



MEMOIRE



Présenté au DEPARTEMENT des ENERGIES RENOUVELABLES

Soutenu le : 21/06/2017

Pour l'obtention du diplôme de :

MASTER EN ENERGIES RENOUVELABLES

OPTION : Habitat bioclimatique

Etude des performances thermiques de la maison solaire de l'UDES

Par : Moulai Imene

Devant le jury composé de :

Dr, said Nour dine Président

Dr, mehayne kousaila Examineur

Dr, khlelfa Kahina Examineur

DR, Mahrane Achour..... Promoteur

Résumé :

Les maisons passives représentent une opportunité sans précédent pour limiter la dépendance des bâtiments aux énergies fossiles et réduire nos émissions de gaz à effet de serre.

Ce travail consiste en l'étude expérimentale et l'analyse du comportement thermique 'une maison solaire passive réalisée par Unité de développement et équipement solaire (UDES), le bute de ce travail, étude variation de température interne dans période de printemps le mois de mai de 09/05/2017 à 23/05/2017 d'une maison construite avec des panneaux sandwich

A ce propos, des simulations ont été effectuées à l'aide du logiciel de simulation du comportement thermique 'TRNSYS16' avec le modèle numérique type 56.

Les résultats de la simulation vont permettre de comprendre le comportement thermique de l'enveloppe de la maison prototype et d'étudier la variation d'ambiance interne sur la réduction de la consommation de chauffage et climatisation et sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Ce projet terminera avec une validation de système et une étude paramétrique

Mots clés de projet : Maison passive - Confort thermique – Eclairage solaire - BTS – Température – Comportement thermique, efficacité énergétique

Abstract:

Passive houses represent an unprecedented opportunity to limit the dependence of buildings on fossil fuels and reduce our greenhouse gas emissions.

This work consists of experimental study and analysis of the thermal behavior of a passive solar house realized by Unit of development and solar equipment (UDES), the purpose of this work, study internal temperature variation in spring period the month of May from 09/05/2017 to 23 / 05/2017 from a house built with sandwich panels

In this regard, simulations were carried out using the thermal behavior simulation software 'TRNSYS16' with the digital model type 56.

The results of the simulation will make it possible to understand the thermal behavior of the envelope of the prototype house and to study the variation of internal environment on the reduction of the consumption of heating and air conditioning and on the reduction of emissions of effect gas Greenhouse.

This project will end with a system validation and a parametric study

Keywords of the Project: Passive house - Thermal comfort - Solar illumination - BTS - Temperature - Thermal behavior, energy efficiency

ملخص:

تمثل المنازل السلبية فرصة غير مسبوقه للحد من الاعتماد على المباني الوقود الأحفوري والحد من انبعاث غازات الاحتباس الحراري.

ويشمل هذا العمل دراسة تجريبية وتحليل السلوك الحراري للمنزل الطاقة الشمسية السلبية جعلت وحدة التنمية ومعدات الطاقة الشمسية من قبل، ويتعثر هذا العمل، التغير في درجة الحرارة الداخلية في فترة الدراسة الربيع

ة 09/05/2017 / 23 / 05/2017 شهر

نموذج رقمي TRNSYS16'AVEC باستخدام محاكاة السلوك الحراري للبرمجيات E وفي هذا الصدد، تم تنفيذ عمليات المحاكاة 56.

وستكون نتائج المحاكاة تساعد على فهم السلوك الحراري للغلاف النموذج منزل ودراسة الاختلاف من الجو الداخلي على الغاز تأثير الاحتباس الحراري ÉMMISSONS الحد من استهلاك التدفئة والتبريد والحد من

سينتهي هذا المشروع مع نظام التحقق من صحة ودراسة حدودي

Dédicace :

Nulle œuvre exaltante que celle réalisée avec le soutien moral et financier des personnes qui nous sont proches.

Je tiens à exprimer ma plus profonde reconnaissance :

A Mes chers parents **ma mère et mon père** pour leur patience, leur soutien et leurs encouragements qui s'est toujours sacrifiée pour mon éducation et ma réussite

A mes sœurs : **SAMIA, NADA**

A mes frères : **FETHI, NADJIB, KHALED**

A tous mes amis surtout : **DJALIL, AMINA, AMINE, HIBA, HAMID, HODA, NADIA**

Et un remerciement particulier à **AYOUB TAALLAH** qui n'a j'aimai cessé de m'encourager, me conseiller et me soutenir.

Sommaire

Remerciements	
Dédicaces	
Résumé	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Nomenclature	
Introduction générale	

Chapitre 1 : Etat de l'art

1. Introduction :	Erreur ! Signet non défini.
1. les la bels	2
1.1. Passivhaus(Allemagne)	3
1.2. Minergie (suisse) :.....	4
1.3.Effinergie (France)	5
2.Différents concepts d'habitats existants:	5
2.1. Maison à 'Energie positive'	5
2.2.Maison à 'Zéro énergie' :.....	5
2.3.Maison 'passive'	6
2.4.Maison à 'Basse énergie'	6
.....	7
1.8. Le point commun de tous ces concepts	8
1.13.Etat de l'art	8

Capitre 2 : présentation de projet et modélisation

-Introduction :	Erreur ! Signet non défini.
Présentation de la ville d'étude	Erreur ! Signet non défini.
1.1-Localisation géographique	Erreur ! Signet non défini.
Les Caractéristiques du Climat de Bou Ismaïl.....	Erreur ! Signet non défini.
1.2.1Les températures.....	Erreur ! Signet non défini.
1.2.2L'enseillement	Erreur ! Signet non défini.
2 :Description de l'habitat étudié.....	Erreur ! Signet non défini.
2.1- Présentation de la maison solaire	Erreur ! Signet non défini.

2.2 :Composition des parois	Erreur ! Signet non défini.
3.1-Murs extérieurs	Erreur ! Signet non défini.
4. Caractéristiques thermiques des différentes parois de la maison :	Erreur ! Signet non défini.
4. Bilan thermique	Erreur ! Signet non défini.
5. déperditions et apports calorifiques des bâtiments	Erreur ! Signet non défini.
5.1– Déperditions :	Erreur ! Signet non défini.
5.1.1-Déperdition totale d'un logement	Erreur ! Signet non défini.
5.1.2-Déperditions totale d'un volume	Erreur ! Signet non défini.
5.1.3-déperditions par transmission d'un volume	Erreur ! Signet non défini.
5.1.4- Déperditions par renouvellement d'air d'un volume.....	Erreur ! Signet non défini.
5.1.5- Déperditions surfaciques par transmission à travers les parois ...	Erreur ! Signet non défini.
5.1.7- Déperdition linéaire	Erreur ! Signet non défini.
5.1.8-Calcul du coefficient des déperditions volumique « G » :.....	Erreur ! Signet non défini.
5.1.9 :Bilan thermique sur la toiture	Erreur ! Signet non défini.
6 :Bilan thermique sur mur :	Erreur ! Signet non défini.
6.1 :Bilan thermique sur le volume interne de la cellule :	Erreur ! Signet non défini.
6.2 :Discrétisation :	Erreur ! Signet non défini.
7 :Conclusion :	Erreur !
.....	Erreur !

Signet non défini.

Chapitre 3 : Etude expérimentale

1 :Introduction :	Erreur ! Signet non défini.
2 :Instrumentation et système d'acquisition de données :	Erreur ! Signet non défini.
2.1 :Mesure des températures.....	Erreur ! Signet non défini.
2.2 :Thermocouple de type K :	Erreur ! Signet non défini.
3 :Système d'acquisition de données portable Hydra 2620A	Erreur ! Signet non défini.
3.1 :-Mesure d'éclairement	Erreur ! Signet non défini.
3.2 :. Résultats et Interprétation	Erreur ! Signet non défini.
4 :Conclusion :	Erreur !

Erreur ! Signet non défini.

Chapitre 4 : résultat et discussion

Introduction	Erreur ! Signet non défini.
---------------------------	-----------------------------

Présentation de logiciel Erreur ! Signet non défini.

Etude paramétrique : **Erreur ! Signet non défini.**

Effet de vitrage : **Erreur ! Signet non défini.**

Conclusion : **Erreur ! Signet non défini.**

Conclusion générale

Nomenclature :

A : Surface (m²)

Ta : Température ambiante de l'air (°C)

TP : Température des parois (°C)

Gh : Irradiation solaire globale sur un plan horizontal (w/m²)

Bn : Irradiation solaire directe normale (w/m²)

Dh : Irradiation solaire diffus sur un plan horizontal (w/m²)

Ta : Température de l'air (°C)

RH : Humidité relative %

Td : Point de rosée (°C)

FF : Vitesse du vent (m/s)

r : épaisseur [m]

R : résistance thermique [m².K/W]

Rg : résistance thermique globale [m².K/W]

U : Coefficient de transmission thermique [W/m².K]

V : le volume de l'habitat,

ΔT : différence de températures entre l'intérieur et l'extérieur de l'habitat.

Di : Les déperditions totales du volume i [W/°C]

(DT)i : les déperditions par transmission du volume i, [W/°C]

(DR)i : les déperditions par renouvellement d'air du volume i. [W/°C]

(Ds)i : les déperditions surfaciques à travers les parties courantes des parois en contact avec l'extérieur, [W/°C]

(Dli)i : les déperditions à travers les liaisons, [W/°C]

(Dsol)i : les déperditions à travers les parois en contact avec le sol, [W/°C]

*(Dlnc)i : les déperditions à travers les parois en contact avec les locaux non chauffés .
[W/°C]*

(DRV) : représente les déperditions dues au fonctionnement normal des dispositifs de ventilation, [W/°C]

(DRs)_i : les déperditions supplémentaires dues au vent. [W/°C]

DT : (les déperditions par transmission du logement, [W/°C]

Dréf : les déperditions de référence. [W/°C]

(DB) : les déperditions de base de chaque volume thermique i. [W]

t_{bi} : la température intérieure de base du volume considéré ; [°C]

t_{be} : la température extérieure de base du lieu d'implantation de la construction. [°C]

K : le coefficient de transmission surfacique ; [W/ m². °C]

A_i : la surface intérieure de la paroi. [m²]

K_l : le coefficient de Transmission linéique de la liaison, [W/ m. °C]

L : la longueur intérieure de la liaison. [m]

Q_v le débit spécifique de ventilation ; [m³/h]

Q_s : le débit supplémentaire par infiltrations dues au vent. [m³/h]

V_h : le volume habitable ; [m³]

Acronymes

DTR : Document technique réglementaire.

UDES : Unité de développement des Equipement Solaire

CDER : Centre de développement des énergies renouvelables

CNERIB : Centre national d'étude et de recherche intégrée en bâtiment

Liste des figures :

Chapitre 01 : état de l'art

<i>Figure 1.1 : Les 6 paramètres influant sur le confort thermique</i>	7
<i>Figure 1.2 : consommation algérien d'énergie</i>	8

Chapitre 02 : présentation de projet et modélisation

<i>Figure 2.1 : Communes limitrophes de Bou Ismail</i>	19
<i>Figure 2.2 : Température moyenne mensuelles</i>	20
<i>Figure 2.3 : température journalière</i>	21
<i>Figure 2.4 : Durée d'insolation</i>	21
<i>Figure 2.5 : Irradiation solaire mensuelle</i>	22
<i>Figure 2.6 : la maison prototype situé en Bou Ismail</i>	23
<i>Figure 2.7 : Plan de masse de la maison prototype</i>	24
<i>Figure 2.8 : les locaux chauffée de la maison</i>	24
<i>Figure 2.9 : Schéma des différents échanges thermiques au niveau de la toiture en régime transitoire</i>	30
<i>Figure 2.10 : schéma de différent des échanges thermique au niveau du mur en régime transitoire</i>	31
<i>Figure 2.11 : Maillage au niveau d'une paroi</i>	32
<i>Figure 2.12 : Modélisation de système</i>	35

Chapitre 03 : étude expérimentale

<i>Figure 3.1 : Dispositif expérimental pour la mesure des profils de température dans l'habitation</i>	36
<i>Figure 3.2 : pyranomètres</i>	37
<i>Figure 3.3 : Variation de l'éclairage durant la période de mesure(09 au 23/05/2017)</i>	39
<i>Figure 3.4 : Variation de la température ambiante durant la période de mesures</i>	39
<i>Figure 3.5 Relevés des températures internes dans la chambre et dans la zone séjour –cuisine Durant la période allant du 09/05/2015 au 23/05/2017</i>	39
<i>Figure 3.6 : Variation de la température ambiante et interne de la maison, de l'éclairage pour la journée du (15/05/2017)</i>	40

Chapitre 04 : Résultat et discussion

Fig4.1 : les caractéristiques thermo physique de la chambre.....	44
Fing4.2: les caractéristiques thermo physique de séjour	44
Fig4.3: Comparaison entre la température de l'air mesurée et celle simuler par TRNSYS.....	45
Fig4.4 : graphe de variation de température simulé en fonction de temps	46
Fig4.5: variation d'e vitrage dans TRNSYS Build	47
Fig4.5: variation d'épaisseur dans TRNSYS Build.....	48
Fig.4.6 : graphe de variation de température simulé en fonction de temps avec épaisseur de ($e=12cm$).....	48

Listes de tableaux :

Chapitre 02 : présentation de projet et modélisation

<i>Tableau 2.1 : Données climatique de d'Alger.....</i>	<i>19</i>
<i>Tableau2.2 : caractéristique thermique de différentes parois de la maison.....</i>	<i>25</i>
<i>Tableau2.3 :bilan énergétique de batimant</i>	<i>26</i>
<i>Tableau2.4 : Gains latents par évaporation.....</i>	<i>28</i>
<i>Tableau 2.5 : Valeurs de l'APO dans l'appartement en été.....</i>	<i>29</i>

Chapitre 03 : étude expérimentale

<i>Tableau 3. 1 la variation de température mesuré pendant la semaine d'acquisition</i>	<i>38</i>
---	-----------

Chapitre 04 : Résultat et discussion

<i>Tableau 4.1 : composant de logiciel TRNSYS.....</i>	<i>43</i>
<i>Tableau 4.2: Scénario d'occupation.....</i>	<i>43</i>

I. Introduction:

La consommation énergétique mondiale est en constante augmentation, ce qui cause des problèmes de plus en plus pertinents, notamment ceux liés à la hausse des prix des sources énergétiques primaires et spécialement les hydrocarbures ainsi que la difficulté croissante de leur exploitation à cause de la baisse des réserves mondiales.

En chiffres la consommation énergétique a plus que doublé en quarante ans (de 1973 à 2013) [1]. En 2009, à la suite de la crise de 2008, elle n'avait augmenté que de 1%. [1] Elle était, selon l'Agence internationale de l'énergie de 8,9 milliards de tep en 2011 (4,7 en 1973), pour une production énergétique mondiale (énergie primaire) de 13,1 milliards de tep (6,1 en 1973). 81,6 % de cette production provenait de la combustion d'énergies fossiles. Le reste de la production d'énergie provient du nucléaire (5,1 %) et des énergies renouvelables (13,3 %): bois énergie, énergie hydraulique, éolien, solaire, agro-carburants [2].

Plusieurs secteurs se partagent cette consommation au niveau mondial, à commencer par le secteur des transports et notamment le transport routier qui occupait dans l'année 2000 environ 50% de la demande en produits pétroliers finis, et qui devrait passer à 60% à l'horizon 2030. Suivi par le secteur résidentiel représentant 30% de la consommation énergétique totale. Le secteur industriel quant à lui constitue environ 25% de la demande énergétique finale. La production électrique consomme environ 30 % de la consommation en gaz naturel (centrales électriques à gaz). [3]

Il est à noter que les pays développés ont la part du lion de la consommation énergétique finale. Cependant, les pays émergents connaissent quant à eux la plus grande croissance en consommation énergétique.

Les conséquences d'une telle consommation sont majeures, les effets de la pollution atmosphérique sont de plus en plus visibles mais surtout irréversibles. Ainsi, on n'évoque plus le stoppage de ce phénomène dévastateur pour la planète mais plutôt d'alléger les conséquences à l'échelle actuelle et surtout pour les générations futures.

Face à tout cela, une première et inévitable solution s'impose, celle de la gestion raisonnable de l'énergie, si on consomme aujourd'hui trop, il ne faut pas commencer par réfléchir à exploiter d'autres sources dites plus propres, mais plutôt réduire et optimiser notre consommation énergétique par des moyens technologiques plus avancés, économes et amis de la nature.

Comme précédemment noté, le secteur résidentiel à l'échelle mondiale et locale est un des secteurs les plus blâmables. La solution indiquée est celle de l'efficacité énergétique et qui pose un double défis ; celui de rénover les bâtiments existants afin d'optimiser leurs rendements énergétiques et celui de bâtir de nouveaux bâtiments conformes aux normes des différents labels que nous citerons ci-dessous

1. Les labels:

Le secteur du bâtiment est régi par des normes, des règlements et des avis techniques ayant pour objectif d'assurer la sécurité et la santé des personnes, la qualité des matériaux ainsi que le respect des règles de construction. Les labels constituent une catégorie à part, en ce sens que leur application n'est pas obligatoire mais optionnelle. Dans le secteur du bâtiment, ils représentent un élément permettant de marquer la différence entre une construction ordinaire et celle qui aurait passé un test ou une épreuve supplémentaire. Les labels sont toujours un signe de qualité. Certains sont peu contraignants, d'autre font l'objet de mesures et de contrôles après travaux. En France et en Europe, trois d'entre eux principalement essaient de pousser le secteur vers la construction passive. L'un est allemand, l'autre suisse et le troisième français.[4].

Le point commun entre de ces trois labels est qu'ils définissent les consommations d'énergie d'une construction en kWh par m² et par an. Cependant, même si l'énergie est une grandeur physique universelle, elle subit à chaque frontière des interprétations au nom de particularismes nationaux qui n'ont qu'un lointain rapport avec les préoccupations environnementales[4]

1. 1 PassivHaus (Allemagne):

PassivHaus est un Label développé par l'institut de recherche allemand Passivhaus, créé par le Dr. Wolfgang Feist en 1996. Ce label s'applique aux bâtiments résidentiels et tertiaires tant en réhabilitation qu'en construction neuve. Le concept de Passivhaus désigne des bâtiments dont les besoins énergétiques pour le chauffage sont inférieurs à 15 kWh/m².an et une consommation en énergie primaire inférieure à 120 kWh/m².an pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire et l'électricité (en plus des usages domestiques).

Ces bâtiments se veulent confortables tant en hiver qu'en été sans avoir à faire appel à un système conventionnel actif de chauffage ou de climatisation. Un bâtiment Passivhaus est composé d'une enveloppe avec une isolation thermique très performante et intégrant un triple vitrage isolant, d'une très faible perméabilité à l'air, d'une récupération d'énergie sur la ventilation et par préchauffage d'air neuf (double flux avec récupération, puits climatique) et de sources d'énergies renouvelables.[5]

1. 2 Minergie (suisse):

MINERGIE est un label de qualité énergétique et de confort des bâtiments d'origine suisse. Cela bel est destiné aux bâtiments neufs et rénovés. Il favorise une utilisation rationnelle des ressources énergétiques et l'adoption des énergies renouvelables pour assurer le confort de ses occupants.

Le label Minergie est une marque créée en 1998 à l'initiative de deux cantons suisses, ceux de Zurich et de Berne, et soutenue par l'ensemble des cantons. Il se décline en trois dispositions différentes, plus ou moins contraignantes: Minergie-standard, Minergie-Eco et Minergie-P.

•MINERGIE® vise le résidentiel individuel et collectif et le tertiaire, en neuf et en rénovation. Cinq exigences suivant la catégorie de bâtiment ont été mises en œuvre pour atteindre ce label. Ces exigences agissent sur : l'enveloppe, les systèmes de ventilation (mécanique obligatoire), les consommations annuelles d'énergie, et le surcoût inférieur ou égale à 10% par rapport à un bâtiment standard

•MINERGIE®-P est destiné aux bâtiments à usage résidentiel (collectif et individuel) et administratif. Il correspond au standard ‘PassivHaus’ dont les consommations d’énergies sont inférieures au standard MINERGIE®. Un surcoût égal au maximum à 15 % d’une construction comparable est toléré dans le cadre de ce label.

•MINERGIE®-ECO représente un complément du standard MINERGIE®. Alors que les caractéristiques liées à l’économie d’énergie et au confort sont identiques à MINERGIE® ou MINERGIE®-P, cette nouvelle certification intègre des exigences supplémentaires en matière de construction saine (lumière, bruit et air intérieur) et écologiques (matière première, fabrication et déconstruction).

Le standard MINERGIE® se base sur une enveloppe très isolée intégrant un double ou triple vitrage, une très bonne étanchéité à l’air, une récupération d’énergie sur la ventilation, un électroménager performant et l’intégration des énergies renouvelables.[5].

1. 3 Effinergie (France):

Le label français Effinergie a été lancé par l’association Effinergie pour promouvoir la construction et la réhabilitation à basse consommation d’énergie. Ce label correspond au label «Bâtiment Basse Consommation, BBC». Il vise à reprendre les principes du label suisse MINERGIE®, en l’adaptant au contexte français (Réglementaire, normatif, constructif et climatique).

Effinergie impose une consommation maximale d’énergie primaire fixée à $50\text{kWh/m}^2\cdot\text{an}$

. Cette valeur de référence couvre les besoins en chauffage, eau chaude, sanitaire, éclairage, et ventilation, mais pas la consommation des appareils électroménagers, que les autres Labels prennent en compte.

L’association Effinergie a pour objectif de démontrer qu’il n’est pas nécessaire de faire appel à des équipements exceptionnels et coûteux pour réaliser un bâtiment « basse consommation ». Il est possible d’atteindre les performances par « l’addition harmonieuse et intelligente d’une bonne conception et d’équipements largement diffusés sur le marché [5].

2. Différents concepts d'habitats existants:

Différents concepts couramment rencontrés actuellement, ayant tous pour point commun une

vision différente de l'habitat traditionnel, plus sain et énergétiquement plus sobre.

On distingue:

Maison à « énergie positive»

Maison « zéro énergie»

Maison «passives»

Maison « basse énergie»

2.1 Maison à énergie positive:

Ce bâtiment producteur d'énergie, il produit globalement plus d'énergie qu'il n'en consomme. Ce bâtiment est raccordé à un réseau de distribution d'électricité vers le quel il peut exporter le surplus de sa production électrique.

2.2 Maison zéro énergie:

Ce bâtiment combine de faibles besoins d'énergie à des moyens de production d'énergie locaux. Sa production énergétique équilibre sa consommation si celle-ci est considérée sur une année. Son bilan énergétique net annuel est donc nul.

2.3 Maison passive :

Ce bâtiment très faiblement consommateur d'énergie ne nécessite pas de systèmes de chauffage ou de rafraîchissement actifs :les apports passifs solaires et internes et les systèmes de ventilation suffisent à maintenir une ambiance intérieure confortable toute l'année . Ce concept inclut également une réduction des besoins en électricité spécifique et éventuellement une production d'électricité à base de sources d'énergie renouvelables. En pratique, un petit système d'appoint est nécessaire au maintien du confort thermique durant les jours les plus froids ; il est le plus souvent associé à la ventilation .

2.4 Maison à basse énergie :

Ce bâtiment se caractérise par des besoins énergétiques plus faibles que les bâtiments standards. Ce premier niveau de performance peut être atteint par l'optimisation de l'isolation, la réduction des ponts thermiques et l'accroissement des apports passifs. Ce concept ne comprend à priori aucun moyen de production local d'énergie, sans toute fois l'exclure.

2.5 Le point commun de tous ces concepts :

Ces habitats ont tous pour point commun de présenter des alternatives intéressantes aux habitats traditionnels.

Ils peuvent engendrer un confort plus important pour leurs occupants et éviter des consommations importantes d'énergie par l'usage de technologies plus efficaces.

De plus , ils peuvent mettre en œuvre des matériaux plus naturels et moins émetteurs de substances toxiques pour la santé , celle-ci étant dès lors préservée.

Ce dernier paramètre n'est pas à négliger, la profusion d'informations disponibles sur internet concernant l'état de la pollution intérieure des bâtiments témoigne de l'importance croissante accordée à ce sujet , la santé pouvant en être largement affectée (allergies, infections des muqueuses, infections pulmonaires, ...) une ventilation efficace a donc un rôle primordial.

Dans l'ensemble, la qualité de vie de ces habitats s'en voit considérablement améliorée. On comprend dès lors leur succès grandissant auprès des populations sensibilisées.

3. Les exigences à l'intérieur d'un bâtiment:

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

En fait, l'ambiance thermique dans les bâtiments est un facteur important pour le confort des occupants car les températures extrêmes, qu'elles soient chaudes ou froides , peuvent provoquer des effets gênants et parfois mortels chez l'homme .

Donc il y a lieu de définir tous les éléments et paramètres qui influent sur le confort thermique des occupants.

Un bâtiment à basse consommation qui ne garantit pas un confort optimal n'est pas Intéressant et la même chose concernant le coût, un bâtiment performant qui coûterait trop cher et qui n'amortis pas son coût sur une certaine période définie en fonction du gain en Consommation énergétique, n'est pas intéressant aussi.

L'efficacité énergétique dans le bâtiment dépend de plusieurs facteurs. Cependant, cette notion dépend de deux paramètres essentiels:

- Le coût
- Le confort

4. Le confort :

Le confort est un état de bien être général .Il est mesuré par le taux d'insatisfaction des occupants. Indépendamment des conditions propres à l'individu (métabolisme activité, habillement), il est reconnu que les paramètres suivants interviennent dans le confort, en plus des paramètres qui caractérisent l'individu lui-même (taux d'activité, habillement, etc.):

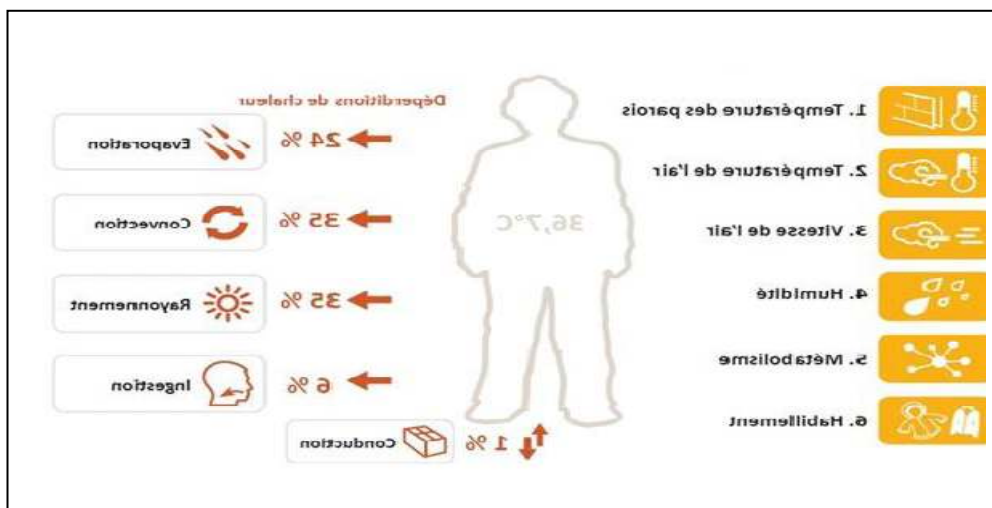


Figure 1.1: Les 6 paramètres influant sur le confort thermique [6]

4.1. Conditions thermiques:

Température de l'air, sources de rayonnement (radiateurs, poêles, soleil), température des surfaces environnantes, perméabilité thermique des surfaces en contact avec le corps...

4.2. Qualité de l'air:

Vitesse relative de l'air par rapport au sujet, humidité relative de l'air, pureté ou pollution de l'air, odeurs...

4.2. Acoustique :

Niveau de bruit, nuisance acoustique, temps de réverbération (durée d'écho).

4.3. Visuel:

Éclairage naturel et artificiel, couleurs, volumes intérieur et distribution des volumes.

4.4. Autres influences:

Degré d'occupation des locaux, "Ambiance", Etc.

5 .Cas de l'Algérie:

Concernant la consommation énergétique en Algérie, c'est le secteur résidentiel et tertiaire qui domine avec plus de 43% de la consommation finale, suivi du secteur des transports de 32% et ensuite industriel BTP de 23%. [6]

La consommation d'énergie finale par habitant est de 0.58 TEP en 1997, 0.71 TEP en 2000 à 1.15 TEP en 2010 et prévue pour 1.88 TEP en 2020. [6]

Plusieurs facteurs interviennent directement dans la détermination de l'utilisation de l'énergie:

- Facteurs socio-économiques en rapport avec le niveau de vie des algériens.

-Facteurs de la caractéristique de l'habitat et l'aménagement urbain (par les caractéristiques Thermiques de la construction, la densité des groupements...).

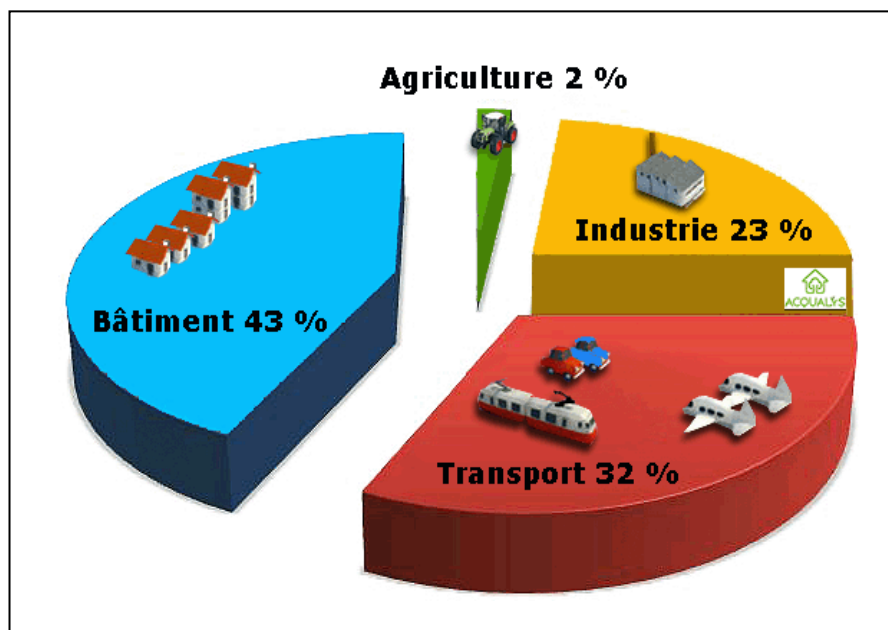


Figure1.2:Consommation d'énergie par secteur en Algérie
(2012) (Source: D.G.E, 2012).

Face à la consommation accrue que se réserve le secteur de l'habitat en Algérie, des mesures ont été prises face à cette problématique.

Ainsi le pays veut combler son retard en matière d'efficacité énergétique dans le bâtiment. Outre la réalisation de 600 logements à haute performance énergétique sur tout le territoire national, dès le premier semestre 2011, l'expérience doit être rééditée durant le prochain quinquennat avec 3000 autres logements de type public locatif (LPL).

Dans le prochain plan quinquennal, il a été également prévu la réhabilitation thermique de 4000 logements. Ces divers projets s'inscrivent dans le cadre du programme Eco-Bat, initié par l'agence pour la promotion et la rationalisation de l'utilisation de l'énergie (APRUE). Il vise l'amélioration du confort thermique dans les logements et la réduction de la consommation énergétique pour le chauffage et la climatisation. L'intérêt tout particulier porté par les pouvoirs publics sur le bâtiment est qu'il s'agit d'un secteur énergivore.

6. Programmes nationaux :

6.1. Programme Eco-Bat :

Le secteur résidentiel en Algérie est à l'origine de 40% de la consommation énergétique finale nationale.[7] L'évolution de sa consommation en énergie est en progression continue, du fait même du rythme de croissance du parc de logements et des taux d'équipement des ménages notamment en appareils électrodomestiques.

En réponse à cette situation, l'APRUE met en œuvre, dans le cadre du PNME 2007-2011, un programme de réalisation de logements à haute performance énergétique (HPE), dénommé ECO-BAT. Ce programme se présente comme une opération démonstrative et une opportunité

de diffusion à l'échelle nationale des pratiques conceptuelles soucieuses en amont de la maîtrise des consommations d'énergie.

C'est dans ce cadre que l'APRUE et 11 OPGI (Offices de promotion et de gestion immobilières) ont signé, le 14 mai 2009, au siège du ministère de l'Habitat et de l'Urbanisme, une convention définissant les conditions et les modalités d'intégration des mesures d'efficacité dans 600 logements pilotes répartis sur onze wilayas : Laghouat, Béchar, Blida, Tamanrasset, Alger, Djelfa, Sétif, Skikda, Mostaganem, Oran et El Oued. Pour les experts de l'APRUE, les logements prévus dans le programme ECO-BAT présentent la particularité d'exploiter les opportunités offertes par les conditions des climats locaux afin d'assurer un confort intérieur optimal.

Ils présenteront des solutions répondant à une logique de réduction des besoins énergétiques et d'optimisation des fonctions de l'enveloppe architecturale : réduire les déperditions thermiques, exploiter l'éclairage naturel et assurer le confort thermique d'été et d'hiver.

Le programme ECO-BAT a pour ambition également d'ouvrir des perspectives en termes de promotion des matériaux efficaces en énergie et de généralisation des stratégies conceptuelles , il a aussi pour objectif de généraliser les bonnes pratiques dans la conception architecturale de l'efficacité énergétique dans un secteur éminemment important de l'économie nationale .

A travers le programme ECO-BAT , les pouvoirs publics se proposent d'apporter un soutien financier et technique à la réalisation de ces logements assurant une optimisation du confort intérieur en réduisant la consommation d'énergie liée à la consommation d'appareils électrodomestiques énergétivores, au chauffage et à la climatisation.

Par ce programme ECO-BAT , les deux agents et acteurs d'un logement bioclimatique dans le cadre d'un développement durable , que sont ici l'APRUE et les OPGI , projet tent de réussir , à court terme , à réduire de près de 40% la consommation énergétique des ménages , mais également faire descendre le taux d'émissions de gaz à effet de serre et surtout maîtriser la consommation d'énergie qui reste pour beaucoup de pays , dont l'Algérie , une préoccupation majeure. [7].

6. 1.Programme ALSOL:

Le programme ALSOL touche à l'installation de chauffe-eau solaires afin de minimiser la consommation énergétique dans le bâtiment dû principalement à l'utilisation de chauffe eau à gaz naturel ou à électricité.

Cette opération, qui s'étalera jusqu'en 2014, porte sur l'installation annuelle de 2 000 kits pour habitations individuelles et 3 000 mètres carrés (m²) de champs captant collectifs à travers les différentes régions du territoire national. L'installation des champs captant sera, dans un premier temps, exclusivement destinée au secteur des services, notamment les établissements sanitaires et hôteliers, alors que les logements collectifs ne seront concernés qu'après la mise en œuvre d'une réglementation adéquate définissant les modalités d'exploitation commune de ces équipements par les habitants afin d'éviter tout contentieux dans ce sens.

Inscrit dans le cadre du Programme national de maîtrise de l'énergie (PNME) pour la période 2011-2014, ALSOL devrait incessamment prendre le relais d'une opération similaire, mais moins importante, lancée dans le cadre du précédent PNME 2007-2011 et portant sur l'installation de 400 chauffe-eau solaires individuels, qui touche à sa fin.

Ce programme ambitieux qui obéissent à la volonté des pouvoirs publics de favoriser une utilisation plus responsable de l'énergie, ont pour objectif de produire les mêmes biens et services mais en utilisant le moins d'énergie possible.

Après avoir été limitées dans des projets pilotes durant les deux dernières années, ce projet ainsi reconduites et renforcées par des opérations plus larges tant en matière d'objectifs que de déploiement géographique.

6.2. Programme Eco-Lumière :

L'éclairage domestique est à l'origine de 32% de la consommation électrique des ménages algériens .Il est également responsable de la formation de la pointe de puissance nationale et dans le but de projeter à réussir le programme ECO-BAT, L'APURE annonce un programme afin de minimiser les consommations d'éclairage domestique qui lui appelé Eco-Lumière, ce programme dépend de la possibilité de généralisé a l'échelle nationale l'utilisation des systèmes d'éclairage les plus économiques d'énergie.

L'APRUE en partenariat avec SONELGAZ porteront sur la diffusion d'un million de LBC (lampe basse consommation) dans les ménages algériens. Les lampes économiques sont destinées à remplacer les lampes à incandescence, Elles seront diffusées sur l'ensemble du territoire national avec meilleur rapport qualité/prix, l'APRUE assure que Les meilleures lampes économiques existantes sur le marché international seront distribuées à un prix concurrentiel.

Dans ce cadre l'APRUE se propose d'agir en ciblant une série de paramètres dont le comportement des usagers ou le changement total d'équipements énergivores comme les lampes à incandescence ou ordinaires à remplacer progressivement par des lampes fluo compactes dites Lampes économiques.

Cette opération pilote, renouvelée à intervalles réguliers dans le temps par l'APRUE, vise donc en premier lieu à informer, conseiller et sensibiliser sur les multiples avantages des Lampes économiques, des lampes fluorescentes plus avantageuses et plus économes que les lampes classiques couramment utilisées par les ménages algériens dans leur majorité.

Pour atteindre un objectif d'efficacité qui cherche a utilisé que les lampes économique qui permet l'économie d'énergie de 80 % par rapport à une lampe à incandescence, ça est soutenue et relayée par une stratégie d'accompagnement en communication tous azimuts pour développer un large éventail d'information sur les comportements et les bons gestes à adopter au quotidien pour maîtriser et économiser l'énergie électrique.

6.3. MED-ENEC : Efficacité énergétique dans le secteur de la construction :

MED-ENEC encourage l'efficacité énergétique et l'utilisation de l'énergie solaire dans le secteur de la construction et joue un rôle majeur dans la conception et la mise en œuvre de mesures de coopération entre l'UE et ses partenaires méditerranéens et entre les partenaires eux-mêmes.

MED-ENEC s'efforce aussi de sensibiliser le grand public et d'impliquer la société civile dans les techniques de construction qui prennent en compte : les données climatiques, l'efficacité énergétique et l'utilisation des énergies renouvelables dans la construction de bâtiments.

Ce projet se concentre sur le renforcement des services aux entreprises et le soutien des marchés, l'amélioration des capacités institutionnelles, l'établissement de structures institutionnelles favorables ainsi que d'instruments fiscaux et économiques.

Des projets pilotes de formation sont mis en œuvre afin de présenter les meilleures pratiques ; l'objectif étant de garantir le transfert des compétences et de garantir les capacités.

Des actions d'accompagnement des projets de grands bâtiments sont aussi prévues dans le cadre de ce programme.

Ce programme coordonne l'organisation d'ateliers nationaux et régionaux ainsi que des activités de consultation afin de renforcer les capacités. Dans ce but, il encourage la création de réseaux d'information, de communication, de coopération et de sensibilisation au potentiel, aux avantages et à la faisabilité en matière énergétique.

En diffusant l'information, il insiste sur la nécessité d'adopter une perspective intégrée et propose des instruments, des normes et des mesures concernant les tarifs et les réglementations, les mesures économiques incitatives et dissuasives, les régimes de financements adéquates.

Il négocie des conventions avec des organismes publics (y compris les ministères), des associations commerciales, des associations de consommateurs, des banques locales et des municipalités, dans le but de développer des initiatives d'efficacité énergétique. Il renforce, aussi, les capacités d'audit, d'accréditation et d'installation pour soutenir ces entreprises.

Pour rappel, en Algérie le programme a accompagné un projet pilote résidentiel (une maison rurale de 80m²) approprié pour la duplication dans les zones rurales dans tout le pays afin de maintenir les populations rurales en place et encourager leur retour dans les zones urbaines. Le concept a été basé sur une isolation optimale, l'utilisation de l'énergie solaire et de la terre stabilisée afin de réduire la consommation d'énergie pendant toute la durée de vie de la maison, y compris la phase de construction. Par conséquent, les matériaux locaux ont été choisis pour construire la maison afin de réduire la consommation d'énergie aussi bien pour la production et le transport des matériaux.

Les experts du programme MED-ENEC ont réalisé plusieurs missions en Algérie à ce jour, dans le but d'évaluer les opportunités de coopération avec différents acteurs dans le domaine de l'efficacité énergétique.

Travaux et référence bibliographique :

Des travaux ont été effectués sur le bâtiment, pour le rendre moins énergivore, en proposant des solutions pour une enveloppe plus performante et des équipements plus efficaces. Différentes méthodes ont été utilisées pour l'estimation des consommations énergétiques dans le chauffage, eau chaude et conditionnement d'air dans le bâtiment

L. DERRADJI et all. Ont présenté une étude expérimentale et numérique d'une maison rurale à faible consommation d'énergie, réalisée par le Centre National d'Etude et de Recherche Intégré du Bâtiment(CNERIB) dans le cadre du projet MED-ENEC. Cette maison prototype Possède certaines caractéristiques d'une maison solaire passive, à savoir une surface vitrée Importante orientée sud, une isolation renforcée des parois et une grande masse thermique. Dans ce travail, ils ont effectué des simulations avec le logiciel TRNSYS pour comparer les Performances énergétiques de la maison prototype en période d'été (consommation énergétique et confort thermique) avec celles d'une maison classique en Algérie. [8]

Les résultats de cette étude comme suivantes :

- la température de l'ambiance intérieure de la maison prototype est comprise entre 25,5 et 27,5 °C. Ceci est dû à l'effet de l'isolation thermique (9 cm de polystyrène expansé) et de la bonne inertie thermique des murs construits en brique de terre stabilisée (BTS).
- La température à l'intérieur du logement prototype dépasse rarement 27 °C. Cette température génère une ambiance thermique acceptable en période d'été sans le recours au système de climatisation.

- La température de l'air intérieur de la maison classique est comprise entre 26 à 32 °C
- . L'amplitude de la variation de la température entre la nuit et la journée est 6 °C. Ce qui ne répond pas aux prescriptions du confort thermique en période d'été.

Ces résultats montrent qu'il est possible de réaliser des économies d'énergie, en période d'été, qui peuvent atteindre 61 % en adoptant les mesures d'efficacité énergétique dans le domaine du bâtiment en Algérie.

S. Sami-Mécheri et all. Ont fait une étude sur l'efficacité Énergétique des Logements à haute performance énergétique, HPE. Le but de cette étude est de donner un exemple de simulation des logements Haute Performance Énergétique (HPE) de la ville de Béchar traitée dans le cadre du projet Eco-Bat.

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 :

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. [9]

L.DERRADJI et all. Ont fait une étude de l'efficacité énergétique d'une maison Économique en Algérie. Cette étude est menée dans le cadre du projet Med-Enec (Efficacité énergétique dans le secteur du bâtiment pour les pays méditerranéens). Elle porte sur une analyse expérimentale du comportement thermique d'une maison type de 80 m² à faible consommation d'énergie construite à Alger. Des mesures de température de l'air intérieur et extérieur ont été effectuées à l'aide de thermocouples de type K et des mesures de l'humidité relative avec des thermo-hygromètres. Les variations temporelles de température ont été déterminées sur les faces internes et externes des parois constituant l'enveloppe de cette maison type. [10]

Les résultats de cette étude montrent que :

- Les températures intérieures et extérieures sont très faiblement corrélées, par contre Celles d'intérieure sont relativement stables, comprise la plupart du temps entre 26 et 28 °C.

- La température des surfaces extérieures peut atteindre un maximum de 44 °C, par contre celle des surfaces intérieures dépasse rarement 27 °C. Ceci s'explique par l'effet de l'isolation renforcée et de l'inertie thermique importante des parois.

Ces résultats prouvent que cette maison répond aux exigences du confort thermique en période d'été sans le recours à un système de climatisation.

B. Djebri et all. Ont étudié la conception des logements à haute performance énergétique (HPE) en Algérie - Proposition d'un outil d'aide à la conception dans les zones arides et semi-arides. Ce travail a été préoccupé par la phase de conception, pour les trois raisons suivantes :

- Couramment les concepteurs -sans en faire la critique- pensent d'abord à ajouter à une "ancienne" forme architecturale des éléments capteurs "modernes" (panneaux solaires, photovoltaïque, systèmes conventionnels de refroidissement ou de chauffage performant, ...) évidemment ne participant pas à une véritable conception architecturale en n'étant qu'un ajout technique.
- La phase de la conception architecturale représente la phase fondamentale, puisque c'est au cours de cette dernière que sont mis en place les concepts, les choix et les stratégies retenus dans le projet.
- Le post prioritaire d'investissement d'efficacité énergétique est dédié à la conception Architectural [11]

R. KHARCHI, a fait un travail sur l'Etude Energétique De Chauffage, Rafraichissement Et Eau Chaude Sanitaire D'une Maison Type En Algérie. Ce travail consiste à étudier le comportement thermique et énergétique d'une maison construite avec des matériaux locaux et selon les normes algériennes de construction. Une bonne isolation de l'enveloppe ainsi que le double vitrage sont appliqués sur l'habitat étudié. La méthode des degrés jours est utilisée pour l'analyse de la demande énergétique en chauffage et en rafraichissement. La demande en eau chaude sanitaire est évaluée selon la méthode analytique. Une simulation thermique sous TRNSYS 16 conforte les résultats obtenus par la méthode des degrés jours. Les apports solaires et internes sont très influents sur la consommation énergétique. [12]

Nazila Kahina HANNACHI-BELKADI, a fait un développement d'une méthodologie d'assistance au commissionnement des bâtiments à faible consommation d'énergie.

Ce travail consiste à développer une méthodologie et des outils qui visent à améliorer la qualité du processus de conception en s'appuyant sur les travaux du CSTB sur le commissionnement.

Ce processus qualité doit permettre d'évaluer régulièrement les différents choix réalisés par les différents acteurs en considérant le bâtiment comme un système complexe composé de sous-systèmes (enveloppe, chauffage, ventilation, etc.), de gérer les imprévus, de minimiser les pertes d'information et de rappeler les objectifs tout au long du cycle de vie du bâtiment. [14]

R. Guechchatil et al. Ont effectué une Simulation sur l'effet de l'isolation thermique de bâtiments Cas du centre psychopédagogique SAFAA à Oujda.

Le but de cet article, est l'étude thermique et énergétique du centre psychopédagogique 'SAFAA' qui se situe dans la ville d'Oujda (Maroc). A ce propos, des simulations ont été effectuées à l'aide du logiciel de simulation du comportement thermique en régime dynamique 'TRNSYS 16' avec le modèle numérique type 56. Ce projet vise l'introduction des matériaux isolants dans un bâtiment afin d'améliorer le confort thermique et de réduire l'énergie consommé.

Les résultats de cette étude comme suivantes :

- L'isolation de la toiture est nécessaire pour économiser les besoins de chauffage,
- L'économie en énergie maximale a été obtenue en utilisant l'isolation complète du centre,
- L'isolation de la toiture couplée à l'isolation externe des murs avec 6 cm de polystyrène expansé 035 a été retenue comme solution. [15]

Fezzioui et all. Ont utilisé le logiciel TRNSYS pour étudier l'influence de l'enveloppe du bâtiment sur sa demande énergétique en période de surchauffe. Ils ont introduit des éléments d'amélioration de l'habitat étudié, tels que l'augmentation de l'inertie thermique, l'isolation des murs extérieurs et de la toiture. [16]

Les résultats présentés dans cette étude montrent que le choix de l'enveloppe du bâtiment a une incidence notable sur la consommation d'énergie. La mesure d'amélioration la plus justifiée économiquement est l'isolation de la toiture. L'isolation des murs est pertinente, mais pas trop rentable en cas d'un local conditionné. Une ventilation nocturne peut présenter une solution qui remplace les climatiseurs pour les jours des mois de Mai à Juin, et Septembre où la température nocturne peut descendre au-dessous de la température extérieure.

François RUELLE

Ce mémoire présente les principes fondamentaux de concept « maisons passives », d'évaluer son potentiel et de déterminer les obstacles éventuels à son développement. Il parcourt différents concepts d'habitations et en présente les principes et nuances : les maisons « écologiques », « bioclimatiques », « basse-énergie », « passives », à « zéro énergie » et à « énergie positive » sont ainsi abordées, en insistant sur le concept de maison passive et en en présentant les caractéristiques fondamentales. Ensuite le contexte et les enjeux dans le Monde, en Europe et en Belgique.

A la fin il détermine les obstacles principaux au développement des constructions à (très) basse énergie. Ceux-ci sont répertoriés et rassemblés en 3 catégories principales : les obstacles « communicationnels », « psychologiques » et « pratiques » [17]

Les résultats présentés dans cette étude montrent que Les maisons passives représentent une opportunité sans précédent pour limiter la dépendance des bâtiments aux énergies et réduire nos émissions de gaz à effet de serre. Les constructions passives permettent en effet de réduire les consommations d'énergie de 75% par rapport aux bâtiments construits selon le schéma « traditionnel ».

MEDJELEKH DALEL. Elle a évalué l'impact de l'inertie thermique sur la consommation énergétique des bâtiments en réalisant une comparaison entre une maison de l'époque coloniale et une villa contemporaine.

Leurs résultats de l'étude les conclusions suivantes :

-l'utilisation d'un matériau local adapté au climat de la région est à l'origine de la réalisation du confort hygrothermique et la consommation réduite de l'énergie.

-l'inertie thermique assure l'équilibre hygrothermique. En été, elle permet de laisser les flux thermiques et les températures extrêmes. En hiver, elle évite les chutes trop brutales de la température et met bien évidence la gestion optimale des apports de chaleur.

Mais elle doit être combinée avec les moyens de chauffage et de refroidissement naturel pour le bon comportement thermique.

-avec l'assurance du confort hygrothermique hivernal et estival, l'inertie permet une consommation énergétique réduite [18]

Problématique :

Le présent port sur l'étude de la variation de température interne dans la maison solaire de l'UDES

Unité de développement des équipements solaires, en étudier la maison sur plan thermique, après en définie selon les deux DTR c-3.2et DTR c-3.4 En suit en calcule le coefficient G coefficient d'isolation , pour voire comportement de maison on fait des mesure expérimentale a la fin en fait une simulation de validation et une étude paramétrique .

II. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons passé en revue les solutions proposées pour résoudre le problème de la consommation énergétique. Nous nous sommes focalisés plus sur le secteur du résidentiel car c'est lui qui est la locomotive de cette consommation.

Les solutions sont surtout basées sur les concepts des habitations en jouant sur des éléments architecturaux, matériaux de construction et autre en ayant pour but principal d'améliorer l'efficacité énergétique de l'habitation et par là-même réaliser des économies d'énergie tout en préservant le confort des occupants

I. -Introduction :

Afin d'étudier le comportement thermique de la maison solaire nous devons analyser les phénomènes physiques qui y ont lieu. A ce titre ce chapitre sera consacré à l'élaboration des différents bilans thermiques au niveau de la toiture, des murs, ... et à la résolution des équations régissant le régime transitoire, ce qui permettra de déterminer les profils des températures et de voir l'impact des différentes variations sur le confort thermique et voir quelles mesures prendre pour le maintenir. Nous aborderons dans une première partie une présentation globale du site (localisation géographique et données climatologiques) ainsi description générale de l'habitat à étudier ensuite nous traiterons la modélisation en transitoire des échanges thermiques qui ont lieu au sein de l'habitation.

1. Présentation de la ville d'étude

Le projet concerne l'étude du bilan thermique de la maison solaire basse consommation implantée à l'Unité de Développement des Equipements Solaires (UDES) qui se trouve dans la région de Bou Ismaïl. Celle-ci est située à 40km au Sud – Ouest d'Alger et à environ 20 Km au Nord – Est de Tipaza.

1.1-Localisation géographique

Les coordonnées géographiques de Bou Ismaïl sont [29]

.Longitude : 2 [°E]

.Latitude : 36[°N]

.Altitude : 15[m]

Selon la classification thermique du DTR (3-2) [29] des communes de l'Algérie, la commune de Bou Ismaïl est répertoriée dans la zone A. La commune de Bou Ismaïl qui s'étend sur une superficie de 14 km², se situe dans la partie Nord-Est de Tipaza. Elle est limitée au Nord par la mer Méditerranée, à l'Ouest par la commune de Khemisti, au Sud par la commune de Chaiba et à l'Est par la commune de Fouka.



Fig2.1 : Communes limitrophes de Bou Ismail

1.2 Les Caractéristiques du Climat de Bou Ismail

La commune de Bou Ismail est implantée dans la région de Tipaza, cette région fait partie de la zone climatique A (latitude 36.0N, longitude 2.0E) qui est caractérisée par un hiver frais et un été chaud et humide, [29]

Mois	Gh	Bn	Dh	Ta	Td	Rh	FF
Unité	[W/m2]	[W/m2]	[W/m2]	[°C]	[°C]	[%]	[m/s]
Janvier	4,6	77	40	90	119	69,5	2,4
Février	8,6	82	46	69	123	59,9	3,1
Mars	14,8	122	67	97	163	48,9	3,7
Avril	20,6	158	84	113	198	44	2,9
Mai	26,5	199	95	151	300	33,1	2,8
juin	30,7	209	95	159	364	25,1	3
Juillet	31,9	208	97	157	368	25,1	3
Aoute	29,9	176	95	119	346	26,8	2,6
Septembre	24,6	159	66	146	305	31,2	2,2
Octobre	18,2	117	59	111	241	39,6	2,1
Novembre	12,1	82	42	90	174	54,8	2,3
Décembre	6,4	62	36	64	128	40,2	2,3
Année	19,1	1648	821	1369	2829	44	2,7

Tableau 2.1 : Données climatiques de la région d'Alger [29].

Gh : Irradiation solaire globale sur un plan horizontal

Bn : Irradiation solaire directe normale

Dh : Irradiation solaire diffus sur un plan horizontal

Ta : Température de l'air

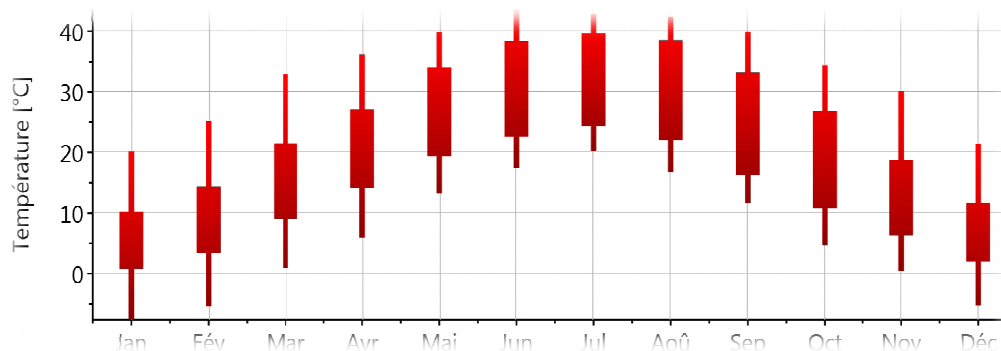
Rh : Humidité relative

Td : Point de rosée

FF : Vitesse du vent

1.2.1 Les températures

Les températures sont comprises entre 5° et 37° en moyenne tout au long l'année. En été les températures varient entre 25° et 37° tandis qu'en hiver elles oscillent entre 5° et 22° comme l'indique le graphe de la Figure 2.2.



1.2.2 L'enseillement

Si nous analysons le site de l'UDES à Bou Ismaïl sous l'angle de son gisement solaire, nous constatons qu'il bénéficie d'environ 2500h d'enseillement par an [28]. Les valeurs moyennes pour la durée d'enseillement et du rayonnement sont respectivement de 10h par

jour et 220kWh/m^2 , Les irradiations solaires mensuelles minimale et maximale, pour ce site, sont obtenues respectivement pour le mois de janvier (30kWh/m^2) et juin (86kWh/m^2),

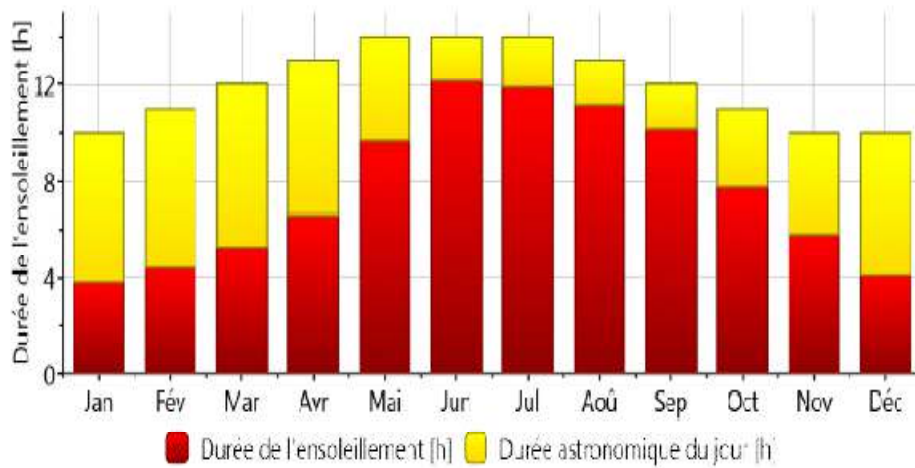


Figure 2.4 : Durée d'insolation site de Bou Ismaïl [29]

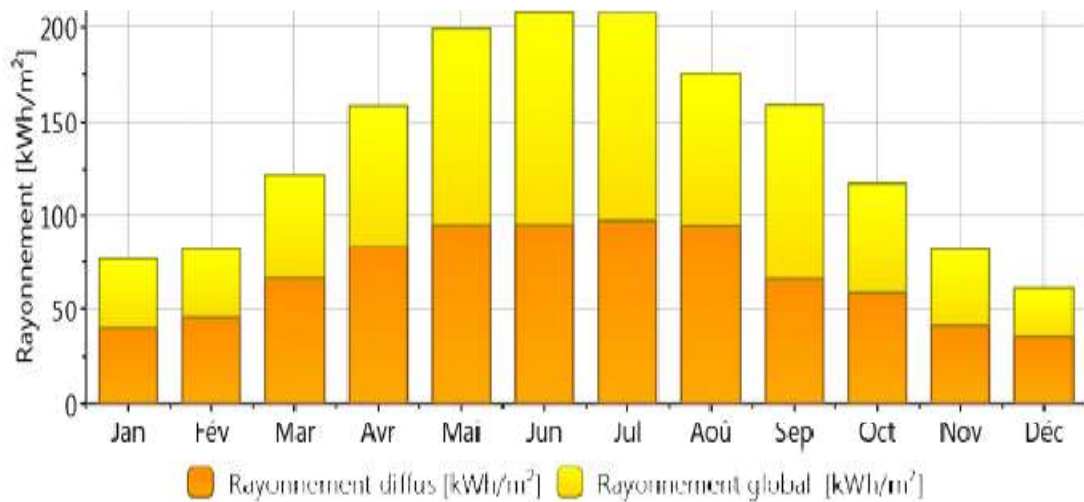


Figure 2.5 : Irradiation solaire mensuelle, site de Bou Ismaïl [29]

2. Description de l'habitat étudié

2.1- Présentation de la maison solaire



Fig2.6 : la maison prototype située en Bou Ismaïl

La maison qui fait l'objet de cette étude possède une surface habitable de 57 m², elle est implantée dans la région de Tipaza, plus précisément dans la ville de Bou Ismaïl cette région fait partie de la zone climatique A (latitude 36.00°N, longitude 65.0°E) qui est caractérisée par un hiver froid et un été chaud et humide, [28]

La maison comprend une chambre positionnée côté Sud-Ouest et une salle de séjour et une cuisine ont deux grandes fenêtres orientées vers le sud pour bien profiter de l'éclairage naturel en laissant pénétrer le maximum de lumière. La salle de bain et les toilettes sont orientées vers le Nord (voir figure 2.7).

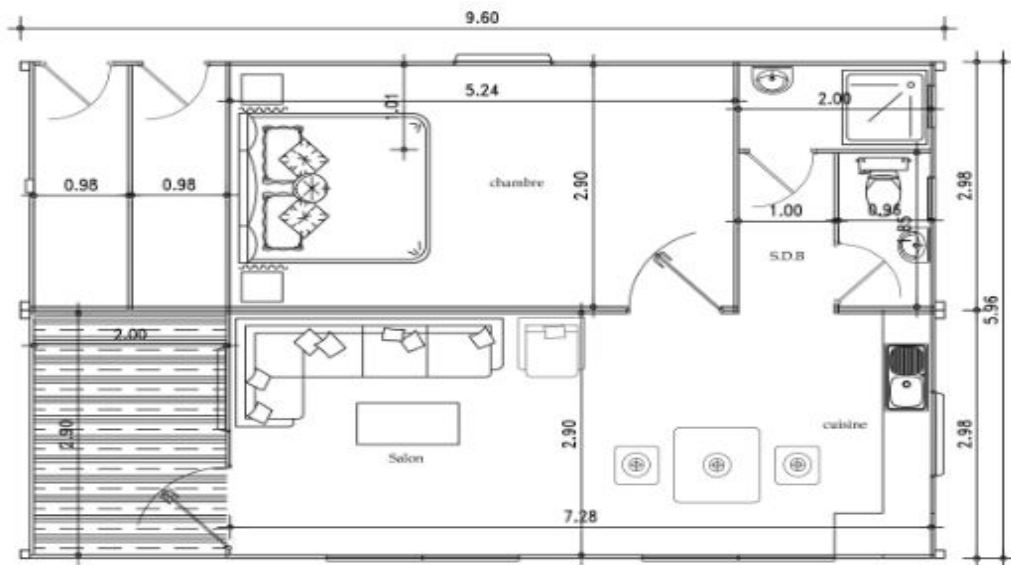


Fig2.7 : Plan de masse de la maison solaire prototype.

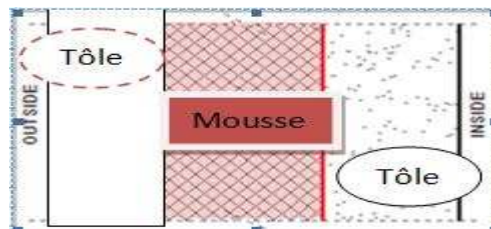
Cette maison se distingue par l'optimisation de certains paramètres de construction dans le but de minimiser la consommation énergétique (chauffage, climatisation et éclairage). Ainsi, lors de la conception des dispositions ont été prises (orientation, isolation, ..) de telle sorte à :

- Minimiser les pertes de chaleur vers l'extérieur (par transmission et par renouvellement d'air).
- Minimiser les apports gratuits d'énergie (apport interne, apport par des parois vitrées .etc.)
- N'utiliser le chauffage d'appoint qu'au moment où les autres sources de chaleur ne Suffisent plus,
- Utiliser des lampes à basse consommation au lieu des lampes à incandescence Halogènes qui consomment plus d'énergie.

3. Composition des parois

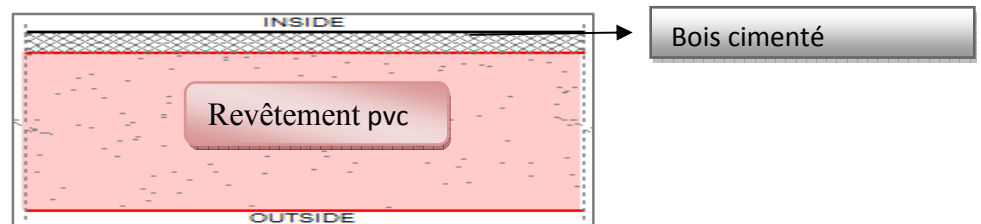
3.1-Murs extérieurs

Les murs en contact avec l'extérieur sont réalisés de manière à limiter les déperditions thermiques. Ils sont constitués de 2 couches de tôle pré-laqué ondulée, blanche, d'épaisseur 5/10^e pour les 2 faces et isolées de la mousse polyuréthane classée M2 de 40mm d'épaisseur (panneau sandwich).



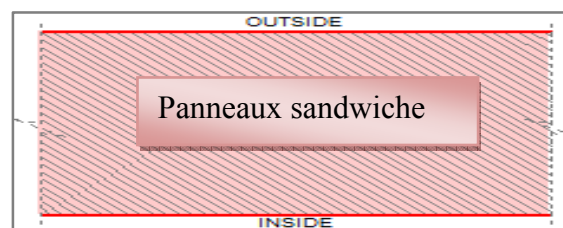
3.2-Plancher bas sur terre-plein

Il est constitué d'une couche de bois cimenté de 22 mm épaisseur et d'une couche de 3mmde revêtement PVC.



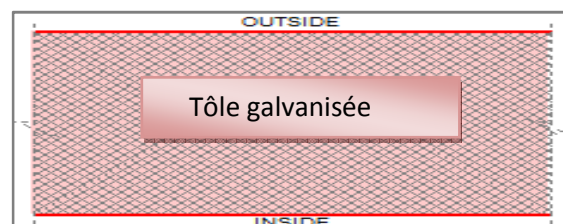
3.3-Plafond

Il est constitué de panneaux 'sandwich' de 30 mm d'épaisseur.



3.4 Toiture

Elle est constituée d'une tôle galvanisée de 0.75mm d'épaisseur.



4. Caractéristiques thermiques des différentes parois de la maison :

Désignation Et Représentation	Composition	Epaisseur(m)	λ (W/m. °C)	R(m ² . °C/W)
Parois Extérieure	1. Panneau sandwich 2. Bois de chêne	0.04 0.02	0.028 0.23	1.428 0.087
Parois Intérieure	1. Panneau sandwich	0.04	0.028	1.428
Plancher Haut	2. Panneau sandwich 3. Tôle galvanisée	0.03 0.00075	0.028 51.22	1.071 0.178
Plancher bas	1. bois cimenté 2. revêtement PVC	0.022 0.003	0.35 0.251	0.063 0.12

Tableau 2.2 : Caractéristique thermique de différentes parois de la maison

4. Bilan thermique

Le bilan énergétique du bâtiment est basé sur le fait que pratiquement toute l'énergie entrant dans un bâtiment finit par être transformée en chaleur. Etant donné qu'en moyenne, l'intérieur du bâtiment est à température constante, toute l'énergie finit par sortir.

Le bilan énergétique est une comptabilité des entrées et des sorties d'énergie du bâtiment pendant une période de temps donnée. Ce bilan doit évidemment être équilibré par la conservation de l'énergie, il doit détailler toutes les pertes et tous les gains et la somme des

gains et doit être égale à la somme des pertes si la période de consommation est suffisamment longue, par exemple une année.

Déperdition	Gains
-transmission de chaleur au travers de l'enveloppe - transmission de chaleur au travers du sol pertes de chaleur dans l'air vicié pertes de chaleurs dans les égouts (eau chaude) Chaleur accumulée dans la structure	- Rayonnement solaire entrant par les fenêtres et autres systèmes de captage passifs. - Chaleur métabolique des habitants - Capteurs solaires - Chaleur restituée par la structure
Déperditions des installations techniques	Apport d'énergie : électricité combustibles
Totale des pertes = Total des gains	

Tableau 2.3 : bilan énergétique de bâtiment

5. Calcul des déperditions et apports calorifiques des bâtiments :[29]

5.1– Déperditions :

5.1.1-Déperdition totale d'un logement

Les déperditions totales D pour un logement, contenant plusieurs volumes thermiques, sont données par :

$$D = \sum D_i \quad (2.1)$$

Avec :

D_i (en $W/^\circ C$) : les perditions totale par volume i .

5.1.2-Déperditions totale d'un volume

Les déperditions totales D_i d'un volume i sont données par :

$$D_i = (DT)_i + (DR)_i \quad (2.2)$$

Avec:

$-(DT)_i$ (en $W/^\circ C$) représenté les déperditions par transmission du volume i

$-(DR)_i$ (en $W/^\circ C$)représenté les déperditions par renouvellement d'air du volume i

5.1.3-déperditions par transmission d'un volume (convection, conduction)

Les déperditions par transmission $(DT)_i$ d'un volume i sont données par :

$$(DT)_i = (DS)_i + (Dli)_i + (Dsol)_i + (Dlnc)_i \quad (2.3)$$

$-(DS)_i$ (en $W/^\circ C$) représente les déperditions surfaciques à travers les parties courantes des parois en contact avec l'extérieur

$-(Dli)_i$ (en $W/^\circ C$) représente les déperditions à travers les liaisons

$-(Dsol)_i$ (en $W/^\circ C$) représente les déperditions à travers les parois en contact avec le sol

-- $(Dlnc)_i$ (en $W/^\circ C$) représente les déperditions à travers les parois en contact avec les locaux non chauffés

5.1.4- Déperditions par renouvellement d'air d'un volume

Les déperditions par renouvellement d'air d'un volume i $(DR)_i$ sont données par :

$$(DR)_i = (DRV)_i + (DRS)_i \quad (2.4)$$

- $(DRV)_i$ (en $W/^\circ C$) représenté les déperditions dues fonctionnement normal des dispositifs de ventilation

$-(DRs)_i$ (en $W/^\circ C$) représenté les déperditions supplémentaires dues au vent .

5.1.5- Déperditions surfaciques par transmission à travers les parois

- **Paroi séparant deux ambiances à des températures différentes**

Les déperditions surfaciques par transmission à travers une paroi, pour une différence de température de $1^\circ C$ entre les ambiances que sépare cette paroi, sont données par la formule :

$$DS = K \times A \quad (2.5)$$

Avec :

K (en $W/m^2\text{°C}$) est le coefficient de transmission surfacique

A (en m^2) est la surface intérieure de paroi

Le document technique de réglementation thermique DTR (hiver) 3.2 montré les calculs détaillés des coefficients de transmission surfaciques K .

Les déperditions à travers une liaison , ou un pont thermique , Dl pour une différence de température de 1°C , son données par la formule

$$Dl_i = K_l \times L \quad (2.6)$$

Avec :

- K_l (en $W/ m. \text{°C}$) représente le coefficient de transmission linéique de liaison

- L (en m) représente la longueur intérieure de la liaison

Désignation	surface (m^2)	$K(w/m^2. \text{°C}$	$Dt(w/\text{°C}$)
Mur S	12,74 m^2	0,65	9,88 $W/\text{°C}$
Mur N	15,74 m^2	0,65 $W/m^2. \text{°C}$	12,21 $W/\text{°C}$
Mur O	12,71 m^2	0,65 $W/m^2. \text{°C}$	9,86 $W/\text{°C}$
Mur E	10,91 m^2	0,65 $W/m^2. \text{°C}$	8,46 $W/\text{°C}$
Toiture	43,38 m^2	0,76 $W/m^2. \text{°C}$	35,83 $W/\text{°C}$
Plancher	43,38 m^2	2,46 $W/m^2. \text{°C}$	115,44 $W/\text{°C}$
fenêtre S1	2,00 m^2	4,40 $W/m^2. \text{°C}$	10,56 $W/\text{°C}$
fenêtre S2	2,00 m^2	4,40 $W/m^2. \text{°C}$	10,56 $W/\text{°C}$
fenêtre N	1,00 m^2	4,40 $W/m^2. \text{°C}$	5,28 $W/\text{°C}$
fenêtre E1	0,20 m^2	4,40 $W/m^2. \text{°C}$	1,06 $W/\text{°C}$
fenêtre E2	0,20 m^2	4,40 $W/m^2. \text{°C}$	1,06 $W/\text{°C}$
fenêtre E3	0,80 m^2	4,40 $W/m^2. \text{°C}$	4,22 $W/\text{°C}$
fenêtre O	0,80 m^2	4,40 $W/m^2. \text{°C}$	4,22 $W/\text{°C}$
porte	2,00 m^2	5,80 $W/m^2. \text{°C}$	13,92 $W/\text{°C}$
Déperdition totale = 242,58 $W/\text{°C}$			

Tableau 2.3 : Valeurs de déperditions par transmission dans l'appartement en hiver.

5.1.7- Déperdition linéaire

$$D_L = 12\% D_{st} \quad (2.7)$$

$$D_L = 12\% * (242.58)$$

$$D_L = 29.10 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

D_{st} : déperdition surfacique de totale de logement

5.1.8-Calcul du coefficient des déperditions volumique « G » :

Ce coefficient selon la gamme suivant :

$$0.5 \leq G \leq 1.05$$

$$Dt = G \cdot V \cdot \Delta t = \text{donc } G = Dt / V \cdot \Delta t \quad (2.8)$$

alors $G = 2.42$

-selon les caractéristiques thermo -physique de la maison solaire $G = 2.42$ donc le prototype est mal isolé

Désignation	surface (m ²)	K(w/m ² .°C)	APO(W)	AV (W)
Mur S	12,74 m ²	0,65	□	—
Mur N	15,74 m ²	0,65 W/m ² .°C	□□□□□□□□	—
Mur O	12,71 m ²	0,65 W/m ² .°C	□□□□□□□□	—
Mur E	10,91 m ²	0,65 W/m ² .°C	□□□□□□□□	—
Toiture	43,38 m ²	0,88 W/m ² .°C	171,58 W	—
Plancher	43,38 m ²	4,24 W/m ² .°C	827,66 W	—
fenêtre S1	2,00 m ²	4,37 W/m ² .°C	—	115,37 W
fenêtre S2	2,00 m ²	4,37 W/m ² .°C	—	115,37 W
fenêtre N	1,00 m ²	4,37 W/m ² .°C	—	136,35 W
fenêtre E1	0,20 m ²	4,37 W/m ² .°C	—	42,63 W
fenêtre E2	0,20 m ²	4,37 W/m ² .°C	—	42,63 W
fenêtre E3	0,80 m ²	4,37	—	170,51 W

		W/m ² .°C		
fenêtre O	0,80 m ²	4,37 W/m ² .°C	—	405,43 W
porte	2,00 m ²	5,80 W/m ² .°C	382,09 W	
Σ APO + Σ AV=3 616,75 W				

Tableau 2.4 : Valeurs de l'APO dans l'appartement en été

- pour la confirmation des résultats on utilise logiciel on line de réglementation thermique reta.

i. Modélisation des échanges thermiques en régime transitoire :

- **en régime transitoire :**
- Hypothèse :
Les conditions limites :
Pour $x = l$
Pour $x = 0$

- **Toiture :**

On présence d'un échange convectif interne, échange radiatif, conductif et un stockage de matériaux

.La figue2. Montré différent changement a travers les la toiture en régime transitoire

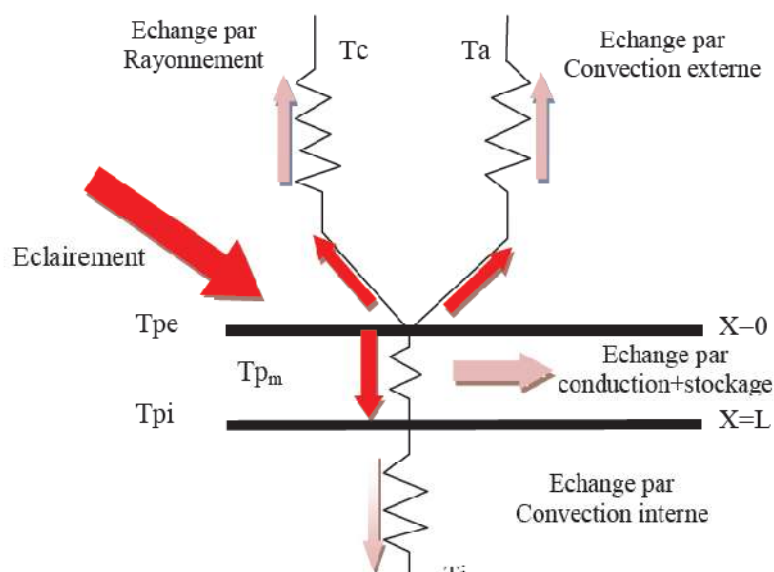


Fig2.9 : Schéma des différents échanges thermiques au niveau de la toiture en régime transitoire

- **Bilan thermique sur la toiture :**

Un bilan thermique sur toiture permet d'écrire :

$$\alpha.A.I - A.U_{te}(T_{pe} - T_a) = M.c_p \frac{dT_m}{dt} + A.h_i(T_{pi} - T_i) \quad (2.8)$$

ou :

C_p : chaleur spécifique

M : masse de la toiture (sommes des différentes masse des composants de toiture)

$$\alpha = \lambda/\rho.C_p : \text{la diffusion thermique} \quad (2.9)$$

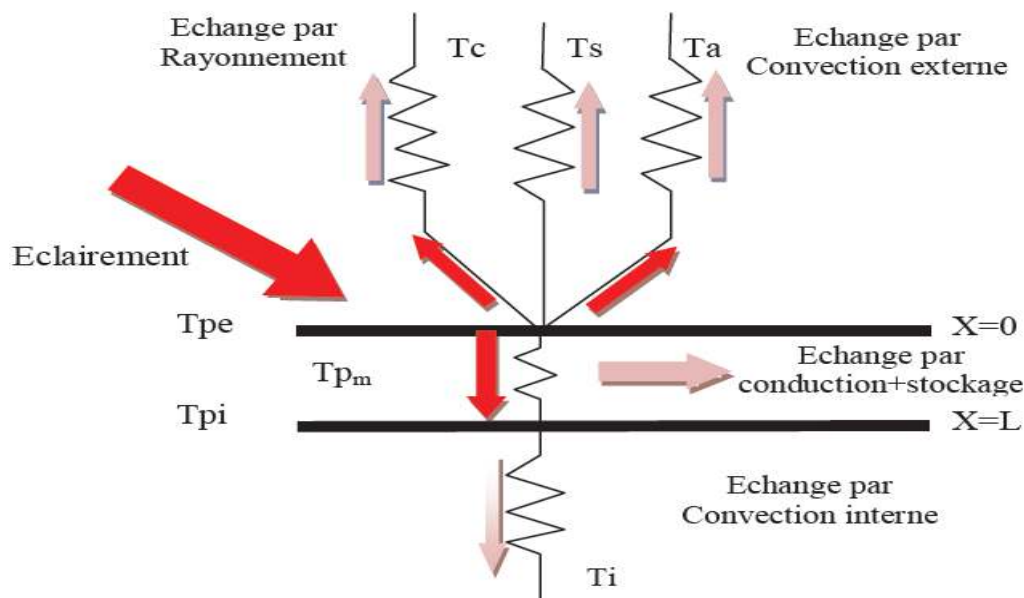
T_m : température du milieu de la toiture (nœud centrale)

U_m : conductance des différent échange externe de la toiture

- **Mur :**

On est présence d'une échange convectif externe , échange radiactif avec le ciel et le sol , un échange conductif et un stokage d'énergie .

La lafigure 2. 5 représente les différents échange a travers un mur



Fing2.10 : shema de différent des échanges thermique au niveau du mur en regime transitoire

- **Bilan thermique sur mur :**

$$\alpha \cdot A \cdot I - A \cdot U_{me} (T_{pe} - T_a) = M \cdot C_p \cdot \frac{dT_m}{dt} + A \cdot h_i (T_{pi} - T_i) \quad (2.10)$$

ou :

U_{me} : conductance des différent échange externe du mur

- **Bilan thermique sur le volume interne de la cellule :**

Al'interieure de la cellule l'échange convectif plus infiltration d'aire a travers la porte et la fenêtre est égale au stokage de la cellule , un bilan thermique permet d'écrire

$$\sum h_i (T_{pi} - T_i) + \sum \dot{m} \cdot C_p (T_i - T_a) = M \cdot C_p \cdot \frac{dT_i}{dt} \quad (2.11)$$

ou :

\dot{m} : débit d'infiltration d'air

- **Discrétisation :**

discrétisation du domaine est abordée par un maillage de 3 nœuds ce qui nous donne en tous 17 nœuds dans la cellule

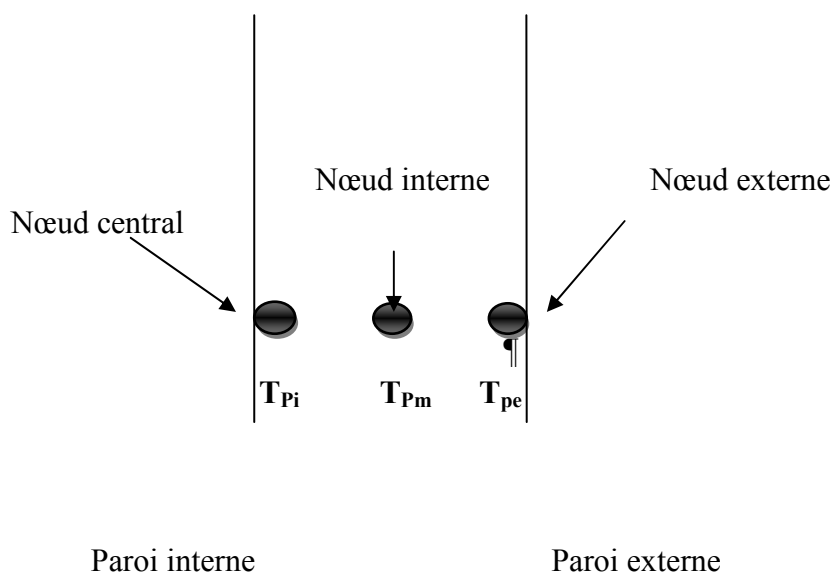


Fig2.11 : Maillage au niveau d'une paroi

On a l'équation suivant :

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \right) \quad (2.12)$$

ne discrétisation du seconde ordre de l'équation nous donne :

$$\frac{T_{p-1} - 2T_p + T_{p+1}}{\Delta x^2} = \frac{1}{\alpha} \frac{T_p^{t+1} - T_p^t}{\Delta t} \quad (2.13)$$

D'où le système a résoudre pour chaque paroi s'écrit :

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{T_{pe} - 2T_{pm} + T_{pi}}{L^2} \Big|_{j+1} = \frac{\rho \cdot c_p}{K} \frac{T_{pm}^{j+1} - T_{pm}^j}{\Delta t} \\ \alpha \cdot I - U_e (T_{pe} - T_a) \Big|_{j+1} = -K \frac{T_{pm} - T_{pe}}{L/2} \Big|_{j+1} \\ hi(T_{pi} - T_i) = -K \frac{T_{pi} - T_m}{L/2} \Big|_{j+1} \end{array} \right. \quad (2.14)$$

En réarrangeant le système on écrit :

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{2k}{L} T_{pm}^{j+1} - \left(\frac{2k}{L} + U_e \right) T_{pe}^{j+1} = -\alpha I - U_e T_a \\ \left(h_i + \frac{2k}{l} \right) T_{pi}^{j+1} - \frac{2k}{l} T_{pm}^{j+1} = h_i T_i^j \\ \frac{1}{L^2} T_{pe}^{j+1} - \frac{2K}{L^2} T_{pi}^{j+1} - \left(\frac{2k}{L^2} + \frac{\rho \cdot c_p}{k \Delta t} \right) T_{pm}^{j+1} = -\frac{\rho \cdot c_p}{k \Delta t} T_{pm}^j \end{array} \right. \quad (2.15)$$

On a à résoudre le système de 03 équations à 03 inconnues T_{pm}, T_{pe}, T_{pi}

- Résolution :

Comme on ne sait pas résoudre les équation analytiquement , et [A] étant fonction de la température interne , la résolution numérique se fait par itérations successives implicite .le calcul se fait avec logiciel transys .on pose que les température sont constante ($T_a = cte$, $T_{in} = cte$)

On obtient le système d'équation suivant :

$$[A] [T]=[C]$$

$$[T]=[A]^{-1} [C]$$

Avec [T]= vecteur des températures

$$\begin{bmatrix} \left(\frac{2k}{L} + U_e\right) & -\frac{2k}{L} & 0 \\ 0 & -2k & \left(h_i + \frac{2k}{L}\right) \\ \frac{1}{L^2} & L & -\frac{1}{L^2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} T_{pe} \\ T_{pm} \\ T_{pi} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\alpha I - U_e T_a \\ h_i T_i^j \\ -\frac{\rho \cdot c_p}{k \Delta t} T_{pm}^j \end{bmatrix} \quad (2.16)$$

Une fois les 3 inconnues déterminé on réécrit le bilan thermique sur l'enceint interne de la cellule :

$$\sum h_{ij} (T_{pij} - T_i) + m \cdot C_p (T_a - T_i) + \tau \cdot A \cdot I_g = m_{air} \cdot C_p \frac{\partial T_i}{\partial t} \quad (2.17)$$

Le terme de stokage de l'air est très faible et presque néglieable donc on aura

$$\sum h_{ij} (T_{pij} - T_i) + m \cdot C_p (T_a - T_i) + \tau \cdot A \cdot I_g = 0 \quad (2.18)$$

On rejoute et on soustrale T_a on aura

$$\sum h_{ij} (T_{pij} - T_i) + \sum h_{ij} (T_a - T_i) + m \cdot C_p (T_a - T_i) + \tau \cdot A \cdot I_g = 0 \quad (2.19)$$

$$\sum h_{ij} (T_{pij} - T_a) + \tau \cdot A \cdot I_g = (T_a - T_i) \cdot (\sum h_{ij} + m \cdot C_p) \quad (2.20)$$

En remplaçant la valeur de T_{pi} pour déterminer T_i selon l'experience suivant :

$$T_i = T_a + \frac{\sum h_{ij}(T_{pij} - T_a) + \tau.A.I.g}{\sum h_{ij} + m.C_p} \quad (2.21)$$

La résolution se fait par logiciel TRNSYS qui sera présenté au chapitre quatre ‘résultats et discussion’.

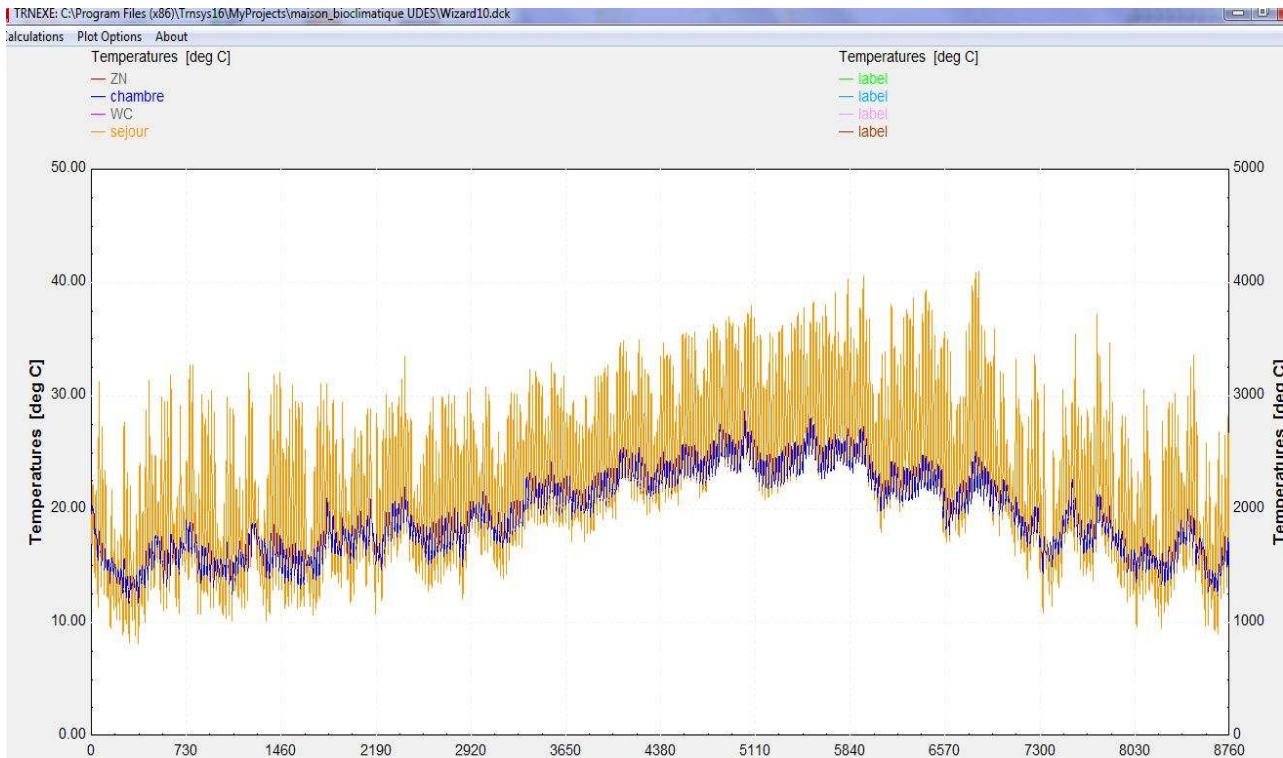


Fig2.12 :Modélisatin de système par logiciel TRNSYS

Le graphe de la Figure 2.12, représente l'évaluation de la température interne de la cellule dans l'espace de vie (sejour +cuisine , chambre). La variation de température dans la zone 1 (chambre) comme suivant $T_{min} = 15^{\circ}C$, $T_{max}=27^{\circ}C$] et dans la deuxième zone (séjour +cuisine) [$T_{min} = 9^{\circ}C$, $T_{max}=34^{\circ}C$]

II. Conclusion :

Dans ce chapitre en site les données climatiques de site de bou ismail , à l'aide de logiciel métronom 7.1, et on a présenté les différents matériaux utilisés dans la construction de la maison étudiée , ainsi calcule de bilan thermique selon le DTR 3.2 pour l'hiver et le DTR 3.4 pour l'été enfin de chapitre on fait un equation de échange thermique de la cellule qui resoudre avec logiciel TRNSYS.

I. Introduction :

Dans ce chapitre on fait des mesure expérimentale alors dans la partie 1 méthodologie de acquisition ainsi on discuté les résultats.

1. Instrumentation et système d'acquisition de données :

La méthodologie, qui été mise en place, a permis de connaitre les évolutions des paramètres suivants :

- Température à différents endroits de la maison
- Eclairage global horizontal et incliné qui arrive sur la toiture.

1.1 Mesure des températures

Les mesures de température dans les différents points de maison sont réalisées avec quatre thermocouple de type K (Nikel –Chromium/Nikel –Alumel) qui sont placés à l'intérieur du logement au niveau :

- de la chambre (Th1) pour mesurer l'ambiance dans celle-ci,
- de l'espace(séjour +cuisine), que nous avons considéré comme un milieu continu, nous y avons disposé trois thermocouples (Th2, Th3,Th4).

Ces thermocouples sont connectés à un enregistreur 32 voies de type Philips Hydra fluker lacé à l'intérieur de la maison. La figure 3.1 représente le dispositif expérimental mis en place pour conduire la campagne de mesures pour obtenir le profil de température des lieux visés.

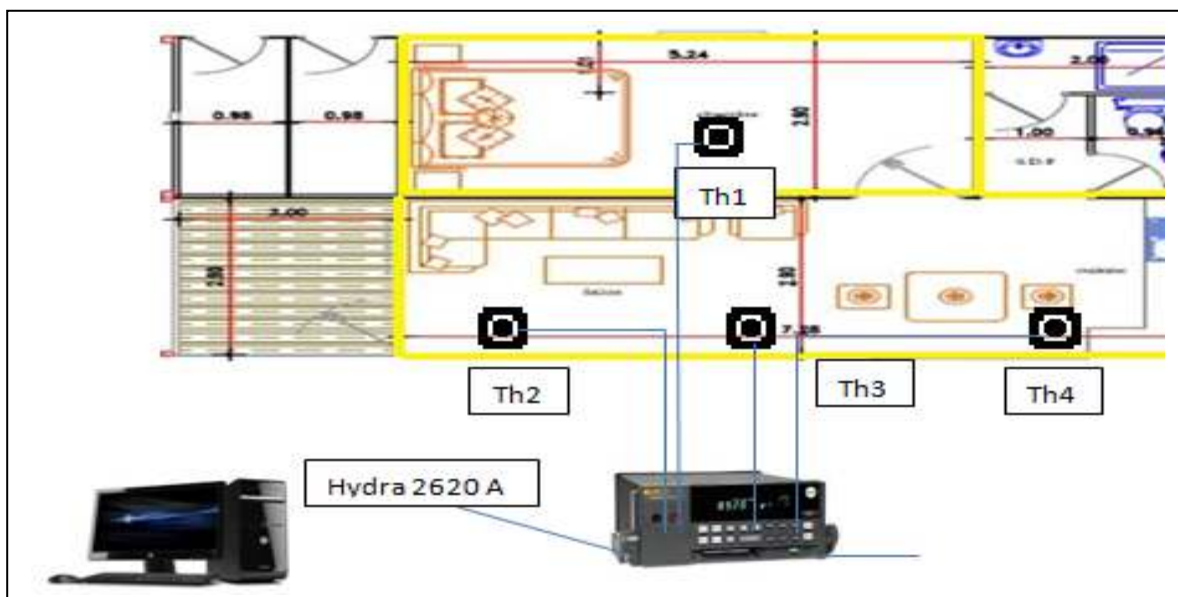


Fig3.1 : Dispositif expérimental pour la mesure des profils de température dans l'habitation.

Caractéristiques des Equipements utilisés :

- **Thermocouple de type K :**

Thermocouple de Type K (Nikel –Chromium/Nikel –Alumel): le type K est le type de thermocouple le plus courant .c'est peu couteux, précis, fiable et a une large gamme de températures .le type K est couramment utilisé en raison de sa dureté relative du rayonnement. La température maximale continue est d'envions 1100°C

- ✓ **Gamme de température:**

- Fil de qualité Thermocouple, -454 à 2 300F (-270 à 1260 ° C)
- Fil d'extension, 32 à 392 ° F (0 à 200 ° C)

- ✓ **Précision**

- Précision: +/- 1.1C ou 0,4%

- **Système d'acquisition de données portable Hydra 2620A**

L'unité d'acquisition de données Hydra est un frontal compact à utiliser avec le pc. L'enregistreur de données Hydra 2625 A inclut une mémoire non volatile qui stocke plus de 2000 balayages, pour les applications autonomes. Grâce à sa carte mémoire amovible destinée au stockage et à la configuration de données, le compartiment de données Hydra 2635A est le modèle le plus polyvalent, idéal pour les applications de surveillance à distance.

1.2-Mesure d'éclairement :

La mesure du rayonnement solaire direct effectué à l'aide de pyranomètre Kipp&Zonen, installés dans le coté Sud de prototype, sur un plan incliné selon capteur solaire ce dernier est reliés à un enregistreur et à un système d'acquisition Hydra fluker.



Fig3.4 : pyranomètre

Les données météorologiques utilisées dans la présente étude sont celles relative à l'année 2016, mesurées dans la station métrologique de Bou Ismail. Ces données ont été mesurées avec un pas de temps 5 min et concernent : la température ambiante, le rayonnement solaire globale, humidité relative.

2. Résultats et Interprétation

La campagne de mesures de températures intérieures de l'habitation a été effectuée durant la période s'étalant du 09/05/2017 à 11h30 jusqu'au 23/05/2017 à 14h03. Les résultats obtenus que nous présentons sont obtenus avec scénario suivant :

-les portes et fenêtre sont supposées fermées de 08 h à 00h, mais il y a toujours des interruptions comme la maison situe dans un centre de recherche il ya toujours des visites ainsi des mesures expérimentales de froid au niveau de cette maison a cette niveau on mètre un cahier de charge chaque ouverture on le marque dans une fiche ainsi parfois l'acquisition s'arrête automatiquement.

Date	La durée (heure)	Température min (°C)	Température Max (°C)
09/05/2017	11:35h à 00:00h	14.04	30.11
10/0/2017	00:00h à 23:59h	19.64	30.11
11/05/2017	8 :21h à 19:27h	21.70	27.54
13/05/2017	15 :16h à 23 :59h	20.64	29.39
14/05/2017	00 :01h à 23:59 h	19.04	25.47
15/05/2017	00 :00h à 23:59h	17.48	24.03
16/05/2017	00 :00h à 23 :59 h	17.47	23.93
17/05/2017	00 :01h à 23 :47h	17.58	26.50
18/05/207	00 :00h à 23:59h	19.36	28.10
19/05/2017	00 :00h à 3 :12h	19.62	20.93
22/05/017	21 :00h à 23 :59h	21.15	23.19
23/05/207	00 :00h à 14 :03h	20.17	25.72

Tableau3.1 :Récapitulatif de la campagne de mesures de la température interne de l'habitation du 09/05/2015 au 23/05/2017.

Température et irradiation durant la campagne de mesures du 09 au 23/05/2017.

Les données sont acquises au niveau de la station météorologique et radiométrique installée au niveau du site de l'UDES à Bou Ismaïl. Les figures 3.1 et 3.2 représentent respectivement les variations de l'irradiation et de la température durant cette période de mesures.

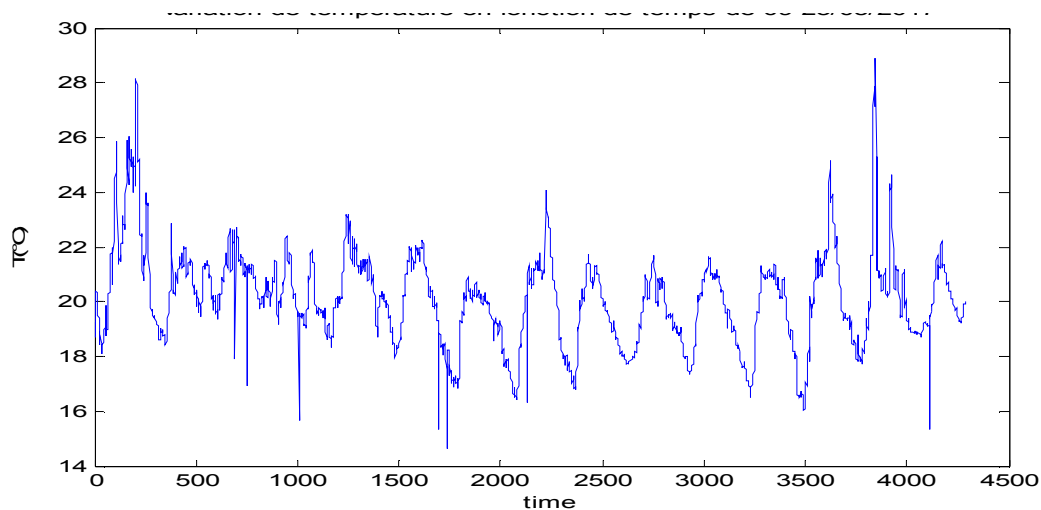
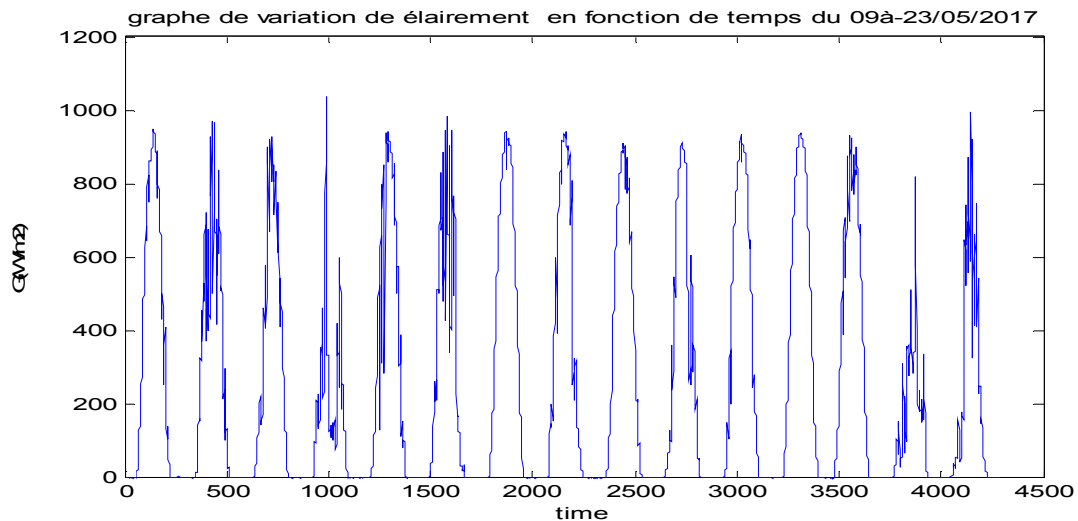
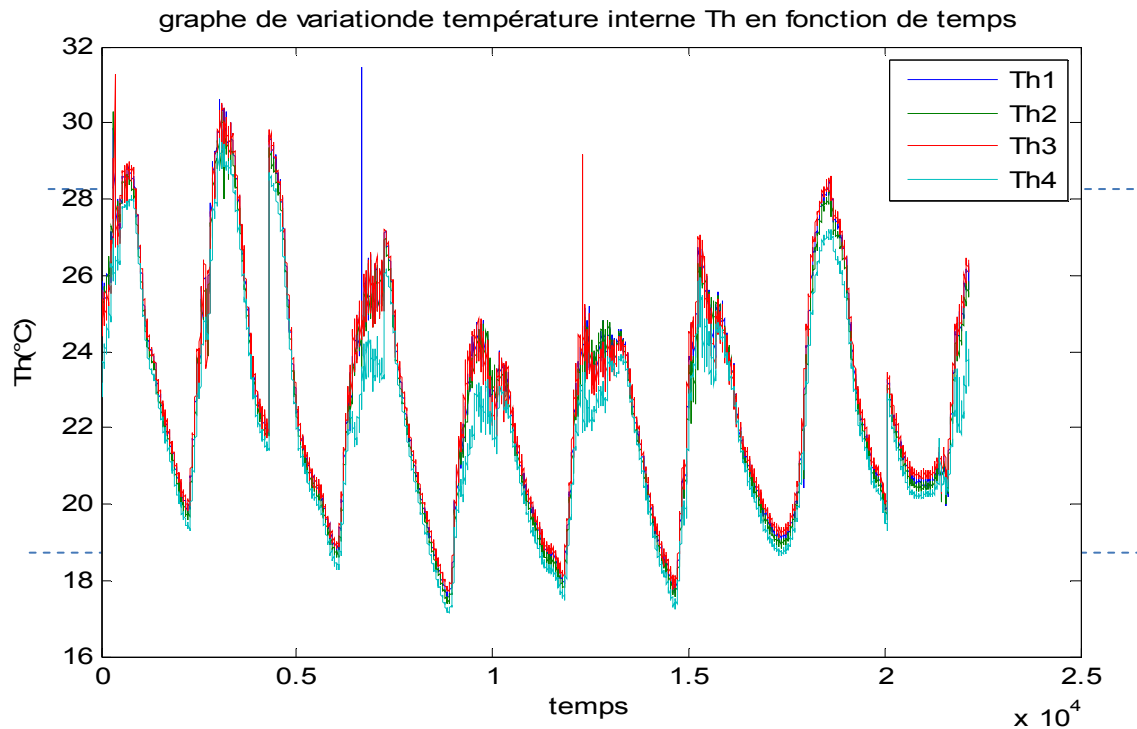


Figure 3.2 : Variation de l'éclairement durant la période de mesures (09 au 23/05/2017).

Figure 3.3 : Variation de la température ambiante durant la période de mesures

Nous constatons que durant cette période de mesures l'irradiation varie entre ... kW/m^2 et ... kW/m^2 . Les journées de mesures sont l'ensemble de belles journées. Concernant la température ambiante elle varie entre 17 $^{\circ}\text{C}$ et 23 $^{\circ}\text{C}$ qui correspond bien à des températures de la saison de printemps.



*Fig3.4 : Relevés des températures internes dans la chambre et dans la zone séjour –cuisine
Durant la période allant du(09 au 23/05/2017).*

Le graphe de la Figure 3.2 représente les variations de la température interne de l'habitation mesurée à différents endroits de la maison solaire. Les résultats obtenus indiquent que la température oscille entre une valeur minimale de 18°C et une valeur maximale de 30°C durant la campagne de mesures effectuée du 09/05/2017 au 23/05/2017.

on a fait les calculs on essaye d'avoir une journée chaude, en reculer plus possible la période n'est pas représentatif suffisamment chaude pour avoir caractériser la maison .
on est choisi la journée 15/05/2017 plus stable par mes les journées d'acquisition les essais doivent être extraire dans période plus chaude ou bien plus froid pour évaluer la maison .

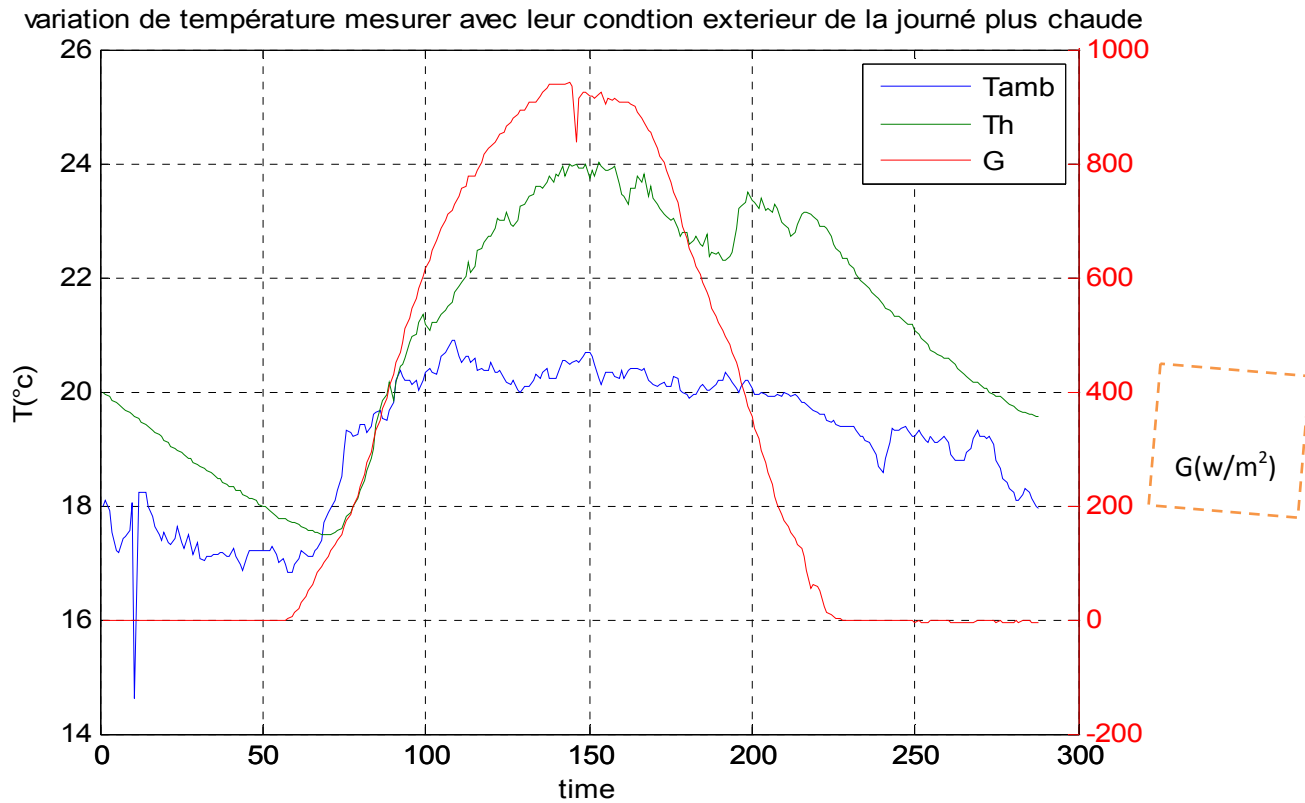


Figure 3.5 : Variation de la température ambiante et interne de la maison, de l'éclairement pour la journée du (15/05/2017).

Afin de voir l'incidence de la température extérieure sur l'ambiance interne de la maison nous avons choisi la journée du 15/05/2017 qui présente une irradiation maximale de l'ordre de 950 W/m² et une température ambiante Ta variant entre 17 et 20 à 22°C. Durant la journée la température interne Th de la maison augmente au cours de la journée de 17°C pour atteindre les 24°C puis diminue à nouveau avec le déclin du soleil. Cette journée est la plus chaude pendant le durée de l'aquisition

II. Conclusion :

- La regure, la fréquence (ouverture –fermeture) petite il ya aussi des problem technique .
- La durée n'est pas suffisant pour avoir des bonne resultats
- La variation de température ambiante

Introduction générale

Introduction générale :

Dans un contexte énergétique marqué par une demande énergétique en croissance continue, des ressources fossiles en diminution et un réchauffement de la terre alarmant dû aux rejets de gaz à effet de serre, les solutions préconisées pour améliorer la situation c'est, d'une part, de réduire la consommation et, d'autre part, diversifier les sources de production d'énergie en ayant recours, notamment, aux énergies renouvelables.

Le secteur du résidentiel étant le plus énergivore c'est donc lui qui fait l'objet de toutes les attentions en matière de réduction de la consommation d'énergie aussi bien concernant l'habitat neuf qu'ancien.

Dans le cadre de ses activités de recherche, l'UDES, par le biais de l'une de ses

Équipe de recherche conduit un projet qui a pour thème une maison solaire basse consommation. Celle-ci a été conçue en collaboration avec le fournisseur en faisant attention au choix des matériaux utilisés pour sa construction, la position de ses ouvrants, sa distribution intérieure et ce dans le but de réduire sa consommation d'énergie. Afin d'aboutir à l'objectif fixé de basse consommation il va sans dire que l'autre volet consistera à intégrer les Energies Renouvelables, et dans ce cas précis le solaire pour produire localement de l'électricité, et en mettant en place une gestion de l'énergie permettant d'établir un équilibre entre production et demande et aboutir ainsi à un taux élevé d'autoconsommation.

Plusieurs chercheurs se sont intéressés par ce sujet en Algérie L.djerradji et all .ont présenté un étude expérimentale et numérique d'une maison rurale à faible consommation d'énergie réalisé par le Centre Nationale d'Etude et de Recherche Intégré du Bâtiment (CNERIB), il sont effectué des simulations avec le logiciel TRNSYS pour comparer les performances énergétiques de la maison prototype en période d'été ainsi B.DJEBRI et all .ont étudié la conception des logement à haute performance énergétique (HPE) il sont basse sur la conception dans les zones arides et semi arides puis A.HAMID et all .travaillons sur analyse du comportement thermique de maison solaire passive réaliser par (CNERIB) destinée pour les région sahariennes de l'Algérie .ce travaille permis de voir les évolution des paramètre du confort .

Le présent port sur l'étude de la variation de température interne dans la maison solaire de l'UDES , l'expérimentation a permis de voir les évolutions des paramètres de base du confort thermique .Les résultats obtenus illustrent parfaitement l'intérêt de cette étude et donnent plus d'indications sur les bénéfices notable qu'on pourrait obtenir de ce type de maison, A la fin en utilise le logiciel TRNSYS pour valider le système.

Ce travail de la manière la plus complète et optimale nous élaborons suivant les axes de travail suivant :

Introduction générale

Le premier chapitre port sur l'étude bibliographique la relation avec le sujet après définitions des concepts les principaux travaux sont présentés.

Au seconde chapitre, nous ferons la présentation du site géographique de projet et une description générale porte sur l'étude de la maison, la modélisation présente des échanges de la cellule.

Le troisième chapitre port sur l'étude expérimentale.

Le quatrième chapitre sera consacré à la validation des résultats en comparant les résultats expérimentaux avec ceux produit par la résolution de module à l'aide de logiciel TRNSYS , la validation permettre d'étudier les variation des conditions interne en fonction des principaux paramètres.

I. Introduction :

La simulation est l'un des outils les plus importants pour l'étude et le suivi du comportement thermique dans le bâtiment, ce qui nous permet par la suite de juger les différentes performances de l'habitat avant même que le projet ne soit mis en œuvre ce qui donne à l'ingénieur thermicien une exhibition primaire d'une importance capitale pour le bon déroulement du projet en question.

Ce chapitre est consacré à la validation des résultats en comparant les résultats expérimentaux avec ceux produits par la résolution de modèle à l'aide de logiciel TRNSYS

1. Présentation de logiciel

TRNSYS («simulation de système transitoire» prononcé «transis») a été développé à l'origine par l'Université du Wisconsin dans les années 1970 pour l'analyse numérique de l'énergie solaire destinée au chauffage et à l'eau chaude. Au cours des 30 dernières années TRNSYS n'a cessé d'affiner et maintenant il est largement reconnu comme un outil d'analyse fiable pour les systèmes énergétiques complexes.[30]

TRNSYS est un logiciel de simulation du comportement thermique des bâtiments et des systèmes associés en régime dynamique. La modélisation et la simulation de ce système est photovoltaïque, et peut être utilisée pour valider tous les concepts de toutes énergies nouvelles et simuler des systèmes énergétiques. Le recours à ce type de logiciel est indispensable pour prendre en compte la variabilité temporelle importante des sollicitations et des sources d'énergie.

2. validation :

Pour la simulation de logement, nous avons disposé des trois paramètres (voir tableau 4.1) Le premier relie aux données météorologiques réelles on les entre comme free form par type 9 de format Blok note le deuxième paramètre concerne les données géométriques ainsi que les caractéristiques thermo-physiques (fichier building) et le troisième traite les échanges de chaleur dans le bâtiment (fichier DECK par TRNWIN).




	TRNSYS	Symbole
Données climatiques	Type09 (free format)	
Le Bâti Dimension /Matériaux	Type 56 TRN Build	
Visualisation, Affichage	Type65 (online ploter)	

Tableau4.1 : composant de logiciel TRNSYS

La simulation sous TRNSYS est faite en adoptant les scénarios d'occupation suivants :

1-trois personnes, ressentant la moyenne des membres d'une famille algérienne, occupent le logement sont répartis en 2 personnes par chambre selon le scénario suivant :

<i>Heure</i>	<i>Taux d'occupation</i>
<i>0-7h</i>	100%
<i>7h-12h</i>	25%
<i>12h-14h</i>	25%
<i>14h19h</i>	75%
<i>19h-00h</i>	100%

Tableau4.2: Scénario d'occupation

2- les fenêtres sont fermées de 08h a 10h sinon sont fermé

3- les gains interne dus à la lumière, aux machine électriques sont fonctionnements de 08h a 16h.

- Ces scénario en le entrée dans TRSNYS Build avec les caractéristique thermo physique de la cellule les figues suivant représenta les défèrent composition de la chambre et séjour (les locaux chauffée) l'espace de l'étude expérimentale

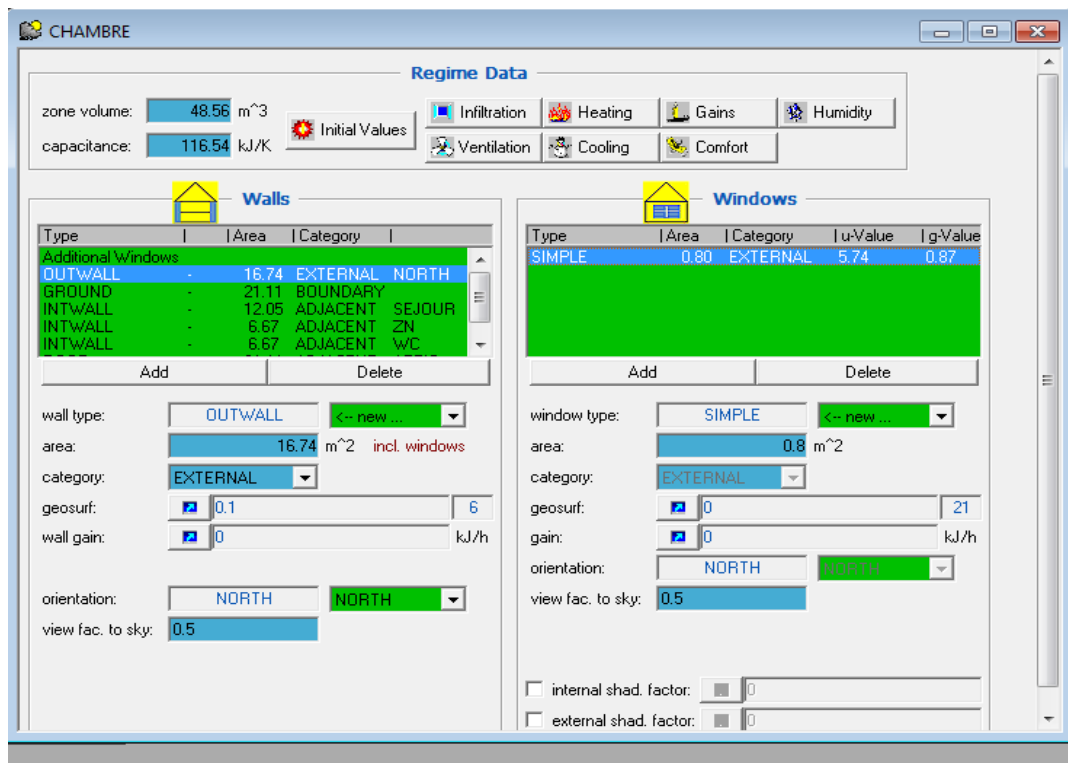


Fig4.1 : les caractéristiques thermo physique de la chambre

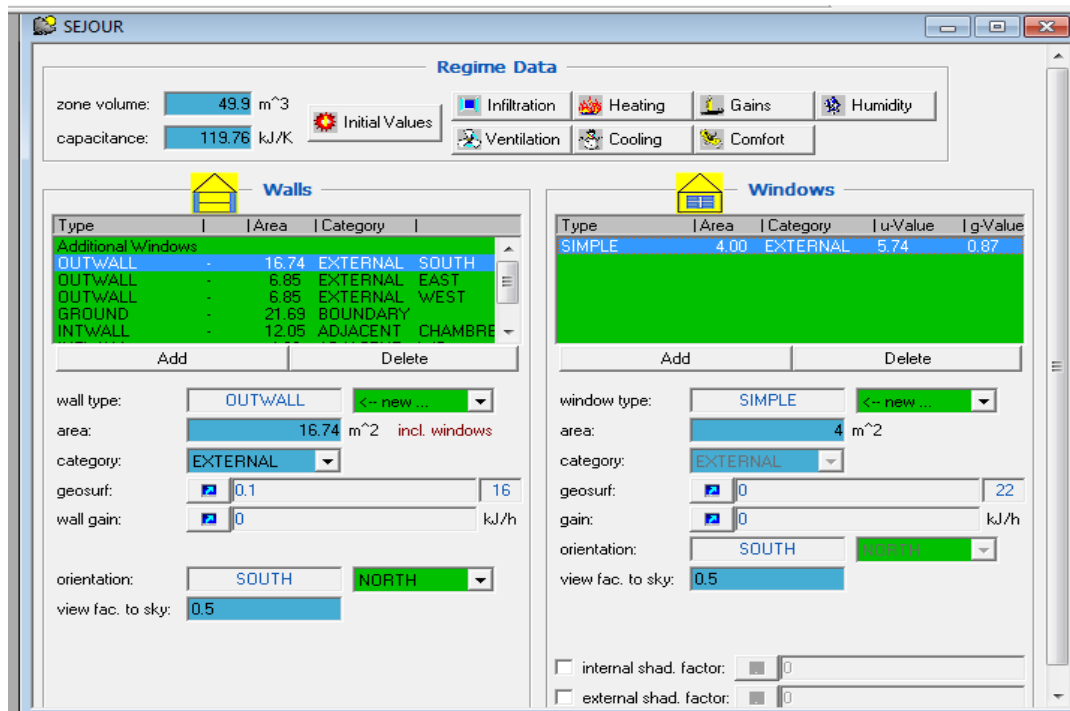


Fig4.2 : les caractéristiques thermo physique de séjour

Afin de valider nos résultats de simulation numérique, nous avons comparé les courbes de température simulées par logiciel TRNSYS avec celles issues des mesures thermiques qui ont été effectuées sur maison prototype.

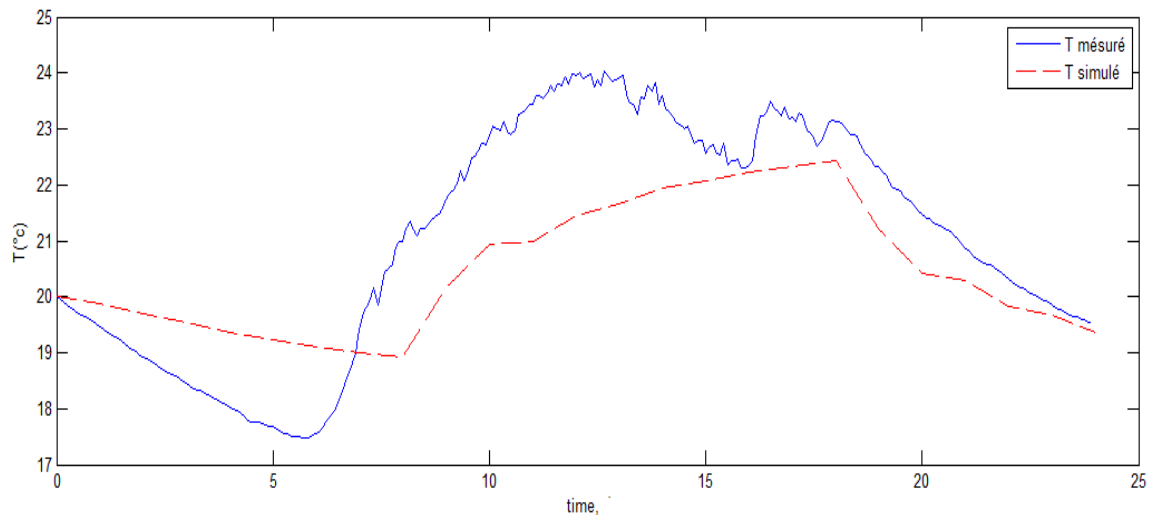


Fig4.3 : comparaison entre la température de l'air mesurée et celle simulée par TRNSYS

Le graphe représente la variation de température mesurée et simulée de la journée la plus chaude dans la semaine d'aquilon le 15/05/2017 en fonction de temps.

On remarque que il y a un grand écart entre les deux courbes car la température mesurée varie de $[T_{\max}=24^{\circ}\text{C}, T_{\min}=17^{\circ}\text{C}]$ contre la variation de température simulée de $[T_{\max}=22.5, T_{\min}=18^{\circ}\text{C}]$, ainsi il y a un déphasage entre les courbes.

Les résultats montrent que le module n'est pas valide car incertitude sur la composition de la cellule à servir dimensionner et propriétés thermo physiques.

2. Etude paramétrique :

a. Effet de vitrage :

On joue sur les paramètres pour avoir l'inertie de cette maison dans ce cas en changeant le vitrage de simple vitrage à double vitrage.

La figure suivante montre comment changer le vitrage au niveau de TRNSYS Build.

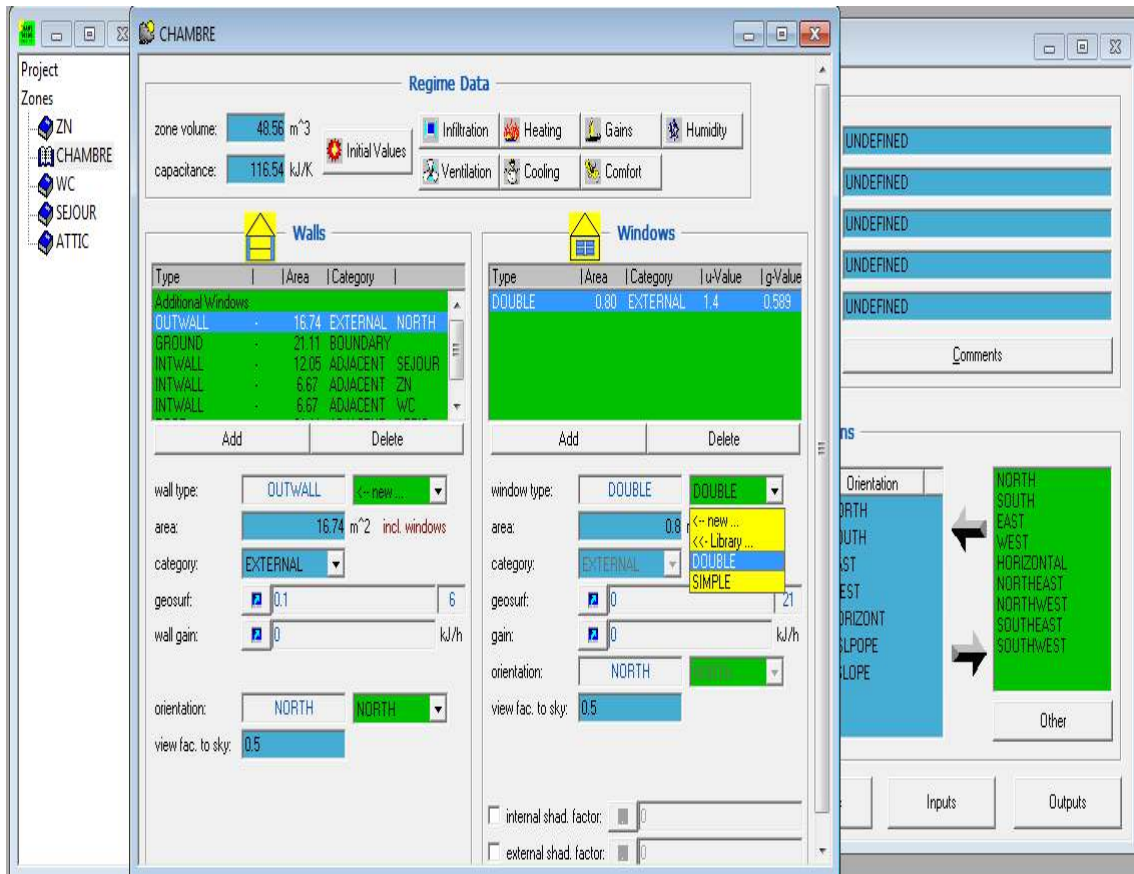


Fig4.4 : paramètre de vitrage au niveau de TRNSYS Build

Le résultat obtenu dans le graphe suivant :

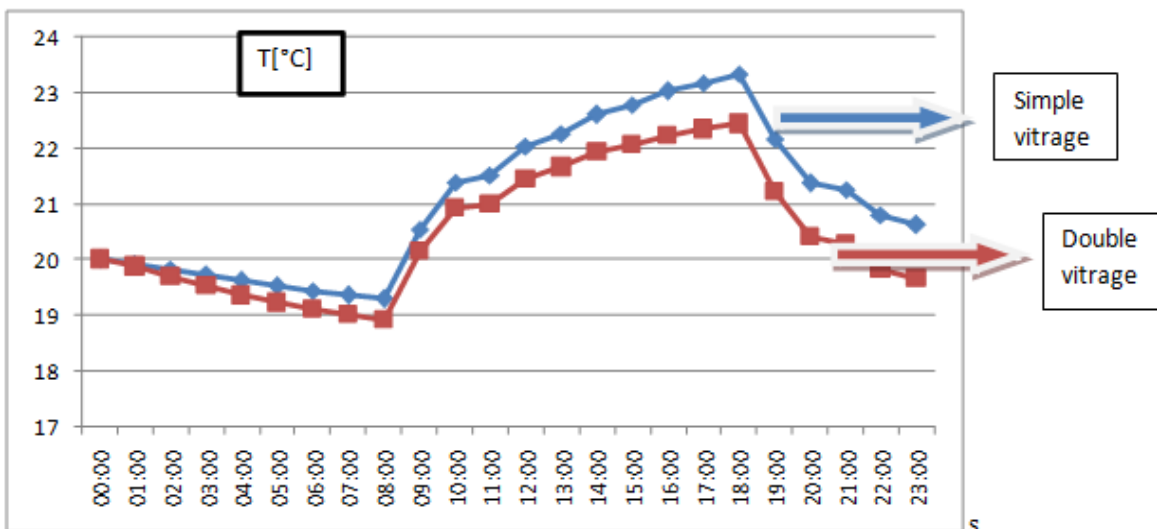


Fig4.5 : graphe de variation de température simulé en fonction de temps

Les résultats montrent que la variation de température selon le confort et un écart de (1°C) entre les deux courbes, module de basse (en bleu) simple vitrage et courbe de variation de température en rouge (double vitrage) la température n'est pas grande sa montre l'inertie de la maison

b). Effet d'isolation :

Dans cette étape en jouer avec l'épaisseur de l'isolant (mouse polyuréthane)

- Pour épaisseur de 12 cm :

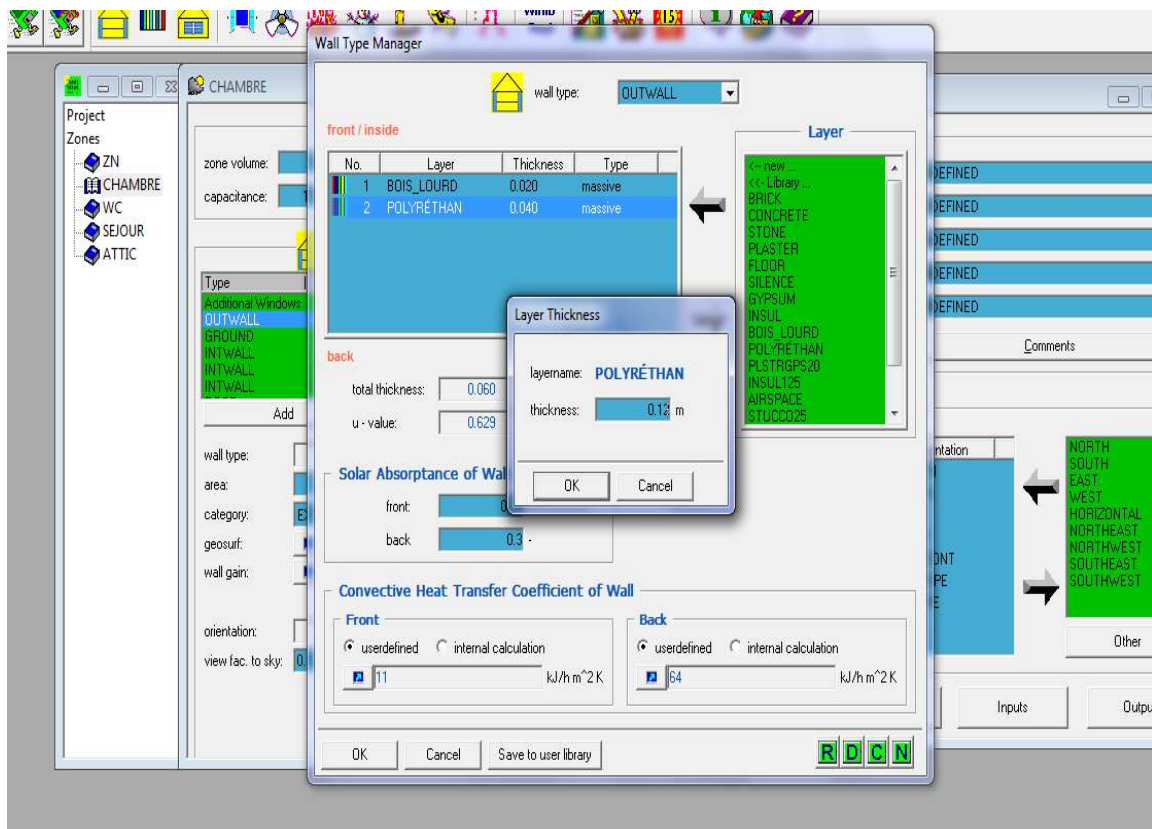


Fig4.6 : variation d'épaisseur dans TRNSYS Build

Le résultat obtenu est dans le graphe suivant :

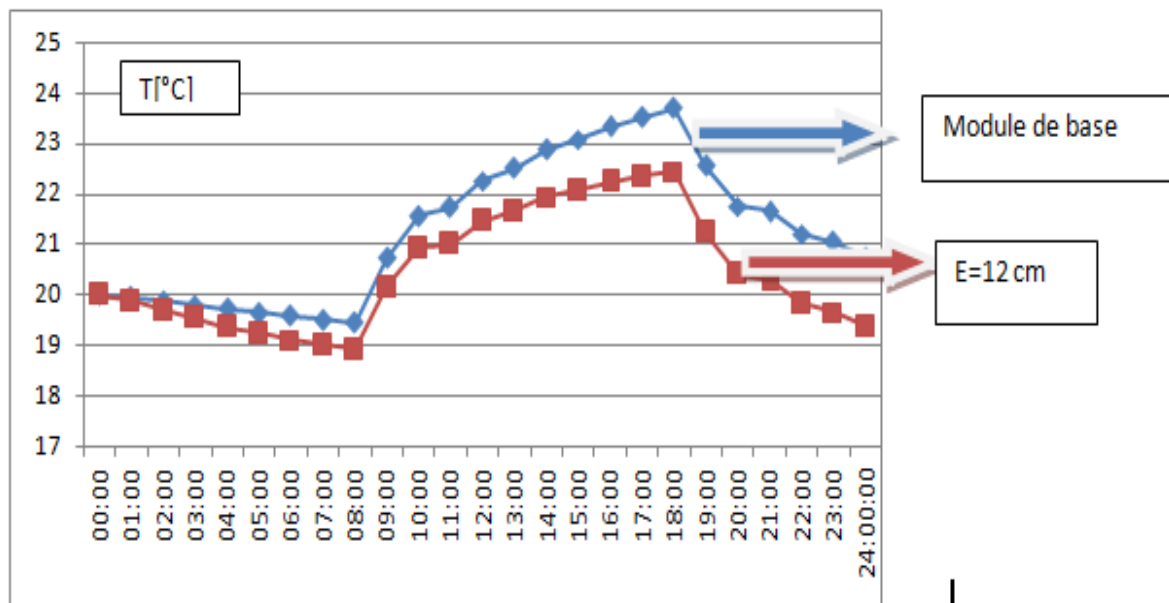


Fig.4. : graphe de variation de température simulé en fonction de temps avec épaisseur de ($e=12\text{cm}$)

Les résultats montrent la variation de température selon le confort avec un écart de (1°C) entre les deux courbes car sa montre l'inertie de la maison .

Conclusion :

- Les résultats montrent que les caractéristiques ne forment pas bonne propriété thermo- physique, composition de maison (dimension, conductivité..)
- Etude paramétrique montre l'inertie de la maison

Perspectives :

- ❖ Confirmé les propriétés et les dimensions des éléments composant la cellule
- ❖ Etude expérimentale de longue durée

Référence :

- [1] HELAS-OTHENIN N. et al (chauffage urbain et électricité compris) 2006-2007, p.6.
- [2] Guide de l'éco-habitat l'essentiel à savoir avant de construire ou rénover Edition Dunod, paris, 2011 ISBN 978-2-10-056365-4
- [3] Concevoir des bâtiments bioclimatiques fondements & méthodes Editions du moniteur ,17 rue d'Uzès -75002 paris, 2009
- [4] ADEME, 2005, les Chiffres Clé du bâtiment : Données et Références .Ademe.compléxité du confort thermique dans les bâtiments, 6ème congrès Européen de science des Systèmes Paris.
- [5] Document énergie plus 2012
- [6] Melle Hamel Khalissa « confort thermique » cour n*2
- [7] Guide de l'efficacité énergétique 2012
- [8] L'importance de l'isolation thermique 2013
- [9] Guide des ponts Thermiques 2011
- [10] Bourass Abderrahmane « Etude de l'efficacité énergétique d'un bâtiment d'habitation à l'aide d'un logiciel de simulation » 2006.
- [11] Adeline Guérirait, La maison passive – Introduction pour les architectes et les futurs maîtres d'ouvrage, 36 et Daniel Quenard, « Le bâtiment à énergie positive », (juin 2006)
- [12] ABDOUCHE Bilal et HAMED Salim « Etude de l'efficacité des logements HPE situé à Bechar » mémoire de fi Nazila Kahina HANNACHI-BELKADI, Développement d'une méthodologie d'assistance au commissionnement des bâtiments à faible consommation d'énergie ,L'université Paris Est, France 2008.n d'étude pour l'Obtention de Diplôme d'Ingénieur d'Etat en Génie Mécanique, 2010-2011
- [13] Stéphane THIERS, Bilans énergétiques et environnementaux de bâtiments à énergie Positive, Ecole normal supérieur des mines de Paris, France 2008.
- [14] Guide des ponts Thermiques 2011

[15] KHECHAREM Aymen, Modélisation thermique des bâtiments : Evaluation des Principaux critères architecturaux sur la qualité thermique des bâtiments, Ecole national Supérieur d'architecture de Nancy, France 2009

[16] Consommation énergétique finale de l'Algérie, APRUE, Ministère de l'énergie et des mines, Algérie, Edition 2009.

[17] DIEZ-WEBSTER.U, RANDLE.S, Modélisation d'une maison à énergie positive, Institut National des Sciences Appliquées, Lyon France 2006.

[18] Nicolas Morel et Gnansounou ; Energétique Du Bâtiment ; Faculté D'environnement Naturel ; Architectural Et Construit ; Ecole Polytechnique Fédérales De Lausanne ; section De Génie Civil ; Edition Septembre 2009

[19] : Naziha Kahina –Harnachi .Belkadi .Développement d'une méthodologie d'assistance au commissionnement des bâtiments à faible consommation d'énergie .Thèse doctorat génie civil 2008 .Univ paris

[20] L. DERRADJI et all. « Étude de l'efficacité énergétique d'une maison Économique en Algérie » ; 2eme Congres de l'Association Marocaine de Thermique, Casablanca(Maroc) 18-19 Avril 2012. Mémoire n°01

[21] A. Hamid et A. Sadi, '*Etude Expérimentale du Comportement Thermique d'une Maison Solaire Passive Destinée pour les Régions Sud de l'Algérie*', Revue des Energies Renouvelables, Physique Energétique, pp. 45 – 48, 1998.

[22] M .A Boukli et all , Revue des Energies Renouvelables Vol. 13 N°4 (2010) 545 – 559 ; l'impact environnementale d'une habitation écologique.

[23] A. Mokhtari, K. Brahim et R. Benzaida, '*Architecture et Confort Thermique dans les Zones Arides, Application au Cas de la Ville de Béchar*', Revue des Energies Renouvelables, Vol. 11, N°2, pp. 307 – 315, 2008.

. Djelloul et all ; Courrier du Savoir – N°17, Décembre 2013, pp.113-119, simulation du comportement énergétique des bâtiments résidentielles au sud algérien.

[24] L. DERRADJI et all. « Étude de l'efficacité énergétique d'une maison Économique en Algérie » ; 2eme Congres de l'Association Marocaine de Thermique, Casablanca(Maroc) 18-19 Avril 2012. Mémoire n°01

[25] A .Djelloul et all ; Courrier du Savoir– N°17, Décembre 2013, pp.113-119, simulation du comportement énergétique des bâtiments résidentielles au sud algérien.

[26] François RUEELLE ; « Le standard « maison passive » en Belgique : potentialités et obstacles » ; mémoire de Master en Sciences et Gestion de l'Environnement ; 2008 ; Université Libre de Bruxelles Institut de Gestion de l'Environnement et d'Aménagement du Territoire.

[27] Mémoire ; Kamel Bensmaili, Distribution de la température dans une cellule munie d'une toiture rayonnante, Blida, Novembre 2012, département mécanique

[28] DTR C3-4, DTR C3-2, ' Règles de Calcul des Apports Calorifiques des Bâtiments, Climatisation', CNERIB, Alger, Août 1998.

[29] sources de métronome 7.1

[30] TRNSYS, version 16. A Transient System Simulation Program, laboratoire Energie Solaire, université du Wisconsin, 2006.