et protection de l'environnement.

Parmi les solutions d'amélioration de l'efficacité énergétique, il est d'usage de distinguer les solutions dites « passives » qui consistent à réduire la consommation d'énergie des équipements et des matériaux grâce à une meilleure performance intrinsèque et les solutions dites « actives » visant à optimiser les flux et les ressources. [5].

Si l'on réduit la demande de chauffage grâce à une meilleure isolation, à la récupération de chaleur, à l'installation de vitrages performants, à l'utilisation d'énergie solaire passive et à d'autres mesures, le système de chauffage peut être petit à petit simplifié, et non seulement les besoins en énergie pour chauffer les bâtiments en sont alors réduits, mais la facture de chauffage et les émissions de CO₂ également.. [2].

Mais La production d'eau chaude sanitaire est généralement le deuxième poste de dépense dans la Consommation calorifique du foyer. La consommation de chaleur dépend des habitudes de l'utilisateur et diffère dans chaque pays et chaque ménage [6].

On a besoin d'eau chaude au robinet tout au long de l'année, alors que la demande de chauffage Varie fortement selon les saisons ; alors on doit penser à l'intégration d'un système actif en utilisant une source naturelle inépuisable et gratuite pour satisfaire les besoins en eau chaude sanitaire qui est l'énergie solaire.

Problématique : La consommation d'énergie pour produire l'eau chaude sanitaire, est en légère augmentation, car le niveau de confort recherché dans les logements actuels est supérieur aux conditions du passé.

Comment peut-on satisfaire ces besoins et contribuer aux économies d'énergie et en même temps réduire les émissions de gaz à effet de serre ?

Dans le cadre de cette problématique une recherche a été faite, et qui a pour objectif de trouver les solutions adéquates dite passives et actives afin de réduire la consommation énergétique dans le bâtiment et de recourir à l'intégration d'un système actif en utilisant une énergie renouvelable inépuisable.

Notre recherche comprend cinq chapitres :

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

Le deuxième chapitre : contient la présentation de notre cas d'étude ainsi que les des solutions passives proposées afin de réduire la consommation énergétique en chauffage, l'étude s'est appuyé sur deux méthodes qui sont :

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

1- Une étude statique : Calcul du bilan thermique en appliquant les règles de la réglementation thermique Algérienne, selon DTR(3-2).

2- Le troisième chapitre : comprend la deuxième méthode d'étude qui est la simulation thermique à l'aide du logiciel de simulation thermique-dynamique : Pleaides-comfie 2.3 des simulations sont faites en changeant les paramètres d'étude.

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

Le cinquième chapitre : contient les solutions dites actives proposées afin de réduire la consommation énergétique en eau chaude sanitaire ainsi que la méthode appliquée pour le dimensionnement de l'installation (Dimensionnement selon méthode F-chart)

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

Chapitre1 : Recherche bibliographique et état de l'art :

Introduction :

La maîtrise de l'énergie est un enjeu majeur du développement économique qui va de pair avec le développement durable.

Le secteur résidentiel étant le plus consommateur, cela est d'autant plus vrai pour le model énergétique Algérien, avec en plus une croissance soutenue du fait de la demande accrue sur le nombre de logements neufs, construit sans prendre en considération de la problématique de l'énergie et le taux d'équipement des ménages en appareils demandeurs d'énergie qui ne cesse de progresser.[5].

Alors il s'agit maintenant de prendre les mesures indispensables pour réduire la consommation énergétique dans le bâtiment et de répondre aux exigences du développement durable.

1.2 Recherche bibliographique :

1.2.1 Définition de l'écoconception : est un terme désignant la volonté de concevoir des produits respectant les principes du développement durable et de l'environnement, en - selon l'Ademe1 - recourant « aussi peu que possible aux ressources non renouvelables en leur préférant l'utilisation de ressources renouvelables, exploitées en respectant leur taux de renouvellement et associées à une valorisation des déchets qui favorise le réemploi, la réparation et le recyclage » 2, dans un contexte qui évoluerait alors vers une économie circulaire. .[6]

1.2.2 Les cibles « Haute Qualité Environnementale »

Le développement durable se trouve à la conjonction des exigences sociales, économiques et environnementales.

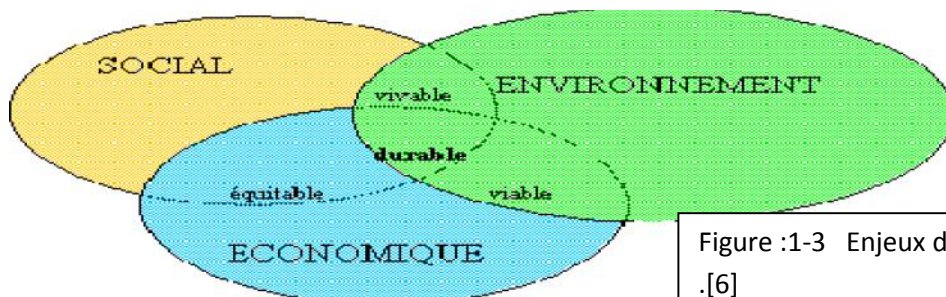


Figure :1-3 Enjeux du développement durable ; Source : .[6]

La démarche de Haute Qualité Environnementale (HQE) vise à intégrer des exigences environnementales dans la conception des bâtiments, en application du principe de développement durable. L'association HQE a caractérisé ces exigences en 14 cibles.[6]

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

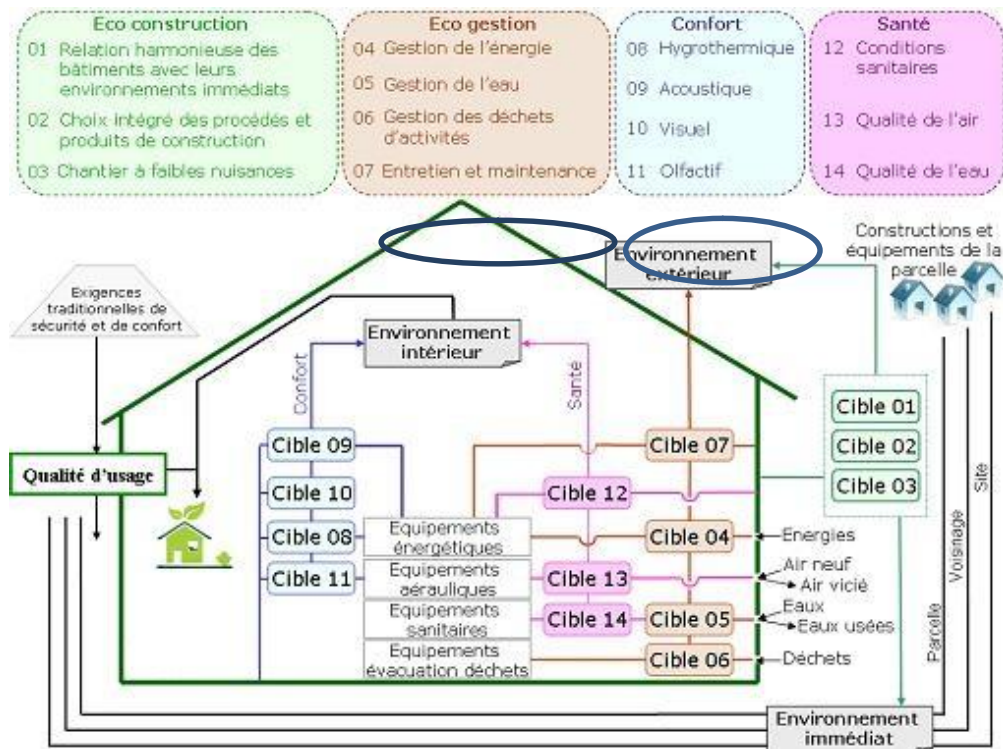


Figure :1-4 -Les cibles du HQE ; Source .[6].

1.2.3 Parmi les cibles du HQE :

1.2.3.1 :la gestion d'énergie :

Renforcement de la réduction de la demande et des besoins énergétiques :

On demande ici de prolonger l'effort d'économie d'énergie engagé par la réglementation thermique .pour les besoins de chauffage, l'augmentation des épaisseurs de l'isolation thermique de l'enveloppe est arrivée a un seuil que l'on aura du mal à dépasser ,mais on peut tenter un effort sur la compacité du projet et toujours faire appel à l'architecture bioclimatique . .[5]

Mais il existe d'autres postes de besoins énergétiques sur lesquels il est possible de faire un effort :-
L'usage de l'électro-ménager et de l'appareillage électrique.

-La production de l'eau chaude sanitaire.

-L'éclairage de la climatisation ou la réduction des besoins énergétiques lies a la climatisation

Pour tout ce qui concerne la maîtrise de la climatisation, on doit faire appel à la conception bioclimatique

Renforcement du recours aux énergies environnementales satisfaisantes :

Les énergies environnementales satisfaisantes sont les énergies renouvelables. .[6]

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

1.2.3.2 Le confort :

Le confort hygrothermique

Sensation que ressent une personne, par rapport à la température et humidité ambiantes, dans la pièce où elle se trouve. Cette sensation varie selon les individus, tout le monde n'ayant pas les mêmes critères de confort, ne s'habillant pas de la même manière, s'accoutumant plus ou moins bien aux conditions climatiques extérieures, n'ayant pas besoin du même niveau de température pour se sentir bien

Le confort thermique ne tient compte que des paramètres suivants:

✚ Les facteurs liés à l'individu:

Son habillement.

Mode de vie.

✚ Les facteurs liés à l'environnement:

Températures de l'air et des surfaces environnantes

Vitesse relative de l'air et le degré de turbulence

Pression de vapeur d'eau ou humidité relative

Il est possible de définir des conditions de confort thermique acceptable et de les représenter dans un diagramme de l'air humide selon divers paramètres (p. ex. climat, vitesse de l'air. En simplifiant et pour des conditions d'humidité situées entre 40 et 80 %, les limites de température couramment admises pour cette zone vont de 18 à 27 °C.[7]

1.2.4 Les besoins de l'occupant :

Le rôle primordial du bâtiment est de protéger ses occupants des rigueurs du climat extérieur.

Un bâtiment confortable assure à ses habitants un climat intérieur agréable et peu dépendant des conditions extérieures, notamment météorologiques et acoustiques. La gestion optimale de l'énergie, quoique très importante du point de vue de son impact sur l'environnement intervient en deuxième priorité, lorsque les conditions de confort sont satisfaites.

Il faut insister sur le fait qu'un bon confort n'implique pas automatiquement une grande consommation d'énergie. Par une planification intelligente et intégrée, il est parfaitement possible d'assurer une excellente qualité d'environnement intérieur avec une très faible consommation d'énergie en utilisant le concept de l'efficacité énergétique dans le bâtiment. [7]

1.2.5 Définition de l'efficacité énergétique:

C'est un des concepts clé de l'écoconception et des approches de type Haute qualité environnementale (HQE), C'est le rapport entre l'énergie directement utilisée (dite énergie utile) et l'énergie consommée (en général supérieure du fait des pertes) .[5].

Les objectifs de performance (habitat économe, ou à énergie positive..) vont déterminer la conception d'un bâtiment dès son esquisse.

L'efficacité énergétique c'est réduire à la source la quantité d'énergie nécessaire pour un même service, mieux utiliser l'énergie à qualité de vie constante. [5]

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

1.2.5.1 Bâtiment à Basse Consommation

Le Bâtiment Basse Consommation énergétique (ou BBC) est un label attribué aux bâtiments qui ont une basse consommation d'énergie pour le chauffage, la climatisation, l'éclairage, l'eau chaude sanitaire (ECS) et la ventilation.

Il existe deux types de conditions d'attribution du label BBC en fonction de l'âge du logement :

1-les logements neufs ne doivent pas dépasser l'objectif de consommation de 50 kW hep/m².an.

2-les logements existants doivent présenter une consommation inférieure à 50 % de la consommation conventionnelle. L'objectif de consommation est fixé pour eux à 80 kW hep/m².an. .[8]

1.2.5.2 Bâtiment passif :

Le terme PassivHaus est un Label qui a été développé par l'institut de recherche allemand PassivHaus, - est dont le label BBC s'est inspiré - dont les besoins de chauffage (en énergie utile) sont de l'ordre de 15 kWh/m².an et la consommation en énergie primaire est inférieure à 120 kWh/m².an pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire et l'électricité.

Le bâtiment passif est une construction dont la consommation énergétique au mètre carré est très basse, voire entièrement compensée par les apports solaires ou par les calories émises par les apports internes (matériel électrique et habitants). .[5]

1.2.5.3 Le bâtiment Haute Performance Energétique HPE

La « Haute performance énergétique » est un ensemble de normes et de prescriptions réglementaires qui s'est progressivement établi à partir de 1978 entre divers acteurs du bâtiment, de l'environnement, des services publics de l'énergie comme l'EDF, des maîtres d'ouvrages et des organismes publics de certification (PUCA, Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie, Centre scientifique et technique du bâtiment - CSTB, la Fédération française du bâtiment. C'est une démarche qualitative qui intègre toutes les activités liées à la conception, la construction, le fonctionnement et l'entretien d'un bâtiment (logement, bâtiment public, tertiaire ou industriel). .[5]

1.2.5.4 : Bâtiment bioclimatique:

La conception bioclimatique d'un bâtiment vise à optimiser l'utilisation des apports solaires et de la circulation naturelle de l'air, limitant ainsi le recours au chauffage et à la climatisation. Elle valorise les avantages du terrain (orientation du bâtiment), l'orientation des pièces, les surfaces vitrées, L'inertie du bâtiment. .[9]

La priorité est aujourd'hui de réduire les dépenses d'énergie des bâtiments, principalement pour le chauffage, afin que la surexploitation des réserves de gaz, de pétrole et de charbon cesse.

Concevoir un bâtiment favorisant les apports solaires passifs. Si on néglige cette étape, nous nous privons d'une ressource gratuite, illimitée et sans coût d'entretien! La conception de notre maison est donc la première chose dans laquelle investir, car cette « machine à habiter » nous fera faire des économies à long terme, et nous garantira un confort en toutes saisons. Limiter les déperditions de calories, en prévoyant une bonne orientation, et une bonne isolation thermique. .[9]

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

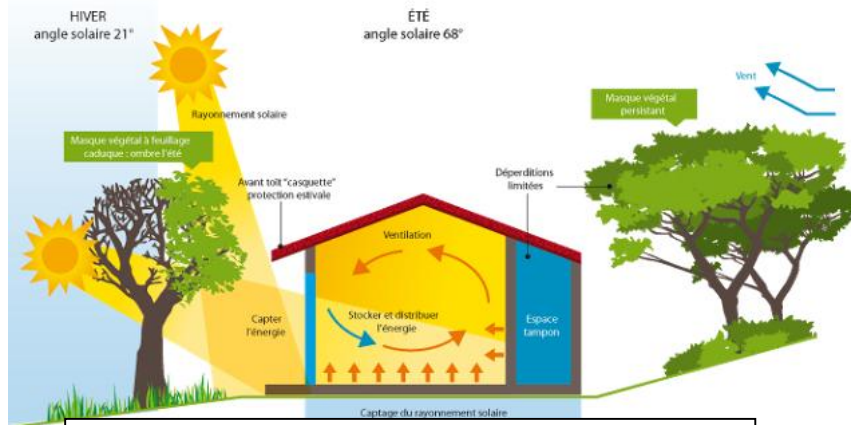


Figure :1-5 (Conception bioclimatique , .[6]

1.2.6 Définition de la conception bioclimatique :

Une maison bioclimatique vise, par sa conception architecturale, à optimiser les ressources du milieu pour en profiter de façon passive. Cela permet de limiter les équipements techniques «actifs», consommateurs d'énergie primaire, et de recourir aux énergies renouvelables. .[9]

1.2.7 Principes de la conception bioclimatique :

1.2.7 .1 La forme : « a une influence très importante sur la consommation énergétique, car les déperditions thermique sont en fonction des parois en contact avec l'extérieur », donc plus le volume est compact plus moins de perte thermiques_ ce qui évident pour l'habitat collectif. .[9]

Définition de la compacité: est le rapport entre son volume protégé « chaud » et sa surface de déperdition .elle est meilleure quand la valeur est faible.

$$C=S / V .[5]$$

1.2.7 .2:L'orientation : afin d'exploiter l'énergie et la lumière du soleil et de concevoir un bâtiment favorisant les apports solaires passifs.



Figure :1-6 Apports solaires période hivernale, estivale ; .[9]

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

1.2.7 .3 -La distribution intérieure des espaces :

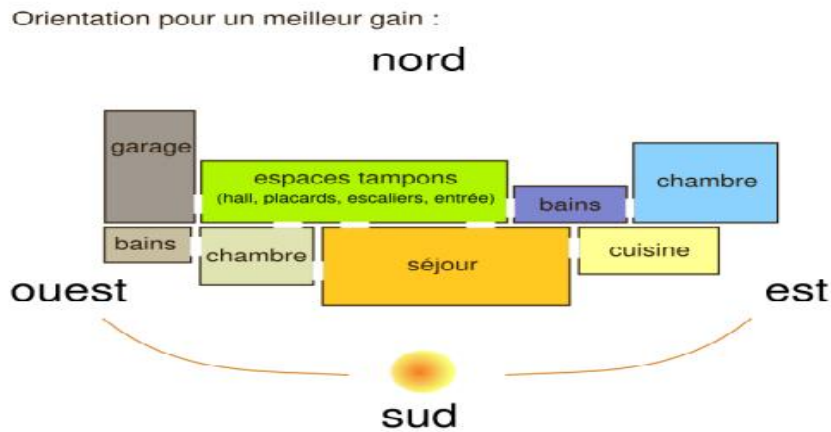


Figure 1-7 : distribution intérieure des espaces, .[6]

Les pièces occupées en permanence durant la journée devraient de préférence être orientées au sud.

1- Les chambres seront plutôt situées au sud et à l'est, profitant du lever du soleil. Elles garderont ainsi leur fraîcheur en fin de journée.

2- Veiller à limiter dans la cuisine les apports solaires sur les vitrages sud-ouest, souvent générateurs de surchauffe.

3- Une véranda placée au sud permet, tout en apportant de la chaleur en hiver, de créer un espace intermédiaire entre l'intérieur et l'extérieur. .[9]

1.2.7 .4 -Isolation :

1-Selon l'Ademe, voici comment la chaleur s'échappe

D'une maison mal isolée :

-30 % par les combles et toiture : c'est la priorité en terme

D'isolation :

-25 % par les murs.

-10-15 % par les vitres et fenêtres.

-7-10 % par les sols. .[6]

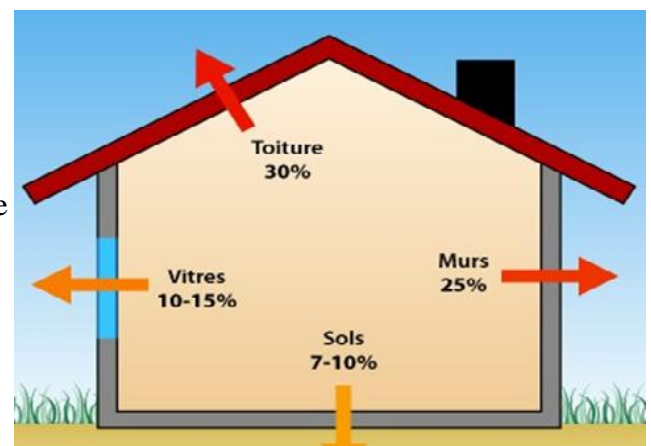


Figure :1-8 Déperditions thermiques dans le bâtiment ,source : .[6]

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

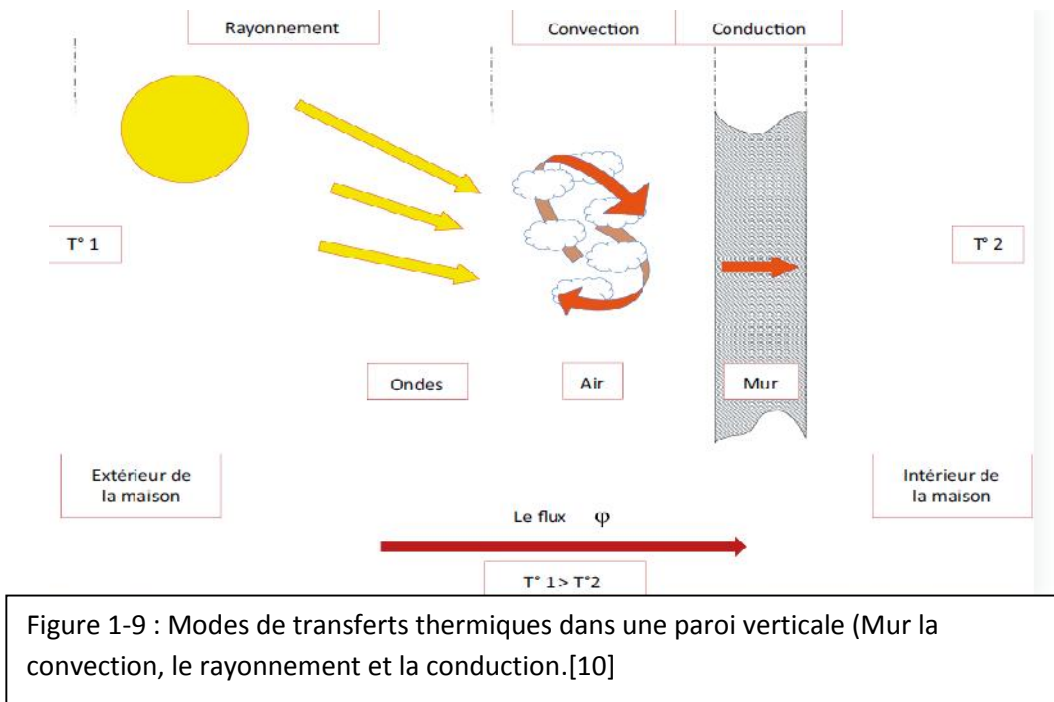
a-Définition :

L'isolation thermique désigne l'ensemble des techniques mises en œuvre pour limiter les transferts de chaleur entre un milieu chaud et un milieu froid. L'isolation thermique est utilisée dans nombreux domaines incluant notamment : le bâtiment.[9]

Un échange de chaleur se produit entre deux milieux lorsqu'il existe une différence de température entre ces deux milieux. La chaleur se propage d'un milieu chaud vers le milieu froid par l'intermédiaire de la conduction, le rayonnement, la convection.

b-Modes de transfert thermique :

Les principaux modes de transfert thermique sont :



La convection

C'est le phénomène qui décrit l'échange de chaleur entre un fluide et une surface. Les échanges

Sont proportionnels aux gradients de températures (différence de potentiels) et à la surface d'échange. Ils dépendent fortement de la vitesse du fluide. .[10]

2.1.2 Le rayonnement

C'est un transfert d'énergie électromagnétique entre deux surfaces. Les échanges par rayonnement sont proportionnels à l'émissivité () du matériau, au facteur de forme (surface apparente) des surfaces les unes par rapport aux autres et dépendent de la transparence du milieu traversé. .[10]

2.1.3 La conduction

C'est le transfert de chaleur de proche en proche au sein d'un solide. La conductivité thermique () et la capacité calorifique (C_p) sont des propriétés clés de la conduction des matériaux.

Ordre de grandeur de (en $W/m \cdot ^\circ C$) :

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

• Matériaux très conducteurs (métaux) : entre 50 et 450 W/m.°C ;

• Matériaux conducteurs (béton, pierres, etc.):de 1 à 10 W/m.°C

Matériaux mauvais conducteurs (briques, bois, plâtre, etc.) : de 0,1 à 1 W/m.°C

• Matériaux isolants (liège, laine de roche, laine de verre, polystyrène, polyuréthane,

etc.) : entre 0,03 et 0,1 W/m.°C Plus est élevé, moins le matériau est isolant. Le coefficient dépend de plusieurs facteurs

-Le but de l'isolation thermique est donc de diminuer les échanges de chaleur entre un corps froid et un corps chaud. Elle peut avoir pour but de garder la chaleur présente dans un volume comme pour une maison.

Une bonne isolation est le meilleur moyen statique de faire de substantielles économies d'énergie tout en maintenant un bon niveau de confort et une protection efficace contre le bruit .[10]

La première réglementation thermique française, rendant obligatoires les isolations en ce domaine, remonte à 1974, Les suivantes ont permis de réduire considérablement les dépenses énergétiques des logements. .[2]

L'isolation thermique d'une construction est la première clé pour augmenter la performance énergétique d'une construction. Des études ont prouvé qu'environ 40 % de la consommation d'énergie pour le chauffage .[14] .

C-Matériaux d'isolation thermique :

Un matériau est généralement considéré comme étant un isolant thermique lorsque la valeur de sa conductivité thermique est inférieure à 0.065W/m°.C.[2]

C.1Définition de la conductivité thermique :

Est la quantité de chaleur qui passe en 1 seconde à travers 1m² de surface d'une couche de matériau de 1 m d'épaisseur ,soumise à un gradient de température de 1°C. .[2]

C.2La qualité d'un isolant :

1-doit être résistant au feu.

2-Resistance mécanique : l'isolation des dalles, des planchers nécessitent des matériaux qui résistent à la compression.

3-Etanchiété à l'air : doit résister à la diffusion de la vapeur d'eau.

4- absorption d'eau : un matériau humide perd son pouvoir isolant .les isolants en contact avec l'eau

5-stabilité dimensionnelle :

6-Prix.

7-disponibilité. .[2]

C.3Différents type d'isolant :

Isolants minéral : on peut citer la laine de verre, la laine de roche, verre cellulaire, perlite, argile expansé et la vermiculite.

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

Isolant naturel : liège ,fibre de bois ,chanvre ,fibre de lin ,laine de mouton ,plume de canard ,fibre de coco ,roseaux ,laine de coton ,fibre de coco ,laine de coton ,ouate de cellulose ,paille ,torchis toiture végétalisée .

Isolant synthétique : polystyrène expansé et la mousse polyuréthane. .[10]

d- Isolation écologique :

Les isolants, de par leur effet réducteur de la consommation d'énergie participent par définition a la préservation de l'environnement et des ressources naturelles

mais pour être vraiment écologiques, ils doivent en plus avoir un impact le plus faible possible au cours des phases de production, de mise en œuvre, d'utilisation et de recyclage. .[2]

1.2.7.5 Les ponts thermiques :

a-Définition:

Un pont thermique est une partie de l'enveloppe du bâtiment où la résistance thermique, par ailleurs uniforme, est sensiblement réduite par une absence ou une dégradation locale de l'isolation et donne lieu à d'importantes fuites de chaleur vers l'extérieur.

Les ponts thermiques dépendent du système constructif, du niveau et du type d'isolation des parois. .[11]

On les localise généralement aux jonctions entre parois, mais ils sont également présents au sein des parois elles-mêmes.

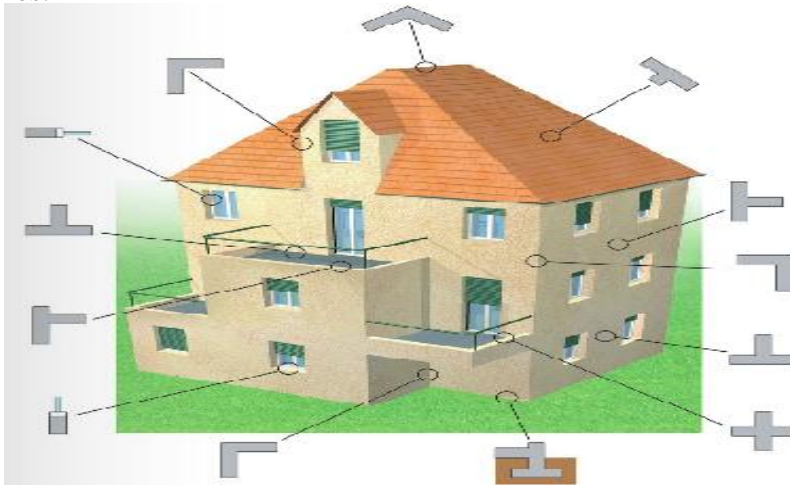


Figure 1-10 :les différents ponts thermiques dans le bâtiment. .[11]

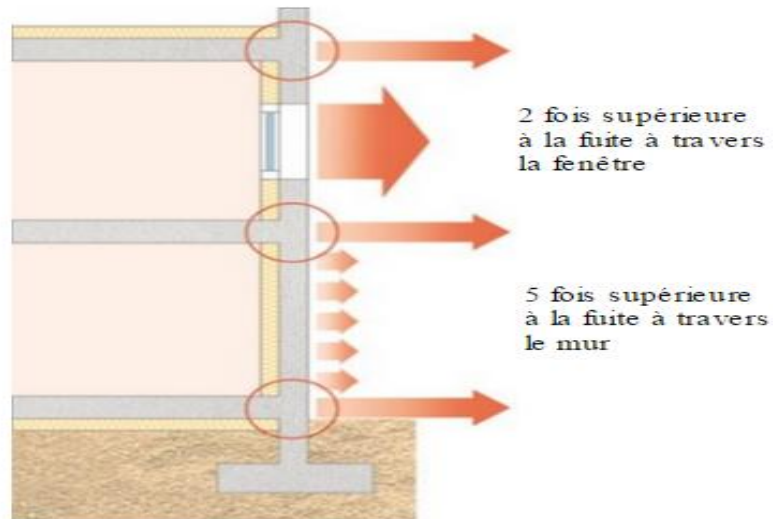
b-Impact des ponts thermiques dans le bâtiment :

Impact sur l'isolation thermique du bâtiment

Les ponts thermiques sont de véritables trous à travers l'isolation de l'enveloppe. Ils sont ainsi responsables de 10 à 40 % de fuite de chaleur supplémentaire vers l'extérieur. Cet impact dépend de la géométrie du bâtiment (forme, volume), du système constructif (béton, parpaing, ossature légère...) ainsi que du niveau et du type d'isolation pratiqué (par l'intérieur, par l'extérieur, répartie...).[11]

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

La fuite de chaleur à travers le pont thermique dalle / mur, ramenée à l'unité de surface, est :



Fuites de chaleur par les ponts thermiques

Figure 1-11 Fuites de chaleur par les ponts thermiques .[11]

L'impact sur la consommation d'énergie

L'impact des ponts thermiques sur la consommation d'énergie du bâtiment, tous postes confondus (chauffage, ventilation, eau chaude sanitaire...), varie entre + 5 % et + 25 %. Il dépend du niveau des prestations choisies et du type d'énergie utilisée. .[11]

Autres impacts :

Les ponts thermiques peuvent être source de pathologies diverses comme des fissurations sur la façade, l'apparition de salissures et le développement de moisissures. Ce dernier phénomène est dû à des températures superficielles intérieures plus basses que le reste des parois. Il est généralement visible aux jonctions entre parois. .[11]



Figure 1-12 :Effet d'un pont thermique ,source systemed.fr/images/conseils/isoler-pont-thermique

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

d-Les ponts thermiques des liaisons (PTL)

Ils sont généralement dus à l'interruption de l'isolation au niveau des liaisons entre les parois du bâtiment.

L'exemple type est celui de la liaison entre une dalle et un mur isolé par l'intérieur.

L'interruption de l'isolation constitue un chemin privilégié pour la fuite de la chaleur vers l'extérieur du bâtiment.

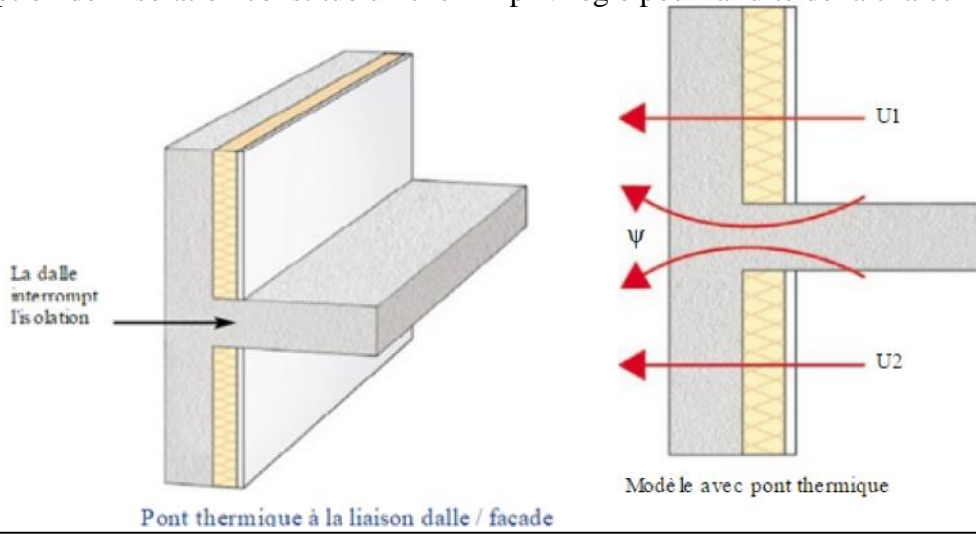


Figure 1- 13 :Pont thermique a la liaison dalle /façade Source : .[11].

Les ponts thermiques linéaires (jonction entre une dalle et une façade par exemple) sont quantifiés par un coefficient linéique exprimé en $W/(m.K)$ (Watt par mètre linéaire et par degré Kelvin)

d-Incidence du système d'isolation sur le traitement des ponts thermiques :

1-L'isolation par l'intérieur

L'isolation des murs est réalisée côté intérieur. Il s'agit de doublages isolants comportant une couche isolante et un parement intérieur (plaques de plâtre ou briques).

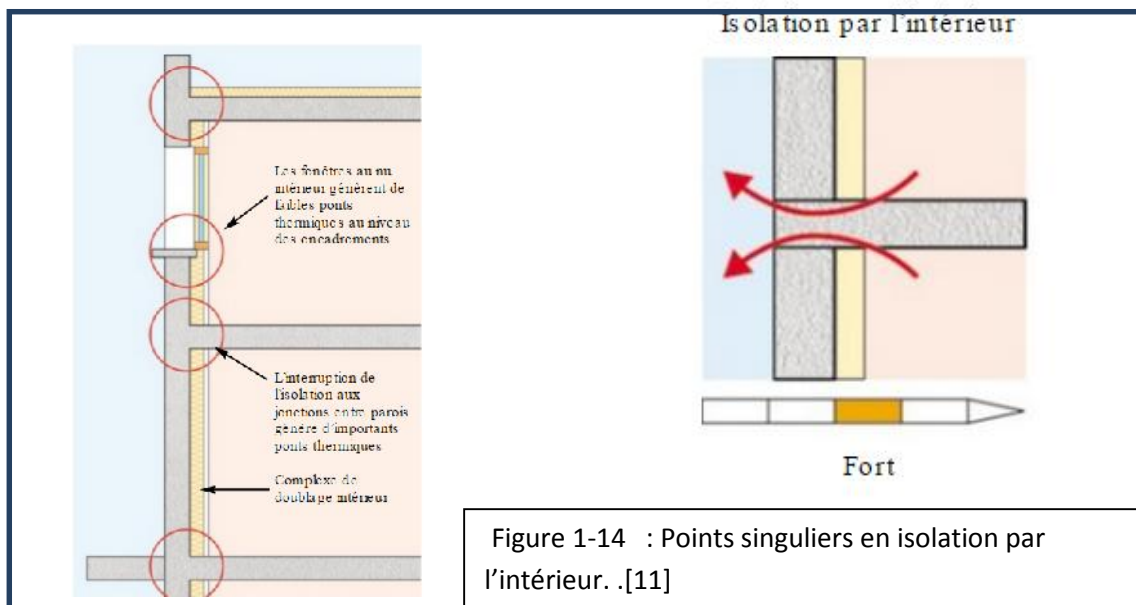


Figure 1-14 : Points singuliers en isolation par l'intérieur. .[11]

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

Ce système d'isolation présente l'avantage d'une mise en œuvre aisée. Il est actuellement le plus répandu. Cependant, le respect des objectifs de la réglementation nécessite le renforcement de l'isolation qui pourrait se traduire par une augmentation de l'épaisseur des isolants et donc par une réduction de la surface habitable. Dans ce cas, l'utilisation de matériaux isolants performants prend tout son intérêt.

En cas d'isolation thermique par l'intérieur de bâtiments neufs, comportant un ou plusieurs planchers intermédiaires lourds, les ponts thermiques générés au niveau des jonctions ne pourront pas être traités par une isolation intérieure. [11]

2-L'isolation par l'extérieur

L'isolation des murs est réalisée côté extérieur. Elle est munie d'un parement pour la protéger des sollicitations climatiques. Ce système d'isolation est moins pratiqué en France que l'isolation par l'intérieur.

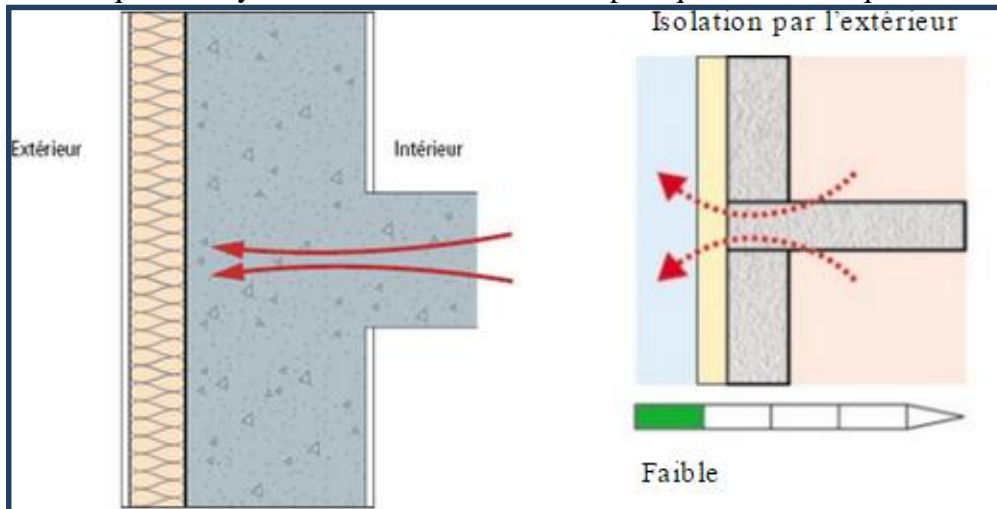


Figure 1-15 : Points singuliers en isolation par l'extérieur. [11]

L'isolation thermique par l'extérieur permet de traiter efficacement les ponts thermiques entre planchers intermédiaires (ou refends) et murs de façade. La réduction des ponts thermiques est proche de 90 %.

L'isolation thermique par l'extérieur verra sans doute sa part de marché évoluer dans un futur proche.

Les bâtiments qui se prêtent le plus à cette technique d'isolation, sont les bâtiments de plusieurs étages à condition de traiter également les encadrements de baies. [11]

e-Objectif du traitement des ponts thermiques :

Le traitement des ponts thermiques répond à trois objectifs :

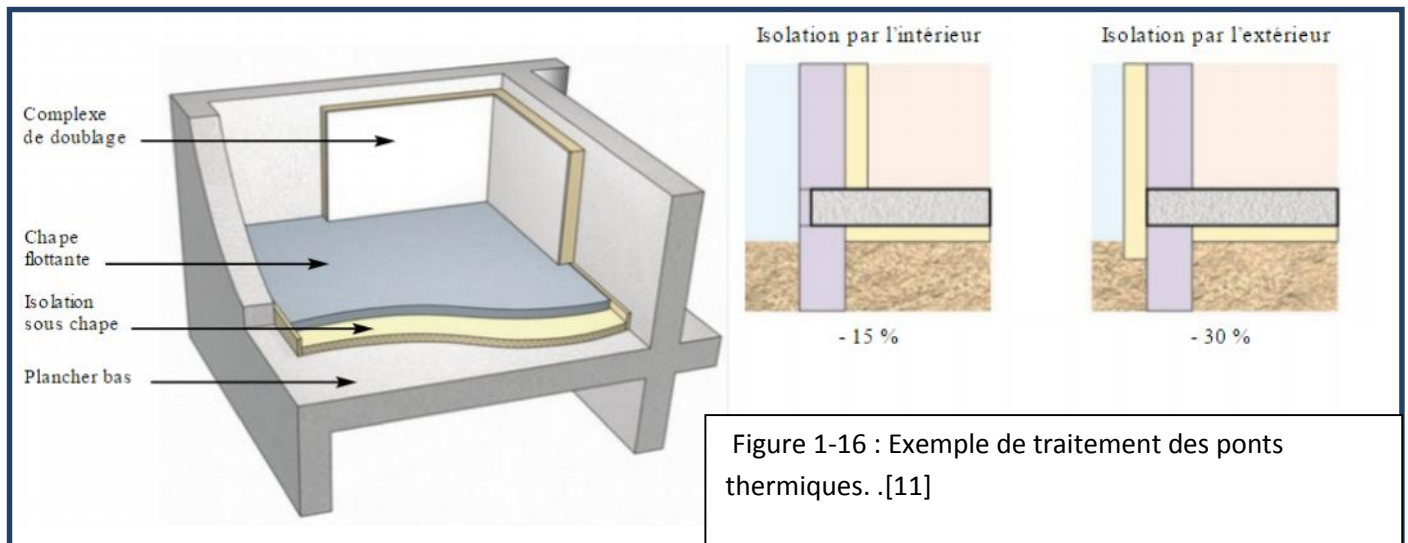
respect des exigences réglementaires d'aujourd'hui et à venir,

- économie d'énergie et protection de l'environnement,
- élimination des risques potentiels de pathologies. [11]

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

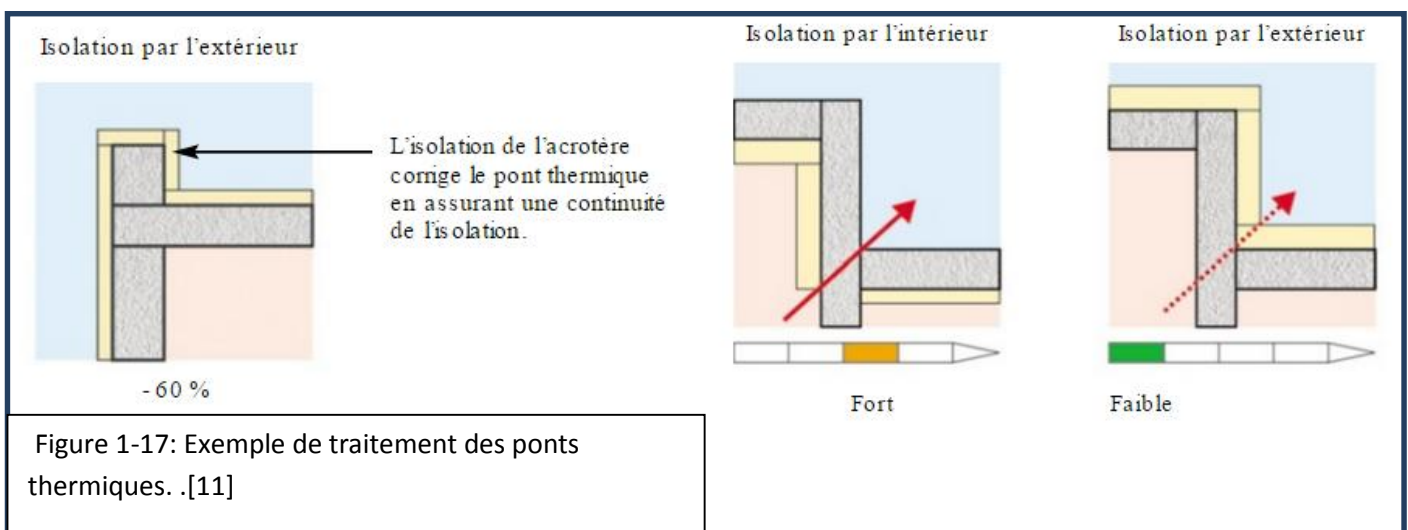
f-Exemple de traitement des ponts thermiques :

1- Isolation : Mur/dalle flottante :



- Pour une bonne correction du pont thermique, il est conseillé de remonter l'isolation en périphérie entre le mur et le nez de la chape. .[11]
- **Isolation :Acrotère :**

Isolation :Angles des murs :



1-2-76 :Ventilation :

La ventilation a pour vocation d'évacuer l'air vicié et l'excès d'humidité des logements en le renouvelant par de l'air frais.

Seul le renouvellement permanent et régulier de l'air permet de maintenir la maison et élimine l'humidité grâce à la circulation de l'air dans le bâtiment, en général des locaux secs vers les locaux humides.

Elle est nécessaire pour la santé et le confort elle assure :

1-satisfaction les besoins en O₂.

2-évacuation des polluants des odeurs

3-régulation hygrométrique pour éviter la condensation et formation des moisissures et les bactéries. .[12]

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

Différents types de ventilation :

Ventilation naturelle : assurée par une ouverture basse pour la pénétration de l'air frais et ouverture haute pour l'évacuation de l'air chaud.

Ventilation mécanique : l'extraction d'air frais se fait à l'aide des ventilateurs.

1-2-7-5 :Choix des matériaux :

une construction offre de façon simple un confort thermique acceptable en hiver comme en été, pour ce faire elle doit présenter certaines performances dont les trois principales sont :

- accumuler l'énergie, afin de valoriser de façon permanente les apports aléatoires de la météorologie.
- amortir les facilitations de la météorologie. .[9]
- déphaser les variations météorologiques.

a-Définition de l'inertie du bâtiment :

Elle est définie comme étant la vitesse à laquelle le bâtiment se refroidit ou s'échauffe.

Elle amortit les variations de la température, en absorbant et en stockant la chaleur reçue (apports solaires et internes)et permet de déphaser cette variation.

b-Paramètres de l'inertie thermique :

La diffusivité thermique : représente la tendance du matériau à favoriser la diffusion de la chaleur a l'intérieur du bâtiment.

Effusivité thermique : représente la capacité à échanger l'énergie avec l'environnement, plus elle est grande plus vite la chaleur est absorbée à restituer par le bâtiment. .[9]

Valeurs comparatives de l'inertie thermique des matériaux

Inertie thermique volumique ρc	Wh/m ³ .K	Inertie thermique volumique ρc	Wh/m ³ .K
Eau	1 131	Béton terre-paille 600 kg/m ³	208
Granite	722	Monomur	206
Meulière	611	Béton cellulaire 400 kg/m ³	111
Bois lourd (hêtre, chêne)	600	Béton chaux-chanvre 450 kg/m ³	85
Béton plein	597	Liège expansé	54
Pierre ferme	526	Perlite expansée 200 kg/m ³	50
Brique pleine (cuite)	514	Ouate de cellulose (panneaux)	37

Tableau 01 :valeurs de l'inertie thermique des matériaux. source .[09]

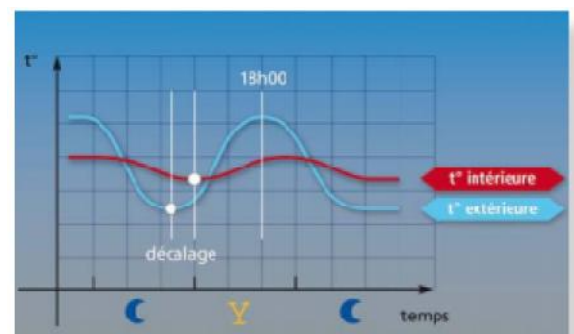
c- Inertie du béton pour les maisons BBC :

Le béton vecteur d'inertie thermique, il offre un gain :

Confort d'hiver : une pièce reste chaude malgré l'ouverture

D'une porte extérieure.

Figure1- 18: Le béton arme vecteur d'inertie.



▲ Principe d'évolution des températures de surface intérieures et extérieures d'une paroi à forte inertie.

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

Confort d'été : le bâtiment restitue le jour le froid qu'il a

Emmagasiné durant la nuit. Baisse de 1 à 2,5°C de la

Température maximale

Consommations : le gain est estimé entre 5 et 10 % sur la consommation de chauffage Maison BBC on. Le béton, pour une meilleure inertie thermique. .[13]

d- Déphasage de la variation de température :

Aspects pratiques : les premiers centimètres de béton en contact avec la température extérieure du bâtiment sont les plus importants en matière d'inertie, C'est avec eux que des échanges thermiques efficaces vont se créer. On comprend donc l'importance d'avoir, dans un bâtiment, des dalles de plancher et plafond en béton, ainsi que des murs de refends en béton maçonné ou coulé en place. .[9]

1-2-7-7:Choix du vitrage :

Facteur solaire : représente la proportion du « flux énergétique »

De la quantité de lumière solaire que le vitrage et sa protection

Laissent passer, c'est la somme de la partie du rayonnement

Transmise du flux énergétique et la partie absorbée réémise vers

L'intérieur du local. .[9]

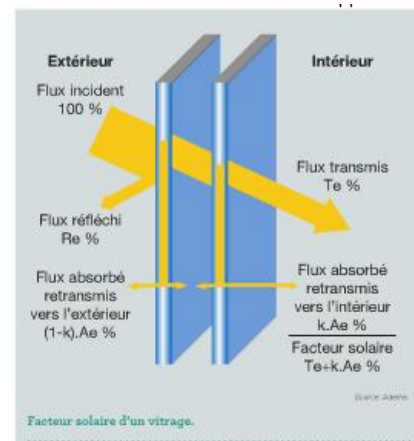


Figure 1-19 : transmission de chaleur à travers le vitrage Source : .[9]

a-Solutions d'amélioration des performances thermiques des fenêtres :

-pose de double-vitrages isolants, séparés de deux feuilles de verre séparées par une lame d'air, l'épaisseur est habituellement égale a (6,8,10 et 10) ,cette épaisseur permet de réduire la valeur du facteur solaire.

Cette solution est efficace sur le plan thermique et acoustique.

-en peut remplacer l'air par un gaz moins conducteur comme l'argon.[10]



Figure 1-20: coupe d'un profil en PVC pour un double vitrage (source GIZ,2012)

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

2-Définition de la conception bioclimatique active :

Conception bioclimatique active : l'objectif de cette conception est la diminution de la consommation énergétique dans le bâtiment on intégrant des systèmes actifs avec l'utilisation des énergies renouvelables.

L'énergie renouvelable la plus courante est l'énergie solaire qui permet de chauffer et de produire l'eau chaude sanitaire via les panneaux solaires thermiques, dans ce type de conception, il faut prévoir des espaces pour l'installation des équipements de l'installation. .[10]

2-1 Le Chauffe-eau solaire :

L'utilisation de l'énergie solaire pour la production d'eau chaude constitue une solution éco énergétique Par excellence. Cette ressource est disponible, inépuisable et gratuite.

Les constituants du système :

- 1-sous système de captation.
- 2-sous système de distribution
- 3-sous système de stockage.
- 4-sous système de régulation.
- 5- sous système d'appoint

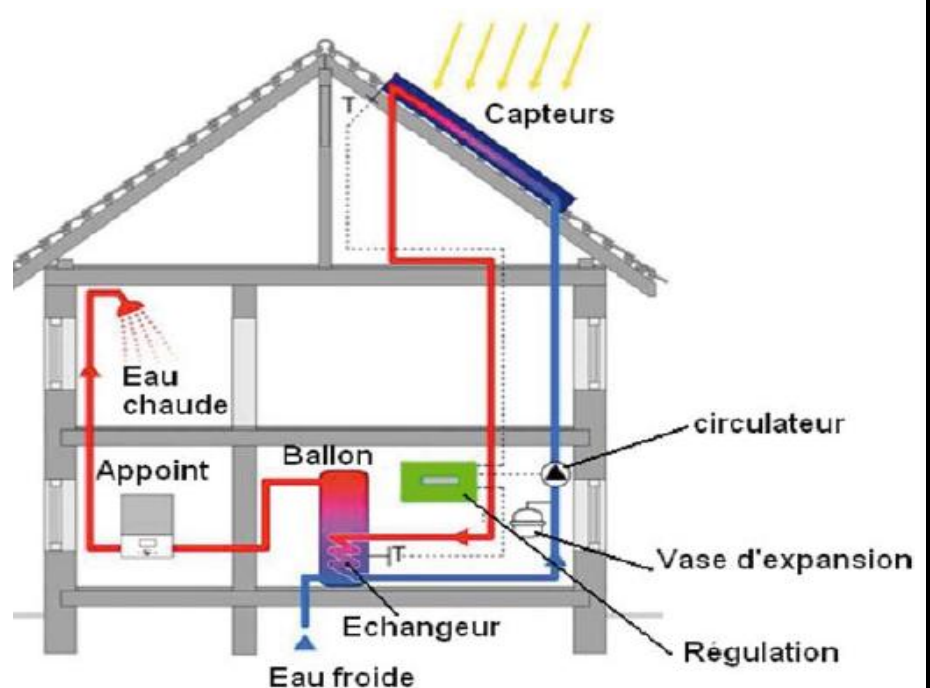


Figure 1-21 : système d'éléments séparés

3-Economie d'énergie dans le bâtiment :

Au niveau mondial, le secteur du bâtiment représente à lui seul plus de 32% de la consommation d'énergie finale. Le secteur résidentiel recèle donc un important potentiel d'économies d'énergie, les projets pilotes ont montré qu'avec un surcoût de 10% à 25% à la construction, jusque 60% d'économies d'énergie (principalement liées aux usages du chauffage et de la climatisation) pouvaient être réalisées. [2].

4-1 La politique énergétique en Algérie :

La politique algérienne en terme d'efficacité énergétique, essentiellement dans le secteur du bâtiment se traduit par les actions de quelques entités : l'APRUE soutenu par son bras financier le Fonds National pour la Maîtrise de l'Énergie (FNME) et le Programme National de Maîtrise de l'Énergie (PNME). A cela il faudra ajouter la collaboration des centres de recherches liés au domaine des bâtiments comme le centre du développement des énergies renouvelables (CDER) et le Centre National d'Études et de Recherches Intégrées du Bâtiment (CNERIB) et bien évidemment le ministère de l'Énergie et des Mines. .[10]

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

4-2 Généralisation de l'utilisation des lampes à basse consommation d'énergie :

L'objectif assigné à la stratégie d'action est l'interdiction de la commercialisation des lampes à incandescence (lampes classiques couramment utilisées par les ménages) sur le marché national et ceci, à l'horizon 2020. .[10]

4-3 La réglementation Algérienne dans le cadre de la maîtrise d'énergie :

4-3-1 : Textes relatifs à la maîtrise de l'énergie

- Loi n°99-09 du 28 juillet 1999 relative à la maîtrise de l'énergie ;
- Décret exécutif n°2000-90 du 24 avril 2000 portant réglementation thermique dans les bâtiments neufs ;
- Décret exécutif n°04-149 du 19 mai 2004 fixant les modalités d'élaboration du programme national de maîtrise de l'énergie (PNME) . .[10]

4-3-2 : Textes relatifs au développement durable

- Décret Présidentiel n° 94-465 du 25 Décembre 1994 portant création du Haut conseil de l'environnement et du développement durable et fixant ses attributions, son organisation et son fonctionnement ;

Loi n° 03-10 du 19 Juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable ;

- Loi n° 04-09 du 14 Août 2004 relative à la promotion des énergies renouvelables dans le cadre du développement durable. .[10].

4-3-3 : Textes relatifs à l'APRUE

- Décret n°87-08 du 6 janvier 1987 portant modification de la nature juridique et de l'organisation de l'Agence pour la promotion et la rationalisation de l'utilisation de l'énergie (A.P.R.U.E.) ;
- Décret exécutif n°92-73 du 18 février 1992, modifiant et complétant le décret n°87-08 du 6 janvier 1987 relatif à l'organisation de l'agence pour la promotion et la rationalisation de l'utilisation de l'énergie (A.P.R.U.E) . .[10]

4-3-4 Textes relatifs au Ministère de l'Habitat et de l'Urbanisme

- Arrêté ministériel du 10 décembre 1997 portant Approbation du document technique réglementaire relatif à la réglementation thermique des bâtiments « règle de calcul des déperditions calorifiques » (DTR C3.2) ;
- Arrêté ministériel du 18 août 1998 portant approbation du document technique réglementaire relatif aux « règles de calculs des apports calorifiques des bâtiments fascicule 2, climatisation » (DTR C3.4).
- Arrêté du 14 Novembre 2005 portant approbation du document technique réglementaire DTR C 3.31 intitulé « Ventilation naturelle-locaux à usage d'habitation ». .[10]

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

5-Etat de l'art :

5-1Articles consultes :

5-1-1Article n°01 :Bulletin trimestriel de l'aprue ,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%..[14]

5-1-2 :Article n°02 : L.houidef-« le programme ECO-BAT ,réalisation de 600 logements a haute performance énergétique » présentation Aprue 2009 :

Le nombre de logements est réparti comme suit pour les 11 wilayas concernées

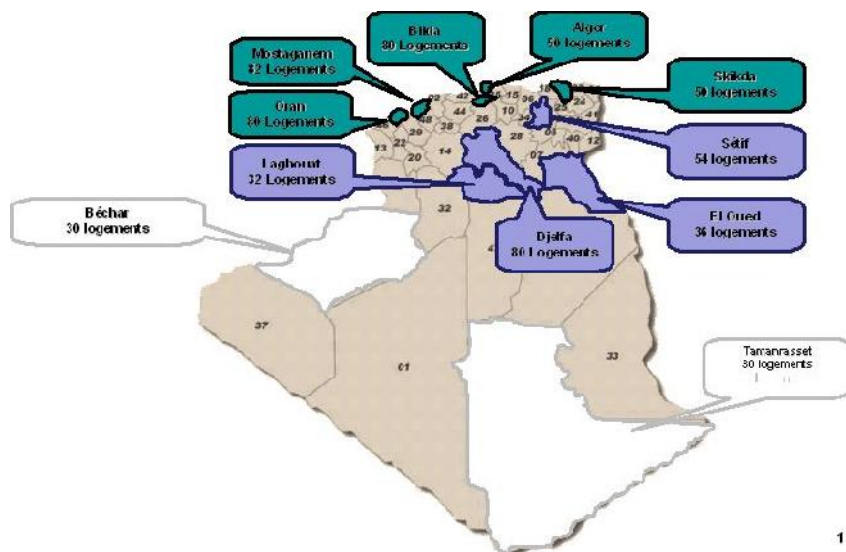


Figure1-22 : Répartition des logements (projet ECO-BAT), [14]

Stratégie de conception adoptée pour le projet:

- Limitation des déperditions thermiques.
- Orientation et conception adéquates des façades.
- Emploi des stratégies conceptuels et de matériaux adéquats [14]

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

5-1-3 :Article n°03 : Efficacité énergétique des logements à haute performance énergétique, 'HPE': Application au site de Béchar « 1 ».

Résumé - L'énergie est l'un des facteurs déterminants communs liés aux problèmes sociaux, environnementaux et économiques, mais elle peut aussi contribuer à leur solution. Parmi les secteurs où les études pourraient être faites en vue de réduire la demande énergétique, est le secteur du bâtiment

Le but de cet article : est de donner un exemple de simulation des logements Haute Performance Energétique (HPE) de la ville de Béchar traitée dans le cadre du projet Eco-Bat. [15]

Présentation du projet de Bechar :

Réalisation de 30 logements HPE à Bechar', une ville située au Sud-Ouest de l'Algérie à 1115 km de la capitale. Les logements sont de type F3 Duplex, Rez-de-Chaussée plus un étage (70 m² habitable).

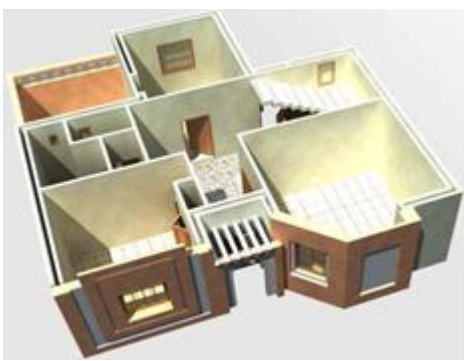


Figure1-23 : différents plans du projet de Bechar, . [15]

Dans le cadre de cette étude, le logement est considéré passif (sans aucun apport de climatisation et de réchauffement).

L'étude est basée sur les données météorologiques du site et en appliquant les principes de la conception bioclimatique avec variation de paramètres d'étude :

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

1-L'orientation : afin de minimiser les pertes de chaleur et favoriser les apports solaires pendant la période hivernale.

2- L'isolation: une bonne isolation intérieure et même des planchers hauts afin d'avoir une maison passive ; choix de l'isolant ainsi que l'épaisseur qui donne un meilleur rendement au logement étudié.

3-Choix du vitrage: utilisant des fenêtres performantes.

4-Choix des matériaux de construction

Une simulation dynamique sous logiciel 'Pléiades + Comfie a permis d'étudier le comportement thermique du bâtiment et d'identifier les besoins en chauffage et en climatisation.

Selon la simulation qui a été faite dans le cadre de l'étude : les besoins en chauffage ont réduit grâce à une bonne isolation du bâtiment , Aussi les besoins estimés par la simulation nous ont permis la recommandation d'installer un système de climatisation passif, et cela pour garder un confort thermique .

Synthèse: on peut garantir le confort pour l'habitant en appliquant les principes de la conception bioclimatique : orientation, isolation, choix des matériaux, et ventilation → Réduction de la consommation énergétique pour le chauffage.

5-1-4 : Article n°04 : Le portail des énergies renouvelables :

Objectifs du programme algérien des Energies Renouvelables

22 GW à l'horizon 2030

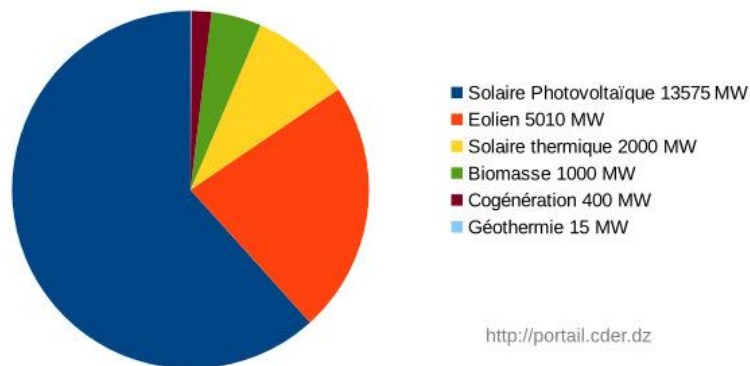


Figure 1-24 : Programme des énergies

La réalisation du programme permettra d'atteindre à l'horizon 2030 une part de renouvelables de près de 27% dans le bilan national de production d'électricité. Le volume de gaz naturel épargné par les 22 000 MW en renouvelables, atteindra environ 300 milliards de m³, soit un volume équivalent à 8 fois la consommation nationale de l'année 2014. [16]

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

5-2 : Mémoires consultés :

5-2-1 : ETUDE DE L'EFFICACITE ENERGETIQUE D'UN BATIMENT D'HABITATION A L'AIDE D'UN LOGICIEL DE SIMULATION (1) : Par Mr. BOURSAS Abderrahmane :

Objectif de la recherche : l'étude de l'impact des mesures d'efficacité énergétique passives (orientation, distribution intérieure, compacité, isolation, type de vitrage et matériaux de constructions) sur les besoins énergétiques thermiques d'un bâtiment résidentiel conditionné par des données météorologiques de la ville de Constantine, pour l'optimiser afin de le rendre plus performant.

Méthodologie de la recherche :

Présentation de l'évolution de la situation énergétique de l'Algérie, par secteur et par type d'énergie. L'examen des politiques énergétiques qui reflètent la situation énergétique, permet de déterminer les initiatives à entreprendre pour améliorer l'efficacité énergétique du bâtiment

La méthodologie de ce travail s'est portée sur les méthodes numériques utilisant la simulation thermique dynamique à l'aide du logiciel de simulation TRNSYS et son interface TRNBuild.

Les méthodes de simulation sont très performantes dans les analyses énergétiques du bâtiment, car elles traitent la majorité des paramètres significatifs reliés à la consommation d'énergie.

Une étude comparative a été faite à l'aide d'un outil de simulation, en changeant les paramètres passives de la construction (orientation, compacité, isolation, vitrage et matériaux de construction) afin d'avoir un logement optimal.

Synthèse :

1- Après l'étude statistique, qui a été faite dans le cadre de cette recherche, les résultats ont montré que le secteur résidentiel est le secteur énergivore et que le gaz est la principale source utilisée pour la production ; par conséquent le secteur le plus responsable des émissions de gaz à effet de serre (EGS).

2- l'étude statistique de la consommation énergétique a été comparée par celles de la France, Etats-Unis et Canada.

Les résultats obtenus ont montré que le résidentiel est un secteur en pleine expansion, mais l'impact de ce secteur n'est pas neutre sur l'économie et surtout sur l'environnement car il y'a des demandes spécifiques en terme d'énergie.

Des solutions adéquates ont été prises par les autres pays surtout chez les Canadiens qui sont :

Intégration des systèmes passifs dans la conception du bâtiment.

Intégration des systèmes actifs en utilisant les énergies renouvelables.

2- Evaluation des besoins énergétiques en fonction des mesures d'efficacité énergétique passives à titre d'exemple : l'isolation de la toiture et des murs extérieurs a un impact non négligeable bien que ce soit dans des proportions différentes.

Ce qui a été obtenu à travers la simulation dynamique que l'isolation des murs a un gain de 25 % par rapport à ce qui peut être obtenu jusqu'à 30% en isolant la toiture. [5]

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

5-2-2 : REHABILITATION THERMIQUE D'UN LOCAL DANS UNE ZONE ARIDE-CAS DE

GHARDHAIA :Par :Farida Sam [17]

Objectif de la recherche : l'objectif principal de cette recherche consiste à améliorer le confort thermique Du local d'étude ainsi que la réduction de la consommation énergétique à travers une intervention De réhabilitation thermique qui prend en charge

- les principes de l'architecture bioclimatique (isolation Thermique et inertie pour le stockage d'énergie.
- Utilisation de l'énergie solaire pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire.

Méthodologie de la recherche :

-pour l'amélioration du confort thermique, la méthode repose sur l'utilisation du diagramme Psychrométrique sur lequel sont répartie les données météorologique il permet de déterminer la zone de confort qui permettra à son tour de choisir les différentes solutions passives pour améliorer l'ambiance intérieure par conséquent réduire la consommation énergétique.

- Utilisation de l'énergie solaire pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire.

la méthode de dimensionnement repose sur l'utilisation de la méthode **F-CHART** ainsi que l'utilisation du logiciel-DCESAL-

Présentation du méthode F-chart :

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

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 EG_i et de la charge de chauffage L , en connaissant la température ambiante T_a et la température de l'eau froide. T_m

Calcul des variables et X et Y

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

$$X = \frac{A_c \times F'_R \times U_L \times (T_{ref} - \bar{T}_a)}{L} \quad (1)$$

$$Y = \frac{A_c \times F'_R \times (\bar{\tau \alpha}) \times EG^i \times N_m}{L} \quad (2)$$

Où A_c représente la surface des capteurs; F'_R est le facteur modifié d'évacuation de la chaleur du capteur solaire; U_L le coefficient global de pertes thermiques; et $\bar{\tau \alpha}$ la moyenne mensuelle du produit de la transmissivité et de l'absorptivité du capteur.

Calcul de la fraction solaire f

La fraction solaire f de la charge de chauffage totale mensuelle couverte par le chauffe-eau solaire est donnée en fonction de x et y et , corrigé de la manière suivante :

$$f = (1.029 \times Y) - (0.065 \times X) - (0.245 \times Y^2) + (0.0018 \times X^2) + (0.0215 \times Y^3) \quad [18] \quad (3)$$

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

4-3 : Projets réalisés:

4-3 -1 : Exemples de projets réalisés en France :

a-Exemple n°01 : 28 logements locatifs BBC a Pontarlier :

La ville se situe dans le centre-est de la France, dans le sud du Département du Doubs, à une dizaine de kilomètres de la Frontière suisse. [19]

Caractéristiques du bâtiment :

On appliquant les principes d'une conception bioclimatique, cette nouvelle opération compte 28 logements locatifs BBC (Bâtiment basse consommation)

Répartis sur quatre niveaux. L'immeuble comporte un sous-sol, un rez-de-chaussée, trois étages et un niveau de combles techniques.

Tous les logements sont accessibles aux personnes à mobilité réduite par un ascenseur positionné en partie centrale du bâtiment, desservant tous les niveaux. Les balcons donnant sur les séjours le sont également.

Le niveau de sous-sol comporte treize garages boxés, un local pour cycles et quatre caves. 24 places de parking ont été aménagées à l'entrée du programme.

Caractéristiques du bâtiment :

-Le bâtiment est « habillé » par une isolation extérieure, technique permet de supprimer les ponts thermiques au niveau des planchers et d'améliorer l'inertie thermique.



Figure1-26 : Vue sur projet , [19]

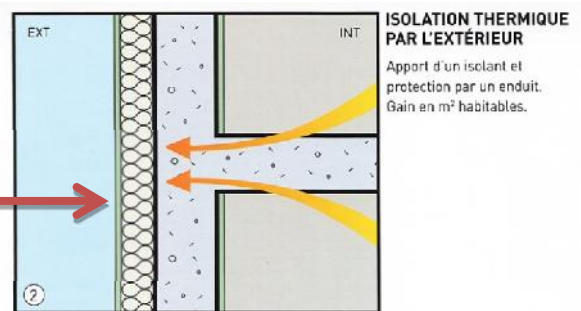


Figure1-27 : Détails d'Isolation extérieure sur murs extérieurs , [19]



Figure1-28: Isolation extérieure sur murs extérieurs , [19]



Figure 1-25 : 28 logements locatifs BBC a Pontarlier,source : [19]

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

- le chauffage, est assuré par La chaufferie collective gaz à Condensation aménagée au rez-de-chaussée de l'immeuble de Manière à réduire au maximum les déperditions.
- L'eau est préchauffée par 30 m² de capteurs solaires.



Figure1-29 : Capteurs intégrés en toiture, [19]

Synthèse :

- 1-Réduction de la consommation énergétique des besoins en chauffage par le traitement de l'isolation extérieure et l'amélioration de l'inertie thermique du bâtiment.
- 2-Réduction de la consommation énergétique pour la production d'eau chaude sanitaire en utilisant l'énergie solaire.

b-Exemple n°02 :

2-Eau chaude sanitaire solaire garantie à la copropriété [20]

“Les Cèdres” de Lons-le-Saunier (39)



Figure1-30: Projet :“Les Cèdres” de Lons-le-Saunier (39), [20]

L'installation comprend 172 m² de capteurs solaires Giordano intégrés en toiture et répartis sur quatre bâtiments. Elle assure le préchauffage (ou le chauffage complet) de l'eau chaude sanitaire pour 44 logements.



Figure1-31 : Détails de l'installation, [20]

Le système d'appoint est assuré par des chaudières individuelles à gaz .

Chaque bâtiment est autonome par son réservoir du type grande surface d'échange de 2000 litres

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

Synthèse: L'installation solaire couvre en moyenne 50 % des besoins annuels en eau chaude sanitaire et 100 % de juin à septembre. L'économie annuelle est de 63 000 kWh. Après trois ans de garantie, le nombre de kWh solaires produits est en moyenne supérieur de 19 % au prévisionnel. [20]

4-3 -2 Exemple de projet réalisé en Algérie :

Exemple n°04 :

Le modèle étudié est classé comme un projet pilote construction d'une maison à haute efficacité énergétique « Soudania- Alger »: [26]



Figure 1-32 :Vue sur la maison de« Soudania- Alger » [26]

La maison est une habitation rurale de type F3 de 70m² de surface, construite au CNERIB (Centre national d'études et de recherches intégrées du bâtiment) avec la collaboration du CDER (Centre de développement des énergies renouvelables), ces deux institutions ont été sélectionné par le programme MED-ENEC (Mediterranean Energy Efficiency in Construction Structure).

Caractéristiques du projet ¹:

1-Ututisation des principes d'une conception bioclimatique pour avoir une maison HQE :

-Orientation de la maison.

-Choix des matériaux ; utilisation de la pierre en BTS séchée au soleil pour le remplissage des murs

-Isolation des murs et des planchers ; utilisation du polystyrène expansé comme isolant.

-Utilisation du double vitrage pour une meilleure isolation thermique et acoustique.

1-Intégration de l'énergie solaire (capteurs solaires au niveau de la toiture) pour le chauffage :

Le système de chauffage est composé des éléments suivants comme il est montré sur la figure

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

1. Champ de captation constitué de 4 capteurs montage en série.
2. Une cuve de stockage d'eau de 300L de l'eau chaude sanitaire.
3. Canalisation du fluide caloporteur.
4. Des pompes de circulation et des vannes.
5. locaux à chauffer.

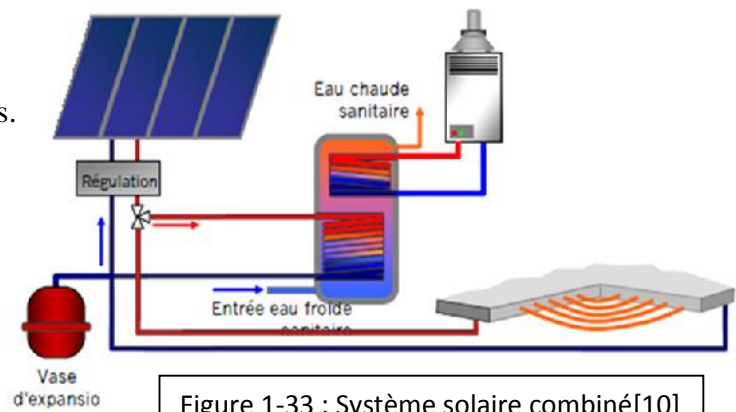


Figure 1-33 : Système solaire combiné[10]



Figure 1-34 capteur intégré en toiture« Soudania- Alger »



Figure1- 35 : installation de la maison« Soudania- Alger » [26]

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

Chapitre : 02 Présentation du cas d'étude :

Notre choix s'est porté sur la ville de Blida

2-1-1 Présentation de la ville:

La commune de Blida est située au centre de la wilaya de Blida.

La ville est située à 47 km au sud-ouest d'Alger, sur la bordure

Sud de la plaine de la Mitidja à 22 km de la mer.

L'unité urbaine s'étend en outre de la commune de Blida sur les

communes suivantes : Ouled Yaïch, Soumaa, Bouarfa,

Beni Mered et Guerouaou.

La ville de Blida est située au pied du versant nord de l'Atlas

blidéen et au Sud de la plaine de la Mitidja, à une altitude de 260 mètres.



Figure2- 1 : Situation de la ville de

Elle est localisée sur un cône de déjection construit par l'oued Roumman-El Kebir

2-1-2 Données climatiques de la ville de Blida:

Latitude : 36° ,Longitude : 2 ° Altitude : 260m :

Classification de la ville de Blida selon la classification thermique du DTR (3-2) des communes de L'ALGERIE :

09 BLIDA	Toutes les communes	B
--------------------	---------------------	----------

Tableau 2-2 : Classification de la ville de Blida [3]

2-1-3 Caractéristiques météorologiques de la ville :

a- Période hivernale :

Caractéristiques climatiques moyennes par zone	Caractéristiques climatiques du mois le plus froid: Janvier							
	T _{moy}	T _{min. moy}	T _{max. moy}	T _{min. abs.}	T _{max. abs.}	Ecart diurne	V Variabil.	T _{extérieure de base.}
ZONE B								
< 500 m	10	5	15	1	20	10	4	2
500 - 1000 m	8	4	12	0	17	8	4	1
> 1000 m	5,5	2	9	-2	14	7	4	-1

b- Période estivale :

Caractéristiques climatiques moyennes par zone	Caractéristiques climatiques du mois le plus chaud: Juillet								
	T _{moy}	T _{max. moy}	T _{min. moy}	T _{min. abs.}	T _{max. abs.}	Ecart diurne	V Variabil.	T _{effec. max. moy.}	T _{extérieure sèche de base.}
ZONE B									
< 500 m	26,5	34	19	15	41,5	15	7,5	27,5	38
500 - 1000 m	26,5	34	10	15	40	15	6	27	37
> 1000 m	25	32	18	12	38	14	6	26	35

Tableau 2-3 : Caractéristiques climatiques de la région de Blida source [3]

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

2-2-1 Présentation du site :



Figure2-4 : POS de diar el Bahri Beni mered-Blida-



Figure2-5 POS de diar el Bahri Beni mered-Blida-

-L'intervention a été faite au niveau d'une Partie du POS de Diar El Bahri au niveau de la commune de Beni mered.

Le site est délimité par une voie périphérique.


*Au Nord : habitation individuelle.*Au Sud: marché.*L'Est: Habitat collectif.*A l'ouest: Une école primaire placette.

2-2-2 : Présentation de la cellule a étudié :

Présentation du plan de masse:



Figure 2-6 : Plan de masse

 : Cas d'étude

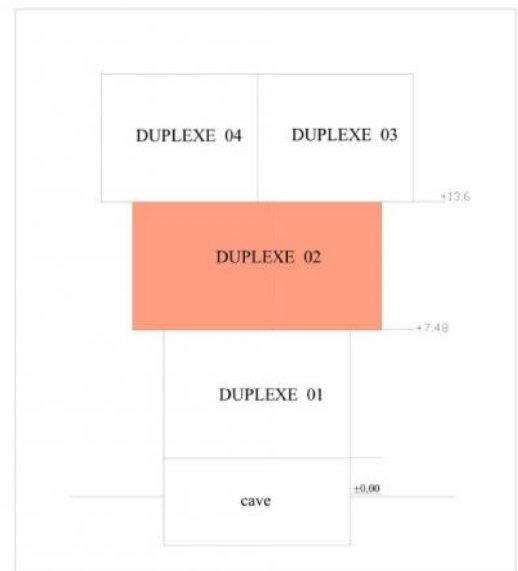



Figure 2-7: Coupe schématique du cas d'étude.

 : Cas d'étude.

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

Description du logement d'étude :

Notre choix s'est porté sur un duplexe type F5 d'une surface habitable de : 170m², situé au niveau intermédiaire (niveau : +7.48m).

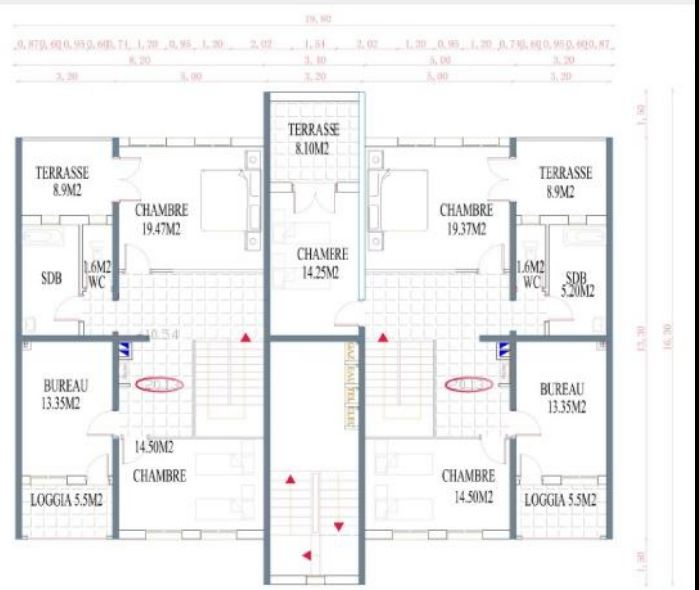
Le niveau +7,48m comprend : un séjour, un salon, cuisine, , hall , sdb , WC.

Le niveau +10,54 m comprend : 4 chambres, hall , sdb , WC.

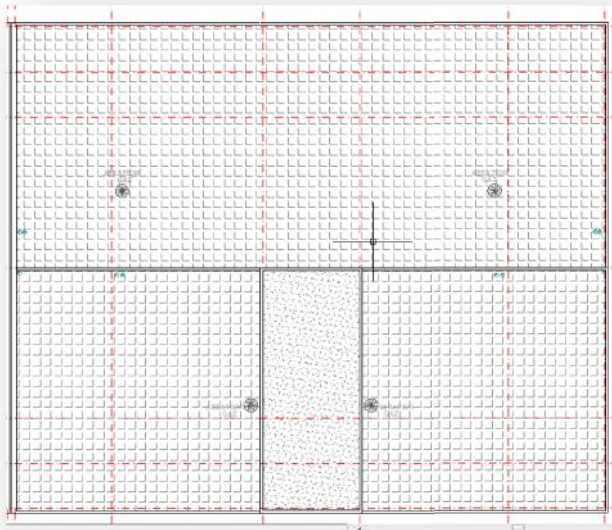
Présentation des plans :



Plan niveau :+7.48m



Plan niveau :+10.54m



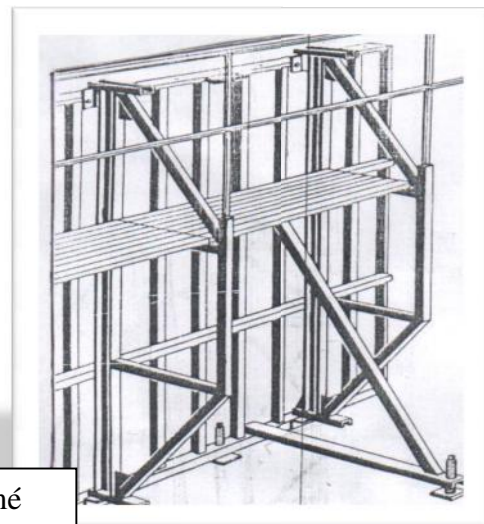
Système Plan de toiture

La structure est faite en béton armé

Voiles en béton armé : épaisseur :34 cm

Plancher en dalle pleine épaisseur :22 cm

Figure 2-8: Système coffrage table et banche en béton armé



INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

2-2-3 Caractéristiques du cas d'étude :

Composition des murs extérieurs :

1-Mur extérieur en brique creuse

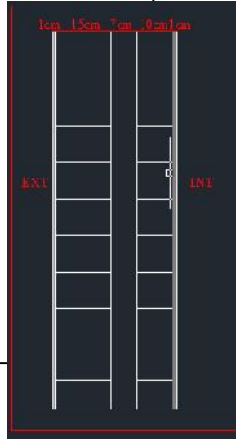
Mortier de ciment: E=1cm

Brique creuse: E=15cm

Lame d'air: E=7cm

Brique creuse: E=10

Mortier de plâtre: E=1cm



2-Mur en béton:

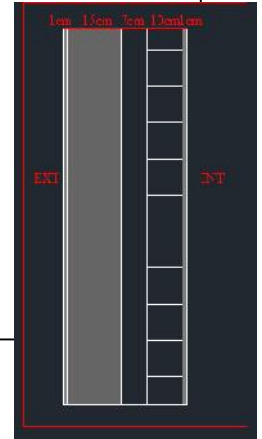
Mortier de ciment: E=1cm

Béton lourd: E=15cm

Lame d'air: E=7cm

Brique creuse: E=10cm

Mortier de plâtre: E=1cm en



Composition du plancher :

Carrelage : E=2cm.

Chappe en mortier de ciment : E=2cm.

Béton lourd : E=15cm.

Enduit de plâtre E=1cm

Type d'ouvertures :

Fenêtre en bois simple vitrage

Porte fenêtre en bois.

Porte en bois.

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

Afin d'atteindre les objectifs de notre recherche, on doit identifier les besoins à travers le calcul du bilan thermique, dans cette étape d'étude on va vérifier la conformité du bâtiment par rapport à la réglementation thermique des bâtiments d'habitation (DTR C3-2) et calculer les déperditions calorifiques.

2-3 : Calcul du bilan thermique :

L'exigence réglementaire, sur laquelle s'appuie le (DTR C3-2) consiste à limiter les déperditions calorifiques des logements en fixant un seuil à ne pas dépasser appelé déperditions de référence.

Le DTR a pour objectif de fixer les méthodes de Vérification de la conformité des bâtiments à la réglementation thermique.

La détermination des apports calorifiques des bâtiments. [3]

Afin d'appliquer la réglementation sur notre cas d'étude on a calculé le bilan thermique du logement selon la première composition des éléments constructifs et après traitement de l'enveloppe extérieure (Rappel sur le calcul du bilan thermique annexe1).

2-3 -1 vérification de la conformité du bâtiment avant renforcement :

Composition des parois

1-Mur en béton:

Mortier de ciment: E=1cm

Béton lourd: E=15cm

Lame d'air: E=7cm

Brique creuse: E=10cm

Calcul de K coefficient de transmission surfacique (w/m²°C) selon DTR(3-2):

Mortier de ciment: $R = e/\lambda = 0.01/1.15 = 0.01 \text{ m}^2 \cdot \text{C}^\circ/\text{w}$

Béton lourd: $R = R = e/\lambda = 0.15/1.05 = 0.14 \text{ m}^2 \cdot \text{C}^\circ/\text{w}$

Lame d'air: $R = :0.16 \text{ m}^2 \cdot \text{C}^\circ/\text{w}$ selon DTR (chapitre 03)(annexe)

Brique creuse: $R = 0.2 \text{ m}^2 \cdot \text{C}^\circ/\text{w}$ selon DTR (annexe 3)(annexe)

Mortier de plâtre: $R = R = e/\lambda = 0.01/0.35 = 0.03 \text{ m}^2 \cdot \text{C}^\circ/\text{w}$

Résistances superficielles :(chapitre 01)

$1/h_i + 1/h_e = 0.17 \text{ m}^2 \cdot \text{C}^\circ/\text{w}$

$R = R_i R = 0.01 + 0.14 + 0.16 + 0.2 + 0.16 + 0.03 + 0.17 = 0.71 \text{ m}^2 \cdot \text{C}^\circ/\text{w}$

$K = 1/0.71 = k = 1.40 \text{ w/m}^2\text{C}^\circ$

1-Mur extérieur en brique creuse :

Mortier de ciment: E=1cm

Brique creuse: E=15cm

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

Lame d'air: $E=7\text{cm}$

Brique creuse: $E=10\text{cm}$ selon DTR (annexe 3)(annexe)

Mortier de plâtre: $E=1\text{cm}$.

Calcul de K coefficient de transmission surfacique ($\text{w}/\text{m}^2\text{c}^\circ$) selon DTR:

Mortier de ciment: $R=e/0.01/1.15=0.01 \text{ m}^2.\text{c}^\circ/\text{w}$.

Brique creuse: $R=0.3 \text{ m}^2.\text{c}^\circ/\text{w}$ selon DTR (annexe 3) (annexe).

Lame d'air $E=7\text{cm}$ $R=0.16 \text{ m}^2.\text{c}^\circ/\text{w}$ selon DTR (chapitre 03) (annexe).

Brique creuse $E=10\text{cm}$ $R=0.2 \text{ m}^2.\text{c}^\circ/\text{w}$ selon DTR (annexe 3).

Mortier de plâtre: $R=e/0.01/0.35=0.03 \text{ m}^2.\text{c}^\circ/\text{w}$

Résistances superficielles :(DTR chapitre 01)(annexe)

$1/h_i+1/h_e=0.17 \text{ m}^2.\text{c}^\circ/\text{w}$ Résistances superficielles :(chapitre 01)

$1/h_i+1/h_e=0.17 \text{ m}^2.\text{c}^\circ/\text{w}$

$R=R_i R=0.17+0.01+0.3+0.2+0.16+0.03=0.87 \text{ m}^2.\text{c}^\circ/\text{w}$

$K=1/0.87=k=1.15 \text{ w}/\text{m}^2\text{C}^\circ$.

Composition du plancher :(car mon bâtiment présente un décrochement vertical, une partie du plancher donne sur l'extérieur) :

Carrelage : $E=2\text{cm}$.

Chappe en mortier de ciment : $E=4\text{cm}$.

Béton lourd : $E=15\text{cm}$.

Enduit de plâtre $E=1\text{cm}$

Calcul de K coefficient de transmission surfacique ($\text{w}/\text{m}^2\text{c}^\circ$) selon DTR:

Mortier de ciment: $R=e/0.02/1.70=0.01 \text{ m}^2.\text{c}^\circ/\text{w}$.

Chape en mortier : $R=e/0.07/1.15=0.06 \text{ m}^2.\text{c}^\circ/\text{w}$.

Béton lourd: $R=R=e/0.15/1.05=0.14 \text{ m}^2.\text{c}^\circ/\text{w}$

Mortier de plâtre: $R=e/0.01/0.35=0.03 \text{ m}^2.\text{c}^\circ/\text{w}$

Résistances superficielles :(DTR chapitre 01)(annexe)

$1/h_i+1/h_e=0.22 \text{ m}^2.\text{c}^\circ/\text{w}$ Résistances superficielles :(chapitre 01)

$1/h_i+1/h_e=0.22 \text{ m}^2.\text{c}^\circ/\text{w}$

$R=R_i R=0.01 +0.06 +0.14 +0.03 +0.22 =0.46 \text{ m}^2.\text{c}^\circ/\text{w}$

$K=1/0.46=k=2.17 \text{ w}/\text{m}^2\text{C}^\circ$.

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

NB : Selon DTR (1.2.3) dans le cas, ou une paroi sépare deux bâtiments adjacents chauffés, on considèrera, sauf spécifications contraires, qu'ils sont à la même température ; par conséquent les déperditions a travers cette paroi sont nulles.

Surface des murs :

-Le logement est en duplexe : d'une surface habitable de 170m²

Surface du mur extérieur en béton en contact avec l'extérieur= (périmètre du mur en contact avec l'extérieur *hauteur)-surface des ouvrants.

Hauteur=HT -épaisseur de la dalle=6.12-(0.25*2)=5.7m

Surface ouvrants :

Porte fenêtre : (1.20*2.1) *2=5.04m²

S= (16.17*5.7)-5.04=87.12m²

Surface du mur extérieur en brique en contact avec l'extérieur= (périmètre du mur en contact avec l'extérieur *hauteur)-surface des ouvrants :

Surface ouvrants :

Porte fenêtre :(1.20*2.1)=2.52m²

Porte fenêtre :(0.95*2.1)=2m².

Fenêtres :(1.2*1.4)*12=20.16m²

Surface ouvrants : 2.52+ 2+ 20.16 =24.68m²

Surface du mur en brique : 135.09-24.68==110.41m²

Surface du mur extérieur en béton en contact avec local non chauffé= (périmètre du mur en contact avec l'extérieur *hauteur)-surface des ouvrants :

Porte donne sur local non chauffe :(1.2*2.10)=2.64 m²

S mur=(6.29*5.7)-2.64=33.21m²

Surface totale des murs=s mur en briques+ mur en béton expose sur l'extérieur +mur en béton en contact avec LNC

Smur=87.12+110.41+33.21=230.74m²

Surface du plancher :

S₂=8*2=16 m²

Calculs des déperditions de référence : Selon DTR :

La région :Blida : logement en immeuble collectif : (selon DTR 3-2)(annexe)

:a=0.9 b=2.40,c=1.2,d=3.5 ,e=4.5

Alors :

S₁=surface toiture=0 pas de déperditions.

S₂= surface plancher bas=16 m²

S₃= surface murs=230.74m²

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

$$S4=\text{surface porte}=2.64 \text{ m}^2$$

$$S5=\text{surface fen\^etre}= 29.72\text{m}^2$$

$$Dr=S1*0.9+S2*2.4+S3*1.2+S4*3.5+S5*4.5$$

$$Dr=0*1.10+16*2.4+230.74*1.2+2.64*3.5+29.72*4.5=458.26 \text{ W}/^\circ\text{C}$$

D\^eperditions de r\^ef\^erence =458.26 W/^\circ C

Calcul des d\^eperditions de base (du logement):

D\^eperditions \^a travers les murs ext\^erieurs en b\^eton en contact avec l'\^ext\^erieur :

$$87.12*k=87.12*1.40=121.96 \text{ W}/^\circ\text{C}$$

D\^eperditions \^a travers les murs ext\^erieurs en b\^eton en contact avec LNC :

$$D_{lnc}=\tau*(k*A).$$

Selon DTR Tau=0.5.

$$D_{lnc} =0.5 (33.21*1.4)=23.24 \text{ W}/^\circ\text{C}$$

D\^eperditions \^a travers les murs ext\^erieurs en brique en contact avec l'\^ext\^erieur

$$110.41*k=112.80*1.15=126.97 \text{ W}/^\circ\text{C}$$

$$DT=D1+D2+D3 =121.96 + 23.24 +126.97 =272.2 \text{ W}/^\circ\text{C}$$

D\^eperditions \^a travers les fen\^etres :

$$29.72*5=148.6 \text{ W}/^\circ\text{C} \text{ selon DTR(annexe)}$$

D\^eperditions \^a travers les portes:

$$2.64*2=5.28 \text{ W}/^\circ\text{C} \text{ selon DTR(annexe)}$$

D\^eperditions \^a travers les planchers :

$$16*2.17= 34.72 \text{ W}/^\circ\text{C}$$

D\^eperditions surfaciques :

$$272.2+148.6 +5.28+34.72 =460.8 \text{ W}/^\circ\text{C}$$

D\^eperditions lin\^eique :

Selon le DTR :

D\^eperditions lin\^eiques=20/ des d\^eperditions surfaciques

$$460.8 *20/100=92.16\text{W}/^\circ\text{C}$$

D\^eperditions par transmission :

D\^eperditions surfaciques +d\^eperditions lin\^eique

$$460.8 +92.16=552.96 \text{ W}/^\circ\text{C}$$

V\^erification par rapport aux d\^eperditions de r\^ef\^erence :

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

$$Dt \leq Dr * 1.05 \text{ alors : } Dr = 458.26 * 1.05 = 481.17 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

$$552.96 \text{ W/}^\circ\text{C} \leq 481.17 \text{ W/}^\circ\text{C} \text{ r\u00e9sultat non v\u00e9rifi\u00e9.}$$

Selon la v\u00e9rification notre logement ne r\u00e9pond pas aux normes de la r\u00e8glementation.

-Calcul des d\u00e9perditions par renouvellement d'air :

$$Dr = 0.34 * Q_v + Q_s$$

Q_v = d\u00e9bit de ventilation.

Q_s : d\u00e9bit suppl\u00e9ment par infiltration :

Calcul de Q_v

$$\text{Max}(0.6 * V_h ; Q_{vref}) \quad (\text{M}^3/\text{h})$$

Selon DTR :

Nombre de pi\u00e8ces principales : 4

$$Q_{vmin} = 100 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{vmax} = 195 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{vref} = 5Q_{vmin} + Q_{vmax} / 6 \quad Q_{vref} = 5(100) + 221 / 6 \text{ m}^3/\text{h} \quad = 128.5 \text{ m}^3/\text{h}$$

Calcul du volume habitable : duplexe

$$\text{Surface habitable} * h = 170 * 2.8 = 476 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_v = 0.6 * 476 = 285.6 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$D_v = 0.34 * 285.6 * 11 = 1068.14 \text{ W}$$

Par infiltration : $Q_s = m A_{em} + f A_{fe}$

M : perm\u00e9abilit\u00e9 des ouvrants.

Par infiltration :

$$Q_i = m A_{em}$$

Valeur de m simples fen\u00eatres $m = 2$ (tableau 26) .(donne sur l'ext\u00e9rieur)

e_m (coefficient d'exposition au tirage thermique et au vent) = 8

$$A_m = 29.72 \text{ m}^2$$

$$Q_i = (2 * 29.72) * 8 = 475.5 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

$$D_m = 0.34 * 475.5 * 11 = 1778.37 \text{ W.}$$

Porte donne sur LNC : $e_i = 1.7$ (coefficient d'exposition au tirage thermique).

Valeur de m porte = 6

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

$$Q_i = 2.64 * 6 * 1.7 = 26.92 \text{ W / } ^\circ\text{C}$$

$$Q_{inc} = 0.34 * 26.92 * 3 = 27.4584 \text{ W}$$

$$D_{ra} = D_v + D_i = 1068.14 + 1778.37 + 27.4584 = 2874 \text{ W}$$

$$D_t = D_s + D_l$$

$$D_s = 460.8 * 11 = 5068.8 \text{ W}$$

$$D_l = 92.16 * 11 = 1013.76 \text{ W}$$

$$D_t = D_s + D_l + D_{ra} = 5068.8 + 1013.76 + 2874 = 8957 \text{ W}$$

2-3 -2 Calcul de coefficient de déperditions volumique: 0.5 G 1.05

$D_t = G \cdot V$. t donc $G = D_t / V$. t alors $G = 8497.31 / 476.11 = 1.62$ alors notre logement est mal isolé.

2-3 – 3-verification de la conformité du logement après renforcement par une isolation et choix d'ouvertures:

Composition des parois

1-Mur en béton:

1-Mur en béton:

Mortier de ciment: E=1cm.

Béton lourd: E=15cm.

Laine de Roche: E=10cm.

Placoplatre BA 13: E=1.3cm.

Calcul de K coefficient de transmission surfacique (w/m2) selon DTR(3-2):

Mortier de ciment: $R = e / \lambda = 0.01 / 1.15 = 0.01 \text{ m}^2 \cdot \text{C}^\circ / \text{w}$

Béton lourd: $R = R = e / \lambda = 0.15 / 1.05 = 0.14 \text{ m}^2 \cdot \text{C}^\circ / \text{w}$

Laine de Roche: $R = R = e / \lambda = 0.1 / 0.041 = 2.43 \text{ m}^2 \cdot \text{C}^\circ / \text{w}$

Placoplatre BA 13: E=1.3cm. $R = e / \lambda = 0.013 / 0.32 = 0.4$

Résistances superficielles :(chapitre 01)

$$1/h_i + 1/h_e = 0.17 \text{ m}^2 \cdot \text{C}^\circ / \text{w}$$

$$R = R_i = R = 0.01 + 0.14 + 2.43 + 0.4 + 0.17 = 3.15 \text{ m}^2 \cdot \text{C}^\circ / \text{w}$$

$$K = 1 / 3.15 = k = 0.31 \text{ w/m}^2 \cdot \text{C}^\circ$$

2-Mur extérieur en brique creuse :

Mortier de ciment: E=1cm

Brique creuse: E=15cm

Laine de Roche: E=10cm

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

Placoplatre BA 13: $E=1.3\text{cm}$.

Calcul de K coefficient de transmission surfacique (w/m^2) selon DTR(3-2):

Mortier de ciment: $R=e/ \quad 0.01/1.15=0.01\text{m}^2.\text{c}^\circ/\text{w}$

Brique creuse: $R=0.3 \text{m}^2.\text{c}^\circ/\text{w}$ selon DTR (annexe 3) (annexe).

Laine de Roche: $R= R=e/ \quad 0.1/0.041=2.43 \text{m}^2.\text{c}^\circ/\text{w}$

Placoplatre BA 13: $E=1.3\text{cm}$. $R= e/ \quad ,0.013/0.32=0.4$

Résistances superficielles :(chapitre 01)

$1/h_i+1/h_e=0.17 \text{m}^2.\text{c}^\circ/\text{w}$

$R= \quad R_i R=0.01+0.3+2.43+0.4+0.17=3.31 \text{m}^2.\text{c}^\circ/\text{w}$

$K=1/3.31=k=0.30 \text{w/m}^2\text{C}$.

Surface du mur extérieur en béton en contact avec l'extérieur= 87.12m^2

Surface du mur en béton en contact avec LNC= 33.21m^2

Surface du mur en brique en contact avec l'extérieur : = 110.41m^2

Composition du plancher :(car mon bâtiment présente un décrochement vertical, une partie du plancher donne sur l'extérieur) :

Carrelage : $E=2\text{cm}$.

Chappe en mortier de ciment : $E=4\text{cm}$.

Béton lourd : $E=15\text{cm}$.

Enduit de plâtre $E=1\text{cm}$

Calcul de K coefficient de transmission surfacique ($\text{w/m}^2\text{c}^\circ$) selon DTR:

Mortier de ciment: $R=e/ \quad 0.02/1.70=0.01 \text{m}^2.\text{c}^\circ/\text{w}$.

Chape en mortier : $R=e/ \quad 0.04/1.15=0.03 \text{m}^2.\text{c}^\circ/\text{w}$.

Laine de Roche: $R= R=e/ \quad 0.07/0.041=1.70 \text{m}^2.\text{c}^\circ/\text{w}$

Béton lourd: $R= R=e/ \quad 0.15/1.05=0.14 \text{m}^2.\text{c}^\circ/\text{w}$

Mortier de plâtre: $R=e/ \quad 0.01/0.35=0.03 \text{m}^2.\text{c}^\circ/\text{w}$

Résistances superficielles :(DTR chapitre 01)(annexe)

$1/h_i+1/h_e=0.22 \text{m}^2.\text{c}^\circ/\text{w}$ Résistances superficielles :(chapitre 01)

$1/h_i+1/h_e=0.22 \text{m}^2.\text{c}^\circ/\text{w}$

$R= \quad R_i R=0.01 +0.03+1.7 +0.14 +0.03 +0.22 =0.46 \text{m}^2.\text{c}^\circ/\text{w}$

$K=1/2.13=k=0.47 \text{w/m}^2\text{C}$.

Calculs des déperditions de référence : Selon DTR :

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

Ht=5.6 cm

La région :Blida : logement en immeuble collectif : (selon DTR 3-2)(annexe)

:a=0.9 b=2.40,c=1.2,d=3.5 ,e=4.5

Alors :

S1=surface toiture=0 pas de déperditions.

S2= surface plancher bas=16 m²

S 3= surface murs=226.69m²

S4=surface porte=2.64 m²

S5=surface fenêtre= 29.72m²

Dr=S1*0.9+S2*2.4+S3*1.2+S4*3.5+S5*4.5

Dr=0*1.10+16*2.4+226.69*1.2+2.64*3.5+29.72*4.5=453.4 W/°C

Déperditions de référence =453.4 W/°C

Calcul des déperditions de base (du logement):

Ht=5.6m

Surface du mur extérieur en béton en contact avec l'extérieur=85.12m²

Surface du mur en béton en contact avec LNC=32.62m²

Surface du mur en brique en contact avec l'extérieur : =108.47m²

Déperditions à travers les murs extérieurs en béton en contact avec l'extérieur :

85.12*k=85.12*0.31=26.38 W/°C.

Déperditions à travers les murs extérieurs en béton en contact avec LNC :

Dlnc=tau*(k*A).

Selon DTR Tau=0.5.

Dlnc =0.5 (32.62*0.31)= 5.05 W/°C.

Déperditions à travers les murs extérieurs en brique en contact avec l'extérieur

108.47*K=108.47*0.3=32.5 W/°C.

DT=D1+D2+D3 =26.38 +5.05 +32.5 =64 W/°C.

Déperditions à travers les fenêtres :

29.72* 3.7=89.16W/°C selon DTR(annexe)

Déperditions à travers les portes:

2.64*2=5.28 W/°C selon DTR(annexe)

Déperditions à travers les planchers :

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

$$16 \times 0.3 = 4.8 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

Déperditions surfaciques :

$$DT = D1 + D2 + D3 = 64 + 89.16 + 5.28 + 4.8 = 163.2 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

Déperditions linéique :

Selon le DTR :

Déperditions linéiques = 20% des déperditions surfaciques

$$163.2 \times 20 / 100 = 32.64 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

Déperditions par transmission :

Déperditions surfaciques + déperditions linéique

$$163.2 + 32.64 = 195.84 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

Vérification par rapport aux déperditions de référence :

$$Dt \quad Dr \times 1.05 \text{ alors } : Dr = 195.84 \times 1.05 = 206 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

206 > 195.84 résultat vérifié.

2-Calcul des déperditions par renouvellement d'air :

$$Dr = 0.34 \times Q_v + Q_s$$

Q_v = débit de ventilation.

Q_s : débit supplément par infiltration :

Calcul de Q_v

$$\text{Max}(0.6 \times V_h ; Q_{vref}) \quad (\text{M}^3/\text{h})$$

Selon DTR :

Nombre de pieces principales : 4

$$Q_{vmin} = 100 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{vmax} = 195 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{vref} = 5Q_{vmin} + Q_{vmax} / 6 \quad Q_{vref} = 5(100) + 195 / 6 \text{ m}^3/\text{h} \quad = 128.5 \text{ m}^3/\text{h}$$

Calcul du volume habitable : duplexe

$$\text{Surface habitable} \times h = 170 \times 2.8 = 476 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_v = 0.6 \times 476 = 285.6 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$D_v = 0.34 \times 285.6 \times 11 = 1068.14 \text{ W}$$

Par infiltration : $Q_s = m A_{em} + f A_{fe}$

M : permeabilite des ouvrants.

Par infiltration :

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

$$Q_i = m A_{em}$$

Valeur de m fenêtres $m=0.5$ (tableau 26) .(donne sur l'extérieur)

e_m (coefficient d'exposition au tirage thermique et au vent)=8

$$A_m = 29.72 \text{ m}^2$$

$$Q_i = (0.5 * 29.72) * 8 = 118.88 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

$$D_m = 0.34 * 118.88 * 11 = 1307.68 \text{ W.}$$

Porte donne sur LNC: $e_i = 1.7$ (coefficient d'exposition au tirage thermique).

Valeur de m porte=6

$$Q_i = 2.64 * 6 * 1.7 = 26.92 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

$$Q_{iLNC} = 0.34 * 26.92 * 3 = 27.4584 \text{ W}$$

$$D_{ra} = D_v + D_i = 1068.14 + 1307 + 27.4584 = 2404 \text{ W}$$

$$D_t = D_s + D_l + D_{ra}$$

$$D_s = 163.2 * 11 = 1795 \text{ W}$$

$$D_l = 32.64 * 11 = 359.04 \text{ W}$$

$$D_t = D_s + D_l + D_{ra} = 1795 + 359.04 + 2404 = 4558.04 \text{ W}$$

2-3 -4 : Calcul du coefficient des déperditions volumique :

$D_t = G \cdot V \cdot t =$ donc $G = D_t / V \cdot t$ alors $G = 4558.04 / 476.11 = 0.87$ alors notre logement est bien isolé.

2-4 : Résultats et discussion :

D'après les résultats obtenus après la vérification des déperditions du logement par rapport aux déperditions de référence du logement on constate que :

Le logement selon la première composition des éléments constructifs avec un K (coefficient de transmission surfacique) égale à $(1.4 \text{ w/m}^2, \text{C}^\circ \text{ } 1.14 \text{ w/m}^2, \text{C}^\circ)$ pour les parois, et k égale $2.17 \text{ w/m}^2\text{C}^\circ$ pour les planchers ainsi que les ouvertures (avec simple vitrage) n'est pas conforme à la réglementation thermique DTR (3-2).

Le logement après renforcement de l'isolation avec la composition des parois proposées avec un K égale a $(0.31 \text{ w/m}^2, \text{C}^\circ \text{ } 0.3 \text{ w/m}^2, \text{C}^\circ)$, et k égale $(0.3 \text{ w/m}^2\text{C}^\circ)$ pour les planchers ainsi que les ouvertures avec (double vitrage) proposées, notre logement est devenu conforme à la réglementation thermique DTR (3-2).

Le logement selon la première composition des éléments constructifs, et après le Calcul du coefficient des déperditions volumique: qui doit être compris entre 0.5 et 1.05 ($0.5 \leq G \leq 1.05$)

On a trouvé un $G=1.6$ par conséquent le logement est mal isolé.

Le logement après renforcement de l'isolation avec la composition des parois proposées,

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

et après le Calcul du coefficient des déperditions volumique: On a trouvé un $G=0.87$ par conséquent le logement est devenu bien isolé.

Comparaison des résultats :

	Logement selon la 1 ^{ère} composition	Logement après renforcement
Vérification de la conformité	552.96 W/°C 481.17 W/°C résultat non vérifié	206 475.65 résultat vérifié.
Déperditions	8497.31 W	4558.04W
0.5 G 1.05	1.62	0.87

Tableau 2 -4 : Tableau comparatif des deux bilans thermiques

Conclusion : à travers cette étude nous a permis de vérifier la conformité de notre cas d'étude avant et après le renforcement de l'isolation, et le calcul du coefficient des déperditions volumique G afin de vérifier si le bâtiment est mal ou bien isolé, mais l'étude du comportement thermique du bâtiment doit être évalué au moyens d'indicateurs tels que les histogrammes ; pour étudier l'évolution des températures ainsi que l'identification des besoins en chauffage, et même il dépend évidemment de la pièce à étudier, pour ces raisons et afin d'étudier ce comportement on doit recourir à un outil de simulation thermique dynamique (STD) . qui sera présenté dans le chapitre suivant.

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

Chapitre 03 : Modélisation :

3-1-Etude thermique de l'exemple à l'aide d'un logiciel: on a utilisé la simulation thermique dynamique (STD) avec logiciel pléiades+comfie ce qui permet de faire vivre virtuellement le bâtiment sur une année entière afin d'étudier son comportement prévisionnel pour des résultats proches de la réalité.

Cette étude va être basée sur le changement des paramètres ou bien les solutions passives proposées afin d'avoir le cas le plus favorable.

3-2 : Choix de Paramètre d'étude :

✚ Orientation : Etude comparative entre deux cellules de différentes orientations afin de choisir la cellule la plus favorable selon la première composition des éléments constructifs proposés avant le renforcement de l'isolation.

✚ Traitement de l'isolation de la cellule la plus favorable :

✚ Pour cette étape d'étude, on va étudier le comportement thermique de notre cellule en traitant l'enveloppe extérieure par une isolation intérieure des parois ,et isolation des planchers avec choix d'ouvertures performantes puis par une isolation extérieure, isolation des planchers et ouvertures performantes.

3-3 : Présentation du logiciel :

PLEIADES+ COMFIE (version 2.3):

PLEIADES : est le module de préparation de la saisie grâce à des bibliothèques d'éléments et de composition préenregistrées, la possibilité de créer des compositions et des vitrages,

COMFIE : le logiciel repose sur le moteur de calcul Confie développé par le laboratoire des Mines de paris,. Il calcule de façon précise et rapide les flux thermiques entre zones thermiques à partir du descriptif du bâtiment, de son environnement et des occupants et en tenant compte de l'influence de l'inertie sur les besoins de chauffage et sur le confort.

Il est indispensable de savoir utiliser pleiades+comfie avant de passer à Alcyone, car ce dernier ne fait que générer un pré projet qu'il faudra ouvrir avec pléiades.

- **Alcyone 1.0:**est un module de saisie graphique qui permet de dessiner le bâtiment à partir de plan 2D, de lui associer des masques proches, des compositions, des vitrages, de le découper en zones thermique.
- **MeteoNorm 5.1x :** Le pack Stations MeteoNorm comporte plus de 220 stations météo complémentaires (France métropolitaine, Belgique, Suisse, Luxembourg et pays du Maghreb) pour la simulation thermique dynamique, il nous donne accès a des données météorologiques pour divers applications pour n'importe quel endroit dans le monde.
- **METEOCALC :** Génère des fichiers de données météorologiques horaires au format TRY, requis par COMFIE, soit à partir de données mensuelles, soit à partir de données horaires disponibles.

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

3-4-Processus d'application des logiciels :

3-4-1 : Création d'un fichier météorologique : sous logiciel méteonorme version 5.1x :

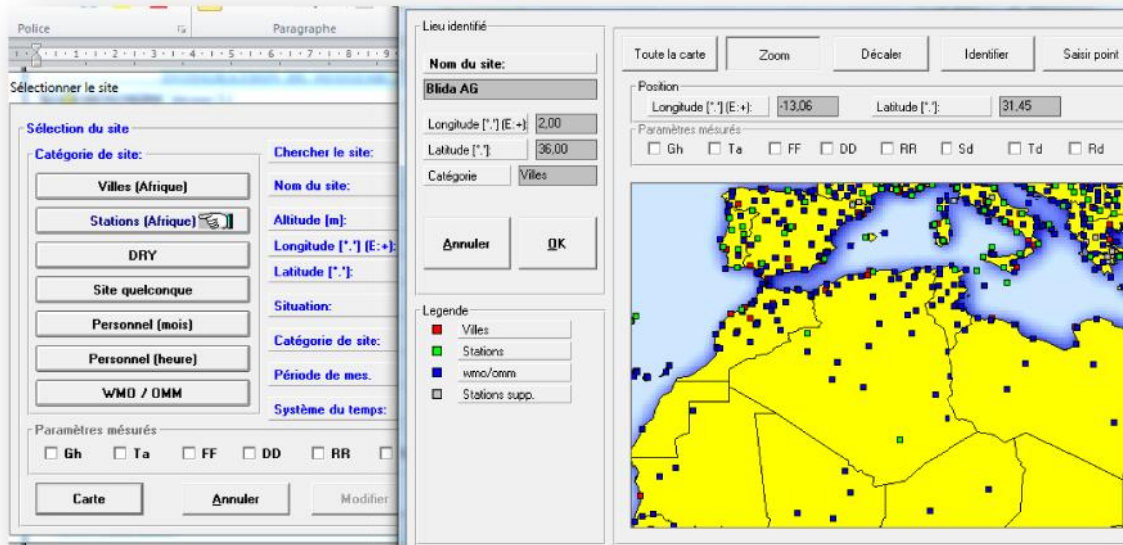


Figure 3-1: Création de fichier météorologique

Choix du format du fichier : pour avoir format (.Dat)il faut choisir format standard sous métronome :

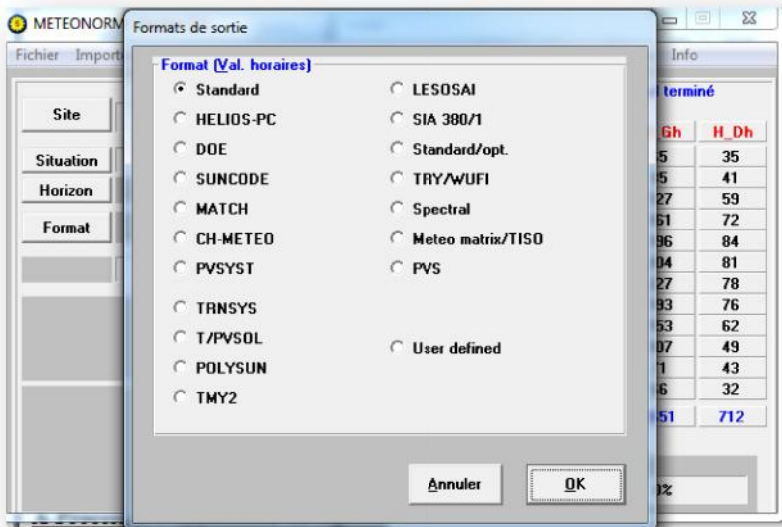


Figure 3-2 : Choix du format

3-4-2 : Génération du fichier météorologique sous Metecalc :

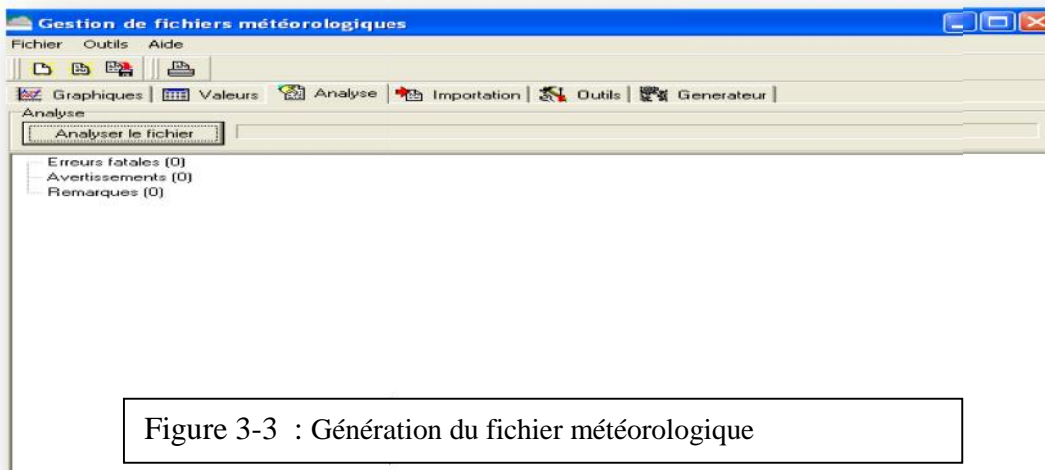


Figure 3-3 : Génération du fichier météorologique

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

3-4-3 -SOUS PLEIADES:

➤ Composition des éléments constructifs avant renforcement de l'isolation:

Mur extérieur en brique creuse :

Composants	T	cm	kg/m ²	λ	R	
Enduit extérieur	M	1.0	17	1.15	0.01	Extérieur ↓ Intérieur
Brique creuse de 10 cm	E	10.0	69	0.48	0.21	
Brique creuse de 5 cm	E	5.0	36	0.50	0.10	
Lame d'air > 1.3 cm	E	1.5	0	0.09	0.16	
Brique creuse de 10 cm	E	10.0	69	0.48	0.21	
Total		27.5	191		0.69	

Mur extérieur en béton

Composants	T	cm	kg/m ²	λ	R	
Enduit extérieur	M	1.0	17	1.15	0.01	Extérieur ↓ Intérieur
Béton lourd	M	15.0	345	1.75	0.09	
Lame d'air > 1.3 cm	E	1.5	0	0.09	0.16	
Brique creuse de 10 cm	E	10.0	69	0.48	0.21	
Total		27.5	431		0.47	

Composition des planchers :

Composants	T	cm	kg/m ²	λ	R	
Cerclage	M	2.0	46	1.70	0.01	Extérieur ↓ Intérieur
Mortier	M	7.0	140	1.15	0.35	
Béton lourd	M	15.0	345	1.75	0.09	
Enduit plâtre	M	1.0	15	0.35	0.03	
Total		25.0	546		0.19	

Type d'ouvertures :

Composants	T	cm	kg/m ²	λ	R	
Fen bois DV A1-A1 4.6.4						Extérieur ↓ Intérieur
Fen alu DV A2-A2 4.6.4						
Fen alu DV EKD 4.12.4						
Fen alu DV EKD 4.8.4						
Fen alu DV EKD Argon 4.12.4						
Fen alu DV STADIP EKD 4.12/4						
Fen alu SV						
Fen bois DV A1-A1 4.6.4						
Fen bois DV A2-A2 4.12.4						
Fen bois DV A2-A2 4.6.4						
Fen bois DV EKD 4.12.4						
Fen bois DV EKD Argon 4.12.4						
Fen bois sur sene						
Fen bois SV						
Fen métal DV 4.12.4						
Fen métal DV 4.8.4						
Fen métal DV A2-A2 8.12.8 ANTELID Clac						
Fen métal DV A2-A2 8.12.8 PLANILLOX						
Fen métal sur come						
Fen métal SV						
Fen métal VIR 4.12.4						
Fen métal VIR 5/125P910						
Fen metal						
Fen PVC DV 4.12.4						

➤ Renforcement de l'isolation :

Mur extérieur en brique creuse isole de l'intérieur

Composants	T	cm	kg/m ²	λ	R	
Enduit extérieur	M	1.0	17	1.15	0.01	Extérieur ↓ Intérieur
Brique creuse de 10 cm	E	10.0	69	0.48	0.21	
Brique creuse de 5 cm	E	5.0	36	0.50	0.10	
Laine de roche	M	10.0	30	0.04	2.44	
Placoplatre BA 13	E	1.3	10	0.32	0.04	
Total		27.3	162		2.80	

Mur extérieur en béton isole de l'intérieur

Composants	T	cm	kg/m ²	λ	R	
Enduit extérieur	M	1.0	17	1.15	0.01	Extérieur ↓ Intérieur
Béton lourd	M	15.0	345	1.75	0.09	
Laine de roche	M	10.0	30	0.04	2.44	
Placoplatre BA 13	E	1.3	10	0.32	0.04	
Total		27.3	402		2.58	

Mur extérieur en brique creuse isole de l'extérieur

Composants	T	cm	kg/m ²	λ	R	
Enduit extérieur	M	2.0	34	1.15	0.02	Extérieur ↓ Intérieur
Laine de roche	M	12.0	36	0.04	2.93	
Brique creuse de 10 cm	E	10.0	69	0.48	0.21	
Brique creuse de 5 cm	E	5.0	36	0.50	0.10	
Placoplatre BA 13	E	1.3	10	0.32	0.04	
Total		30.3	185		3.30	

Mur extérieur en béton isole de l'extérieur

Composants	T	cm	kg/m ²	λ	R	
Enduit extérieur	M	2.0	34	1.15	0.02	Extérieur ↓ Intérieur
Laine de roche	M	12.0	36	0.04	2.93	
Béton lourd	M	15.0	345	1.75	0.09	
Placoplatre BA 15	E	1.5	12	0.38	0.04	
Total		30.5	427		3.08	

Figure 3-4: Différentes compositions des éléments constructifs

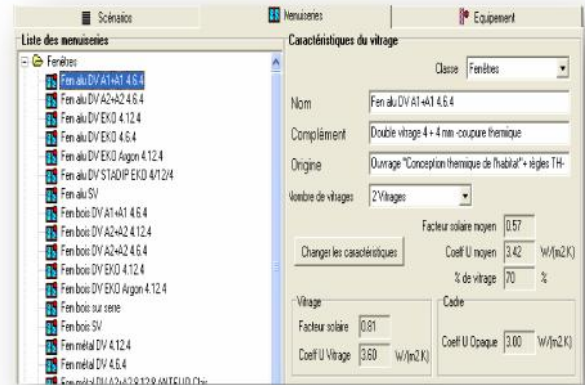
INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

➤ Composition des planchers :

Plancher isolé

Composants	T	cm	kg/m ²	%	R	
Carrelage	M	2.0	46	1.70	0.01	Extérieur ↓ Intérieur
Mortier	M	4.0	80	1.15	0.03	
Laine de roche	M	7.0	21	0.04	1.71	
Béton lourd	M	15.0	345	1.75	0.09	
Enduit plâtre	M	1.0	15	0.35	0.03	
Total		29.0	507		1.87	

Type d'ouvertures :



➤ Insertion des ouvrants :

1-fenêtres en bois simple vitrage, fenêtres en aluminium double vitrage Fen alu DV A1+A1 4.6.4 ,
porte en bois, porte en bois isolante performante.

Identification des états de surface des éléments constructifs:

➤ Identification de la station météorologique :

Cette étape permet d'utiliser les paramètres météorologiques du site d'étude.

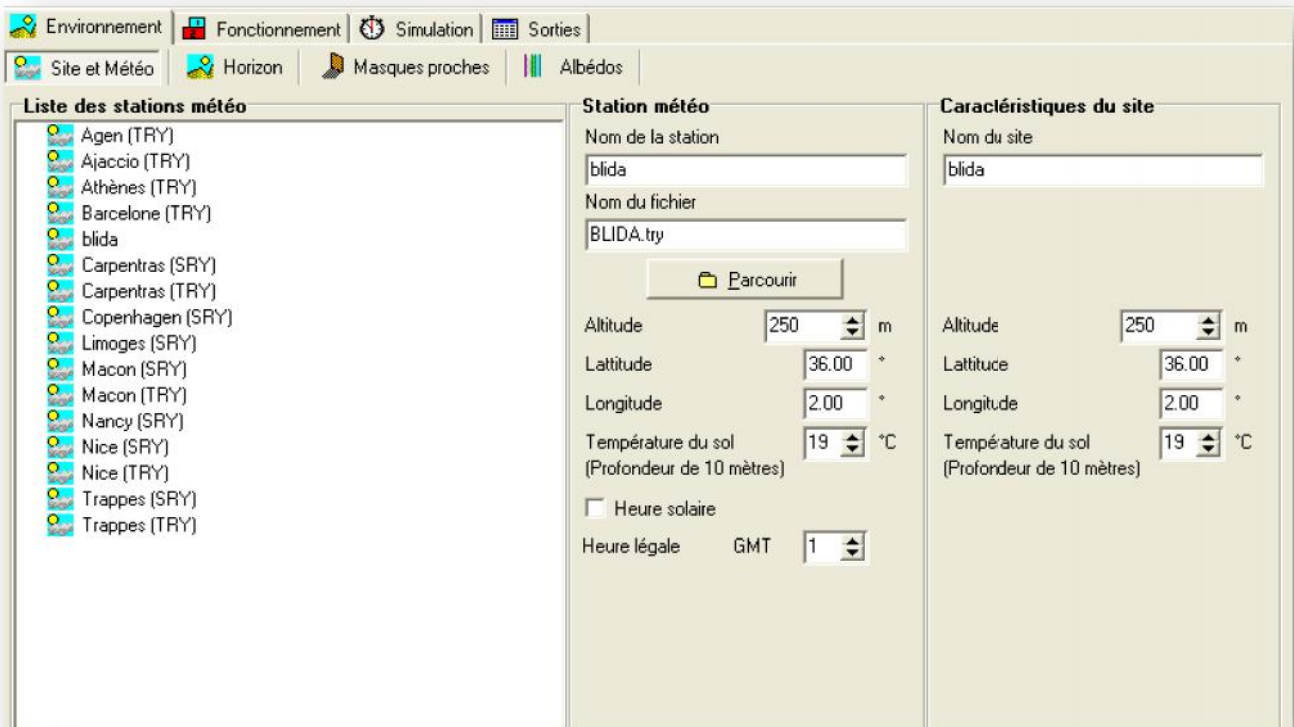


Figure 3-5: identification de la station météorologique sous pleiades

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

3-4-4: Sous Alcyone :

➤ Définition des paramètres constructifs sous Alcyone :

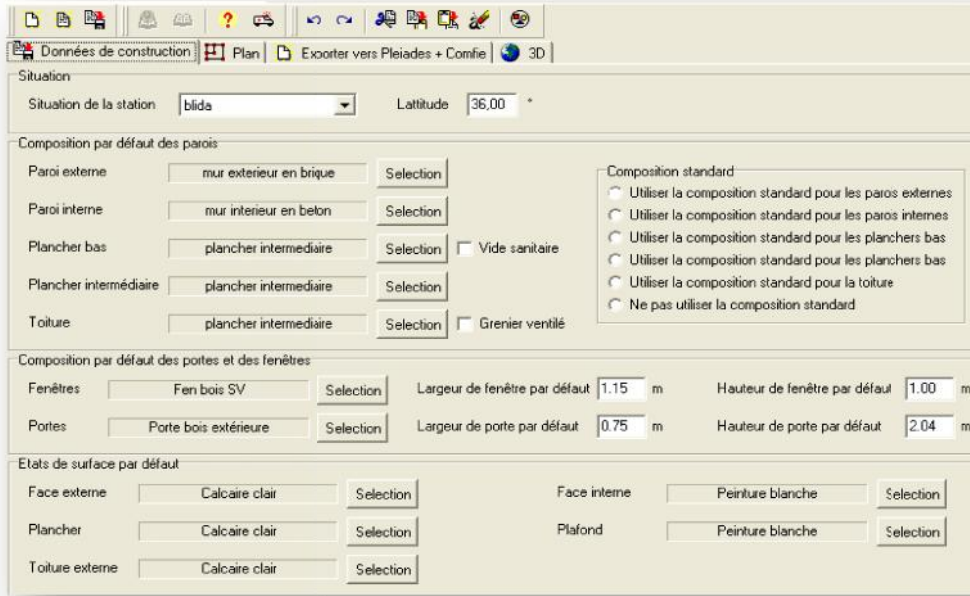


Figure 3-6: Insertion des éléments constructifs sous Alcyone

➤ Dessin du plan sous Alcyone 1.0:

- ✓ Caractéristiques des murs
- ✓ Caractéristiques des ouvrants:
- ✓ Identification des pièces:
- ✓ Identification des zones: selon le confort: Zone 01 : séjour +salon +chambres, Zone 02 : cuisine.

Zone 03 : hall bas, hall haut, hall bas, hall haut, Zone 04 : salles d'eau (2 salles de bain, 2wc).

- ✓ Identification de la position du Nord.

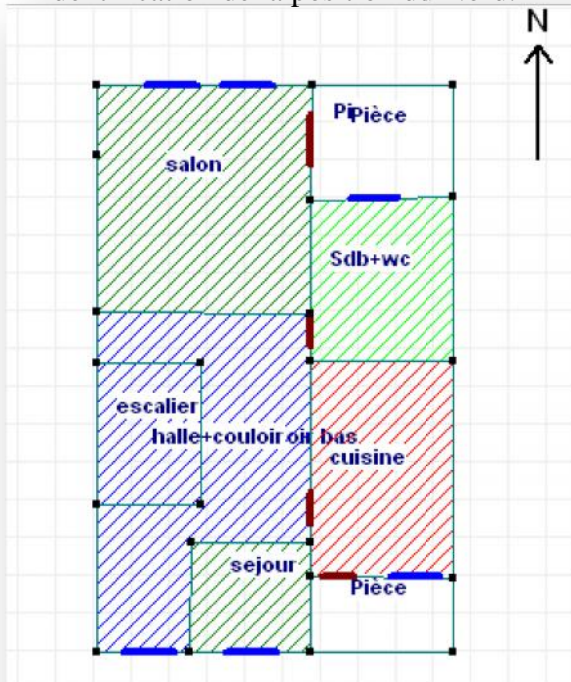
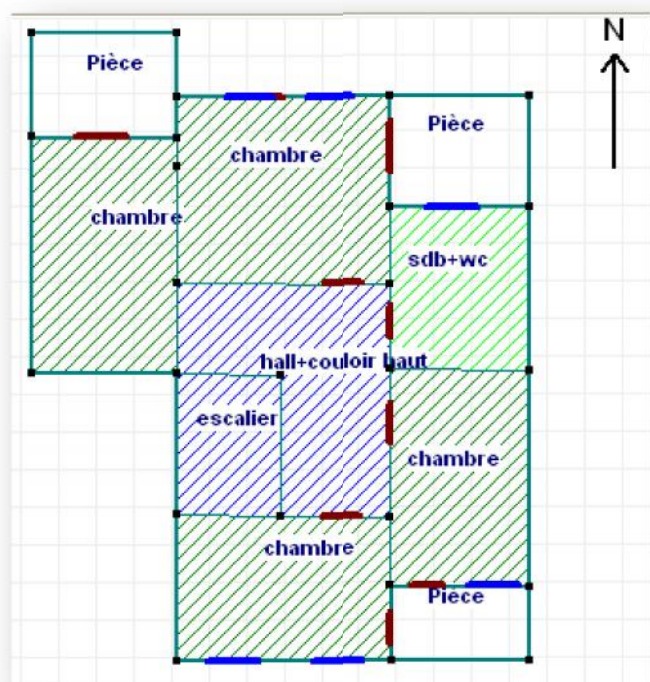


Figure 3-7 Plan niveau : +7 .48m dessine sous



3-8Figure Plan niveau : +10 .54 m dessine sous

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

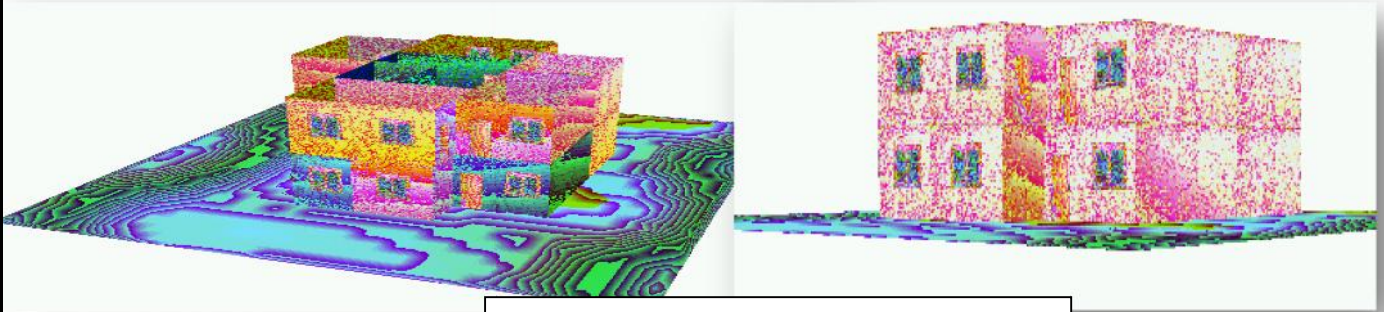


Figure3-9 : Volumétrie dessinée sous Alcyon

Exporter vers pleiades :

3-4-5 :Sous pléiades :

Dans le cadre de cette étude des scénarios de fonctionnement vont être utilisés afin d'identifier les besoins en chauffage, ainsi que l'évolution des températures.

3-4-5 -1 : Définition des scenarios de fonctionnement :

- ✚ Scenario d'occupation.
- ✚ Scenario de consigne de thermostat.
- ✚ Scenario de Ventilation.
- ✚ Scenario de puissance dissipée.
- ✚ Scenario d'occultation.

• Scenario d'occupation :

Le scénario d'occupation : permet de déterminer le nombre d'utilisateurs du logement ainsi que le taux de fréquentation de l'espace par heure, le but de ce scenario est de déterminer les apports internes produits par les occupants du logement étudié.

pour notre simulation, nous avons décidé d'effectuer des scenarios d'occupation différents pour chaque zone selon l'occupation de l'espace par heure :

Nombre d'occupants : 06 personne.

- Scenario de 6 personnes dans la zone : séjour + chambre.
- Scenario de 6 personnes dans la zone : cuisine.
- Scenario de 6 personnes dans la zone hall +couloir.

❖ -Scenario d'occupation proposé pour la 1 ère zone : chambres +séjour :

Liste des scénarios		%	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
+	% de ventilation								
+	% d'occultation								
-	% d'occupation								
	famille de 05 per	100	100	100	100	100	100	100	100
	famille standard	100	100	100	100	100	100	100	100
	occupation couloir+hall	100	100	100	100	100	100	100	100
	occupation de la zone 02 cuisine	100	100	100	100	100	100	100	100
+	Consigne de thermostat								
+	Puissance dissipée								
Caractéristiques du programme									
Classe % d'occupation									
Nom		famille de 05 per							
Complément		occupation zone 01							
Source		Gefosat							
Nombre maximum d'occupants		6.00							
Occupants									
	0 H		100	100	100	100	100	100	100
	1 H		100	100	100	100	100	100	100
	2 H		100	100	100	100	100	100	100
	3 H		100	100	100	100	100	100	100
	4 H		100	100	100	100	100	100	100
	5 H		100	100	100	100	100	100	100
	6 H		100	100	100	100	100	100	100
	7 H		100	100	100	100	100	100	100
	8 H		16	16	16	16	100	100	16
	9 H		16	16	16	16	100	100	16
	10 H		16	16	16	16	50	50	16
	11 H		16	16	16	16	50	50	16
	12 H		100	100	100	100	100	100	100
	13 H		50	50	50	50	100	0	50
	14 H		16	16	16	16	0	0	16
	15 H		16	16	16	16	0	0	16
	16 H		66	66	66	66	0	0	66
	17 H		66	66	66	66	0	0	66
	18 H		83	83	83	83	0	0	83
	19 H		83	83	83	83	0	0	83
	20 H		100	100	100	100	100	100	100
	21 H		100	100	100	100	100	100	100
	22 H		100	100	100	100	100	100	100
	23 H		100	100	100	100	100	100	100
	24 H		100	100	100	100	100	100	100

Figure 3-10: Scenario d'occupation proposé pour la 1 ère zone : chambres +séjour

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

❖ Scenario d'occupation propose pour la 2^{ème} zone : cuisine :

Liste des scénarios		%	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
+	% de ventilation	0 H							
+	% d'occultation	1 H	0	0	0	0	0	0	0
+	% d'occupation	2 H	0	0	0	0	0	0	0
-	famille de 05 per	3 H	0	0	0	0	0	0	0
-	Famille standard	4 H	0	0	0	0	0	0	0
-	occupatio couloir+hall	5 H	0	0	0	0	0	0	0
-	occupatio couloir+hall +salle d'eau	6 H	0	0	0	0	0	0	0
-	occupation de la zone 02 cuisine	7 H	0	0	0	0	0	0	0
+	Consigne de thermostat	8 H	100	100	100	100	0	0	100
+	Puissance dissipée	9 H	16	16	16	16	66	66	16
		10 H	16	16	16	16	83	83	16
		11 H	0	0	0	0	0	0	0
		12 H	0	0	0	0	0	0	0
		13 H	100	100	100	100	100	100	100
		14 H	16	16	16	16	16	16	16
		15 H	0	0	0	0	0	0	0
		16 H	0	0	0	0	0	0	0
		17 H	0	0	0	0	0	0	0
		18 H	16	16	16	16	0	0	16
		19 H	16	16	16	16	0	0	16
		20 H	100	100	100	100	0	0	0
		21 H	0	0	0	0	100	100	0
		22 H	0	0	0	0	50	50	0
		23 H	0	0	0	0	0	0	0
		24 H	0	0	0	0	0	0	0

❖ Scenario d'occupation proposé pour la 3^{ème} zone : hall +couloir :

Liste des scénarios		%	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
+	% de ventilation	0 H							
+	% d'occultation	1 H	0	0	0	0	0	0	0
+	% d'occupation	2 H	0	0	0	0	0	0	0
-	Famille standard	3 H	0	0	0	0	0	0	0
-	occupation de 06 personnes hall	4 H	0	0	0	0	0	0	0
+	Consigne de thermostat	5 H	0	0	0	0	0	0	0
+	Puissance dissipée	6 H	0	0	0	0	0	0	0
		7 H	0	0	0	0	0	0	0
		8 H	16	16	16	16	16	16	16
		9 H	16	16	16	16	16	16	16
		10 H	16	16	16	16	16	16	16
		11 H	16	16	16	16	16	16	16
		12 H	16	16	16	16	16	16	16
		13 H	16	16	16	16	16	16	16
		14 H	16	16	16	16	16	16	16
		15 H	16	16	16	16	16	16	16
		16 H	16	16	16	16	16	16	16
		17 H	16	16	16	16	16	16	16
		18 H	16	16	16	16	16	16	16
		19 H	16	16	16	16	16	16	16
		20 H	16	16	16	16	16	16	16
		21 H	16	16	16	16	16	16	16
		22 H	16	16	16	16	16	16	16
		23 H	16	16	16	16	16	16	16
		24 H	16	16	16	16	16	16	16

❖ Scenario d'occupation proposé pour la 4^{ème} zone : salles d'eau :

Liste des scénarios		%	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
+	% de ventilation	0 H							
+	% d'occultation	1 H	0	0	0	0	0	0	0
+	% d'occupation	2 H	0	0	0	0	0	0	0
-	Famille standard	3 H	0	0	0	0	0	0	0
-	occupapion salle d'eau	4 H	0	0	0	0	0	0	0
-	occupation de 06 personnes hall	5 H	0	0	0	0	0	0	0
-	occupation de la cuisine zone 02	6 H	0	0	0	0	0	0	0
-	occupation zone 01	7 H	0	0	0	0	0	0	0
+	Consigne de thermostat	8 H	100	100	100	100	0	0	100
		9 H	16	16	16	16	66	66	16
		10 H	16	16	16	16	16	16	16
		11 H	0	0	0	0	16	16	0
		12 H	0	0	0	0	0	0	0
		13 H	100	100	100	100	100	100	100
		14 H	16	16	16	16	16	16	16
		15 H	0	0	0	0	0	0	0
		16 H	0	0	0	0	0	0	0
		17 H	0	0	0	0	0	0	0
		18 H	16	16	16	16	0	0	16
		19 H	16	16	16	16	0	0	16
		20 H	100	100	100	100	0	0	100
		21 H	0	0	0	0	100	100	0
		22 H	0	0	0	0	50	50	0
		23 H	0	0	0	0	0	0	0
		24 H	0	0	0	0	0	0	0

Figure 3-11: Différents scenarios de fonctionnement ,cuisine ,salle d'eau, hall

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

• **Scenario de consigne de thermostat :** afin de déterminer les besoins en chauffage, on doit intégrer la consigne de thermostat, la zone de confort est fixée à 20°, et ça permet de déclencher le chauffage automatiquement si la température descend en dessous de la température déterminée au préalable.

❖ **la consigne de chauffage proposée :**

Scénarios		Menuiseries		Equipement						
Liste des scénarios		°C	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche	
+	% de ventilation	0 H								
+	% d'occultation	1 H	20	20	20	20	20	20	20	
+	% d'occupation	2 H	20	20	20	20	20	20	20	
-	Consigne de thermostat	3 H	20	20	20	20	20	20	20	
-	Chauffage standard	4 H	20	20	20	20	20	20	20	
-	Climatisation standard	5 H	20	20	20	20	20	20	20	
-	consigne de thermostat	6 H	20	20	20	20	20	20	20	
-	thermostat hall	7 H	20	20	20	20	20	20	20	
-	thermostat séjour	8 H	20	20	20	20	20	20	20	
+	Puissance dissipée	9 H	20	20	20	20	20	20	20	
		10 H	20	20	20	20	20	20	20	
		11 H	20	20	20	20	20	20	20	
		12 H	20	20	20	20	20	20	20	
		13 H	20	20	20	20	20	20	20	
		14 H	20	20	20	20	20	20	20	
		15 H	20	20	20	20	20	20	20	
		16 H	20	20	20	20	20	20	20	
		17 H	20	20	20	20	20	20	20	
		18 H	20	20	20	20	20	20	20	
		19 H	20	20	20	20	20	20	20	
		20 H	20	20	20	20	20	20	20	
		21 H	20	20	20	20	20	20	20	
		22 H	20	20	20	20	20	20	20	
		23 H	20	20	20	20	20	20	20	
		24 H	20	20	20	20	20	20	20	

Figure3-12 : scenarios de consigne de

❖ **Scenario de Ventilation :**

On propose un taux de renouvellement standard de 0.6du volume habitable.

des scénarios		%	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
+	% de ventilation	0 H							
-	Ventilation d'été	1 H	100	100	100	100	100	100	100
-	Ventilation d'hiver	2 H	100	100	100	100	100	100	100
+	% d'occultation	3 H	100	100	100	100	100	100	100
+	% d'occupation	4 H	100	100	100	100	100	100	100
+	Consigne de thermostat	5 H	100	100	100	100	100	100	100
+	Puissance dissipée	6 H	100	100	100	100	100	100	100
		7 H	100	100	100	100	100	100	100
		8 H	100	100	100	100	100	100	100
		9 H	100	100	100	100	100	100	100
		10 H	100	100	100	100	100	100	100
		11 H	100	100	100	100	100	100	100
		12 H	100	100	100	100	100	100	100
		13 H	100	100	100	100	100	100	100
		14 H	100	100	100	100	100	100	100
		15 H	100	100	100	100	100	100	100
		16 H	100	100	100	100	100	100	100
		17 H	100	100	100	100	100	100	100
		18 H	100	100	100	100	100	100	100
		19 H	100	100	100	100	100	100	100
		20 H	100	100	100	100	100	100	100
		21 H	100	100	100	100	100	100	100
		22 H	100	100	100	100	100	100	100
		23 H	100	100	100	100	100	100	100
		24 H	100	100	100	100	100	100	100

Figure 3-13: scenarios Ventilation

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

- **Scenario de puissance dissipée :**

Ce scenario permet de déterminer la chaleur émise par les appareils électriques pour la simulation thermique dynamique et toujours dans le but d'identifier les apports internes.

- ❖ **Scenario de puissance dissipée propose pour la 1 ère zone : chambres +séjour :**

- 6 lampes (33 watts pour chaque espace).
- TV+ démodulateur (100+100 watts) .
- Pc (100 watts).

Liste des scénarios		Watts	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
+	% de ventilation	0 H							
+	% d'occultation	1 H	0	0	0	0	0	0	0
+	% d'occupation	2 H	0	0	0	0	0	0	0
+	Consigne de thermostat	3 H	0	0	0	0	0	0	0
-	Puissance dissipée	4 H	0	0	0	0	0	0	0
-	pour cuisine	5 H	0	0	0	0	0	0	0
-	pour salle d'eau	6 H	0	0	0	0	0	0	0
-	puissance dissipée pour séjour+chambres	7 H	0	0	0	0	0	0	0
-	Puissance dissipée standard	8 H	398	398	398	398	0	0	398
-	puissance dissipée pour hall	9 H	233	233	233	233	233	233	233
		10 H	200	200	200	200	200	200	200
		11 H	200	200	200	200	200	200	200
		12 H	200	200	200	200	200	200	200
		13 H	300	300	300	300	0	0	300
		14 H	300	300	300	300	0	0	300
		15 H	200	200	200	200	0	0	200
		16 H	200	200	200	200	0	0	200
		17 H	200	200	200	200	0	0	200
		18 H	200	200	200	200	0	0	200
		19 H	498	498	498	498	0	0	498
		20 H	498	498	498	498	498	498	498
		21 H	498	498	498	498	498	498	498
		22 H	266	266	266	266	498	266	266
		23 H	266	266	266	266	266	266	266
		24 H	266	266	266	266	266	266	266

- ❖ **Scenario de puissance dissipée proposé pour la 2 ème zone : cuisine :**

- Lampe de 33 watts
- Réfrigérateur : 77 watts.
- Four a gaz :300watts

- ❖ **Scenario propose pour la 3 ème zone : hall +couloir :4 lampes de 33 watts.**

Liste des scénarios		Watts	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
+	% de ventilation	0 H							
+	% d'occultation	1 H	0	0	0	0	0	0	0
+	% d'occupation	2 H	0	0	0	0	0	0	0
+	Consigne de thermostat	3 H	0	0	0	0	0	0	0
-	Puissance dissipée	4 H	0	0	0	0	0	0	0
-	pour cuisine	5 H	0	0	0	0	0	0	0
-	pour salle d'eau	6 H	0	0	0	0	0	0	0
-	puissance dissipée pour séjour+chambres	7 H	0	0	0	0	0	0	0
-	Puissance dissipée standard	8 H	0	0	0	0	0	0	0
-	puissance dissipée pour hall	9 H	0	0	0	0	0	0	0
		10 H	0	0	0	0	0	0	0
		11 H	0	0	0	0	0	0	0
		12 H	0	0	0	0	0	0	0
		13 H	0	0	0	0	0	0	0
		14 H	0	0	0	0	0	0	0
		15 H	0	0	0	0	0	0	0
		16 H	0	0	0	0	0	0	0
		17 H	0	0	0	0	0	0	0
		18 H	132	132	132	132	0	0	132
		19 H	132	132	132	132	0	0	132
		20 H	132	132	132	132	132	132	132
		21 H	132	132	132	132	132	132	132
		22 H	132	132	132	132	132	132	132
		23 H	0	0	0	0	0	0	0
		24 H	0	0	0	0	0	0	0

Figure 3-14 : Différents scenarios de puissance

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

➤ Scenario de puissance dissipée propose pour la 4^{ème} zone : salles d'eau

✚ 4 lampes de 33 watts.

Liste des scénarios		Watts	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche	
+	% de ventilation	0 H								
+	% d'occultation	1 H	0	0	0	0	0	0	0	
+	% d'occupation	2 H	0	0	0	0	0	0	0	
+	Consigne de thermostat	3 H	0	0	0	0	0	0	0	
-	Puissance dissipée	4 H	0	0	0	0	0	0	0	
	pour cuisine	5 H	0	0	0	0	0	0	0	
	pour salle d'eau	6 H	0	0	0	0	0	0	0	
	puissance dissipée pour séjour+chambres	7 H	0	0	0	0	0	0	0	
	Puissance dissipée standard	8 H	133	133	133	133	133	133	133	
	puissance dissipée pour hall	9 H	33	Click droit avec la souris pour ouvrir la boîte de dialogue de remplissage						
		10 H	33	33	33	33	33	33	33	
		11 H	0	0	0	0	0	0	0	
		12 H	0	0	0	0	0	0	0	
		13 H	0	0	0	0	0	0	0	
		14 H	0	0	0	0	0	0	0	
		15 H	0	0	0	0	0	0	0	
		16 H	0	0	0	0	0	0	0	
		17 H	0	0	0	0	0	0	0	
		18 H	0	0	0	0	0	0	0	
		19 H	133	133	133	133	0	0	133	
		20 H	133	133	133	133	0	0	133	
		21 H	133	133	133	133	133	133	133	
		22 H	33	33	33	33	33	33	33	
		23 H	0	0	0	0	0	0	0	
		24 H	0	0	0	0	0	0	0	

Caractéristiques du programme		Classe
		Puissance dissipée
Nom	pour salle d'eau	
Complément		
Source		

Figure 3-15: Différents scenarios de puissance

➤ Scenario d'occultation :

Liste des scénarios		%	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
+	% de ventilation	0 H							
-	% d'occultation	1 H	95	95	95	95	95	95	95
	Volet d'été	2 H	95	95	95	95	95	95	95
	Volet d'hiver	3 H	95	95	95	95	95	95	95
+	% d'occupation	4 H	95	95	95	95	95	95	95
+	Consigne 15 scénarios stockés dans la bibliothèque.	5 H	95	95	95	95	95	95	95
+	Puissance dissipée	6 H	95	95	95	95	95	95	95
		7 H	0	0	0	0	0	0	0
		8 H	0	0	0	0	0	0	0
		9 H	0	0	0	0	0	0	0
		10 H	0	0	0	0	0	0	0
		11 H	0	0	0	0	0	0	0
		12 H	0	0	0	0	0	0	0
		13 H	0	0	0	0	0	0	0
		14 H	0	0	0	0	0	0	0
		15 H	0	0	0	0	0	0	0
		16 H	0	0	0	0	0	0	0
		17 H	0	0	0	0	0	0	0
		18 H	0	0	0	0	0	0	0
		19 H	95	95	95	95	95	95	95
		20 H	95	95	95	95	95	95	95
		21 H	95	95	95	95	95	95	95
		22 H	95	95	95	95	95	95	95
		23 H	95	95	95	95	95	95	95
		24 H	95	95	95	95	95	95	95

Caractéristiques du programme		Classe
		% d'occultation
Nom	Volet d'hiver	
Complément	--	
Source	Gefosat	
Resistance thermique additionnelle	1.00	m².K/W

Figure 3-16: scenarios

3-4-5 -1 Intégration des scenarios :

On doit intégrer les scenarios selon le fonctionnement de chaque zone thermique.

3-4-5 -2 Lancement de la simulation.

Sur pléiades+Comfie, il n'est pas possible de créer dans la simulation, des caractéristiques constructives différentes .on a donc fait plusieurs simulations avec variation paramétrique.

Après lancement des simulations, on a obtenu les résultats qui sont présentés au niveau du quatrième chapitre.

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

Chapitre04 : Résultats et discussions

Introduction :

Dans ce chapitre, nous présentons les résultats obtenus après simulation ainsi que les discussions.

4-1-Simulation hivernale sans consigne de thermostat :

Dans cette étape de modélisation, deux simulations ont été faites selon deux orientations différentes.

Dont le but est de comparer l'évolution de la température dans les deux logements.

4-1-1-Simulation hivernale orientation Nord :

Scenarios de fonctionnement intégrés :

- Scenario d'occupation.
- Scenario de ventilation
- Scenario de puissance dissipée.
- Scenario d'occultation.

4-1-1-1 : Résultats de simulation :

- Voici ci-dessous les résultats obtenus après lancement de simulation avec Pleiades+comfie

Projet sélectionné : <input type="text" value="Projet / orientation Nord"/>							
Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T* Min	T* Moyenne	T* Max
Année							
sejour +salon+chambre+chambre+	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	6.35 °C	12.58 °C	20.96 °C
hall bas+couloir bas+escalier+hall h	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	8.49 °C	12.65 °C	17.39 °C
cuisine	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	9.16 °C	14.81 °C	22.72 °C
Sdb+wc+sdb+wc	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	7.62 °C	12.93 °C	19.25 °C
Total	0 kWh	0 kWh	0 W	0 W			

Zones	Besoins Chaud+Froid	Moyenne Surchauffe	Amplification de T*Ext	Taux d'inconfort	Part de besoin nets
sejour +salon+chambre+chambre+chambre+st	0.00 kWh/m3	0.00 (1/10°C)	47.23 %	0.00 %	0.00 %
hall bas+couloir bas+escalier+hall haut+couloir	0.00 kWh/m3	0.00 (1/10°C)	13.64 %	0.00 %	0.00 %
cuisine	0.00 kWh/m3	0.00 (1/10°C)	47.01 %	0.00 %	0.00 %
Sdb+wc+sdb+wc	0.00 kWh/m3	0.00 (1/10°C)	29.55 %	0.00 %	0.00 %

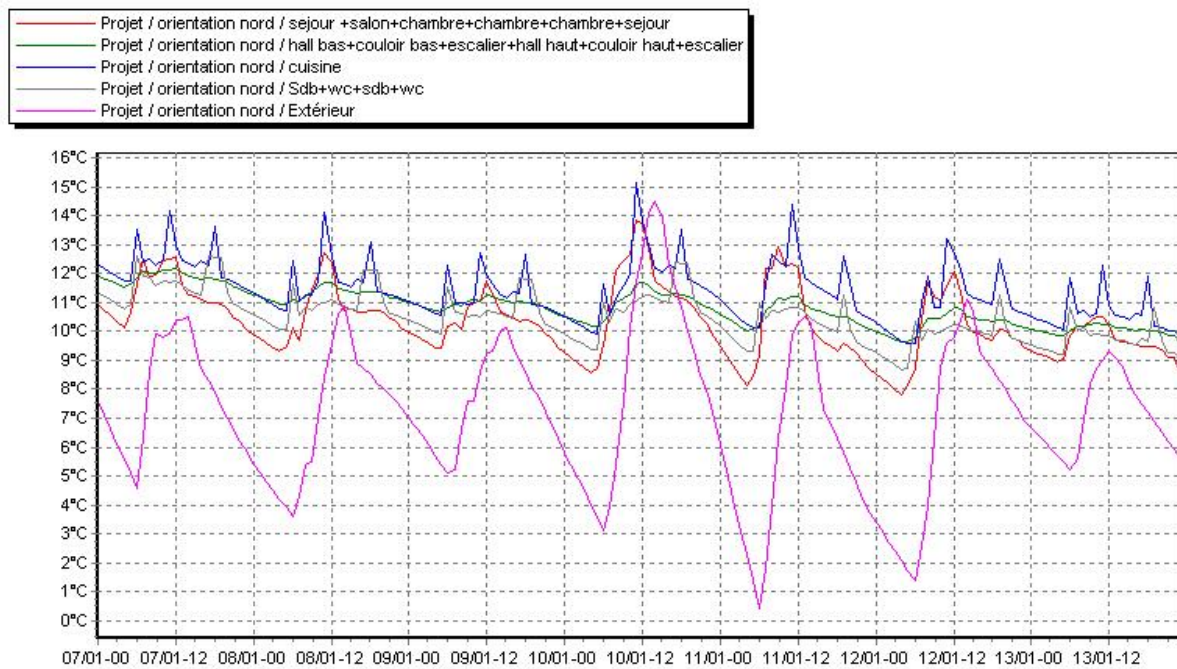
Tableau4-1 : résultats de la simulation n° :01

Synthèse :

- D'après les résultats obtenus, nous remarquons que les besoins en chauffage sont nuls car la consigne de thermostat n'est pas intégrée dans cette simulation.
- Pour toute la période hivernale, dans la zone de confort 01 la température maximale peut atteindre jusqu'à 20,96° et diminue jusqu'à 6.35° (température minimale), alors on aura une température moyenne de 12,58°, et au niveau de la cuisine on a une moyenne de 15,15° avec une température minimale de 9.16° et une température maximale de 22.72°.

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

4-1-1-2 : Visualisation graphique :



Graph 01: Evolution de température en hiver pendant la semaine la plus froide simulation n° :01

Synthèse :

D'après la visualisation graphique, on constate, que malgré que les températures à l'intérieur du logement sont plus importantes par rapport à celles de l'extérieur, mais le confort n'a pas été assuré, car les températures dans le logement sont comprises entre 8° et 14°. On propose pour la simulation suivante que le logement soit orienté vers le sud et dans ce cas-là, le salon va être orienté vers le sud et la cuisine vers le nord.

4-1-2: Simulation hivernale orientation Sud :

Scenarios de fonctionnement :

- Scenario d'occupation.
- Scenario de ventilation
- Scenario de puissance dissipée.
- Scenario d'occultation.

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

4-1-2-1 : Résultats de simulation :

Voici ci-dessous les résultats obtenus après lancement de simulation avec Pleiades+comfie :

Projet sélectionné : Projet / simulation hivernale orientation sud							
Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année							
sejour +salon+chambre+chambre++	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	6.39 °C	12.70 °C	21.02 °C
hall bas+couloir bas+escalier+hall l	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	8.46 °C	12.62 °C	17.14 °C
cuisine	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	8.58 °C	13.94 °C	20.50 °C
Sdb+wc+sdb+wc	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	7.78 °C	13.07 °C	19.25 °C
Total	0 kWh	0 kWh	0 W	0 W			

Zones	Besoins Chaud+Froid	Moyenne Surchauffe	Amplification de T°Ext	Taux d'inconfort	Part de besoin nets
sejour +salon+chambre+chambre+chambre+si	0.00 kWh/m3	0.00 (1/10°C)	48.48 %	0.00 %	0.00 %
hall bas+couloir bas+escalier+hall haut+couloir	0.00 kWh/m3	0.00 (1/10°C)	13.88 %	0.00 %	0.00 %
cuisine	0.00 kWh/m3	0.00 (1/10°C)	37.48 %	0.00 %	0.00 %
Sdb+wc+sdb+wc	0.00 kWh/m3	0.00 (1/10°C)	29.81 %	0.00 %	0.00 %

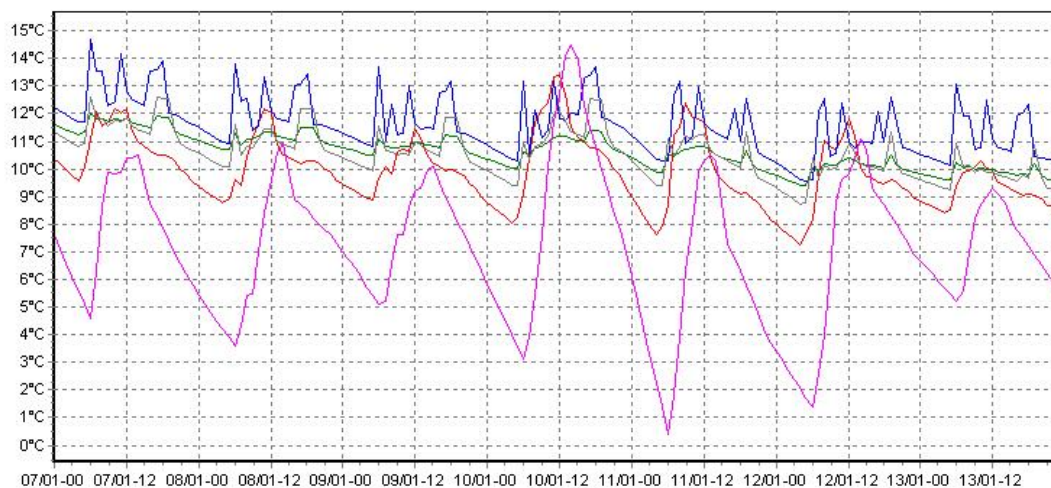
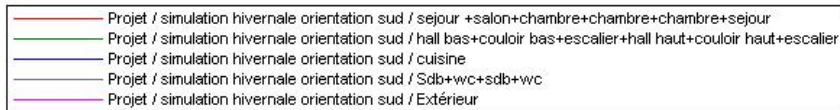
Tableau4-2 : résultats de la simulation n° :02

Synthèse :

D'après les résultats obtenus, nous remarquons que les besoins en chauffage sont nuls car la consigne de thermostat n'est pas intégrée dans cette simulation.

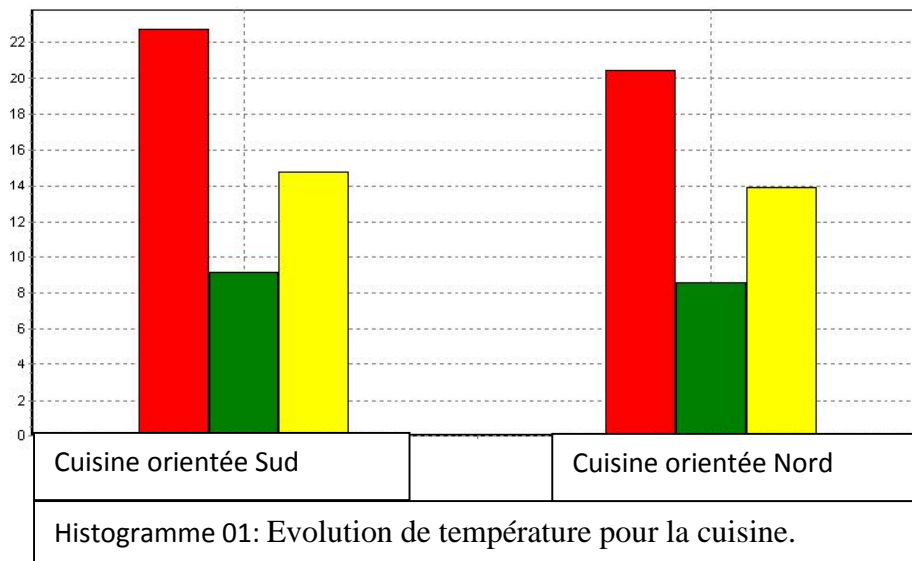
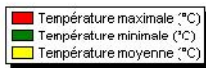
Pour toute la période hivernale, la température maximale dans la zone de confort (séjour +salon+chambres) peut atteindre jusqu'à 21,02° et diminue jusqu'à 6 .39° (température minimale), et une température moyenne de 12 ,70° , par contre au niveau de la cuisine on a une moyenne de 13 .94° avec une température minimale de 8.58°et une température maximale de 20.50°.

4-1-2-2 Visualisation graphique :



Graphe02 : Evolution de température en hiver pendant la semaine la plus froide de La simulation 02

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT



4-1-3 Synthèse de comparaison :

Après une comparaison qui a été faite sur les résultats obtenus présentés pour les deux orientations, on constate :

- Une légère augmentation de température pour la zone de confort (séjour +salon +chambres).
- Une légère diminution de température pour la zone de confort 02 (cuisine) .

Synthèse :

On constate que la température à l'intérieur des zones pour les deux simulations précédentes n'est pas conforme aux normes de confort (20°-24°) ce qui impose l'inconfort ; par conséquent l'occupant ne supporte pas de vivre dans ces conditions .malgré qu'il Ya 'a une légère amélioration au niveau de la simulation qui a été faite selon l'Orientation sud dans laquelle la cuisine est orientée au nord.

Mais il reste insuffisant car la température de confort n'est pas atteinte ;alors il est nécessaire de faire une autre simulation en intégrant la consigne de thermostat afin de déterminer les besoins en chauffage et d'évaluer l'évolution de la température a l'intérieur des zones thermiques pour les deux orientations.

4-2 : Simulation hivernale avec consigne de thermostat :

4-2-1 Simulation hivernale orientation Nord avec consigne de thermostat :

La simulation avec consigne thermostat chauffage, nous permet d'étudier l'évolution de la température, ainsi que de déterminer les besoins en chauffage et la puissance à chauffer afin d'atteindre le confort proposé lors de l'intégration du scénario de thermostat.

On va intégrer les mêmes scenarios de fonctionnement pour les simulations suivantes qui sont :

- Scenario d'occupation.
- Scenario de ventilation
- Scenario de puissance dissipée.
- Scenario de la consigne de thermostat chauffage
- Scenario d'occultation.

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

4-2-1-1: Résultats de simulation :

Voici ci-dessous les résultats obtenus après lancement de simulation avec Pleiades+comfie

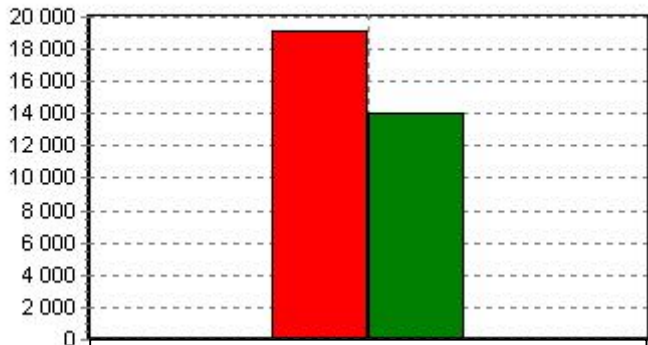
Projet sélectionné : Projet / simulation Nord+consigne de chauffage							
Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année							
sejour+salon+chambre+chambre+c	14606 kWh	0 kWh	10094 W	-0 W	18.57 °C	20.14 °C	25.17 °C
halle+couloir+escalier+hall+couloir	4556 kWh	0 kWh	3962 W	-0 W	19.99 °C	20.06 °C	22.25 °C
cuisine	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	14.07 °C	18.25 °C	25.01 °C
Sdb+wc+sdb+wc	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	10.94 °C	15.15 °C	20.34 °C
Total	19162 kWh	0 kWh	14056 W	0 W			
Zones	Besoins Chaud+Froid	Moyenne Surchauffe	Amplification de T°Ext	Taux d'inconfort	Part de besoin nets		
sejour+salon+chambre+chambre+chambre+ch	43.41 kWh/m3	0.00 (1/10°C)	7.72 %	0.00 %	75.41 %		
halle+couloir+escalier+hall+couloir haut+escali	24.49 kWh/m3	0.00 (1/10°C)	2.50 %	0.00 %	73.66 %		
cuisine	0.00 kWh/m3	0.00 (1/10°C)	47.39 %	0.00 %	0.00 %		
Sdb+wc+sdb+wc	0.00 kWh/m3	0.00 (1/10°C)	21.25 %	0.00 %	0.00 %		

Tableau4-3 : résultats de la Simulation n° :03

Remarque : D'après les résultats obtenus, et après intégration de la consigne de thermostat les températures ont augmentés et le confort est atteint par rapport aux cas précédents, est qui a été assure par une puissance de chauffage de 14056 W, pour les besoins en chauffage sont estimes a 19162 kWh /an d'une moyenne de 112 kWh/m2 /an.

■ Besoins de chauffage (kWh)
■ Puissance de chauffage

Selon les résultats obtenus, on constate que la puissance de chauffage afin d'atteindre le confort a l'intérieur du logement est très importante de même pour les besoins en chauffage.

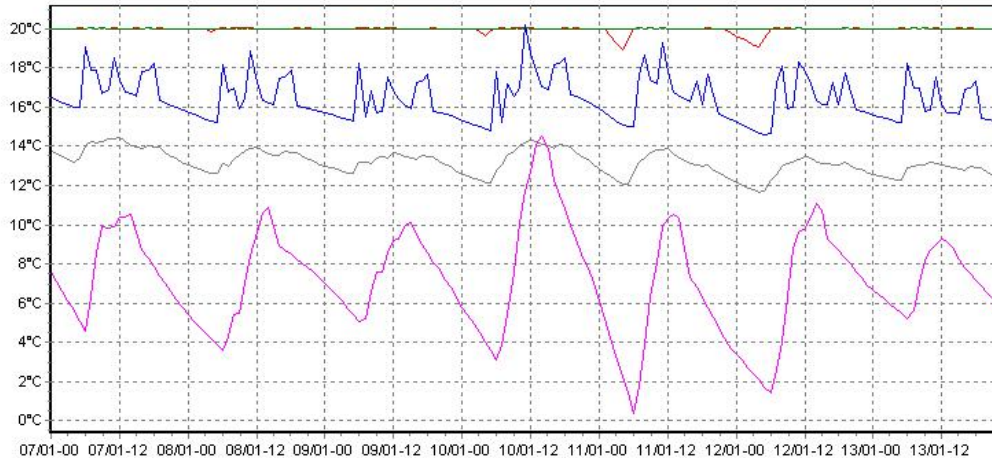


Histogramme 02 :Besoins en chauffage, puissance de chauffage pour logement

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

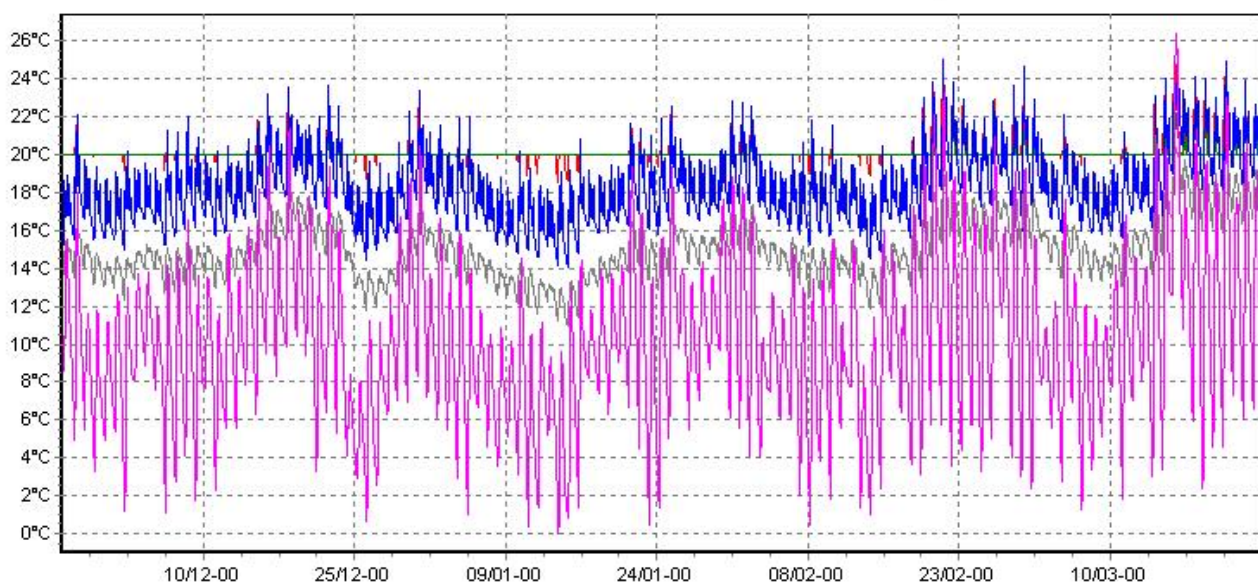
4-2-1-2 : Visualisation graphique :

Par rapport à la semaine la plus froide :



Graph03 : Evolution de température en hiver pendant la semaine la plus froide de La simulation 03

-Par rapport à la période hivernale :



Graph04: Evolution de température en hiver pendant la période hivernale de la simulation n :03

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

Synthèse :

Selon les graphes présentés ci-dessus les températures sont acceptables par rapport aux simulations précédentes, malgré que les températures à l'extérieur baissent jusqu'à 0°C, le confort est atteint ; mais on remarque sur le graphe par rapport à la période hivernale que au niveau de les zone de confort 01 la température baisse au-delà de 20°, et pour la zone de la cuisine la température maximale peut atteindre jusqu'à 25°

4-2-2 : Simulation hivernale orientation Sud avec consigne de chauffage :

Afin d'étudier l'évolution de la température, et de déterminer les besoins en chauffage ainsi que la puissance à chauffer afin d'atteindre le confort pour le logement oriente sud une autre simulation a été faite.

4-2-2-1 Résultats de simulation :

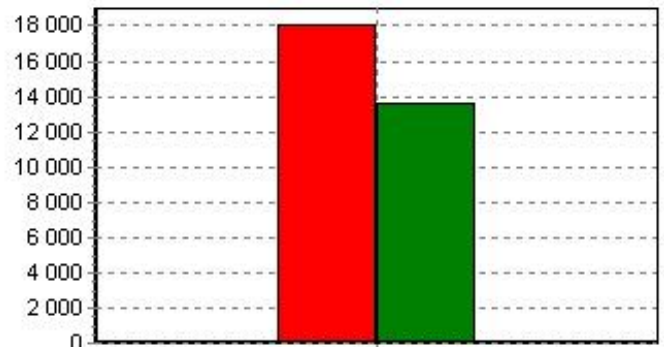
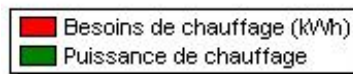
Voici ci-dessous les résultats obtenus après lancement de simulation avec Pleiades+comfie

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année							
sejour +salon+chambre+chambre+	13631 kWh	0 kWh	10094 W	-0 W	19.22 °C	20.11 °C	24.41 °C
hall bas+couloir bas+escalier+hall h	4455 kWh	0 kWh	3563 W	-0 W	20.00 °C	20.01 °C	21.20 °C
cuisine	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	13.46 °C	17.71 °C	24.45 °C
Sdb+wc+sdb+wc	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	11.64 °C	15.94 °C	21.44 °C
Total	18086 kWh	0 kWh	13656 W	0 W			

Zones	Besoins Chaud+Froid	Moyenne Surchauffe N	Amplification de T°Ext	Taux d'inconfort	Part de besoin nets
sejour +salon+chambre+chambre+chambre+s	40.51 kWh/m3	0.00 (1/10°C)	5.10 %	0.00 %	71.63 %
hall bas+couloir bas+escalier+hall haut+couloir	23.95 kWh/m3	0.00 (1/10°C)	0.39 %	0.00 %	74.47 %
cuisine	0.00 kWh/m3	0.00 (1/10°C)	51.79 %	0.00 %	0.00 %
Sdb+wc+sdb+wc	0.00 kWh/m3	0.00 (1/10°C)	32.34 %	0.00 %	0.00 %

Tableau 4-4: résultats de la simulation n° :04

- **Remarque :** D'après les résultats obtenus, et après intégration de la consigne de thermostat les températures ont augmentés et le confort est atteint, est qui a été assure par une puissance de chauffage de 13656 W et les besoins en chauffage sont estimes a 18086 kWh d'une moyenne de 106 kWh/m2 /an.



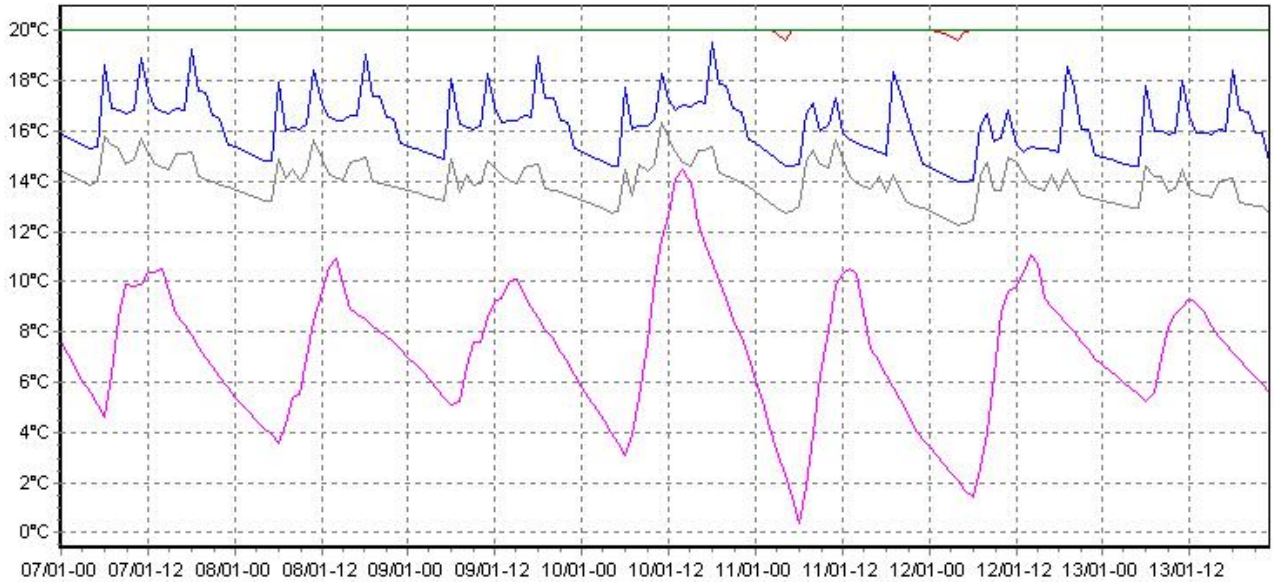
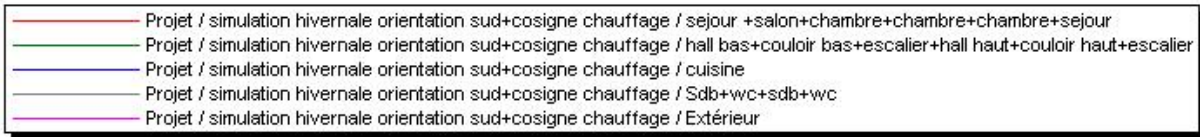
Histogramme 03 :Besoins en chauffage, puissance de chauffage pour logement

Selon les résultats obtenus, on constate que la puissance de chauffage afin d'atteindre le confort à l'intérieur du logement a diminué de même pour les besoins en chauffage mais c'est toujours énorme comme consommation.

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

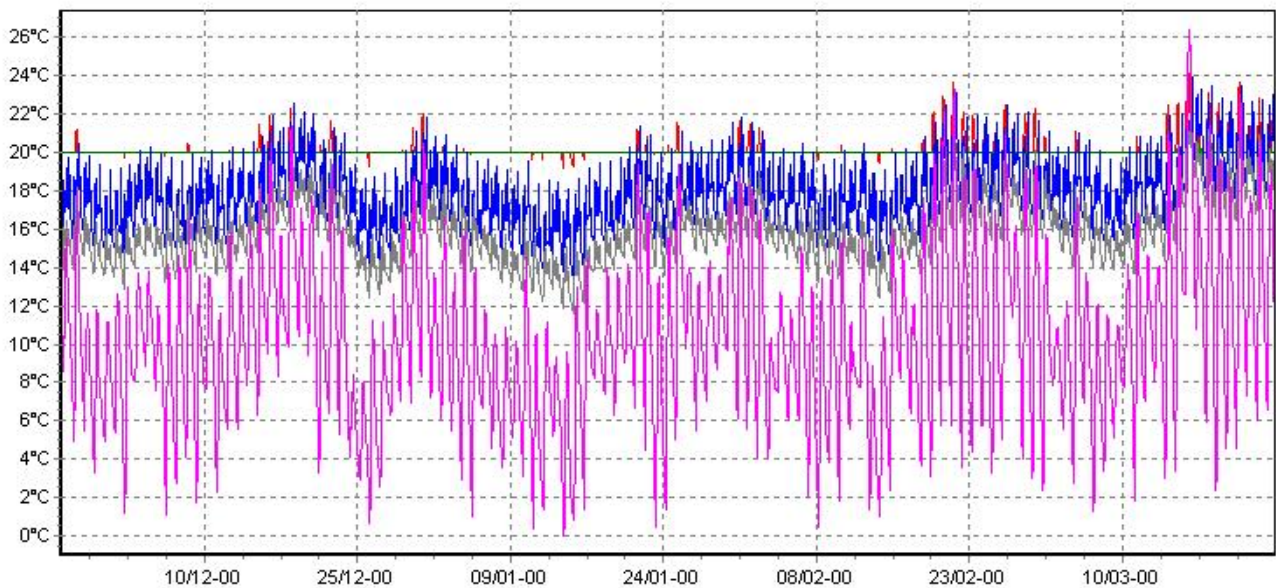
4-2-2-2 Visualisation graphique :

-Par rapport à la semaine la plus froide :



Graphe05 : Evolution de la température en hiver pendant la semaine la plus froide de La simulation 04

-Pendant la période hivernale :



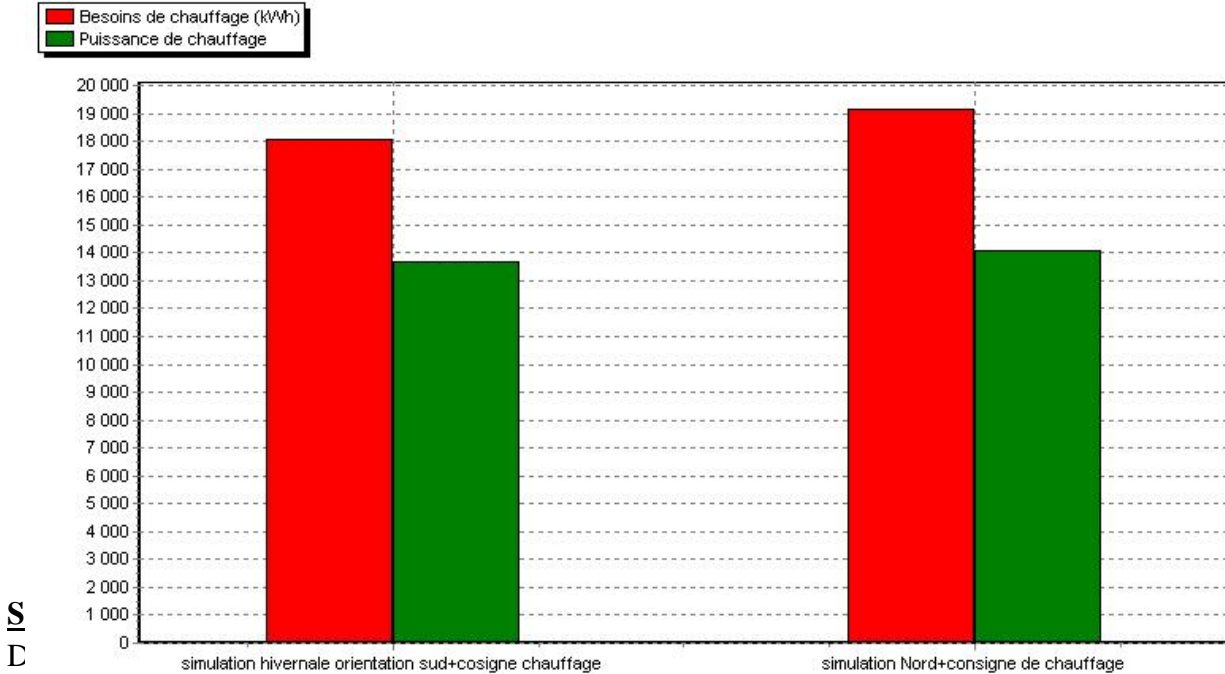
Graphe06: Evolution de la température pendant la période hivernale pour La simulation 04

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

Synthèse :

Selon les graphes présentés ci-dessus les températures sont acceptables, malgré que les températures à l'extérieur baissent jusqu'à 0°C, le confort est atteint ; mais on remarque sur le graphe par rapport à la période hivernale pour la zone de confort 01 la température peut atteindre jusqu'à 24°, et pour la zone de la cuisine varie entre 18 et 24°.

4-2-3 Comparaison des résultats :



Histogramme 04: Comparaison des résultats :

chauffage du logement oriente Sud sont moins importants à ceux du logement oriente Nord .

Mais il ne reste que la consommation énergétique afin d'atteindre le confort est très importante ce qui nécessite un renforcement d'isolation et pour cette étape d'étude on choisit le logement plus favorable celui qui est oriente Sud.

Critères de choix du logement orienté sud :

Notre choix s'est porté sur ce logement car :

-Selon les résultats obtenus sans consigne de thermostat on constate une légère augmentation de température pour la zone de confort 01 au niveau du séjour oriente sud et par but, on veut augmenter la température dans cette zone et en profiter des apports solaires.

Une légère diminution de température au niveau de la zone de confort 02 :et par but on veut que la température baisse dans cette zone afin d'éviter la surchauffe, une fois la consigne de thermostat soit intégrée.

-Selon les résultats obtenus avec consigne de thermostat on constate que la consommation énergétique pour le chauffage dans le logement oriente sud est moins importante par rapport au logement oriente Nord.

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

4-3-1 Simulation hivernale avec traitement de l'enveloppe extérieure :

Paramètres d'étude :

Isolation intérieure des parois, isolation des planchers, choix d'ouvertures performantes a double vitrage :

4-3-1-1 Résultats de simulation :

Voici ci-dessous les résultats obtenus après lancement de simulation avec Pleiades+comfie :

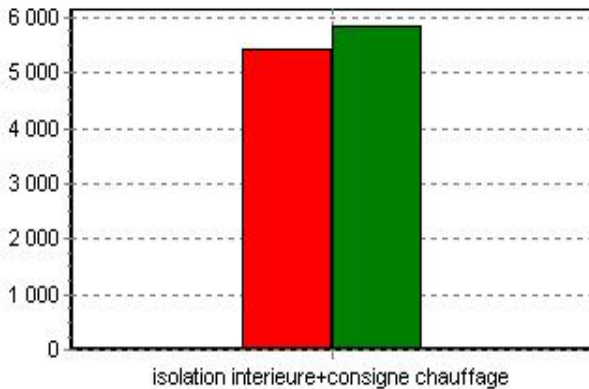
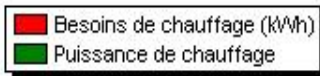
Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T* Min	T* Moyenne	T* Max
Année							
sejour+salon+chambre+chambre+c	3697 kWh	0 kWh	4314 W	-0 W	19.99 °C	20.24 °C	23.49 °C
halle+couloir+escalier+hall+couloir	1730 kWh	0 kWh	1549 W	-0 W	19.99 °C	20.02 °C	20.90 °C
cuisine	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	15.13 °C	18.89 °C	24.57 °C
Sdb+wc+sdb+wc	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	16.25 °C	18.94 °C	22.84 °C
Total	5427 kWh	0 kWh	5863 W	0 W			

Zones	Besoins Chaud+Froid	Moyenne Surchauffe	Amplification de T*Ext	Taux d'inconfort	Part de besoin nets
sejour+salon+chambre+chambre+chambre+cl	10.99 kWh/m3	0.00 (1/10°C)	8.92 %	0.00 %	46.80 %
halle+couloir+escalier+hall+couloir haut+escali	9.30 kWh/m3	0.00 (1/10°C)	0.90 %	0.00 %	62.12 %
cuisine	0.00 kWh/m3	0.00 (1/10°C)	49.88 %	0.00 %	0.00 %
Sdb+wc+sdb+wc	0.00 kWh/m3	0.00 (1/10°C)	28.09 %	0.00 %	0.00 %

Tableau :4-5Résultats de la simulation n° :05

Remarque : D'après les résultats obtenus, et après intégration de la consigne de thermostat, les températures sont acceptables et le confort est atteint dans toutes les zones, est qui a été assuré par une puissance de chauffage de 5863 W et les besoins en chauffage sont estimés à 5427 kWh d'une moyenne de 35 kWh/m2/an.

On constate que la puissance de chauffage a diminué de même pour les besoins, par conséquent moins de consommation énergétique après renforcement de l'isolation.



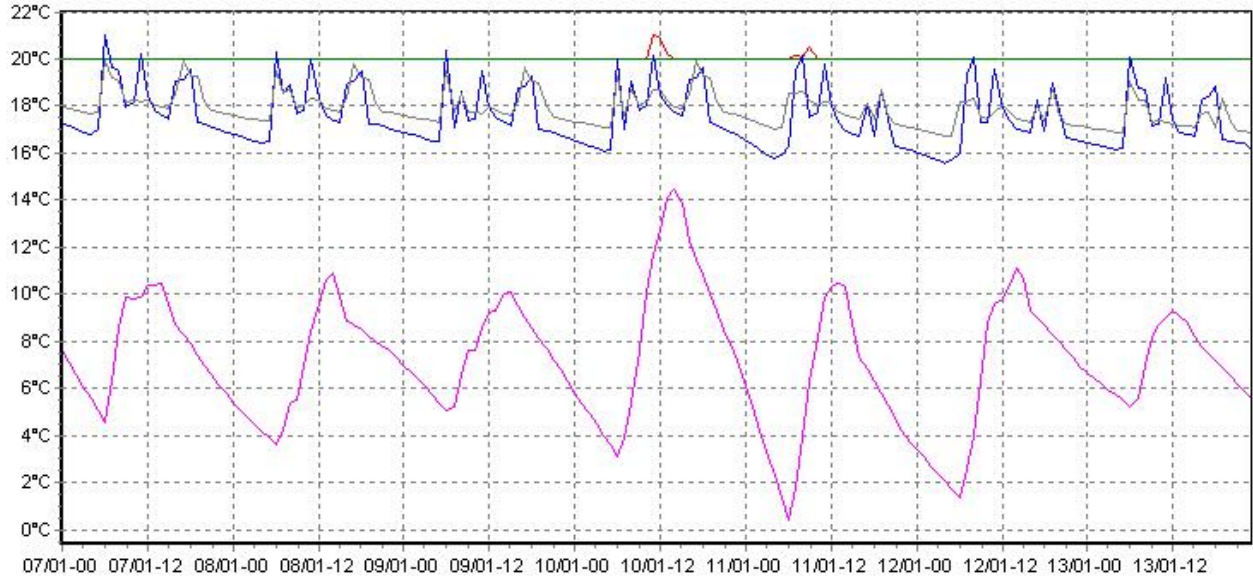
Synthèse : Selon les résultats obtenus, on constate que la puissance de chauffage afin d'atteindre le confort à l'intérieur du logement a diminué de même pour les besoins en chauffage, cette diminution est estimée à 70 / par rapport au cas précédent.

Histogramme05 : Isolation intérieure avec consigne de thermostat

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

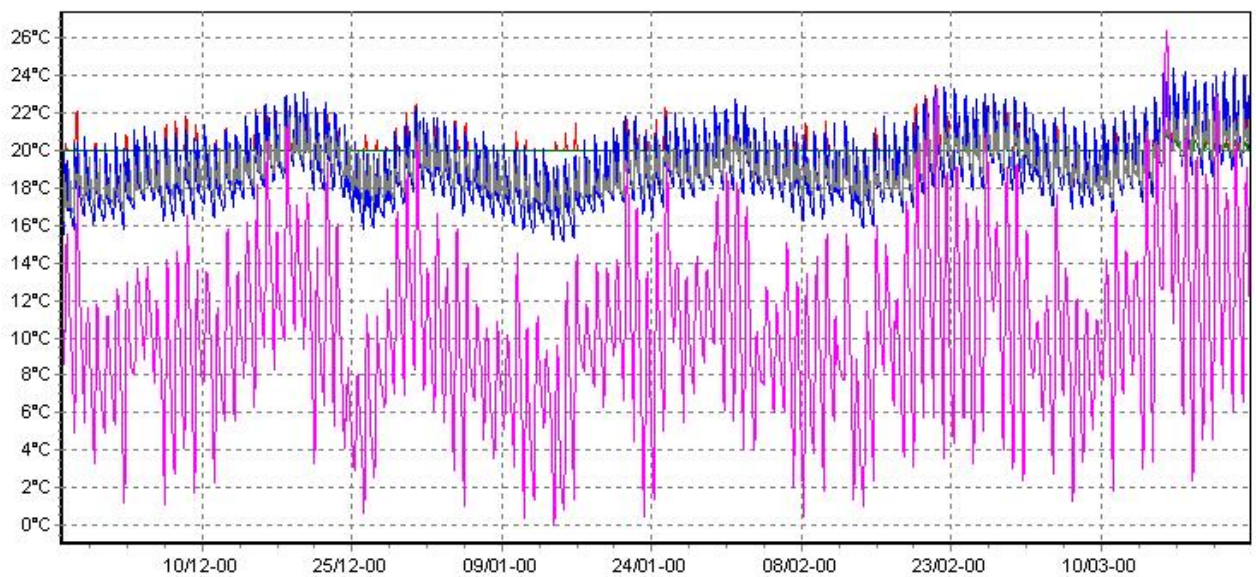
4-3-1-2 Visualisation graphique :

Pour la semaine la plus froide :



Graphe07: Evolution de la température pendant la semaine la plus froide pour la simulation 06

Pour toute la période hivernale :



Graphe08: Evolution de la température pendant le période hivernal pour La simulation 06

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

Remarque : on constate que les températures sont acceptables, malgré que les températures à l'extérieur sont basses.

Synthèse :

La puissance à chauffer à diminuer ainsi que les besoins en chauffage ; de 18086 kWh d'une moyenne de 106 kWh/m² à 5427 kWh/an d'une moyenne de 32 kWh/m², après avoir traité l'enveloppe extérieure ainsi que l'intégration d'ouvertures avec double vitrage.

Grâce à une isolation et choix d'ouvertures performants, on a pu garantir le confort ainsi que la réduction de la consommation énergétique de notre cas d'étude.

4-3-3 Simulation hivernale orientation Sud avec isolation extérieure :

Paramètres d'étude :

Isolation extérieure des parois, isolation des planchers, choix d'ouvertures performantes à double vitrage.

4-3-3-1 Résultats de simulation :

Voici ci-dessous les résultats obtenus après lancement de simulation avec Pleiades+comfie

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année							
sejour+salon+chambre+chambre+c	3457 kWh	0 kWh	4056 W	-0 W	19.99 °C	20.15 °C	22.26 °C
halle+couloir+escalier+hall+couloir	1741 kWh	0 kWh	1484 W	-0 W	19.99 °C	20.01 °C	20.71 °C
cuisine	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	15.25 °C	18.81 °C	22.94 °C
Sdb+wc+sdb+wc	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	15.85 °C	18.08 °C	21.12 °C
Total	5197 kWh	0 kWh	5540 W	0 W			

Zones	Besoins Chaud+Froid	Moyenne Surchauffe	Amplification de T°Ext	Taux d'inconfort	Part de besoin nets
sejour+salon+chambre+chambre+chambre+ch	10.27 kWh/m ³	0.00 (1/10°C)	5.00 %	0.00 %	44.99 %
halle+couloir+escalier+hall+couloir haut+escali	9.36 kWh/m ³	0.00 (1/10°C)	0.67 %	0.00 %	64.11 %
cuisine	0.00 kWh/m ³	0.00 (1/10°C)	32.86 %	0.00 %	0.00 %
Sdb+wc+sdb+wc	0.00 kWh/m ³	0.00 (1/10°C)	19.06 %	0.00 %	0.00 %

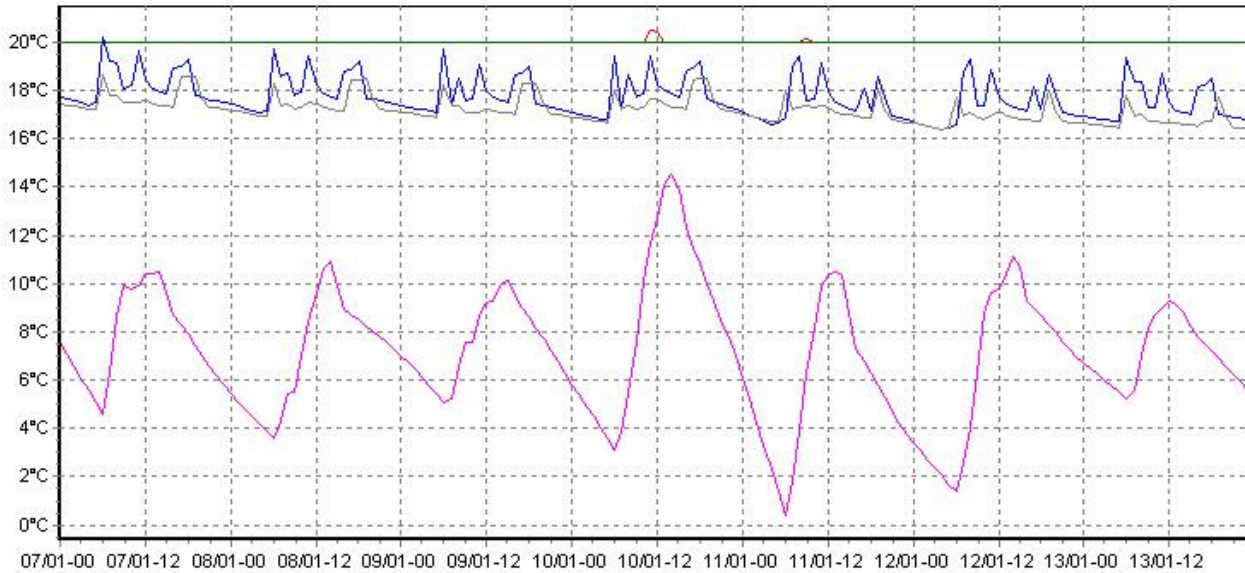
Tableau 4-6 Résultats de la simulation n° :6

Remarque : D'après les résultats obtenus, et après intégration de la consigne de thermostat les températures sont acceptables et le confort est atteint dans toutes les zones ce qui a été déjà résolu dans la simulation précédente, le confort dans cette simulation est assuré par une puissance de chauffage de 5540 W ainsi les besoins en chauffage sont à 5197 kWh d'une moyenne de 30 kWh/m²/m².

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

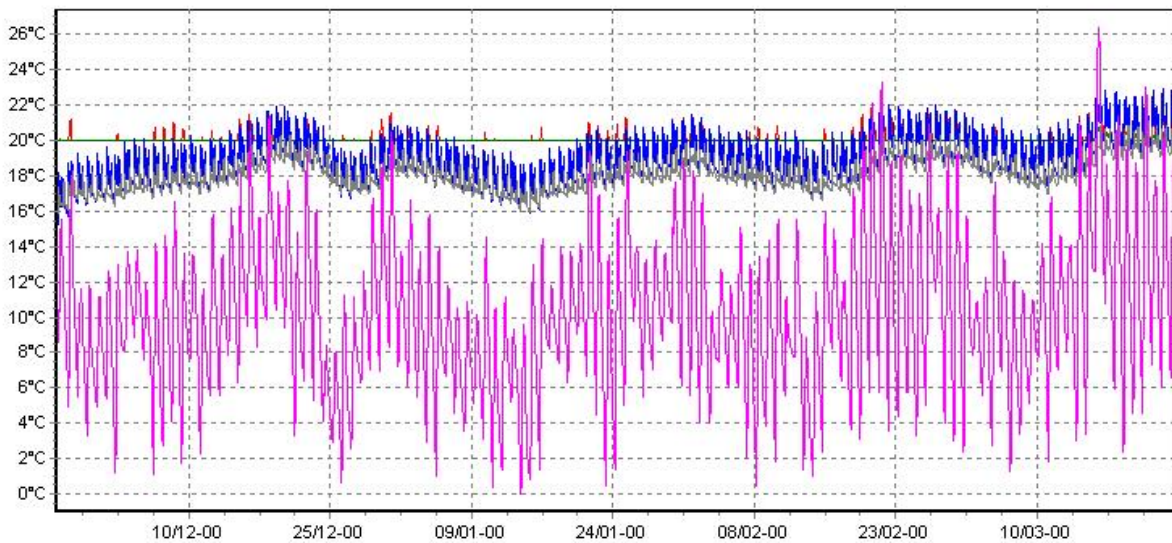
4-3-3-2 Visualisation graphique :

Pour la semaine la plus froide :



Graph9: Evolution de la température pendant la période hivernale pour La simulation 04

Pour toute la période hivernale :



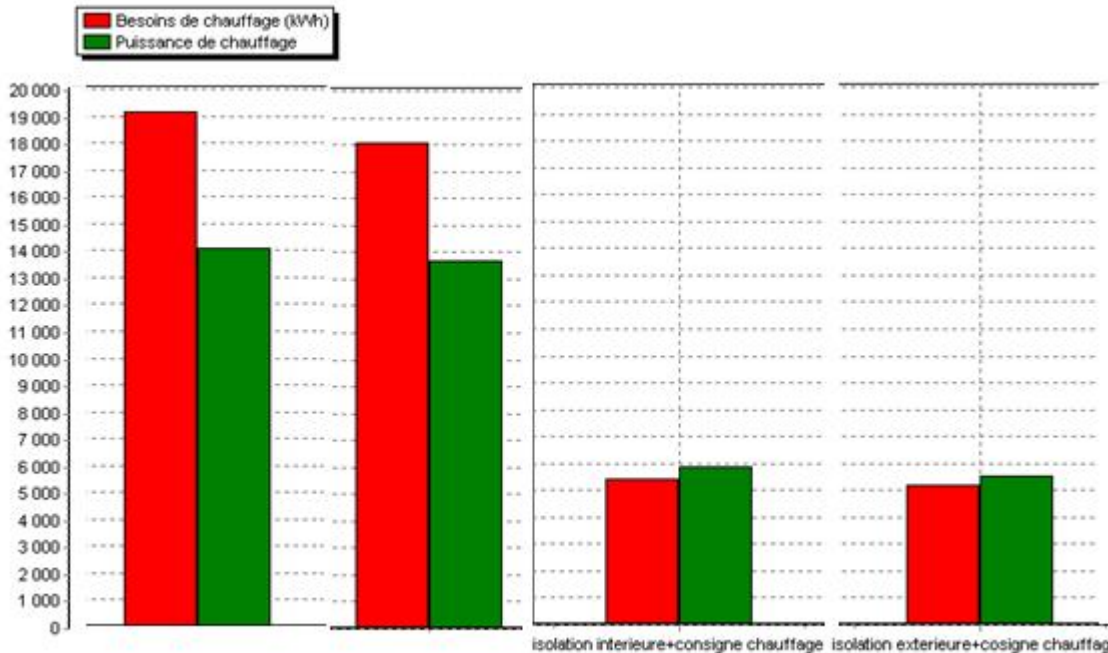
Graph10: Evolution de la température pendant le période hivernal pour La simulation 04

Remarque : on constate que les températures sont acceptables dans toutes les zone ,malgré que les températures à l'extérieur sont basses.

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

4-4-Synthèse de comparaison:

La puissance à chauffer à diminuer ainsi que les besoins en chauffage par rapport à la simulation précédente : de 5863 W à 5540 W et pour les besoins en chauffage de 5427 kWh d'une moyenne de 32 kWh / m² / an à 5197 kWh / d'une moyenne de 30 kWh / m² / an et ça est dû au changement de type d'isolation ; isolation intérieure par une isolation extérieure ainsi que l'augmentation de l'épaisseur de l'isolant.



Histogramme 06 comparaison des résultats :

Orientation Nord Orientation sud isolation intérieure isolation extérieure

Comparaison des résultats :

D'après la comparaison des simulations qui ont été faites lors de cette étude, on a constaté que par l'orientation on a pu améliorer les températures à l'intérieur mais le confort n'a pu être atteint sans l'intégration de la consigne de thermostat.

Après intégration de la consigne de thermostat, dans les deux logements selon l'orientation nord et sud, on a constaté que le logement orienté sud consomme moins d'énergie par rapport à celui orienté nord.

Par le traitement de l'enveloppe extérieure de notre cas d'étude ainsi que le choix d'ouvertures. Le confort est atteint, de même pour la consommation énergétique du bâtiment pour couvrir les besoins en chauffage, après avoir intégré la consigne de thermostat pour les quatre cas précédents : simulation sans traitement de l'enveloppe extérieure orientation Nord, simulation sans traitement de l'enveloppe extérieure orientation Sud, simulation avec isolation intérieure et simulation avec isolation extérieure.

On est arrivé à une baisse de consommation : de 112 kWh / m² / an à 106 kWh / m² / an sans traitement de l'isolation, à une moyenne de 32 kWh / m² / an avec isolation intérieure, et finalement à une moyenne de 30 kWh / m² / an avec une isolation extérieure.

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

Conclusion

Grace aux solutions passives proposes lors de notre étude, orientation, isolation de l'enveloppe extérieure et choix d'ouvertures performantes avec double vitrage, on a pu réduire les besoins en chauffage jusqu'à 70% .par conséquent on a diminué la consommation énergétique pour le chauffage a 70 %,mais on doit rappeler que le chauffage de l'eau chaude sanitaire a une part non négligeable de la consommation, et afin de réduire cette consommation ,on opte pour l'intégration des capteurs solaires thermiques pour la production d'eau chaude sanitaire et qui sera présentée dans le chapitre suivant.

Chapitre 05 :

Chapitre 05 : Intégration du solaire actif pour la production d'eau chaude sanitaire

Introduction

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 à eau, notre choix s'est porté sur ce type car c'est le plus rentable dans le secteur du bâtiment.

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 à long terme.

5-1-Présentation de la Méthode : elle est basée sur deux paramètres X et Y : [18],

$$X = \frac{A_c \times F_R' \times U_L \times (T_{ref} - \bar{T}_a)}{L} \quad (1)$$

$$Y = \frac{A_c \times F_R' \times (\bar{\tau} \bar{\alpha}) \times EG^i \times N_m}{L} \quad (2)$$

$$f = 1,029 Y - 0,065 X + 0,245 Y^2 - 0,0018 X^2 + 0,0215 Y \quad (3)$$

X : valeur adimensionnelle de la méthode f-chart

Y : valeur adimensionnelle de la méthode f-chart

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

FR : Conductance de l'absorbeur = 0.8

Ug : Coefficient des pertes thermiques.

Tref : température de référence = 100°

Tam : Température ambiante.

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

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

N : nombre de jours dans le mois considéré

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

t=nombre de seconds par mois, [s].

f : taux de couverture mensuel

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

5-2 Evaluation des besoins en eau chaude sanitaire :

Définition de la surface de captation à installer :

En Algérie le ratio est estimé à 80l/m²

$$R_a = 80 \text{ l/m}^2$$

R_a = capacité de l'eau à chauffer/surface totale du capteur.

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

5-2-1 Calcul de la consommation journalière : [24]

Selon le nombre d'utilisateurs : 6 occupants : $6 * 50 = 300 \text{ l/j}$

On prévoit un volume égal à la consommation journalière : 300l

5-2-2 Calcul de la surface de captation :

$R_a = 0.80$ = volume d'eau à stocker/surface totale du capteur

Surface de captation = volume d'eau à stocker/ R_a [24]

$$= 300 / 80 = 3.75 \text{ m}^2 \text{ on arrondit à } 4 \text{ m}^2.$$

NB : Les paramètres suivants vont être calculés pour le mois le plus défavorable pour la journée caractéristique du 10 décembre. et par la suite un calcul sous –Excel est présenté pour tous les mois de l'année avec prise en compte des paramètres variables.

$$L = 300. 4.18(40) = 50160 \text{ KJ /j}$$

Irradiation journalière : Mois de décembre = $3026 \text{ wh /m}^2 = 10893.6 \text{ KJ}$ [21], l'énergie a été prise pour un capteur orienté Sud et incliné à $=40^\circ$ (inclinaison proche de l'altitude du lieu) afin d'avoir un meilleur rendement.

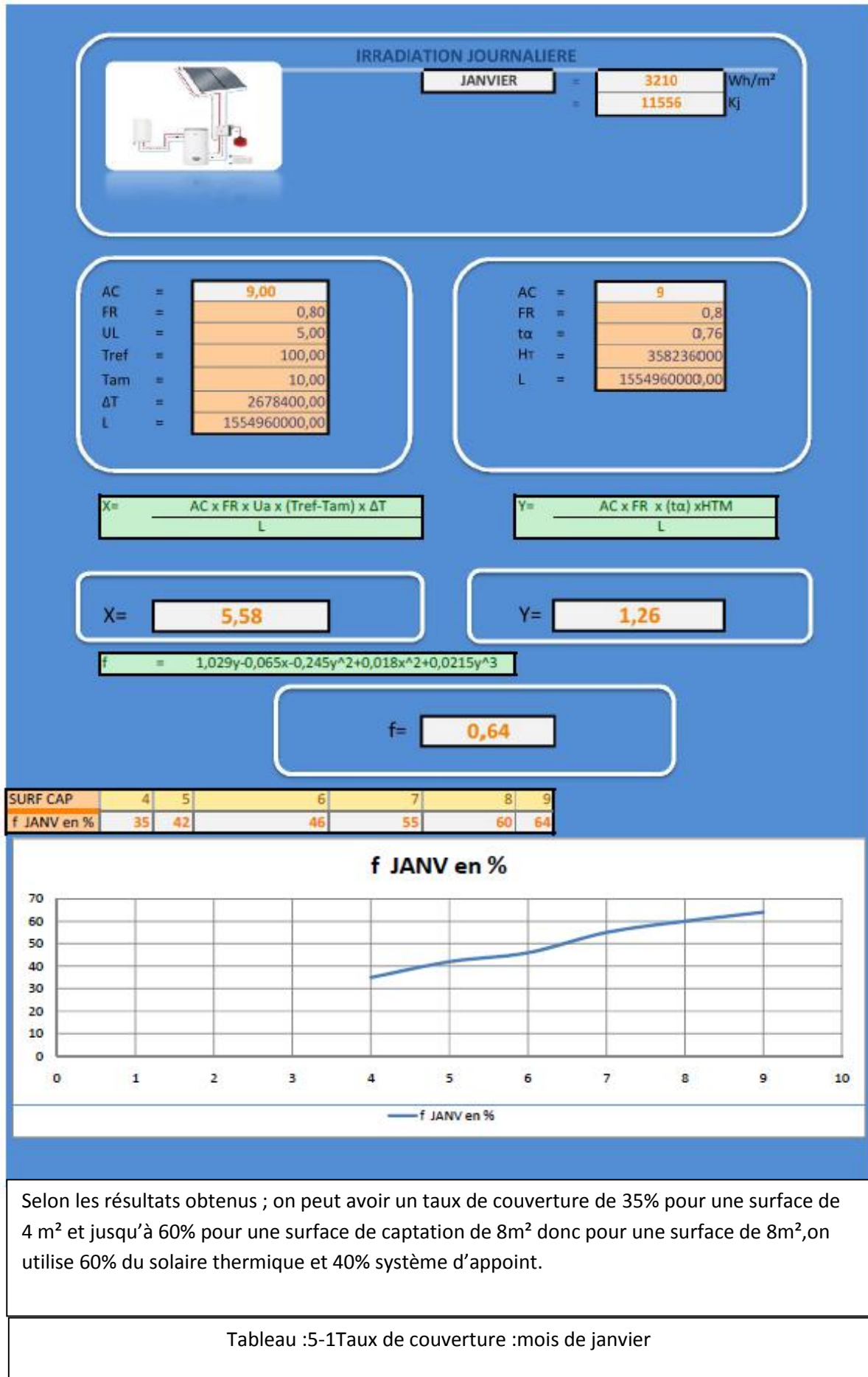
5-3 Dimensionnement :

5-3-1 Le but du dimensionnement : notre but est d'obtenir un taux de couverture mensuel =50% pour le cas le plus défavorable en mois de décembre, et afin d'avoir ce résultat, on a augmenté la surface de captation sur et à mesure et on a calculé le taux de couverture f.

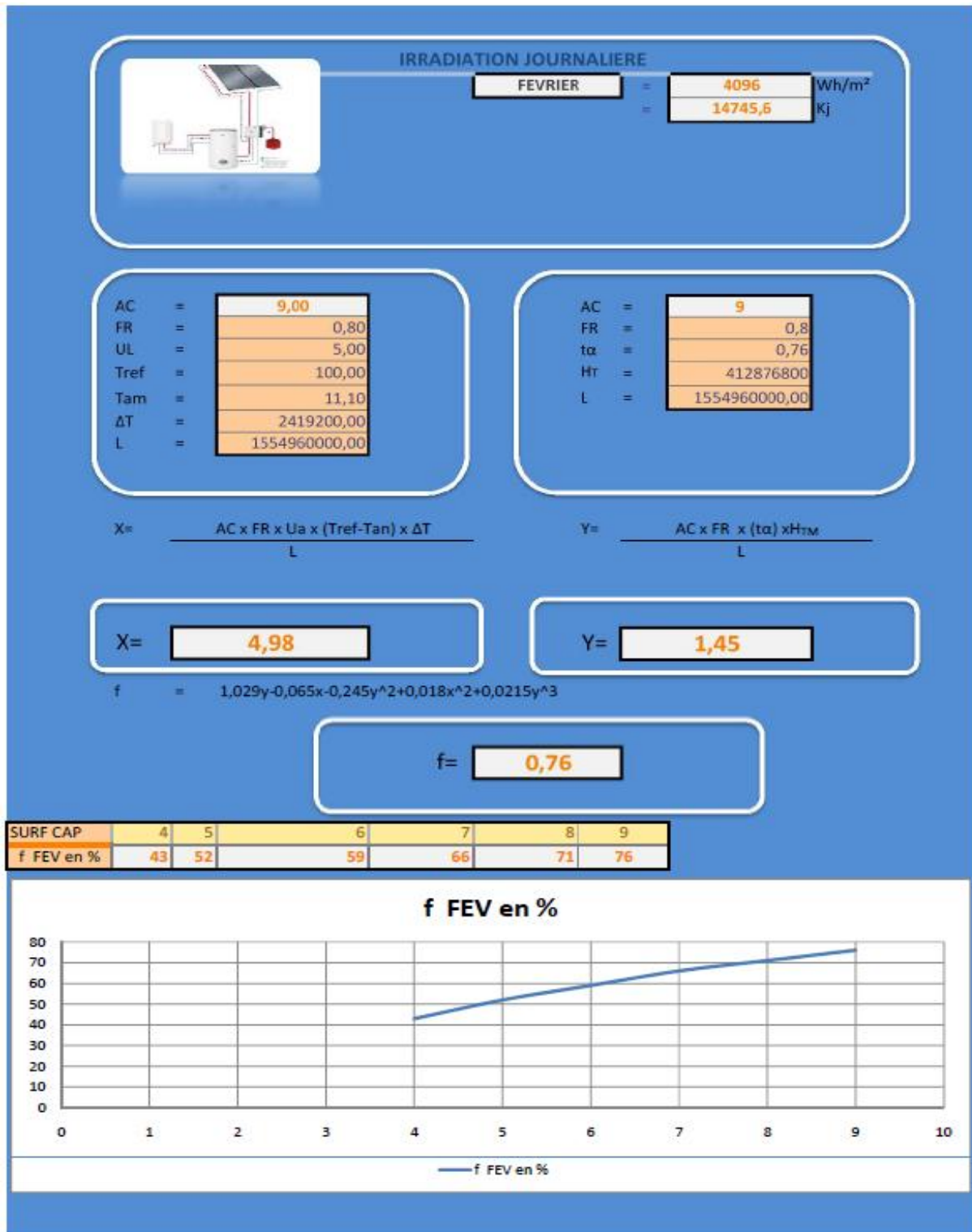
Et afin d'éviter le surdimensionnement de la surface de captation, un calcul sous –Excel est présenté pour tous les mois de l'année avec prise en compte des paramètres variables (température, énergie reçue, le mois).

5-3-2 Calcul du taux de couverture en fonction de la surface de captation pour chaque mois :

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT



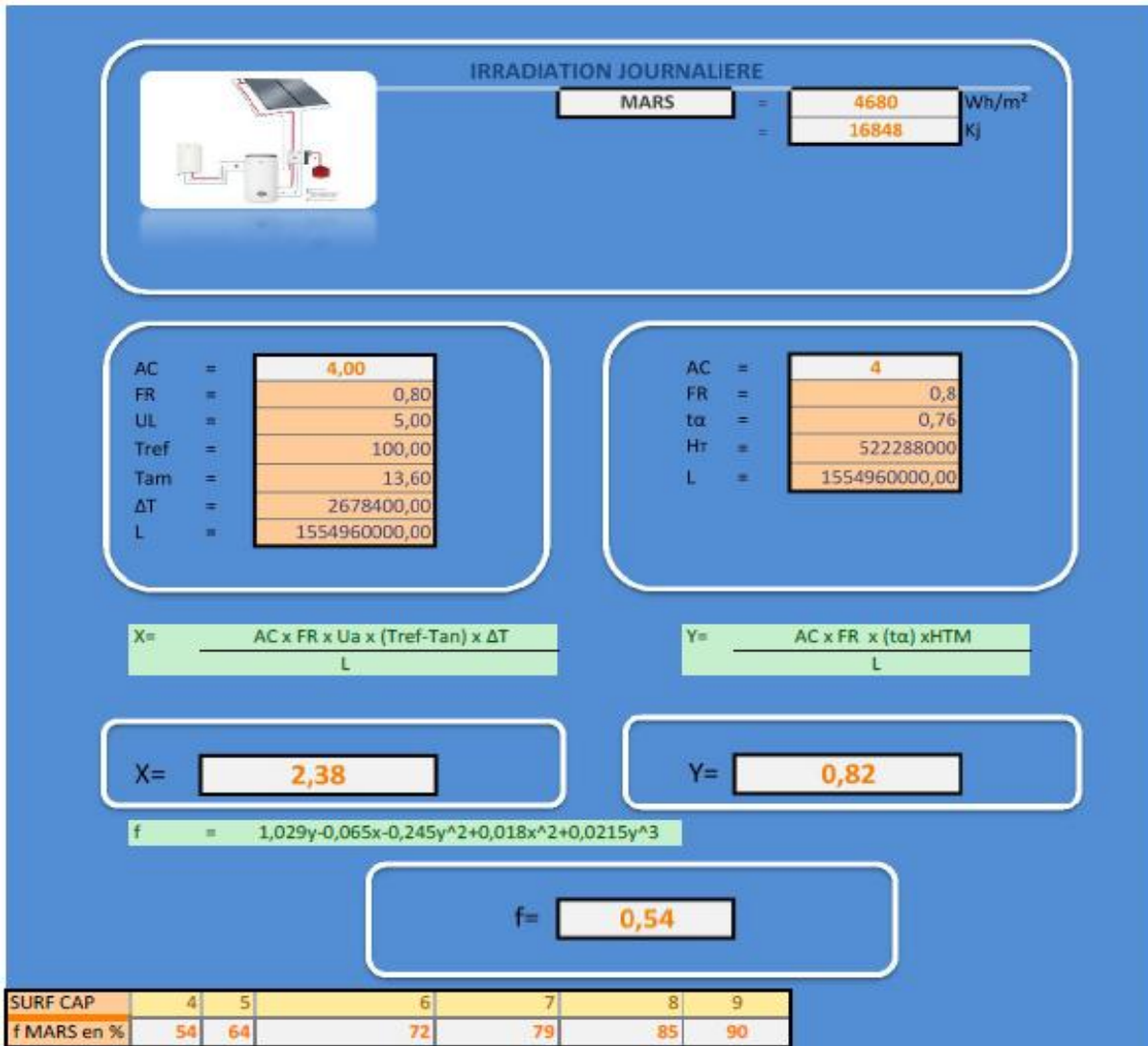
INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT



Selon les résultats obtenus ; on peut avoir un taux de couverture de 43% pour une surface de 4 m² et jusqu'à 71% pour une surface de captation de 8m², on utilise 71% du solaire thermique et 29% système d'appoint

Tableau :5-2Taux de couverture :mois de Février

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT



INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT



IRRADIATION JOURNALIERE

AVRIL

=

4748

Wh/m²

=

17092,8

Kj

AC	=	9,00
FR	=	0,80
UL	=	5,00
Tref	=	100,00
Tam	=	15,40
ΔT	=	2592000,00
L	=	1554960000,00

AC	=	9
FR	=	0,8
τα	=	0,76
Hr	=	512784000
L	=	1554960000,00

$$X = \frac{AC \times FR \times Ua \times (Tref - Tam) \times \Delta T}{L}$$

$$Y = \frac{AC \times FR \times (\tau\alpha) \times H_{TM}}{L}$$

X=

5,08

Y=

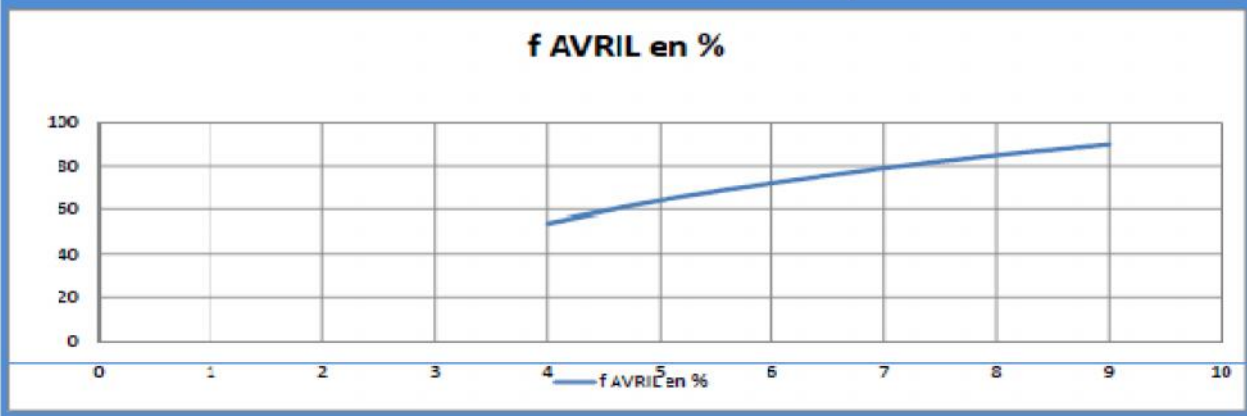
1,80

$$f = 1,029y - 0,065x - 0,245y^2 + 0,018x^2 + 0,0215y^3$$

f=

0,90

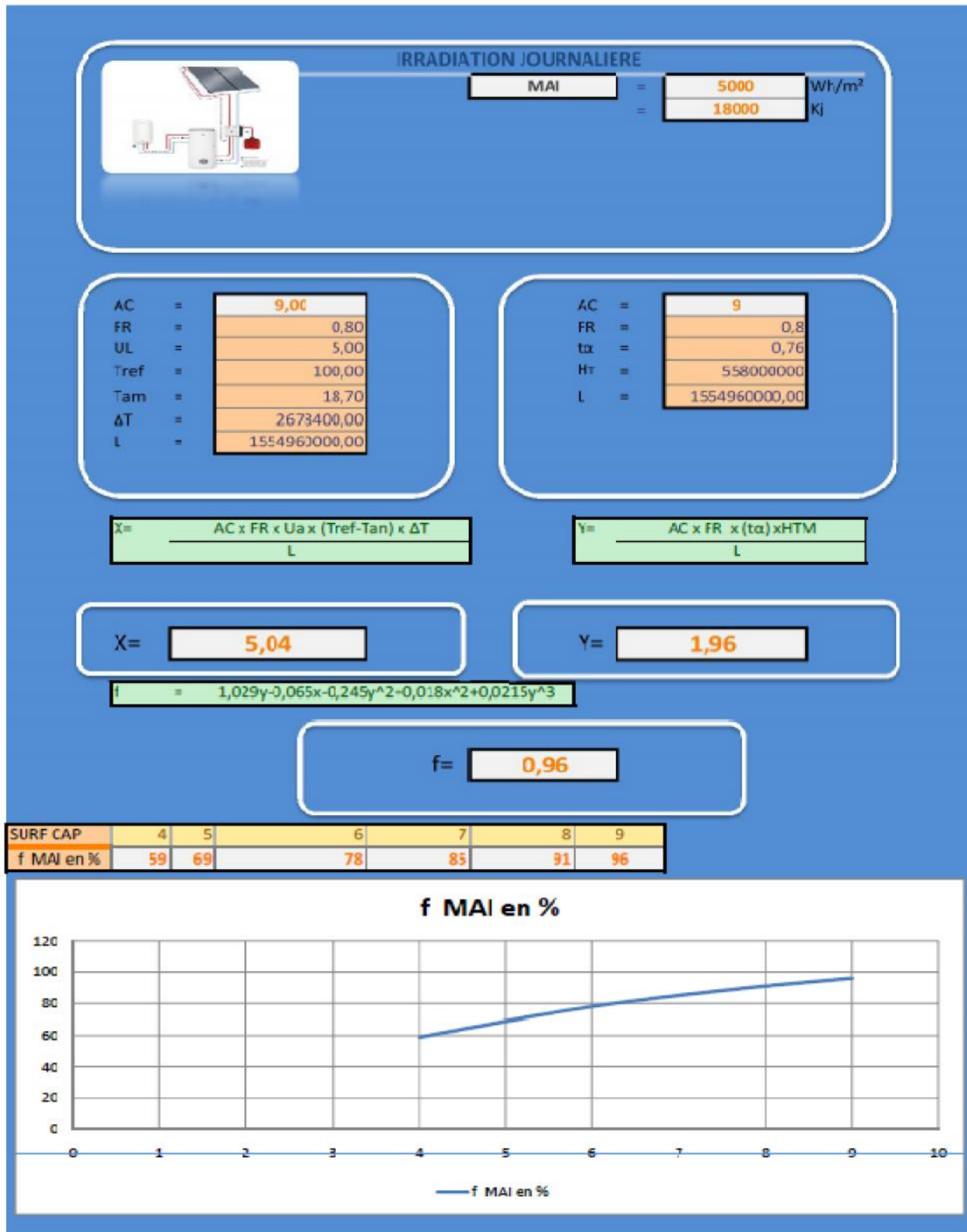
SURF CAP	4	5	6	7	8	9
f AVRIL en %	54	64	72	79	85	90



Selon les résultats obtenus ; on peut avoir un taux de couverture de 54% pour une surface de 4 m² et jusqu'à 85% pour une surface de captation de 8m² donc pour une surface de 8m², on utilise 85% du solaire thermique et 15% système d'appoint

Tableau :5-4Taux de couverture :mois d'Avril

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT



Selon les résultats obtenus ; on peut avoir un taux de couverture de 59% pour une surface de 4 m² et jusqu'à 91% pour une surface de captation de 8m² alors pour une surface de 8m², on utilise 91% du solaire thermique et 9% système d'appoint

Tableau :5-5Taux de couverture :mois de Mai

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT



IRRADIATION JOURNALIERE

JUIN = **4762** Wh/m²

= **17143,2** KJ

AC =	4,00
FR =	0,80
UL =	5,00
Tref =	100,00
Tam =	22,90
ΔT =	2592000,00
L =	1554960000,00

AC =	4
FR =	0,8
τα =	0,76
Hr =	514296000
L =	1554960000,00

$$X = \frac{AC \times FR \times U_a \times (T_{ref} - T_{an}) \times \Delta T}{L}$$

$$Y = \frac{AC \times FR \times (\tau\alpha) \times H_{TM}}{L}$$

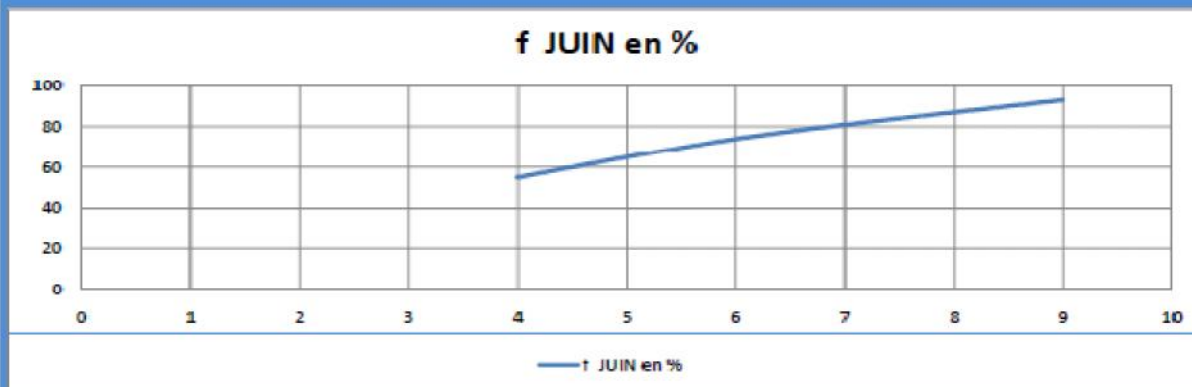
X = **2,06**

Y = **0,80**

$$f = 1,029y - 0,065x - 0,245y^2 + 0,018x^2 + 0,0215y^3$$

f = **0,55**


SURF CAP	4	5	6	7	8	9
f JUIN en %	55	65	74	81	87	93



Selon les résultats obtenus ; on peut avoir un taux de couverture de 55% pour une surface de 4 m² et jusqu'à 87% pour une surface de captation de 8m² alors pour une surface de 8m², on utilise 87% du solaire thermique et 13% du système d'appoint .

Tableau :5-6Taux de couverture :mois de Juin

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT



IRRADIATION JOURNALIERE

JUILLET

=

3010

=

18036

Wh/m²

=

18036

Kj

AC =	9,00
FR =	0,80
UL =	5,00
Tref =	100,00
Tam =	26,50
ΔT =	26/8400,00
L =	1554960000,00

AC =	9
FR =	0,8
ta =	0,76
Ht =	559116000
L =	1554960000,00

$$X = \frac{AC \times FR \times Ua \times (Tref - Tam) \times \Delta T}{L}$$

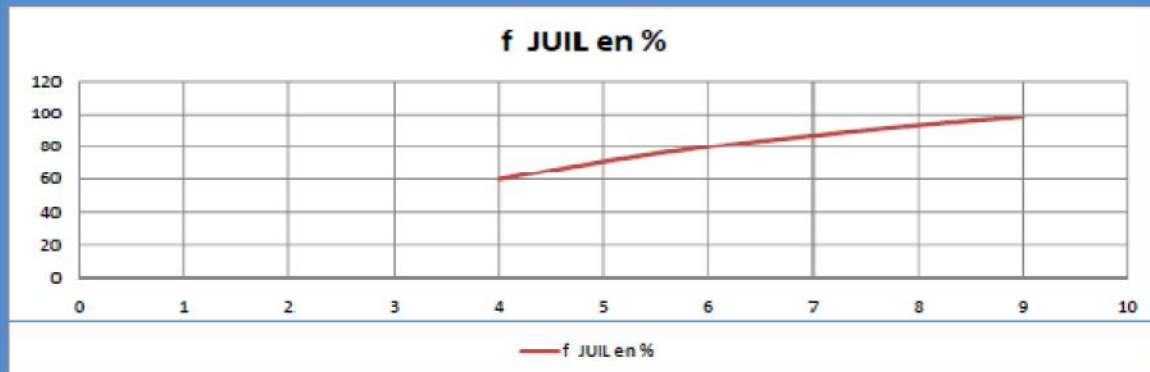
$$Y = \frac{AC \times FR \times (ta) \times Ht}{L}$$

$X = 4,56$

$Y = 1,97$

$f = 0,98$

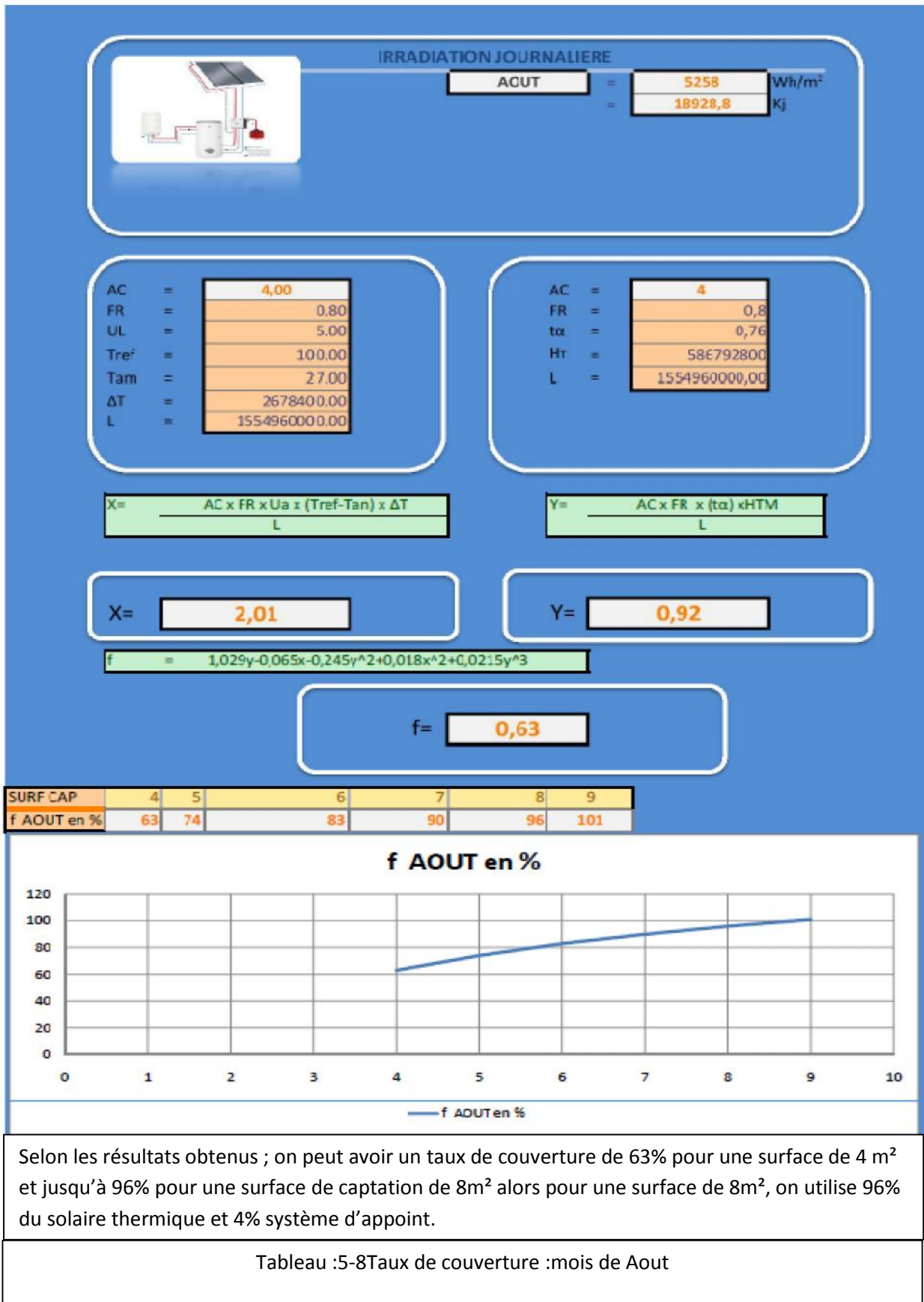
SURF CAP	4	5	6	7	8	9
f JUIL en %	60	71	80	87	93	98



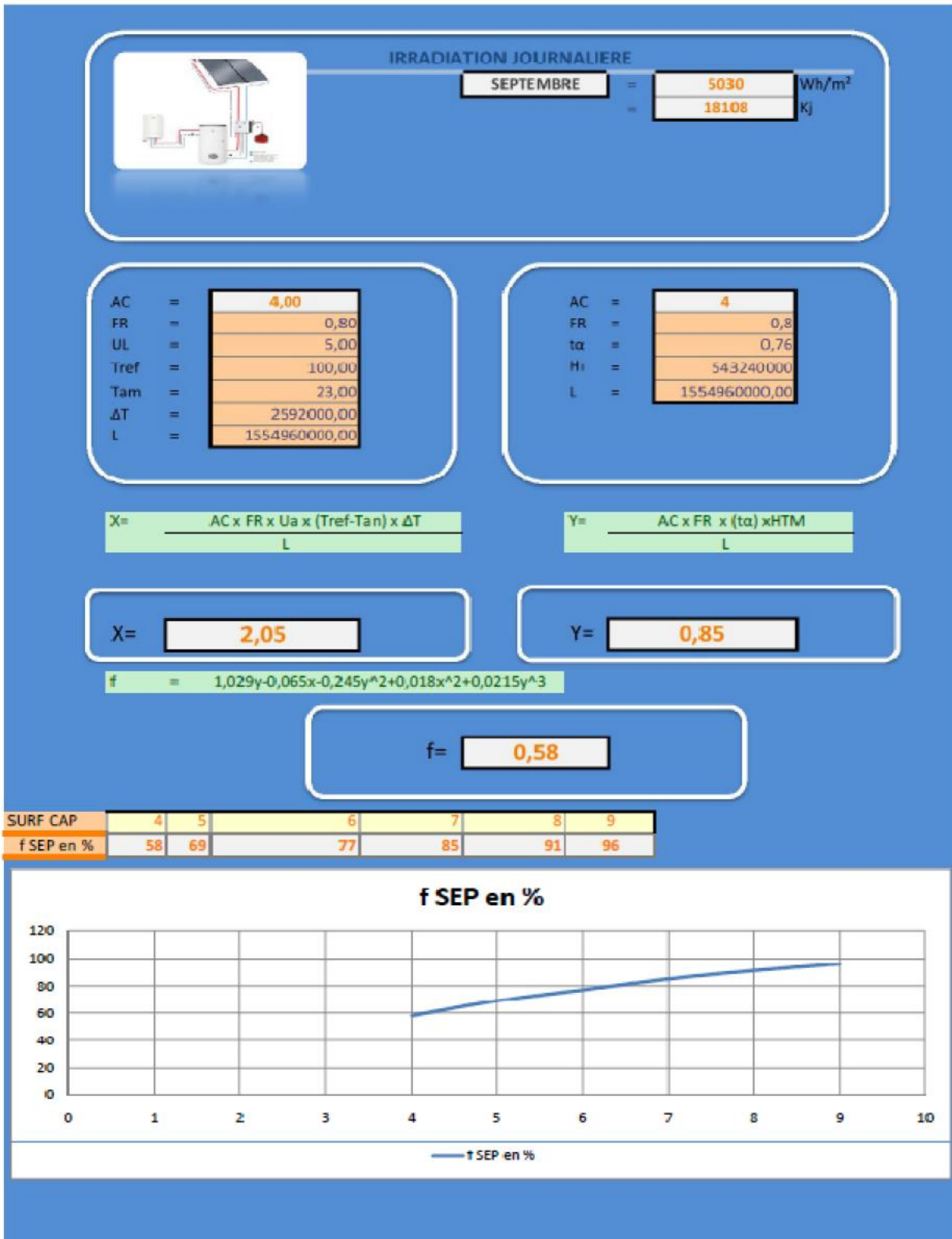
Selon les résultats obtenus ; on peut avoir un taux de couverture de 60% pour une surface de 4 m² et jusqu'à 93% pour une surface de captation de 8m² alors pour une surface de 8m², on utilise 93% du solaire thermique et 7% système d'appoint

Tableau :5-7Taux de couverture :mois de Juillet

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT



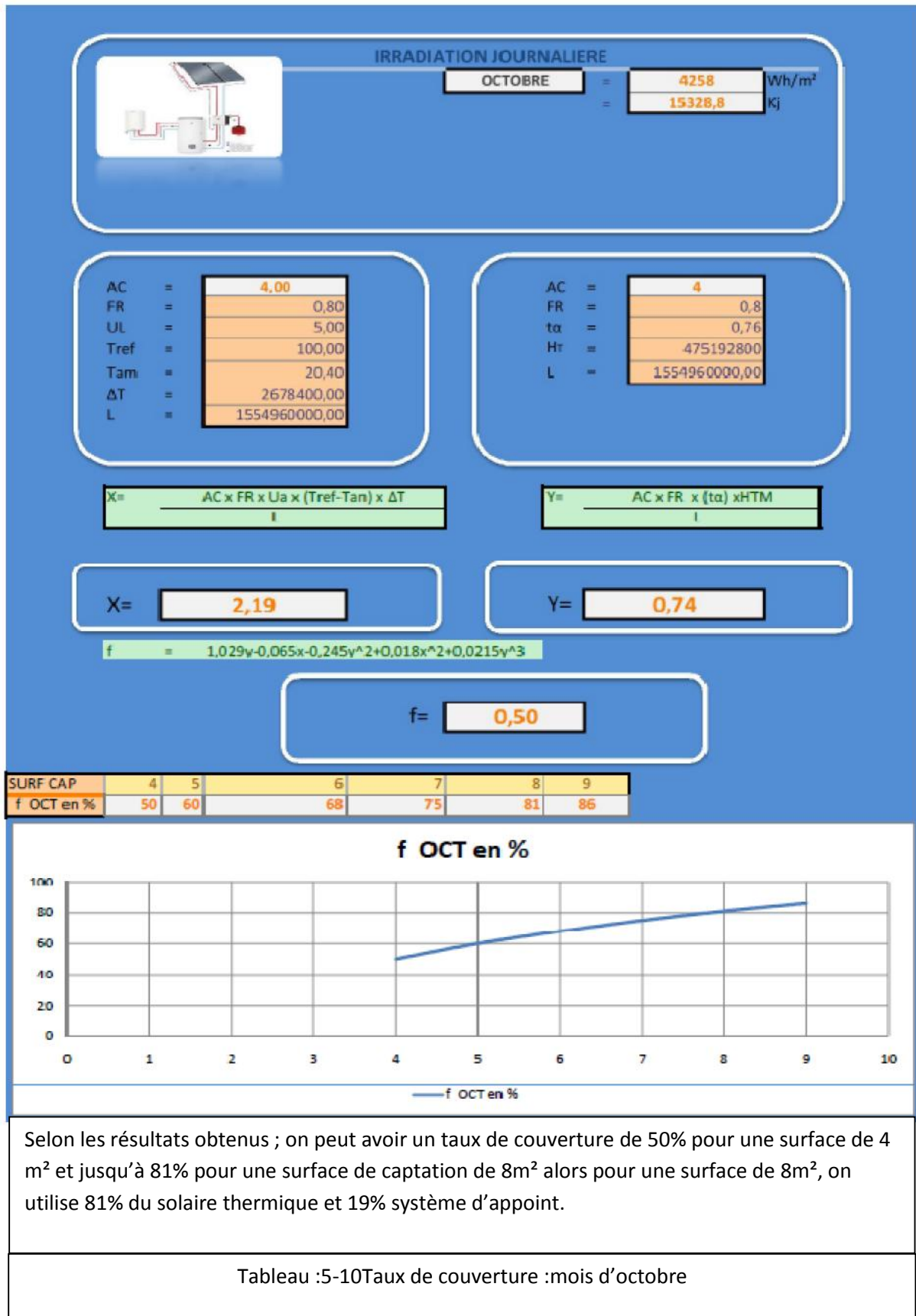
INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT




Selon les résultats obtenus ; on peut avoir un taux de couverture de 58% pour une surface de 4 m² et jusqu'à 91% pour une surface de captation de 8m² alors pour une surface de 8m², on utilise 91% du solaire thermique et 9% système d'appoint.

Tableau :5-9Taux de couverture :mois de Septembre

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT



INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT



IRRADIATION JOURNALIERE

NOVEMBRE	=	3322	Wh/m ²
	=	11959,2	Kj

AC	=	4,00	
FR	=	0,80	
UL	=	5,00	
Tref	=	100,00	
Tam	=	15,10	
ΔT	=	2592000,00	
L	=	1554960000,00	

AC	=	4	
FR	=	0,8	
ta	=	0,76	
Hr	=	358776000	
L	=	1554960000,00	

$$X = \frac{AC \times FR \times Ua \times (Tref - Tam) \times \Delta T}{L}$$

$$Y = \frac{AC \times FR \times (ta) \times HTM}{L}$$

$$X = 2,26$$

$$Y = 0,56$$

$$f = 1,029y - 0,065x - 0,245y^2 + 0,018x^2 + 0,0215y^3$$

$$f = 0,37$$

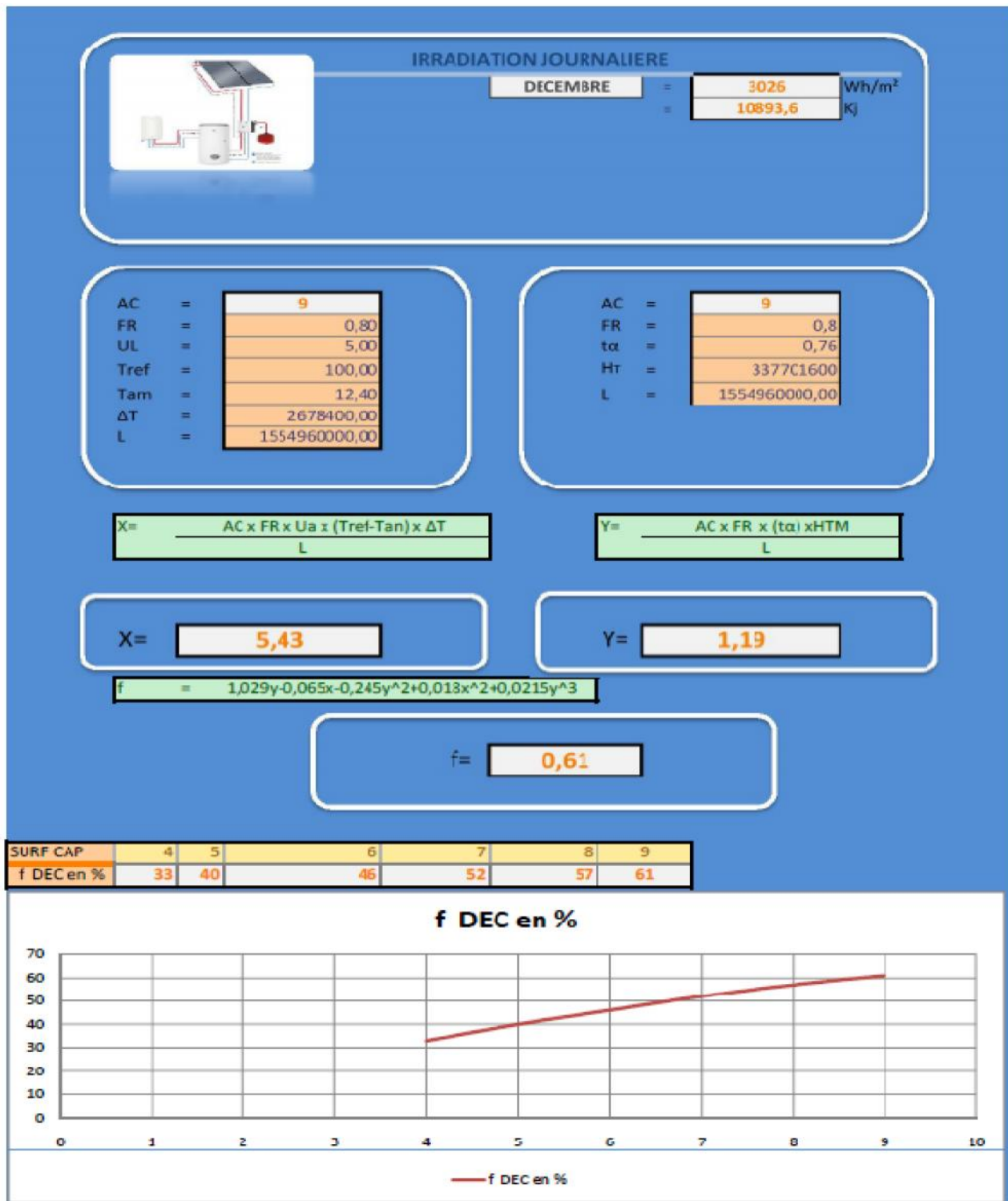
SURF CAP	4	5	6	7	8	9
f NOV en %	37	44	51	57	62	67



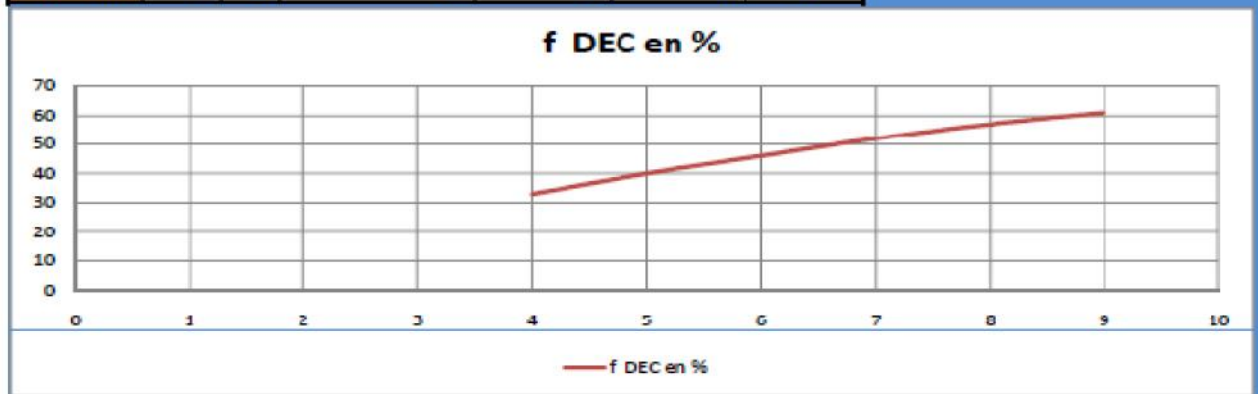
Selon les résultats obtenus ; on peut avoir un taux de couverture de 37% pour une surface de 4 m² et jusqu'à 62% pour une surface de captation de 8m² alors pour une surface de 8m², on utilise 62% du solaire thermique et 38% système d'appoint.

Tableau :5-11Taux de couverture :mois de Novembre

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT



SURF CAP	4	5	6	7	8	9
f DEC en %	33	40	46	52	57	61



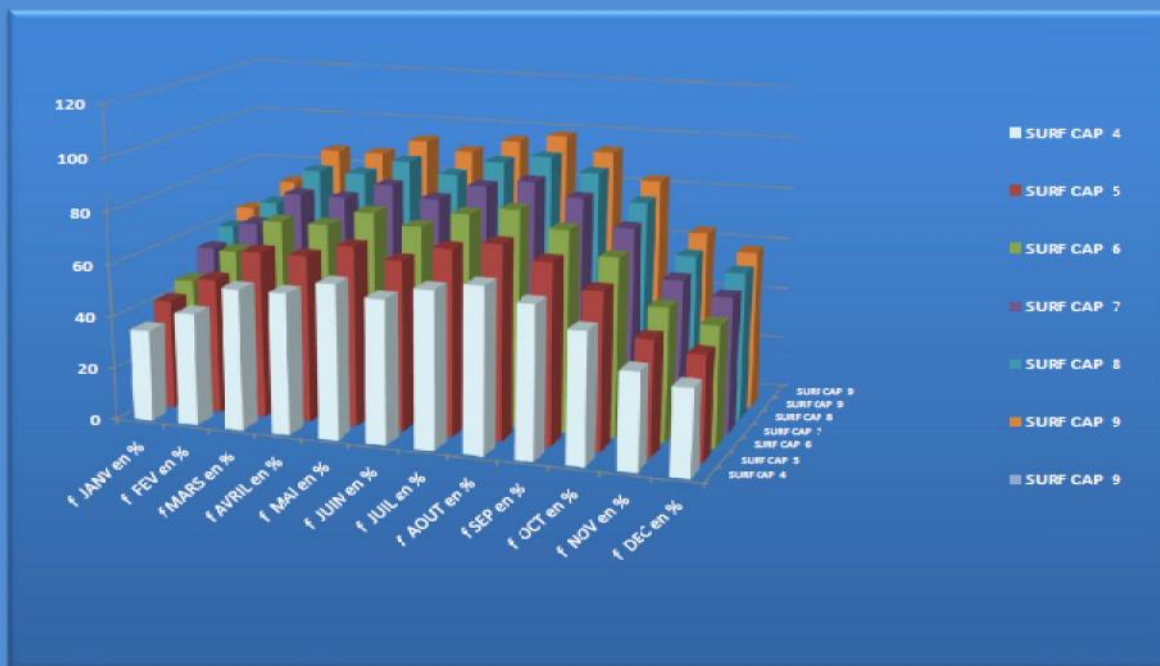
Selon les résultats obtenus ; on peut avoir un taux de couverture de 33% pour une surface de 4 m² et jusqu'à 57% pour une surface de captation de 8m² alors pour une surface de 8m², on utilise 57% du solaire thermique et 43% système d'appoint. et c'est le cas le plus défavorable.

Tableau :5-12Taux de couverture :mois de Décembre

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

TABLEAU DE RECAPITULATION

F/MOIS	SURF CAP					
	4	5	6	7	8	9
f JANV en %	35	42	46	55	60	64
f FEV en %	43	52	59	66	71	76
f MARS en %	54	64	72	79	85	90
f AVRIL en %	54	64	72	79	85	90
f MAI en %	59	69	78	85	91	96
f JUIN en %	55	65	74	81	87	93
f JUIL en %	60	71	80	87	93	98
f AOÛT en %	63	74	83	90	96	101
f SEP en %	58	69	77	85	91	96
f OCT en %	50	60	68	75	81	86
f NOV en %	37	44	51	57	62	67
f DEC en %	33	40	46	52	57	61



Synthèse : selon les résultats présentés ci-dessus .on constate que pour une surface de captation de 8m² on obtient un taux de couverture de 57%pour le mois de décembre et 96% en Aout. Ce qui permet de réduire la consommation énergétique pour la production d'eau chaude sanitaire a 50 % pour le cas le plus défavorable et 4% pour le cas le plus favorable en mois d'Aout.

Grace à l'intégration du solaire thermique, ainsi que l'augmentation de la surface de captation selon les résultats obtenus après le dimensionnement de l'installation selon la méthode F- Chart on a pu réduire lac consommation énergétique pour la production d'eau chaude sanitaire.

Tableau :5-13 de récapitulation

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

Conclusion générale

Parmi les enjeux majeurs de l'état ; la diminution de la consommation énergétique surtout dans le bâtiment étant un secteur énergivore.

Plusieurs actions ont été entreprises par l'état afin d'atteindre cet objectif parmi ; lancement des projets HPE et l'utilisation des énergies renouvelables.

Le travail que nous avons entrepris a porté sur « Intégration du système actif dans le bâtiment », notre choix s'est porté sur un des logements conçu dans le cadre de notre projet de fin d'études situé à Blida.

A travers notre étude, on a essayé d'intégrer le système actif dans le bâtiment mais d'une façon qu'il soit rentable : qu'il peut satisfaire les besoins de l'occupant et en même temps réduire la consommation en énergie fossile.

Pour la première étape d'étude, on a commencé par 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 bâtiments d'habitation (D.T.R.3-2) ; pour cette étape on a vérifié notre bâtiment avant et après renforcement de l'isolation et intégration des ouvertures avec double vitrage .

pour le premier cas notre bâtiment n'est pas conforme par contre après renforcement le bâtiment est devenu conforme à la réglementation du à l'augmentation de la résistance des parois ,et des planchers et par conséquent la diminution du coefficient de transmission surfacique $K(0.3 \text{ w/m}^2 \cdot \text{c}^\circ)$ ainsi que le choix d'ouvertures performantes.

Pour la deuxième étape d'étude on a étudié le comportement thermique du bâtiment à l'aide d'un logiciel de simulation thermique dynamique Pleiades-Comfie version 2.3, cet outil de simulation prend en considération les conditions météorologiques du site étudié ,cette étude s'est basée sur la variation des paramètres d'études ,des solutions passives ont été proposées afin de garantir le confort à l'intérieur du logement et de réduire la consommation énergétique pour le chauffage, d'après les résultats obtenus après intégration de la consigne de thermostat, le système actif intégré est plus rentable après traitement de l'enveloppe extérieure (orientation ,isolation, choix d'ouvertures performantes)grâce à ces paramètres d'étude on a pu garantir le confort à l'intérieur du logement ainsi que la réduction de la consommation énergétique jusqu'à 70 % .Par conséquent notre système actif est plus rentable dans un logement bien isolé.

Pour la troisième étape d'étude, on a intégré un système solaire actif pour la production d'eau chaude sanitaire, et pour que notre système soit rentable on doit satisfaire 50% des besoins pour le cas le plus défavorable (décembre) et à presque 100% pour le cas le plus favorable (Aout).et pour cette raison on a utilisé la méthode F-chart qui sert à calculer les performances d'une installation thermique à long terme. D'après les résultats obtenus on a déduit que l'augmentation de la surface de captation peut améliorer le taux de couverture et par conséquent réduire la consommation en énergie fossile.

Notre étude a permis d'atteindre les objectifs suivants :

-Vérification de la conformité du bâtiment selon le document technique réglementaire (D.T .R.C3-2).

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

- L'étude du comportement thermique dynamique du logement à l'aide d'un logiciel(STD), qui a permis d'identifier les besoins pour assurer le confort.
- Définir les solutions passives qui peuvent garantir le confort à l'intérieur du logement et réduire la consommation en énergie fossile pour le chauffage et par conséquent améliorer la rentabilité du Système actif intégré.
- Réduction de la consommation énergétique du bâtiment pour le chauffage a 70% après avoir isolé le logement.
- Réduction de la consommation énergétique pour la production d'eau chaude sanitaire en utilisant un système actif solaire et obtenir un taux de couverture égale a 50% pour le cas le plus défavorable.

D'un point de vue personnel, cette étude a permis d'appliquer une phase très importante dans la démarche d'un projet, suite aux résultats obtenus, on a constaté que le traitement de l'enveloppe extérieure ou bien une conception bioclimatique peut améliorer le confort a l'intérieur du logement et en même temps réduire la consommation énergétique qui peut être optimisée par l'utilisation de l'énergie solaire.

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

Référence :

- [1]- -Bulletin trimestriel de l'APRUE N° 9 - Avril 2006 revue des énergies renouvelables.
- [2]-Chauffage, isolation, et ventilation écologique(Auteur: Haut,paulde ,Editeur:Eyrolles
- [3]- Document technique réglementaire (D .T .R .C 3-2).
- [4]- Sami,mecheri ;Le chauffage solaire de l'eau sanitaire, Division énergie solaire thermique et géothermie.
- [5]- Etude de l'efficacité énergétique d'un bâtiment d'habitation à l'aide d'un logiciel de simulation par Mr. boursas abderrahmane..
- [6]- Ademe 2002: Eau chaude solaire, manuel pour la conception, le dimensionnement et la réalisation des installations
- [7]-ENERGETIQUE DU BATIMENT ;Nicolas Morel et Edgard Gnandounou(nouvelles edition du cours donne par Claude-Alain Roulet et Arnaud Dauriat-Edition 2009).
- [8] -Maison basse consommation en béton (BBC) . Haut,paulde ,Editeur:Eyrolles
- [9]- Bioclimatisme et performances énergétique des bâtiments Auteur:Dutreix Armand. ,Editeur:Eyrolles
- [10]- Guide pour une construction Eco- énergétique Auteur Dr Astrid Denker Dr. S.M.K. El HassarGrp. D'experts spécialiste en efficacité énergétique et durabilité sous la directionde Dr.-Ing Saad Baradiy
- [11]- Les ponts thermiques dans le bâtiment, mieux les connaître pour mieux les traiter. Editeur:Eyrolles
- [12]-Chauffage, isolation ventilation écologique ,les clés pour économiser Pal de Haut, Editeur:Eyrolles
- [13] – Maison basse consommation en béton (BBC) . (Source:www.pradierblocs.fr/pdf/maison-bbc-Maison).
- [14]-Bulletin trimestriel de l'aprue ,septembre 2010 ,Programme triennal d'efficacité énergétique" 2011-2013 revue des énergies renouvelables.
- [15]- Sami-Mécheri, D. Semmar et A. Hamid, Revue des Energies Renouvelables Vol. 15 N°2 (2012) 357– 364, Efficacité énergétique des logements à haute performance énergétique, « HPE » : Application au site de Béchar.
- [16]- Le portail des énergies objectif du programme des énergies renouvelables.
- [17]- REHABILITATION THERMIQUE D'UN LOCAL DANS UNE ZONE ARIDE-CAS DE GHARDHAIA :PAR :FARIDA SAM .
- [18]- Duffie JA,Beckman WA,Solar Engineering of Thermal processes ,New York,Willy-Interscience, 1980.
- [19]-28 logements locatifs BBC(effinergie ville de Pontarlier 5Rues des étiquettes)

INTEGRATION DU SYSTEME ACTIF DANS LE BATIMENT

[20]- Eau chaude sanitaire solaire garantie à la copropriété "Les Cèdres" de Lons-le-Saunier (39) (source Ademe)

[21]- Atlas Solaire de l'Algérie, Aspects énergétiques, Auteur :Michel Capederou,Ecoles polytechnique d'architecture et d'urbanisme.

[23]-Guide des calculs des déperditions et charges thermiques d'hiver(collection des guides de L'AIcvf)

-[24]- -Installer un chauffage ou un chauffe-eau-solaire. Auteur: Amet, Pierre Auteur: Gourdon, Editeur: Eyrolles.

[25]- Manuel Pleiades.

[26]- présentation de la maison (Visite sur site dans le cadre de la recherche).
