

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Université de BLIDA « SAAD DAHLAB »



Faculté de technologie
Institut d'architecture

Mémoire : Pour l'Obtention du diplôme de master

Option : Efficience Energétique

THÈME

ETUDE THERMIQUE D'UNE
MAISON INDIVIDUELLESITUEE A BENI MERED(WILAYA DE
BLIDA)

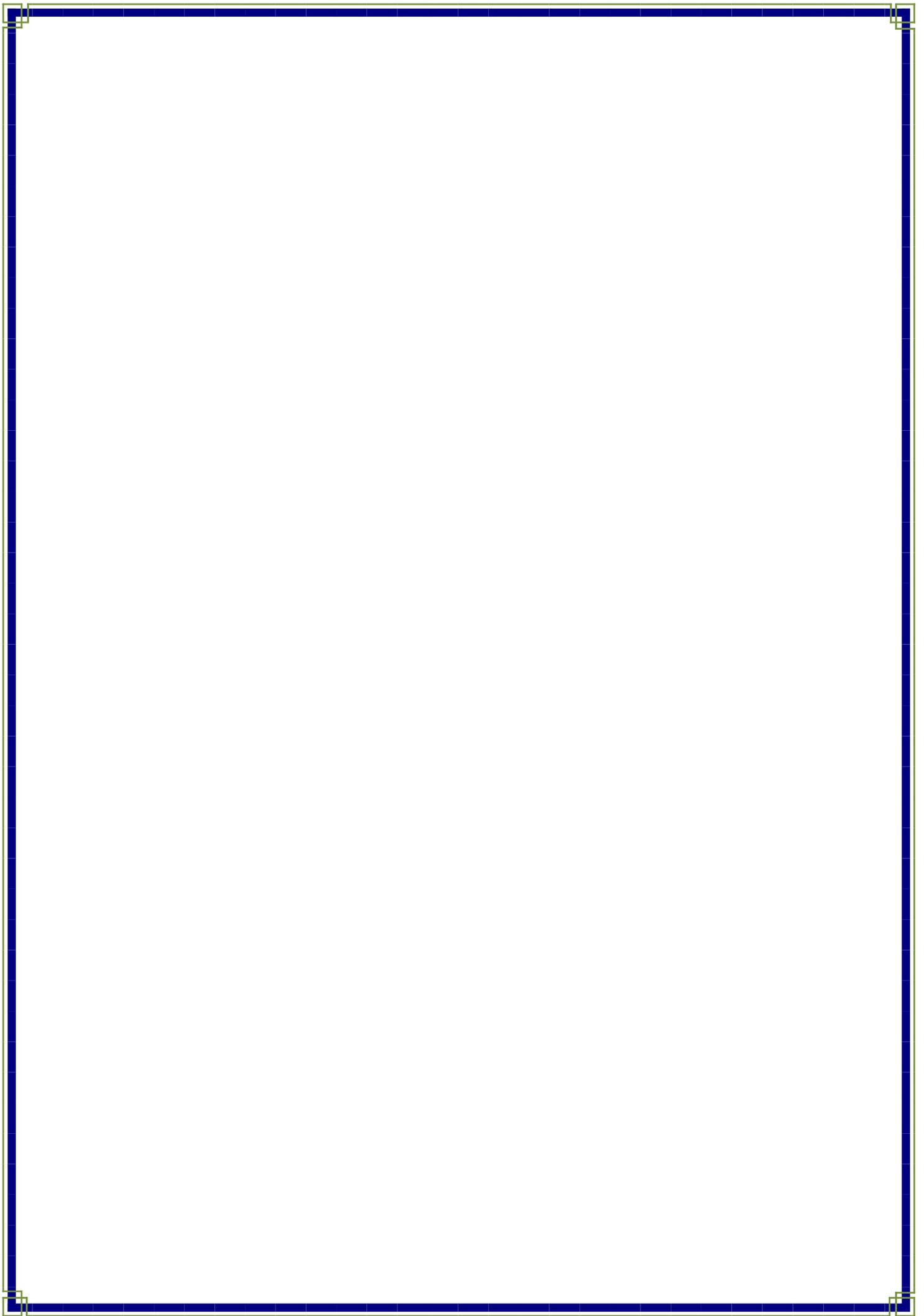
Réalisé par :

- KOUNIZ RABAH
- AHFIR AHMED YUCEF

encadrés par :

-Mr. SEMMAR DJAFFAR

Année universitaire : 2016_2017



Remerciements

Tout d'abord, , nous tenons à remercier Dieu le tout puissant, d' avoir illuminé et ouvert les portes du savoir, en donnant la volonté, le courage, et la patience d'élaborer ce travail.

On tient à remercier particulièrement :

- Notre Professeur P. SEMMAR Djaffar qui a dirigé ce travail et pour l'encouragement et les nombreux conseils dont nous ont été bénéfiques

- Madame Oukaci qui nous a énormément aidé pour réaliser ce travail

- On remercie également tous nos enseignants Mr.hamid , Mr.laferi et

-

Madame Imene

-Nous tenos à exprimer notre profonde gratitude à Nos PARENTS pour leurs sacrifices et soutien inestimables durant toutes nos études.

-Enfin, Nos remerciements vont aussi à tous nos collègues de master 2 et plus particulièrement Boudejmaa pour le soutien qu'il nous a donné, comme on remercie tous ceux qui ont aidé de près ou de loin la réalisation de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

Mes chers parents qui ont tout fait pour que je réussisse dans ma vie.

Tous mes proches, mes amis et mes camarades de promotion.

Je dédie aussi ce travail à mes filles Tasnim et Bailassane

Mes frères en reconnaissance de leur affection toujours constante.

Et à tous ceux qui m'ont aidé dans la réalisation de ce mémoire.

KOUNIZ RABEH

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

Mes chers parents qui ont tout fait pour que je réussisse dans ma vie.

Ma sœur et toute ma famille ,mes proches ainsi que mes chers amis

Et a tous ceux qui m'ont aidé dans la réalisation de ce travail.

AHFIR AHMED YUCEF

تغيرات الحرارة عبر الفصول بما فيها تعديل الموازين في فصلي الشتاء و الصيف أساس الراحة للفرد، لكن الإستعمال المفرط للتدفئة و التبريد لضمان هذه الراحة جد مكلف من حيث الإستعمال الطاقوي، ما يسبب إزدياد إنبعاث غاز الكربون، الذي هو السبب الرئيسي لما نعرفه اليوم بظاهرة الإحتباس الحراري. على هذا النحو، تسعى الهندسة المعمارية المناخية البيئية إلى تقديم الإيجابيات لمطالبات راحة الأفراد في مسكنهم، وهذا ببذل قصارى جهدها من عناصر المناخ، و بناء على ذلك، التعبير على حساب المناخ يسمح من الحد بطريقة ممتازة للنفقات من حيث التدفئة و التبريد الكهربائي.

هذا البحث يهتم إلى الحسابات التي تدور حول الإحتياجات المتعلقة بالراحة الحرارية لمسكن من النوع الفردي منجز على مفاهيم مناخية (مشروع مناخي بيئي)، و هذا بإستغلال المعايير الخاصة بالمسكن عبر القيام بميزان الحرارة بواسطة البرنامج PLEIADES+COMFIE، مما أوصلنا إلى التعرف على الإستهلاك الطاقوي السنوي لهذا المسكن الذي أمكننا من تحسين مردوديته بإدخال نظام الطاقات المتجددة لتكميل الحاجات لضمان الراحة الحرارية الأمثل.

النتائج تشير بصفة واضحة أن مشروع مناخي بيئي بأنظمة كامنة غير كافي لتحقيق الراحة الحرارية المرغوب فيها لكن الأخذ بعين الإعتبار إستعمالات الطاقات المتجددة يساهم في تطوير تصميم البناءات أكثر كفاءة من حيث الراحة الحرارية و إقتصاد الطاقة.

Résumé

Chaleur en hiver, fraîcheur en été sont des éléments du confort pour l'individu, mais l'utilisation du chauffage et la climatisation coûte cher en énergie, ce qui provoque trop de consommation de cette énergie, qui veut dire trop d'émission de CO2 ce qui est la principale cause du réchauffement climatique. A cet effet, l'architecture bioclimatique tente de répondre aux exigences du confort des habitants en tirant passivement le meilleur parti des éléments du climat. Par conséquent construire avec le climat permet de réduire considérablement les dépenses en chauffage et en énergie électrique.

La présente recherche s'intéresse au calcul des besoins de confort thermique d'une maison individuelle réalisée sur des concepts bioclimatiques situé a Blida. En exploitant les paramètres de l'habitat en faisant un bilan thermique par simulation à l'aide du logiciel PLEIADES+COMFIE, on peut connaître les consommations énergétiques annuelles de la maison et on peut améliorer ce dernier en intégrant et en dimensionnant un système à énergie renouvelable pour compléter les besoins afin d'assurer le confort thermique optimal.

Les résultats montrent qu'un projet bioclimatique avec des systèmes passifs ne suffit pas pour avoir un confort souhaité mais la prise en compte de l'utilisation des énergies renouvelables fait participer le bâtiment à une conception plus performante thermiquement et plus économe énergétiquement.

Abstract :

Warmth in winter, freshness in summer are elements of comfort for the individual, but the use of heater and cooling energy is expensive, causing too much consumption of this energy, it means too much CO₂ which is the main cause of global warming. For this purpose, bioclimatic architecture attempts to find the demands of comfort of the inhabitants passively making the most of climate elements. Therefore build with the climate can significantly reduce expenses for heating and electricity.

This research focuses on the needs of calculation of thermal comfort of a house made of bioclimatic concepts situated in Blida . By exploiting the habitat parameters by a heat balance simulation using the PLEIADES + COMFIE software, one can know the annual energy consumption of the house and the latter by integrating and sizing a system power can be improved renewable for complete requirements to ensure optimal thermal comfort.

The results show that a project with bioclimatic passive systems is not enough to have a desired comfort but taking into account the use of renewable energy involves building a more thermally efficient design and energy efficient.

Sommaire

Remerciements	1
Dédicace	2
.....	4
Résumé	4
Abstract	5

Chapitre : Introductif

1- Introduction	11
2- Problématique	12
3- Hypothèse	12
4- Objectifs	12
5- structure de mémoire	13

Chapitre 01: Recherche Bibliographique Et État De L'art

Notion d'efficacité énergétique :	14
1-2 L'efficacité énergétique des bâtiments	14
1-3 La démarche et les étapes de l'efficacité énergétique :	14
1-3-1 Efficacité énergétique « passive »	14
1-3-2 Efficacité énergétique« active »	14
1-4 Intérêts de d'efficacité énergétique :	14
1-4-1 Intérêt économique	14
1-4-2 Intérêt social	15
1-5 Programme d'efficacité énergétique en Algérie :	15
1-5-1 Isolation thermique des bâtiments	15
1-5-2 Développement du chauffe-eau solaire	16
1-5-3 Généralisation de l'utilisation des lampes à basse consommation d'énergie	16
Introduction	16

1-5-4	La notion de confort thermique	17
1-6	Les paramètres affectant le confort thermique	17
1-6-1	Paramètres liés à l'ambiance extérieure	17
a)	La température de l'air	17
b)	La température des parois	18
c)	La vitesse de l'air	19
d)	L'humidité relative	19
2-6-2	Paramètres liés à l'individu	19
a)	Le métabolisme	19
b)	L'habillement	20
	Paramètres aux gains thermiques internes	20
1-7	Les stratégies pour gérer le confort thermique dans l'habitat:	20
1-7-1 j	Stratégie du froid : (Confort d'été)	20
1-7-2	Stratégie du chaud : (Confort d'hiver)	22
1-8	Principes De La Conception Bioclimatique :	23
1-8-1	L'orientation :	23
1-8-2	La forme et la compacité :	24
1-8-3	Organisation intérieure :	24
1-8-4	La ventilation :	25
1-8-5	Le vitrages :	26
1-8-6	les protections solaires :	26
<i>Les différents types de protection solaire</i>	27
a -	Les protections fixes :	28
b -	Les protections mobiles :	28
b -1-	Les protections extérieures mobiles :	28
b - 2-	Les protections intérieures mobiles :	28
c -	La protection végétale :	28
1-8-7	Le Choix Des Matériaux (L'inertie Thermique) :	29
1-9	L'isolation thermique :	30
a -	L'isolation par l'intérieur,	30
b -	L'isolation par l'extérieur,	31
1-10-1	Avantages et inconvénients des ITE:	31
a -	Avantages	31

b - Inconvénients	31
1-10-2 Avantages et inconvénients des ITI:	32
b – Inconvénients	32

Chapitre 02 : Présentation du logement d'étude

2-1 Introduction :	34
2-2 Classification Du Climat En Algérie :	34
2-3 Présentation du La wilaya de Blida:	35
2-4 Localisation géographique :	35
2-5 Données climatiques de la ville de Beni mered	35
2-6- Présentation de la maison	37
2-6-1 Description du PROJET d'étude :	37
2-6-2 Tableaux de surfaces	38
2-6-3 Présentation des plans	39
- Plan RDC Autocad	39
- Plan 1er etage Autocad	39
2-7- Conclusion.....	40

Chapitre 03 Modélisation

Introduction	41
3.1 Logiciels testés:.....	41
3.2 Présentation générale de l'outil de simulation le logiciel PLEIADES	
+ COMFIE»	41
3.2.1.Pléiades Comfie.....	41
3.2.2.ALCYONE	42
3.2.3.METEONORM 7.	43
3.2.4.PVSYST	44
3.3.Le Bilan Énergétique Du projet	45
3.3.1.Calcul des déperditions et apports calorifiques des bâtiments	45
3.3.2. Les déperditions par transmission (DT)	46
3.4 Projet modélisé et son comportement de référence	47
3.4.1 Dessin du plan sous Alcyone	48
3.4.2 Composition des éléments de construction sous PLEIADE+COMFIE	50

3.4.3 Définition des scénarios de fonctionnement	54
--	----

CHAPITRE 04: Simulation, Résultat et Discussion

Introduction:.....	62
4-1 Démarches de la simulation	62
4-2 Résultat de simulation sans consigne de thermostat:	62
4-2-1 synthèse de la simulation en periode estivale	62
4-2-2 synthèse de la simulation en période hivernale	64
4-3 Résultat de simulation avec consigne de thermostat:	65
4-3-1 synthèse de la simulation en periode estivale	65
4-3-2 synthèse de la simulation en période hivernale	67
4-4 PROPOSITION D'AMELIORATION PASSIVE DE NOTRE CAS D'ETUDE :	68
4-4-1 .Renforcement de l'isolation :	68
4-4-2 Qu'est-ce qu'un isolant thermique	69
4-4-3 Augmenter le confort dans l'habitat:.....	69
4-4-4 Composition des parois extérieurs et toiture avec isolant thermique :	71
4-5 Résultat de simulation avec isolant en période estivale	72
4-5-1 synthèse de la simulation en période estivale avec isolant sans consigne de thermostat....	73
4-5-2 synthèse de la simulation en période estivale avec isolant et consigne de thermostat	75
4-6 Résultat de simulation avec isolant en période hivernale	76
4-6-1 synthèse de la simulation en période hivernale avec isolant sans consigne de thermostat...	76
4-6-2 synthèse de la simulation en période hivernale avec isolant et consigne de thermostat	78
Discussions des résultats :	78
4-7-1 Application Des Énergies Renouvelables :	79
4-7-1-1 L'énergie photovoltaïque :	79
4-7-1-2 Le système de pose :	80
4-7-2 Dimensionnement de notre installation photovoltaïque :	82
4-7-2-1 Présentation du logiciel :	82
4-7-2-2 Les étapes à suivre :	83
4-7-3- le rapport de simulation	87
4-7-4 .Conclusion	91
<i>Conclusion generale</i> :	92
<i>Références</i> :	94

1- Introduction générale

Les énergies renouvelables sont maintenant reconnues comme des sources d'énergie ordinaires à travers le monde. Leur croissance rapide, en particulier dans le secteur électrique, est le fruit de plusieurs facteurs. Il y a notamment la compétitivité grandissante des technologies d'énergies renouvelables du point de vue des coûts ; diverses initiatives politiques ciblées ; l'amélioration de l'accès aux financements ; l'attention portée à la sécurité énergétique et aux solutions environnementales

La demande grandissante d'énergie, notamment dans le domaine du bâtiment, fait que les ressources d'énergie fossile, seront pratiquement épuisées à plus ou moins long terme. De plus, la forte utilisation mondiale de combustibles fossiles, est la cause de graves dommages environnementaux et d'un réchauffement climatique au niveau mondial.

Depuis quelques années, les exigences des occupants de bâtiments ont sensiblement changé. On observe en effet une demande de confort de plus en plus rigoureux en particulier en période estivale. Cette augmentation des besoins de climatisation induit un accroissement important de la consommation d'énergie électrique dans les bâtiments, dû à une utilisation majoritaire de climatiseurs à compression mécanique de vapeur. Dans ce contexte énergétique difficile, les systèmes de rafraîchissement solaire font partie des alternatives intéressantes aux systèmes de climatisation classiques, dans la mesure où l'énergie primaire est principalement consommée sous forme de chaleur et provenant du soleil donc gratuite. L'autre grand intérêt de ces procédés est que le besoin en rafraîchissement coïncide la plupart du temps avec la disponibilité du rayonnement solaire.

« l'efficacité énergétique » désigne le rapport entre l'énergie utile produite par un système et l'énergie totale consommée pour le faire fonctionner.

Cette notion est souvent interprétée dans un sens plus large pour désigner les technologies et pratiques permettant de diminuer la consommation d'énergie tout en maintenant un niveau de performance finale équivalent. Nous utiliserons ici cette deuxième définition de l'efficacité énergétique, dont l'objectif est de « faire mieux avec moins ».

A l'échelle planétaire, le secteur du bâtiment est responsable d'environ 30 à 40 % de la consommation annuelle mondiale d'énergie, et de près de 30 % de l'ensemble des émissions de gaz à effet de serre "GES"[3], le secteur du bâtiment est le premier consommateur d'énergie. En 2008, il absorbe 40% de la consommation totale d'énergie finale(1) et rejette 36% des émissions de CO₂.

L'amélioration de l'efficacité énergétique dans le secteur des bâtiments constitue donc un axe de progrès prioritaire. Elle est notamment soutenue par les politiques publiques.

Malheureusement en Algérie la qualité de l'habitat est pauvre, principalement en termes de confort thermique, et ne répond plus aux préoccupations actuelles en termes de protection de l'environnement et moins encore en termes d'efficacité énergétique

2- Problématique générale

Considérant que le logement ne se limite pas à un ensemble de murs et au-dessous du toit, mais sur qui comprend les Services d'assistance et facilités offertes par la communauté pour que l'homme accepte de vivre dans ce bâtiment avec tout le confort et la stabilité, c'est pour ça nous posons une question fondamentale dans notre étude qui est:

- Comment réduire la consommation d'énergie non renouvelable utilisée dans l'habitat par une réhabilitation énergétique tout en offrant un confort thermique à l'intérieur de la maison

3- Hypothèse:

Ce travail qui est présenté dans ce mémoire concentre sur l'amélioration des conditions de confort thermique de l'habitat et pour cela, nous utilisons les hypothèses suivantes:

1- La réalisation de travaux d'isolation permet a l'amélioration de la performance énergétique d'un logement. L'isolation permet de réduire la consommation d'énergie de l'habitation en limitant les échanges thermiques entre l'intérieur du logement et le milieu extérieur. L'utilisation de différents matériaux varie en fonction du support à isoler.

2- Tous les travaux d'isolation doivent être associés à un système efficace de ventilation de notre logement. Une absence ou une mauvaise circulation de l'air dans une habitation peut conduire à des problèmes d'humidité (moisissures, germes

4- L'objectif

Le présent travail a pour objectif l'étude de l'impact des mesures d'efficacité énergétique passives (isolation thermique) et actives (Panneau photovoltaïque) sur la réduction des besoins énergétiques de chauffage et climatisation d'une maison individuelle conditionnée par des données météorologique, pour l'optimiser afin de le rendre plus performant.

5- la structure de mémoire

Notre recherche comprend quatre chapitres :

Le premier chapitre une introduction sur le thème de notre travail.

Le deuxième chapitre : nous permet à travers une recherche bibliographique et l'état de l'art qui va porter sur trois notions : (consommation et efficacité énergétique), (confort et isolation thermique),

Le troisième chapitre: concerne la présentation du cas étudié (Situation géographique, données climatologiques,...), et aussi faire de une modélisation à l'aide d'un logiciel informatique pléiades+ comfie des simulations sont faites dans deux périodes hiver et été

Le quatrième chapitre : contient les résultats et discussions de la simulation et les solutions proposés
A la fin de cette recherche, on terminera par une conclusion dans laquelle on présentera les résultats obtenus

1.1 Notion d'efficacité énergétique :

La notion d'efficacité énergétique est de plus en plus présente lorsque l'on s'intéresse de près aux milieux proches de l'environnement et de la gestion de l'énergie. L'efficacité énergétique d'un bâtiment est donc, d'après la définition, le rapport de la quantité d'énergie "utile" sur la quantité totale d'énergie qu'on lui a fournie [4]

1.2 L'efficacité énergétique des bâtiments

L'efficacité énergétique vise à réduire les dépenses en énergie, tout en maintenant une qualité de service identique pour l'utilisateur. En rationalisant la consommation d'énergie, l'objectif est de limiter les conséquences de la production d'énergie : coût économique et impact écologique. Si de nouvelles technologies favorisent l'efficacité énergétique, celle-ci se réfère essentiellement à nos habitudes de vie et aux petits gestes du quotidien pour éviter les gaspillages d'énergie. [5]

1.3 La démarche et les étapes de l'efficacité énergétique :

En matière d'efficacité énergétique, il faut jouer sur deux leviers : diminuer les besoins qui sont relatifs au bâti proprement dit, et améliorer les équipements techniques du bâtiment et leur gestion. [6]

1.3.1 Efficacité énergétique « passive »

L'efficacité énergétique passive résulte d'une part de l'isolation du logement et sa perméabilité à l'air, en utilisant par exemple des matériaux performants d'isolation thermique ou des menuiseries à triple vitrage, d'autre part, du choix d'équipements les plus performants c'est à dire des produits qui rendront le même service en consommant moins.

1.3.2 Efficacité énergétique « active »

Basée sur une offre de produits performants et de systèmes intelligents de régulation, d'automatismes et de mesure, l'efficacité énergétique active permet de :
réduire les consommations d'énergie, donc la facture énergétique ;
améliorer la qualité et la disponibilité de l'énergie en consommant l'énergie juste nécessaire. Ces solutions peuvent être mises en place rapidement et présentent des temps de retour sur Investissement particulièrement courts selon les cas.

1.4 Intérêts de l'efficacité énergétique :

1.4.1 Intérêt économique

Sur le plan économique, l'augmentation attendue des prix de l'énergie quelle qu'en soit la source aura un impact sur la facture énergétique de la France et sa balance commerciale. Dans ce cadre, la maîtrise de la consommation d'énergie et donc l'efficacité énergétique sont indispensables pour maintenir le pouvoir d'achat des ménages et la compétitivité des entreprises. [6]

1.4.2 Intérêt social

Les besoins en personnels formés seront importants à tous les niveaux de qualification pour répondre aux nombreux projets et investissements à travers le monde.

Le contenu des emplois correspondants sera très intéressant. Il s'agira notamment de contribuer de façon concrète au développement durable, ce qui justifie pleinement le « verdissement des formations actuelles » pour tous les niveaux de qualification. [6]

1-5 Programme d'efficacité énergétique en Algérie :

Le programme d'efficacité énergétique obéit à la volonté de l'Algérie de favoriser une utilisation plus responsable de l'énergie et d'explorer toutes les voies pour préserver les ressources et systématiser la consommation utile et optimale.

L'objectif de l'efficacité énergétique consiste à produire les mêmes biens ou services, mais en utilisant le moins d'énergie possible. Ce programme contient des actions qui privilégient le recours aux formes d'énergie les mieux adaptées aux différents usages et nécessitant la modification des comportements et l'amélioration des équipements. [4]

Le plan d'action en matière d'efficacité énergétique se présente comme suit :

1-5-1 Isolation thermique des bâtiments

En Algérie, le secteur du bâtiment est le secteur le plus énergivore. Sa consommation représente plus de 42% de la consommation finale. Les actions de maîtrise de l'énergie proposées pour ce secteur portent notamment sur l'introduction de l'isolation thermique des bâtiments qui permettront de réduire d'environ 40% la consommation d'énergie liée au chauffage et à la climatisation des logements.

Phase 2011-2013 :

Projet isolation thermique de 600 logements neufs, ce premier projet pilote est déjà lancé par l'APRUE en partenariat avec le Ministère de l'Habitat. Pour sa mise en oeuvre, des conventions ont été signées avec la Caisse Nationale du Logement (CNL) et les OPGI de 11 wilayas, couvrant l'ensemble des zones climatiques du pays . Projet d'isolation thermique de 1500 logements

L'isolation thermique totale ou partielle de 1500 logements, soit une moyenne de 500 logements rénovés par an à travers :

- Remplacement des menuiseries existantes par celles étanches avec double vitrage ;
- Mise en place d'une isolation thermique. [7]

1-5-2 Développement du chauffe-eau solaire

La pénétration du chauffe-eau solaire (CES) en Algérie reste embryonnaire mais le potentiel est important. Il est prévu, dans ce sens, le développement du chauffe-eau solaire en le substituant progressivement au chauffe-eau traditionnel. L'acquisition d'un chauffe-eau solaire est soutenue par le fonds national pour la maîtrise de l'énergie(FNME). [4]

1-5-3 Généralisation de l'utilisation des lampes à basse consommation d'énergie

L'objectif assigné à la stratégie d'action est l'interdiction graduelle de la commercialisation des lampes à incandescence (lampes classiques couramment utilisées par les ménages) sur le marché national à l'horizon 2020. En parallèle, il est prévu la mise sur le marché de quelques millions de lampes à basse consommation. Par ailleurs, la production locale des lampes à basse consommation sera encouragée, notamment, par le recours au partenariat entre les producteurs locaux et étrangers. [4]

Introduction :

La recherche du confort a toujours été une préoccupation dans l'habitat des générations précédentes. Un objectif majeur était de créer des lieux qui permettent de profiter des bienfaits du climat tout en se préservant de ses effets contraignants, dans la recherche d'un cadre de vie en accord avec l'environnement. Cette démarche de composer avec le climat a toujours été l'objectif principal de l'architecture bioclimatique.

L'étude du confort thermique constitue l'une des bases principaux dans la conception du bâtiment. Elle met en évidence le comportement thermique d'une habitation a long terme, et ce à partir de la prédiction des températures ambiantes intérieures.

Assurer une sensation de chaleur en hiver et se préserver des fortes chaleurs en été, est depuis longtemps un souci majeur pour les concepteurs. D'ailleurs, un des objectifs de l'architecture réside dans la satisfaction des occupants par le bien être thermique.

Le but est donc de pouvoir continuer à assurer l'abri et le confort de l'utilisateur tout en minimisant la consommation d'énergie pour la climatisation et le chauffage ainsi que l'impact du bâtiment sur l'environnement.

Ce chapitre consiste, la compréhension des différents concepts et notions clés, elle découle d'un état de l'art sur l'étude de confort thermique dans la conception bioclimatique. En premier, nous analysons les informations existantes en matière de confort thermique, en faisant le point sur sa notion, ces différents paramètres et l'un des outils de calcul. Nous nous intéressons ensuite, aux facteurs agissant sur le confort thermique (sa relation a l'architecture bioclimatique), avec son concept, ces différents systèmes et ces principes de bases d'ensembles (implantation, forme, orientation,...) et ces

bases en détails (inertie, isolation thermique,...) en prenant compte notre projet d'étude (habitat individuel bioclimatique). Cette analyse permettra la mise en œuvre des phases suivantes du travail de recherche.

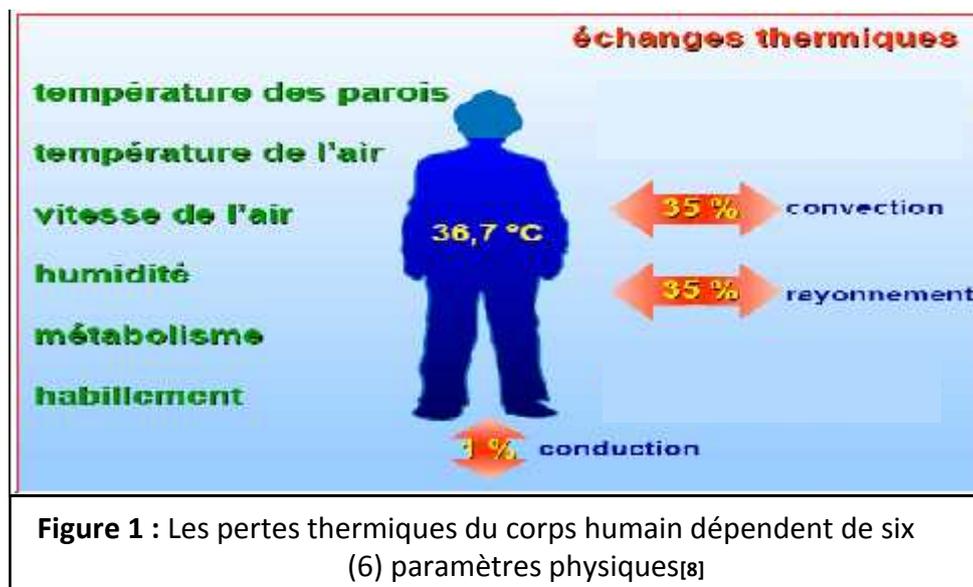
1-5 La notion de confort thermique :

Le confort thermique est défini comme "un état de satisfaction du corps vis-à-vis de l'environnement thermique"[6], c'est-à-dire, qu'il établi des échanges thermiques entre le corps et son environnement.

La notion de confort thermique est essentielle dans le bilan énergétique dans le sens où c'est le premier critère à obtenir, avec certes la meilleure possible et l'économie d'énergie les plus importantes possibles[7].

1-6 Les paramètres affectant le confort thermique :

La sensation de confort thermique est fonction de plusieurs paramètres, qui sont (figure 1) :



1-6-1 Paramètres liés à l'ambiance extérieure :

a) La température de l'air :

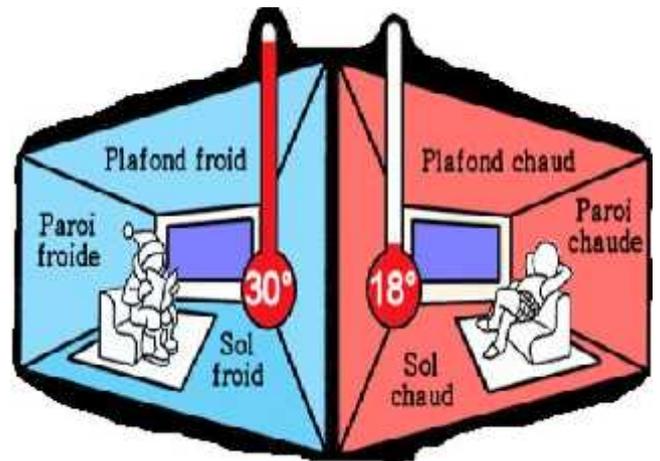
La température de l'air, ou température ambiante (T_a), est un paramètre essentiel du confort thermique. Elle intervient dans l'évaluation du bilan thermique de l'individu au niveau des échanges convectifs, conductifs et respiratoires[9].

La température au niveau du sol est plus basse que la température au niveau du plafond. L'air chaud léger s'élève alors que l'air froid dense descend.

La température diminue aux bords des parois, fenêtres et portes en hiver. En été, celle-ci augmente.

La température de l'air ambiant d'une pièce est mesurée au centre et à 1 m du sol.

L'enveloppe de l'habitation doit permettre de conserver la chaleur entre 19 et 26°C, malgré les variations de la température Extérieure avec les saisons et les heures de la journée. De ce fait, l'isolation de la maison est importante[10].



b) La température des parois :

Il s'agit d'une température (T_p), avec laquelle le corps échange de la chaleur par rayonnement (une vitre aura une température rayonnante faible en hiver)[10].

Pour une paroi non isolée (à gauche figure 2), la température de surface est basse : 12°C. Pour une température de l'air ambiant de 20°C, la température résultante sera donc de 16°C, soit une température inconfortable : c'est l'effet dit de paroi froide. Le corps perd de la chaleur en direction des sources froides.

Pour une paroi isolée (paroi de droite), la température de surface est égale à 16°C et la température résultante augmente jusqu'à 18°C. La température des parois étant toujours inférieure à celle du corps. Ce dernier continue à perdre de la chaleur mais en moindre quantité, lui permettant d'atteindre un état de confort.

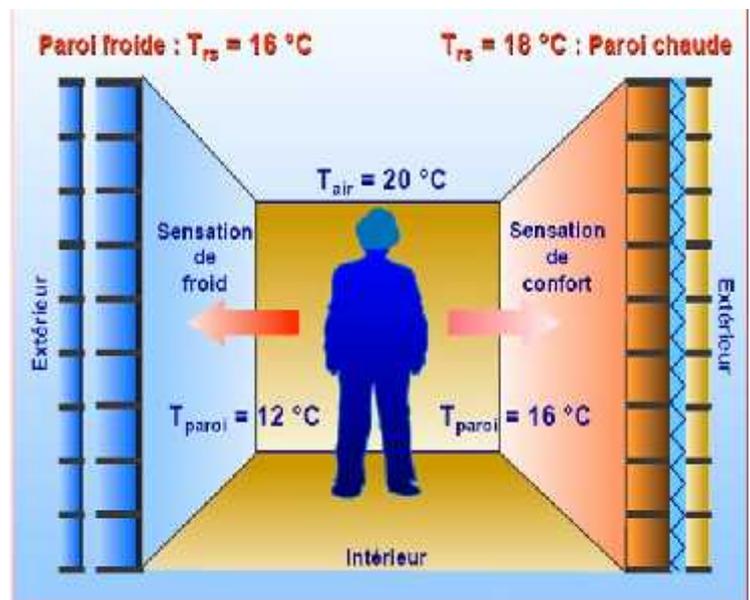


Figure 2 : La température de confort dépend de la température de l'air et de la température des parois[8]

b) La vitesse de l'air :

La vitesse de l'air influence les échanges de chaleur par convection et augmente l'évaporation à la surface de la peau. Elle intervient dans la sensation de confort thermique de l'occupant dès qu'elle est supérieure à 0,2 m/s : c'est en effet à partir de cette vitesse qu'un courant d'air peut être ressenti par un individu moyen.

La figure 3 met en relation la vitesse de l'air et la sensation de confort. Les courbes représentent les températures de confort déterminées statistiquement pour différents niveaux d'activité. Les températures de confort varient d'environ 3°C.

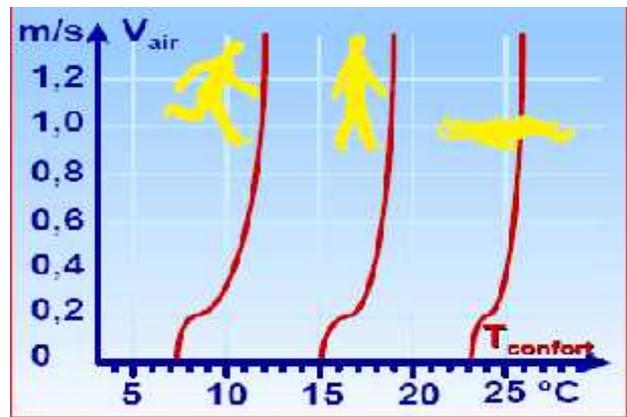


Figure 3 : Températures de confort pour différentes vitesses relatives de l'air et un habillement moyen, d'après FANGER O.[8]

b) L'humidité relative :

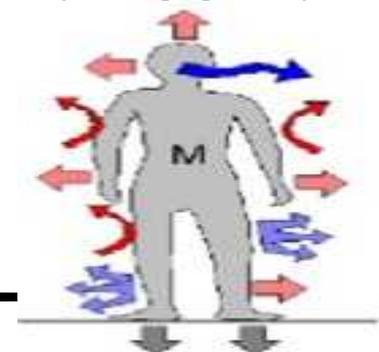
L'humidité relative (Hr) est le rapport exprimé en pourcentage entre la quantité d'eau contenue dans l'air à la température ambiante et la quantité maximale qu'il peut contenir à cette même température[8].

Selon LIEBARD A.[8], entre 30 % et 70 %, l'humidité relative influence peu la sensation de confort thermique[8]. Une humidité trop forte dérègle la thermorégulation de l'organisme car l'évaporation à la surface de la peau ne se fait plus, ce qui augmente la transpiration[11], le corps est la plupart du temps en situation d'inconfort.

1-6-2 Paramètres liés à l'individu :

b) Le métabolisme :

C'est la somme des réactions chimiques qui se produisent



dans le corps, et libèrent une chaleur interne permettant de maintenir le corps humain à une température autour de 36,7°C. Lorsqu'une personne est en mouvement, un métabolisme de travail correspondant à son activité particulière s'ajoute au métabolisme de base du corps au repos[12].

b) L'habillement:

Les vêtements permettent de créer un microclimat sous-vestimental, à travers leurs résistances thermiques, en modifiant les échanges de chaleur, entre la peau et l'environnement. Leur rôle essentiel est de maintenir le corps dans des conditions thermiques acceptables, été comme hiver[9].

En plus de ces paramètres, un autre point influant sur le confort thermique, est :

Paramètres liés aux gains thermiques internes :

Avec l'essor de la technologie et des besoins électriques (éclairage, électroménager,...), les apports de chaleur internes ont fortement augmenté. Les appareils électriques transforment en effet quasiment toute l'énergie qu'ils consomment en chaleur. Les postes informatiques sont également de vraies sources de chaleur et les occupants constituent eux aussi une autre source d'apports internes par leur métabolisme. Les apports internes comprennent donc, toute quantité de chaleur générée dans l'espace par des sources internes autres que le système de chauffage[9].

Ces gains de chaleur du dépendent type du bâtiment, du nombre des utilisateurs et de son usage (Figure 4).



Figure 4 : Gains de chaleur internes[13]

1-7 Les stratégies pour gérer le confort thermique dans l'habitat :

1-7-1 Stratégie du froid : (Confort d'été)

L'exigence de confort d'été a eu et aura toujours un très gros impact sur nos architectures : l'habitat à Copenhague est différent de celui d'Alger. Pendant cette l'objectif est de conserver l'intérieur du bâtiment plus frais que l'extérieur. On travaillera selon deux familles de solutions :

Pour empêcher la chaleur d'entrer dans le bâtiment le jour, il faut s'appuyer sur :

- La réduction des apports internes en choisissant des équipements peu émissifs.
- La réduction de l'îlot de chaleur urbain en végétalisant sols et toits.
- Les orientations du bâtiment (surtout pour le neuf), en prenant en compte le terrain, le relief et les masques.
- Des occultations adaptées à chaque orientation afin d'éviter que les rayons du soleil ne réchauffent la peau des toitures, des vitrages et des parois verticales tout en faisant en sorte de conserver un confort lumineux suffisant.
- L'isolation thermique des parois opaques (végétale ou minérale) et des vitrages (réduction du facteur solaire) pour limiter le transfert entre la peau et l'intérieur.
- le choix des matériaux et des couleurs pour favoriser éventuellement la réflexion du rayonnement solaire.

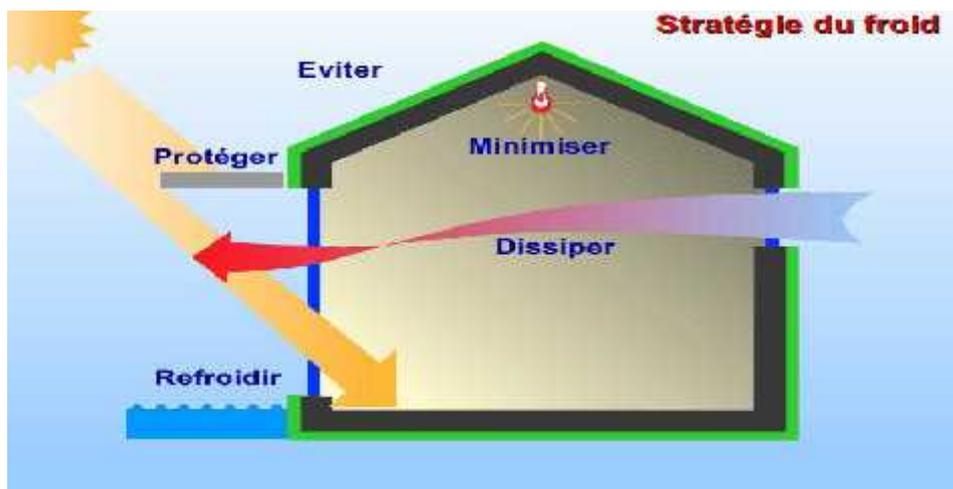


Figure 1-5 : Les principes de confort d'été

Pour rafraîchir l'air intérieur, il faut utiliser (dans l'ordre suivant) :

- La ventilation nocturne associée à l'inertie thermique, qui va permettre De stocker la fraîcheur nocturne et retarder le pic de chaleur diurne : si le milieu urbain est silencieux.
- Les ventilations diurnes dans certains climats (humides) et certaines architectures (faible Inertie) par des ventilations traversantes (début et fin de journée) ou brasseuses

D'air (milieu de journée) : ces moyens augmentent la vitesse de l'air sur la peau et favorisent le refroidissement par évaporation de la transpiration.

- les procédés actifs en commençant par les puits provençaux ou le géocooling qui Consistent

à rafraîchir la structure en faisant circuler de l'air ou de l'eau fraîche dans L'ambiance, un plafond ou un plancher ; et au final, le rafraîchissement par machine Frigorifique si les apports internes sont forts (certains bureaux) ou l'environnement Bruyant : il conviendra de prendre des appareils très performants. [9]

1-7-2 Stratégie du chaud : (Confort d'hiver)

1-Capter l'énergie solaire : L'enveloppe du bâtiment a un rôle de conservateur mais aussi de capteur. Comme dans une serre, les rayons du soleil sont captés grâce aux surfaces vitrées. Ceux-ci atteignent les murs, le mobilier et les sols qui sont réchauffés en fonction de leurs couleurs. Cet échauffement provoque une réémission des rayons mais dans une plus grande longueur d'onde, l'infrarouge, que le verre ne laisse plus passer. la chaleur est emprisonnée et redistribuée dans la maison. Créer des ouvertures côté soleil pour largement en recevoir l'énergie. Les matériaux lourds placés à l'intérieur du bâtiment apportent une inertie thermique qui permet à celui-ci de stocker l'énergie

2- Conserver par l'isolation : Isoler thermiquement l'ensemble des parois entourant le volume chauffé afin de conserver la chaleur Emmagasinée dans l'air et dans les parois. Répartir la chaleur accumulée dans l'air et dans les Parois lourdes, la nuit. Pour qu'une habitation bioclimatique ait le meilleur rendement possible, il faut que

- l'architecture et l'agencement des pièces soient adaptés,
- le bâtiment soit isolé de manière optimale, étanche à l'air,
- les matériaux de construction soient lourds et massifs afin de stocker la chaleur et d'atténuer les fluctuations de températures.

Dans les climats tempérés, l'inertie du bâtiment, autrement dit sa capacité à garder la chaleur, doit être importante pour pouvoir profiter au mieux de l'énergie solaire passive (c'est le rôle conservateur de l'enveloppe.)

3- Distribuer la chaleur : Une fois la chaleur captée et emmagasinée, il faut la restituer. Pour cela, l'aménagement de la maison est très important : il faut que les pièces principales aient un accès à la façade sud, source de chaleur. La chaleur se propage ensuite vers les pièces orientées au nord. Les pièces doivent être disposées en conséquence : celles ayant des besoins de chauffage moindres ou discontinues comme le garage, la salle de bain, les toilettes sont placées au nord de la maison.

4- Réguler la chaleur : La régulation est assurée de manière passive par l'inertie thermique des matériaux et par la ventilation.



Figure I.6. Stratégie de construction durable. [13]

1-8 Principes De La Conception Bioclimatique :

La conception bioclimatique cherche une synthèse harmonieuse entre la destination du bâtiment, le confort de l'occupant et le respect de l'environnement, en faisant largement appel aux principes de l'architecture. Cette architecture permet de réduire les besoins énergétiques et de créer un climat de bien être dans les locaux avec des températures agréables, une humidité contrôlée et un éclairage naturel abondant. Ces principes sont fondés sur un choix judicieux de la forme du bâtiment, de son implantation, de la distribution des espaces, des matériaux utilisés et de l'orientation en fonction des particularités du site : climat, vents dominants, qualité du sol, topographie, ensoleillement et vues.

1-8-1 L'orientation :

Le choix d'implantation d'un bâtiment influence directement sur le degré de confort thermique que ce dernier peut procurer à ses occupants, à cause de l'incidence du soleil, des vents dominants sur son enveloppe et de sa situation dans son environnement[9].

L'ensoleillement est en très grande partie responsable de divers effets sur les bâtiments. Il peut être considéré en même temps comme:

- Source d'énergie gratuite en hiver (qui entre dans le bilan énergétique de chauffage.)
- Source d'énergie, cause d'inconfort thermique en été.

Au plan énergétique, l'orientation d'une paroi par rapport au rayonnement solaire influe sur l'énergie solaire incidente.

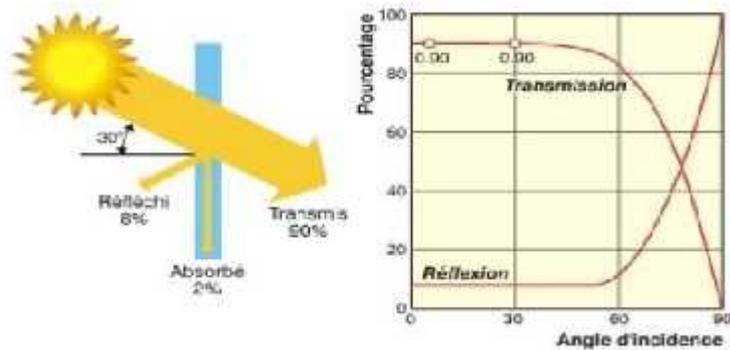


Figure 1.7 : Les pourcentages de rayonnement intercepté par une surface en fonction de l'angle d'incidence

1-8-2 La forme et la compacité :

La maison bioclimatique est de forme simple et compacte. En effet, plus la maison est compacte, plus la surface en contact avec l'extérieur est petite, plus les déperditions thermiques sont limitées, plus les consommations d'énergie sont faibles

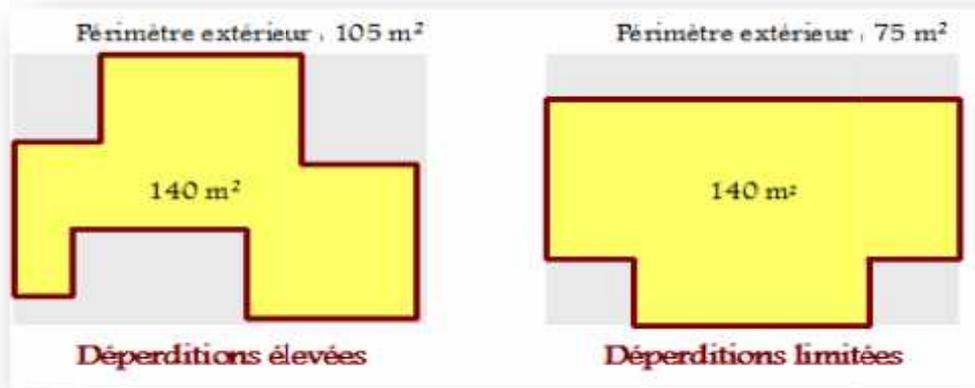


Figure 1.8 : Les déperditions thermiques en fonction du périmètre de la maison

1-8-3 Organisation intérieure :

Les pièces à vivre seront situées au Sud, afin de bénéficier de la lumière naturelle et des apports de chaleur ; tandis que les pièces peu utilisées serviront d'espace tampon, au Nord, entre l'extérieur et les pièces de vie.

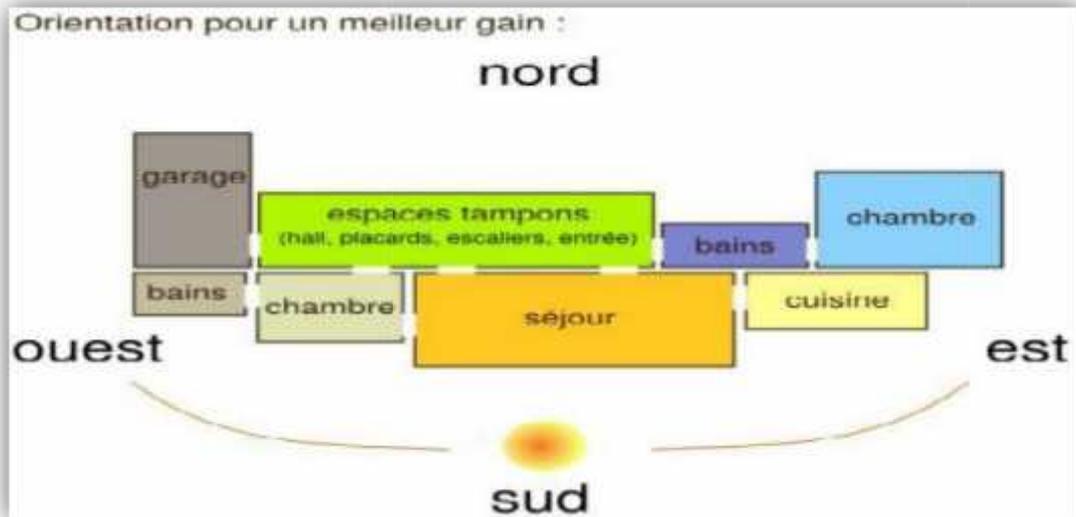


figure 1-9 : distribution des espaces intérieurs

- Les pièces occupées en permanence durant la journée devraient de préférence être orientées au sud.
- Les chambres seront plutôt situées au sud et à l'est, profitant du lever du soleil. Elles garderont ainsi leur fraîcheur en fin de journée.
- Veiller à limiter dans la cuisine les apports solaires sur les vitrages sud-ouest, souvent générateurs de surchauffe.
- Une véranda placée au sud permet, tout en apportant de la chaleur en hiver, de créer un espace intermédiaire entre l'intérieur et l'extérieur

1-8-4 La ventilation :

Il faut assurer le renouvellement d'air dans le logement de manière optimale. Différents procédés existent :

La ventilation naturelle assistée : traditionnellement par simple convection (élévation de l'air chaud) elle n'est pas motorisée. Elle se décline de plus en plus dans les « tours à vent », notamment en Angleterre.

La Ventilation Mécanique Contrôlée (VMC) simple flux : le renouvellement d'air se fait par aspiration de l'air extérieur « propre » et rejet de l'air intérieur vicié. Il existe aussi une VMC hygrométrique qui permet de réguler le taux d'humidité ambiant du bâtiment.

La VMC double flux : un système d'échangeur récupère les calories de l'air chaud évacué. Ce principe, très intéressant dans les climats froids, est moins adapté aux climats océaniques les plus doux.

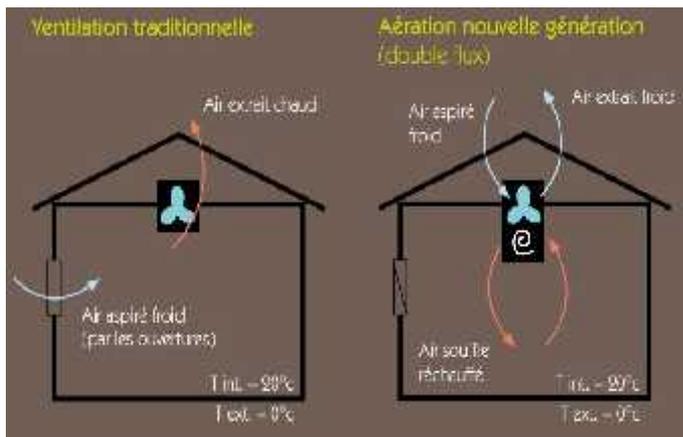


Figure I.10: Types de ventilation

- Aspiration de l'air humide
- L'air extérieur entre par les grilles d'aération des fenêtres, par les interstices, par le seuil de la porte d'entrée.

- Régulation optimale de l'air : renouvellement et extraction
- Filtration
- Intégration dans l'habitat
- Programmation en fonction des saisons, en particulier pour le rafraîchissement d'été.

1-8-5 Le vitrages :

Le rôle des vitres est d'assurer le confort visuel et thermique des occupants et permet de gérer les apports solaires en toute saison. Par conséquent, l'évaluation des aspects positifs et négatifs de la paroi transparente, exige une grande attention à plusieurs éléments : comme le type de vitrage, la position, l'orientation.

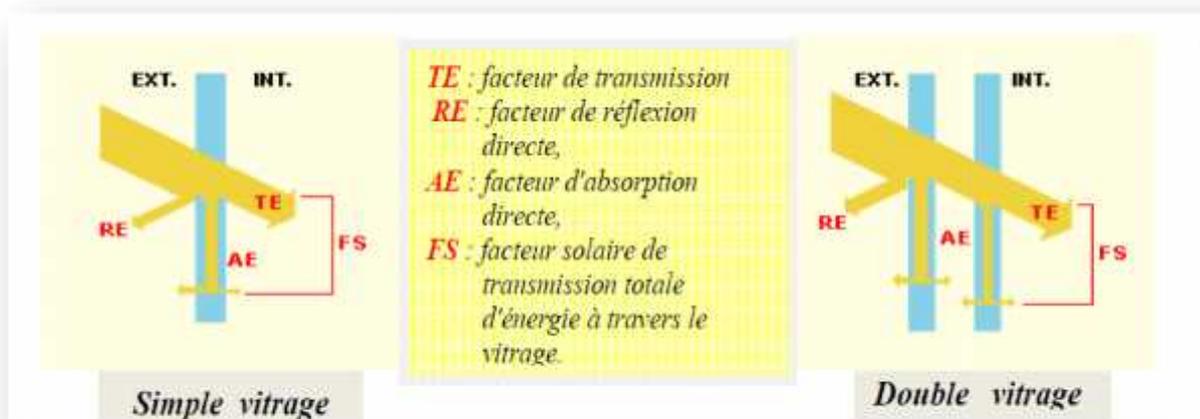


Figure 1.11: Les facteurs énergétiques

La nature du vitrage a une influence sur la transmission énergétique du rayonnement solaire selon les caractéristiques suivantes :

1- Les vitrages clairs sont connus pour leur haute capacité à laisser pénétrer la lumière et le rayonnement solaire.

2- Les vitrages absorbants : ils sont teintés et permettent au verre de diminuer la fraction transmise du rayonnement solaire au profit de la fraction absorbée. Ils réduisent sensiblement la lumière et l'énergie transmise.

3- Les vitrages réfléchissants sont caractérisés par la présence d'une très fine couche métallique réfléchissante et transparente, qui accroît la part du rayonnement solaire réfléchi et diminue donc la fraction transmise. Ils sont surtout utilisés en bâtiment tertiaire, Leur objectif est de limiter l'éblouissement et les surchauffes en été (donc réduire les éventuelles consommations de climatisation).

1-8-6 les protections solaires :

Les protections solaires empêchent le rayonnement solaire de pénétrer a travers une ouverture, dans le but de :

- Réduire les surchauffes dues au rayonnement solaire. Si l'on identifie un problème de surchauffe , il faudra préfère un système de protection solaire extérieure, qui bloque le rayonnement avant production de l'effet de serre.

- Améliorer l'isolation en augmentant le pouvoir isolant des fenêtres. Cette propriété sera principalement recherchée durant les nuits d'hiver, certaines protections intérieures peuvent réduire les déperditions thermiques des fenêtres de 25% à 40%.

- Contrôler l'éblouissement : Un ensoleillement excessif peut rendre tout travail impossible. Ce phénomène est aussi important pour des fenêtres orientées au Sud. La luminosité peut être contrôlée par un système de protection installé indifféremment à l'extérieur ou à l'intérieur.

- Contrôler l'éblouissement : Un ensoleillement excessif peut rendre tout travail impossible. Ce phénomène est aussi important pour des fenêtres orientées au Sud durant la saison chaude que lorsque la soleil est bas sur l'horizon : le matin , pour les fenêtres orientées à l'est , le soir, pour les fenêtres à l'ouest , ou encore au sud en hiver , de même , dans les locaux orientes au nord La luminosité peut être contrôlée par un système de protection installé indifféremment à l'extérieur ou à l'intérieur.

Les différents types de protection solaire

De nombreux types de dispositifs de protection solaire existent, ils peuvent être structurales, fixes (porche, véranda, brise soleil) ou appliquées, mobiles (stores, persiennes, volets...), extérieurs ou intérieurs, verticaux ou horizontaux. Ils peuvent aussi être liés à l'environnement comme la végétation.

L'efficacité des protections solaires est fonction de sa typologie, de son orientation et la période de l'année.

a - Les protections fixes :

La mise en oeuvre de protections solaires fixes peut, dans certains cas, s'avérer particulièrement intéressante dans la mesure où leur effet sera indépendant de l'action des utilisateurs. Ainsi, un local équipé d'un brise-soleil adapté sera protégé de la surchauffe, indépendamment de son occupation. L'inconvénient est qu'il offre une protection différente selon la position du soleil, Le local ne profite donc que peu des apports solaires en hiver, leur dimensionnement doit donc être correctement réalisé pour qu'il soit efficace.

b - Les protections mobiles :**b -1- Les protections extérieures mobiles :**

Il s'agit de stores vénitiens (lamelles horizontales), de stores enroulables, de stores à lamelles (verticales), etc., disposés du côté extérieur de la fenêtre. Avec ce type de protection solaire, la protection peut être adaptée constamment aux conditions extérieures et intérieures: Elles sont utilisées en fonction des besoins, et permettent une protection efficace en été tout en bénéficiant des apports solaires en hiver.

b - 2- Les protections intérieures mobiles :

Stores extérieures, claustras, panneaux coulissants..etc, elles sont utilisées en fonction des besoins, elles permettent d'éviter le rayonnement direct sur une personne. Les protections intérieures laissent en effet pénétrer le soleil dans la pièce, bénéficiant ainsi des apports solaires en hiver, mais elles ne sont pas très efficaces en été, puisque ce rayonnement solaire se transforme après en chaleur.

c - La protection végétale :

Par la végétation (arbre à feuille caduque, plantes autour du bâtiment) on peut se protéger des rayonnements solaires et leur feuillage persistant interceptent le rayonnement solaire et les empêchent d'atteindre les façades. De plus elle se comporte comme humidificateur réduisant la température de l'air par évaporation. En hiver, ce type d'arbre perd leur feuillage et laisse pénétrer le rayonnement solaire. [6]

La végétation est un outil efficace de protection solaire et de contrôle du rayonnement , elle permet de stabiliser la températures de l'air par rétention de l'eau dans ses feuilles et par évaporation de l'eau à leur surface lorsque l'eau est en contact avec l'air chaud non saturé

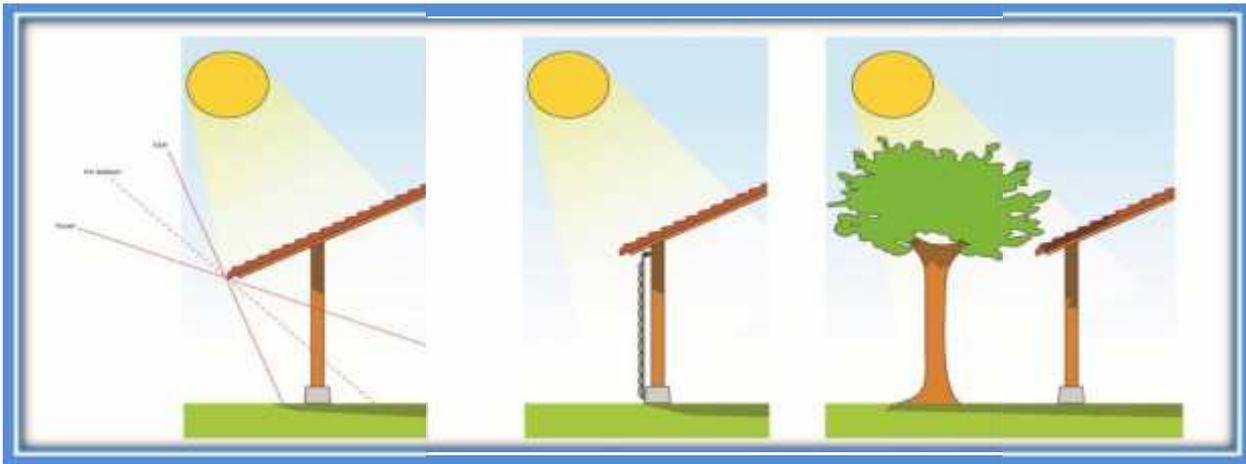


Figure I.11: Les différents types de protection solaire

1-9 Le Choix Des Matériaux (L'inertie Thermique) :

Derrière les surfaces vitrées qui captent la chaleur, la maison bioclimatique est pourvue de dalles ou de murs denses, constitués de matériaux à forte inertie thermique (béton, pierre, terre,...).

Ils emmagasinent une grande quantité de chaleur le jour et la rediffusent la nuit ou en période froide. Ils permettent de lisser la température intérieure de la maison dans le temps, évitant les pics de chaleur en journée puis les chutes de température la nuit. C'est un avantage aussi bien pour les personnes qui vivent à l'intérieur de cette maison, que pour le système de chauffage qui fonctionne de façon constante et non par à coup.

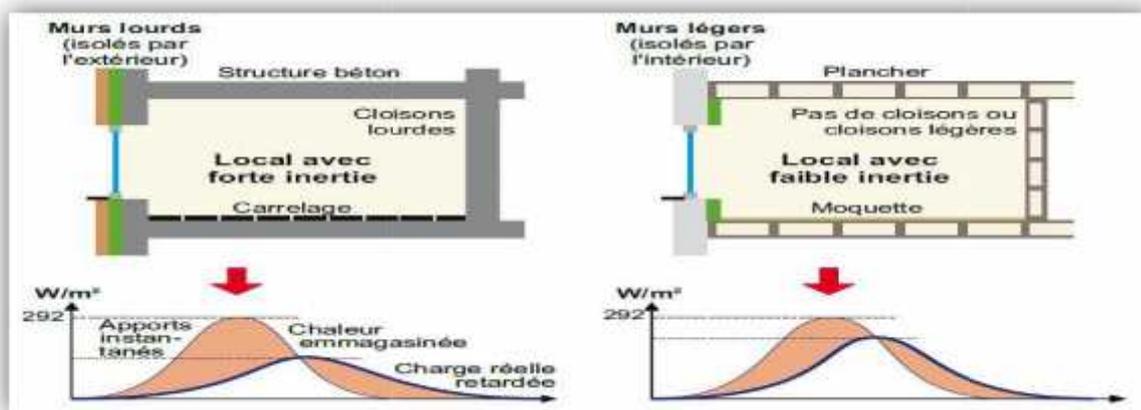


Figure 1.12 : L'inertie thermique selon le type de paroi utilisée

Ces éléments doivent être de teinte plutôt foncée sinon ils réfléchiraient la lumière sans la convertir en chaleur. Ils ne doivent pourtant pas être trop sombres au risque que leur surface s'échauffe énormément et atteigne des températures qui peuvent devenir dangereuses pour les occupants. Une teinte brune ou terre cuite est un bon compromis entre les performances thermiques et le rendu esthétique.

Plus la masse du matériau est importante, plus il pourra absorber par inertie une quantité d'énergie importante, l'objectif étant de capter pendant la journée suffisamment d'énergie pour la rediffuser pendant toute la nuit. C'est le véritable radiateur de la maison; il fonctionne à basse température, un peu comme un plancher chauffant, et rayonne sa chaleur sur toute sa surface.

1-10 L'isolation thermique :

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

Selon l'Ademe, la chaleur s'échappe d'une maison mal isolée selon un ratio de :

30 % par les combles et toiture

25 % par les murs.

10 - 15 % par les vitres et fenêtres.

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

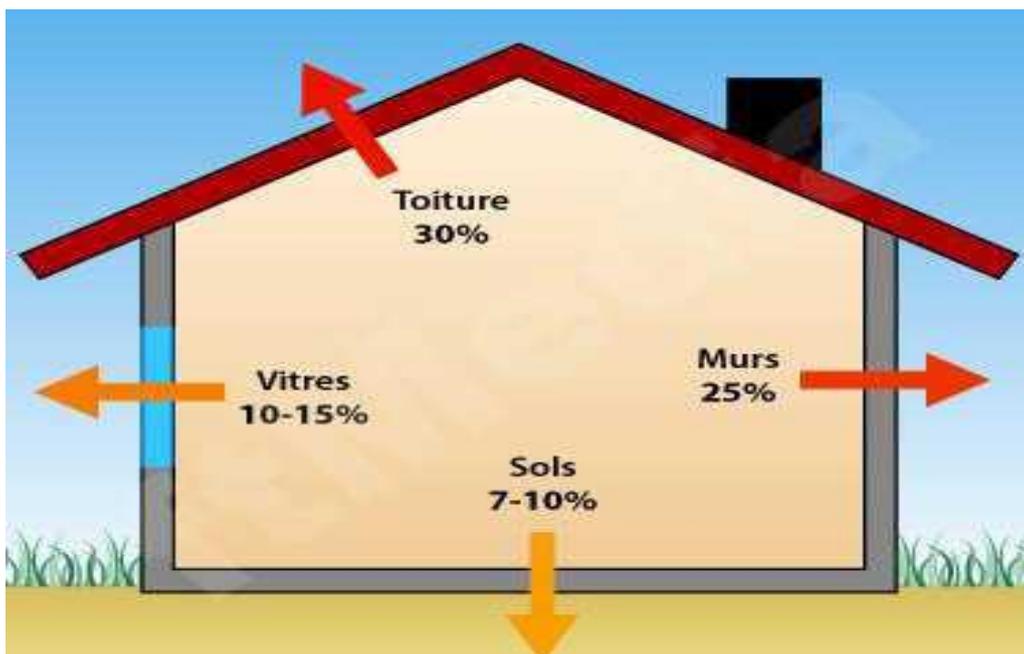


Figure I.13: déperditions thermiques dans le bâtiments

On distingue deux (2) types d'isolations :

a- L'isolation par l'intérieur, consiste à isoler un bâtiment de l'intérieur en apposant un isolant

derrière une cloison maçonnée ou une ossature. C'est le procédé le plus utilisé par les constructeurs à cause de sa facilité de mise en oeuvre. Son inconvénient est qu'il annule l'inertie thermique de la paroi isolée et n'évite pas les ponts thermiques sur la maçonnerie

b- L'isolation par l'extérieur, consiste à installer l'isolant sur la surface extérieure du mur.

C'est souvent la solution la plus coûteuse mais aussi la plus performante. Elle constitue la meilleure isolation pour le confort d'été et d'hiver, car elle permet de conserver l'inertie thermique forte des murs intérieurs et supprime les ponts thermiques.

1-10-1 Avantages et inconvénients des ITE:

a - Avantages

- Réduit un nombre important de ponts thermiques (voir schéma ci-contre);
- Préserve le mur des chocs thermiques et lui assure donc une plus grande pérennité;
- Réduit les infiltrations d'air;
- Peut-être couplée à un ravalement de façade si celui-ci est nécessaire;
- Peut s'effectuer mur par mur, ce qui permet d'étaler les coûts et de procéder par priorités (mur nord par exemple);
- Pas d'intervention à l'intérieur pour une maison habitée. [11]

b- Inconvénients

- Trop forte inertie dans certains cas;
- Travail de gros oeuvre, réservé aux professionnels, difficile à réaliser en saison froide;
- Nécessité d'éviter les ponts thermiques au niveau des baies, de déplacer les occultations extérieures (volets)
- Gamme d'isolants possible réduite ;
- Risque de problèmes de gestion du surplus d'humidité dans le mur si le complexe isolant n'est pas suffisamment respirant. [11]

1-10-2 Avantages et inconvénients des ITI:**a- Avantage**

- Permet un réchauffement rapide de l'air intérieur dans les locaux à utilisation intermittente (résidences secondaires, bureaux, écoles, etc.) ;
- Peut se réaliser rapidement, à la portée des auto constructeurs avertis ;
- Peut se réaliser pièce par pièce, ce qui permet un étalement des dépenses et un chantier évolutif
- Peut s'effectuer en toutes saisons
- Permet un choix varié d'isolants.[11]

b- Inconvénients

- Faible inertie (ce peut dans certains cas être un avantage dans les locaux à utilisation intermittente) ;
- Laisse un certain nombre de ponts thermiques irrésolus. [11]



Figure 1-12 : Les procédés d'isolation [37]

1. Introduction :

L'Algérie occupe une vaste étendue territoriale, sa superficie dépasse les deux millions de Km². Plus de 4/5 de sa superficie est désertique. D'où une large variété géographique et climatique allant du littoral au désert. La classification climatique en Algérie permet de distinguer quatre zones principales (figure 2.1).

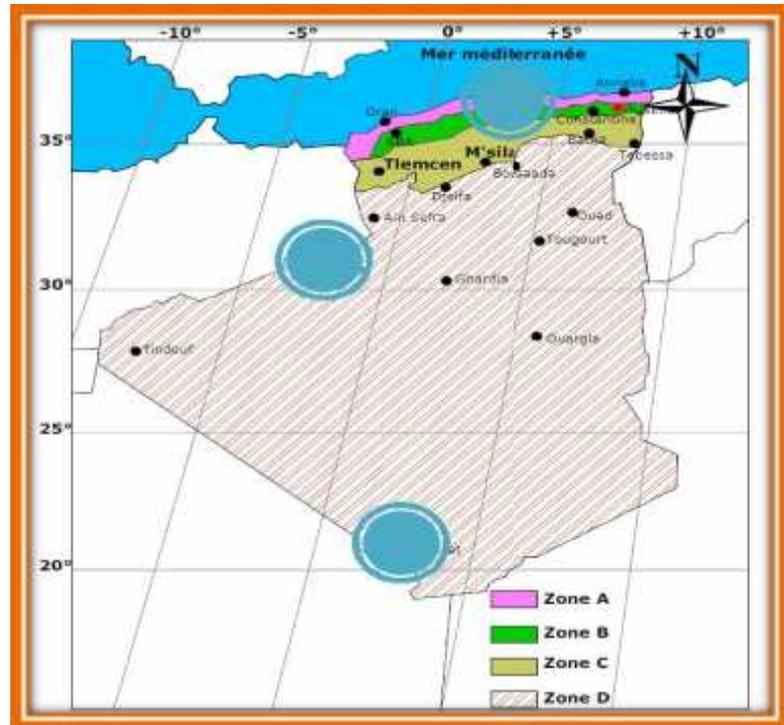


Figure 2.1 : Classification du climat en Algérie

Zone A : Littoral marin

Zone B : Arrière littoral montagne

Zone C : Hauts plateaux

Zone D : Présaharien et saharien

Zone A : Le littoral marin jouit d'un climat particulièrement tempéré, dû à la l'action modératrice de la mer. Caractérisé par des hivers doux et pluvieux, et des étés chauds et humides avec de faibles amplitudes.

Zone B : Le climat de l'arrière littoral montagne est plus froid en hiver, où l'altitude et l'éloignement de la mer entraînent une baisse de température et des amplitudes diurnes et annuelles. Les étés sont chauds et moins humides.

Zone C : le climat des hauts plateaux est relativement homogène, à tendance aride et très continentale. Ses hivers sont plutôt froids et longs qu'à la même altitude dans la zone A et B. Les températures sont très basses avec une fréquence de neige. Ses étés sont chauds et secs.

Zone D : Le climat Présaharien ou saharien quant à lui est caractérisé par l'intensité du rayonnement solaire et une faible humidité, d'où le caractère du climat aride. L'absence de nuages favorise une forte amplitude de température. La période froide est plus courte avec des jours modérés et des nuits très froides. L'été est très chaud et rigoureux, les températures atteignent les 45°C à l'ombre.

1.1 Présentation de la wilaya de blida et la ville de Beni mered :

Selon La classification de la wilaya de Blida et tous ses communes selon le DTR (3-2) est répertorié dans la zone B

La wilaya de Blida qui s'étend sur une superficie de 1482,8 Km², se situe dans la partie nord du pays. Elle est limitée au nord par la wilaya de Tipaza et la wilaya d'Alger, à l'ouest par la wilaya de Aïn Defla, au sud par la wilaya de Médéa et à l'Est par les wilaya de Boumerdes et de Bouira.

La ville de Beni Mered est située au centre de la wilaya de Blida, à environ 5 km au nord-est de [Blida](#) et à environ 40 km au sud-ouest d'[Alger](#). La surface de la ville de Beni mered est de : 15.72 km².



Figure II .2 : Position de la wilaya de Blida

2.1.1 Localisation géographique :

- Longitude : Greenwich EST 2°83
- Latitude : NORD 36°42
- Altitude : 341 m

1.1.2 Données climatiques de la ville de Beni mered a Blida :

Le climat de la wilaya Blida subit un double effet. D'une part les effets de la montagne de Chréa, et d'autre part les effets de la mer méditerranée qui d'ailleurs n'est distante que de 25 km.

Cette situation lui donne un climat particulier qui se caractérise essentiellement par deux saisons :

- une saison chaude et sèche allant du mois de Mai jusqu'au mois de Septembre avec une température moyenne de 28°C.

- une saison pluvieuse et froide avec un nombre de 50 à 70 jours de pluie s'étalant de la fin du mois de Septembre jusqu'au mois de Mars avec une moyenne de température de 12°C.

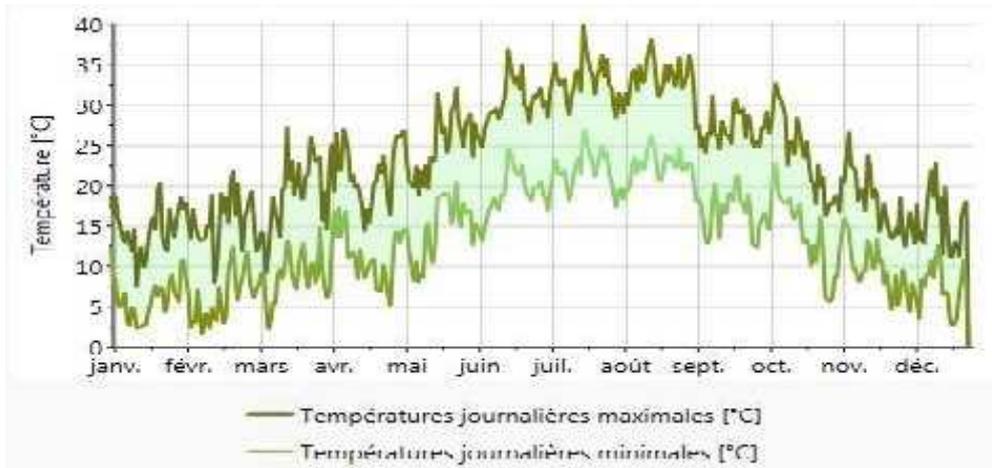


Figure II.3: Température journalière

En ce qui concerne les vents dominants, la ville de Beni Mered dans la wilaya de Blida est exposée a des courants d'airs surtout au printemps avec des vents du Nord Nord-ouest et en été avec des vents Ouest Sud-ouest, communément appelé le sirocco.

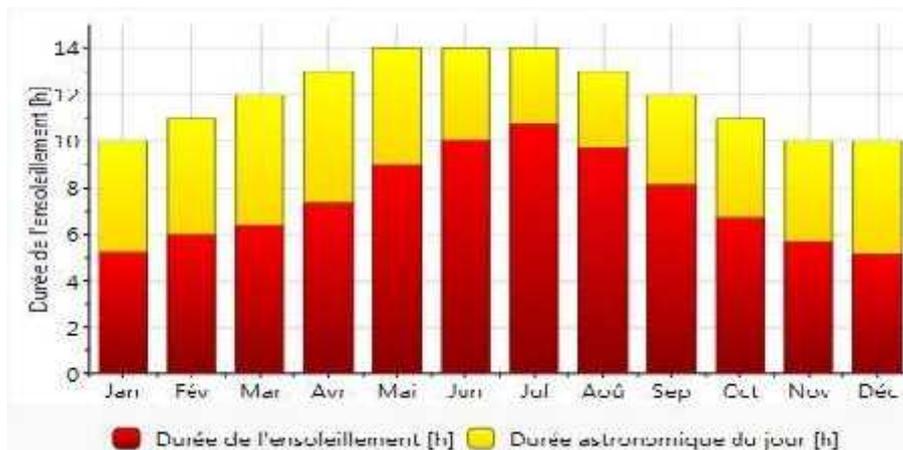


Figure 2-3 : Durée d'insolation

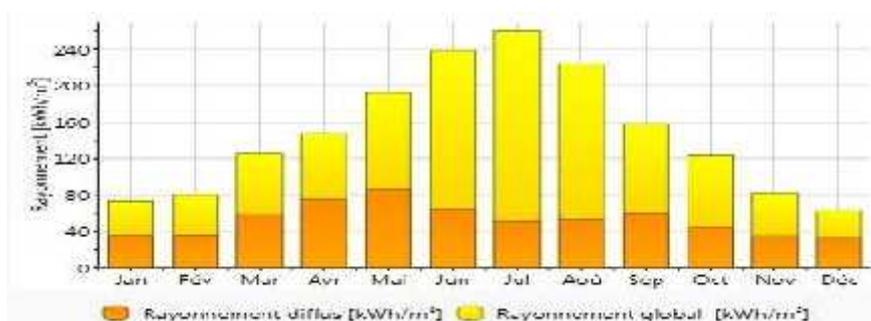


Figure 2-4 : Irradiation solaire mensuelle

Avec une durée d'ensoleillement moyenne de 11 heures par jour et un rayonnement de 260 kWh/m². Le mois de juillet constitue le plus grand gisement de l'année en terme d'irradiation solaire.

	Gh kWh/m ²	Dh kWh/m ²	Bn kWh/m ²	Ta °C	Td °C	FF m/s	
Janvier	73	35	93	9,8	5,6	2,2	
Février	80	36	95	10,7	5,9	2,5	
Mars	125	58	113	13,5	7,7	2,8	
Avril	147	75	110	15,5	9,4	3,1	
Mai	192	86	155	19,6	12,4	3,2	
Juin	239	65	251	24,5	14,8	3,3	
Juillet	260	51	286	27,4	17	3,1	
Août	224	53	248	27,4	17,3	3	
Septembre	158	59	160	23,6	15,8	2,9	
Octobre	123	45	147	20,3	13,5	2,4	
Novembre	81	34	105	14,2	9	2,4	
Décembre	63	32	80	11,2	6,8	2,4	
Année	1761	630	1843	16,1	11,3	2,8	

Tableau 2-1 : Données climatiques de Blida

Légende :

Gh: Irradiation solaire global sur un plan horizontal

Dh: Irradiation solaire diffus sur un plan horizontal

Bn: Irradiation solaire direct normal

Ta: Température de l'air ambiant

Td: Température de rosée

FF: Vitesse du vent

Description du projet d'étude

Il s'agit d'un habitat individuelle ; rez-de-chaussée plus un étage de 170 m² habitable (voir Figure). Située dans la ville de Beni mered dans la wilaya de Blida

L'orientation ; qui joue un rôle très important pour minimiser les pertes de chaleur de ce fait, les espaces de vie tels que la salle de séjour et la cuisine et les chambres devraient être orientés vers le sud.



Figure :localisation du site d intervention

Tableaux de surfaces

Les surfaces ainsi que les volumes de chaque espace, sont donnés dans le tableau ci dessous

NIVEAU RDC	Surface m2	Volume m3	NIVEAU R+1	Surface m2	Volume m3
Sejour	39	111	Sejour	20	57
Salle a manger	20.5	64	Bureau	14	39.9
Cuisine	16	45.6	Chambre 01	20	57
Hall	30	85.5	Chambre 02	16	45.6
escalier	14	39	Chambre 03	18	51
Garage	36	102.6	Chambre 04	13	37
S.D.B et WC	14	39.9	Hall	28.5	81
			Escalier	14	39.9
			S.D.B	14	39.9

Hauteurs sous plafonds :

* RDC = 2,85 m

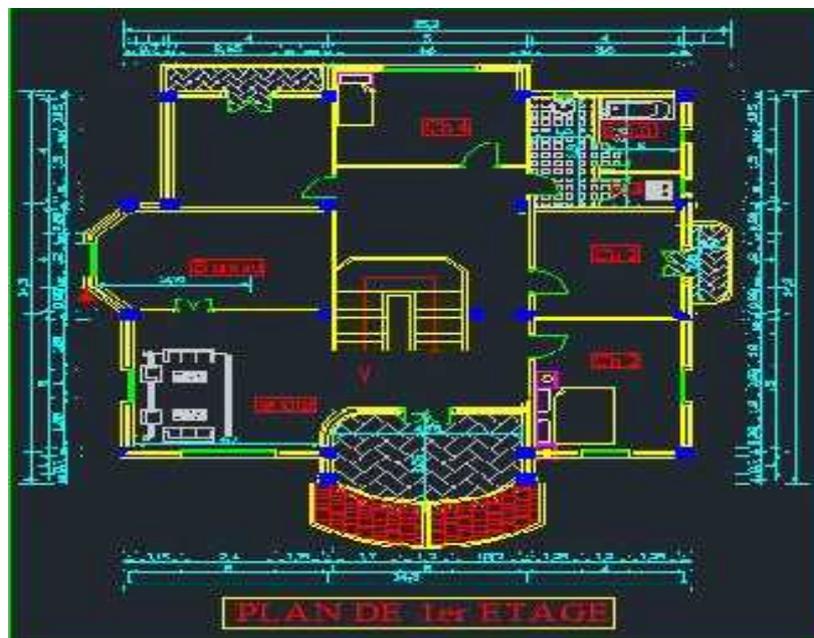
* Etage = 2,85 m

*Surface totale =170m²

Présentation des plans



PLAN RDC



PLAN R+1

2.7 Conclusion :

Ce présent chapitre sert Pour comparer les différents changent de températures dans les différents espace et déterminer les besoins en chauffage ainsi qu'en climatisation, et leurs comportement vis a vis la différente infiltration une simulation thermique dynamique est recommandé (STD).

Introduction:

La simulation thermique dynamique (STD) est une étude thermique qui permet de modéliser le comportement thermique d'un bâtiment sur une année grâce à un calcul effectué selon un pas horaire. La simulation thermique dynamique permet de prendre en compte l'inertie thermique du bâtiment, les ponts thermiques, le comportement des usagers et des solutions proposées sur les différentes réponses retenues et notamment les besoins de chauffage. Ces dernières remarques justifient que la détermination des besoins (et des autres réponses) est spécifique à l'outil de simulation thermique du bâtiment choisi.

3.1. Logiciels testés:

Le choix des logiciels s'est donc porté vers Pléiades Comfie
Présentation générale de l'outil de simulation « le logiciel PLEIADES + COMFIE » Pléiades + Comfie est un logiciel qui a été développé à la fin des années 80 par l'école des Mines de Paris par Peuportier et Blanc Sommer eux pour faire face aux besoins de modélisation. L'interface utilisateur a été réalisée par la société Gefosat, et aujourd'hui mise à jour en suivant l'évolution du logiciel par la même société renommée Izuba Energies. Pléiades correspond en fait à l'interface utilisateur et Comfie au moteur de calcul. Nous utiliserons parfois au cours de ce rapport simplement l'appellation Pléiades pour le logiciel mais il s'agira bien évidemment de Pléiades + Comfie. C'est un logiciel assez répandu puisqu'en 2009, 700 licences étaient délivrées.

Pleiades + Comfie est intégré à un ensemble de logiciel interfacé complet facilitant la saisie rapide de toutes les caractéristiques du bâtiment, de ses équipements et de ses scénarios de fonctionnement, d'une part, et chaîné à un calcul d'analyse de cycle de vie du bâtiment, d'autre part.

3.2. Présentation générale de l'outil de simulation « le logiciel PLEIADES + COMFIE » :**3.2.1. Pléiades Comfie :**

Le logiciel Pleiades + Comfie est développé par le Centre d'énergétique de l'Ecole des Mines de Paris, il intègre plusieurs bibliothèques de données thermiques sur les matériaux et les éléments constructifs, les menuiseries, les états de surface, les albédos et les écrans végétaux. Le logiciel comprend aussi des bibliothèques de modes de gestion du bâtiment étudié selon un scénario horaire pour une semaine-type (occupation, apports internes, températures de consigne de chauffage ou de climatisation, gestion des occultations).

Chaque ouverture vitrée peut être affectée d'un masque intégré à la construction (événement, brise-soleil etc.). Les masques lointains (relief, autres bâtiments), les obstacles à l'ensoleillement à proximité de chaque paroi (arbre, masques architecturaux) sont également pris en compte.

Le logiciel de simulation thermique utilisé par IZUBA Energies, Pléiade Comfie, nécessite, comme données d'entrées météorologiques, les valeurs horaires des températures et du rayonnement .

a. L'interface Pléiades+ Comfie :

Les ventilations extérieures sont définies pour chaque zone par un scénario hebdomadaire et horaire. Il est également possible de prendre en compte différents types de ventilation interne entre les pièces : ouverture de porte avec indication de la fréquence d'ouverture ou d'une régulation, orifices de ventilation, ventilation mécanique inter zones, mur Trombe. Les zones peuvent être à évolution libre (température flottante), ou bien thermo-staées (avec une consigne de chauffage et une consigne de climatisation hebdomadaire et horaire). Dans ce dernier cas les puissances de chauffe et de rafraîchissement nécessaires pour maintenir la température souhaitée sont calculées à chaque pas de la simulation. Pour chaque zone, il est aussi possible de définir la puissance de l'équipement de chauffage et de refroidissement, l'efficacité de l'échangeur récupérateur (en ventilation double flux) et la position du thermostat (qui peut être dans une autre zone).

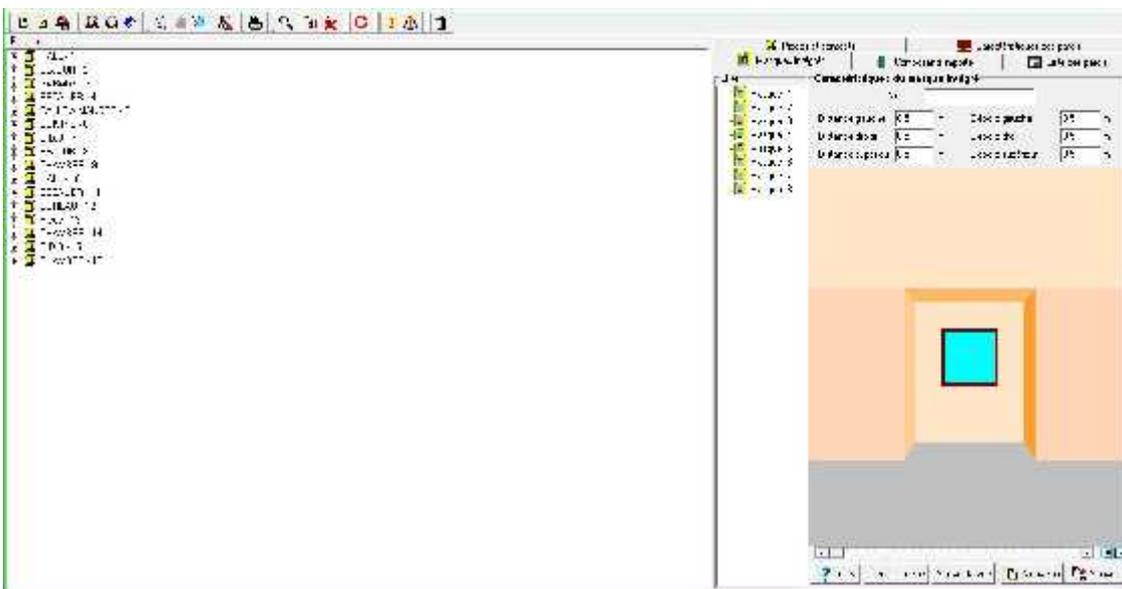


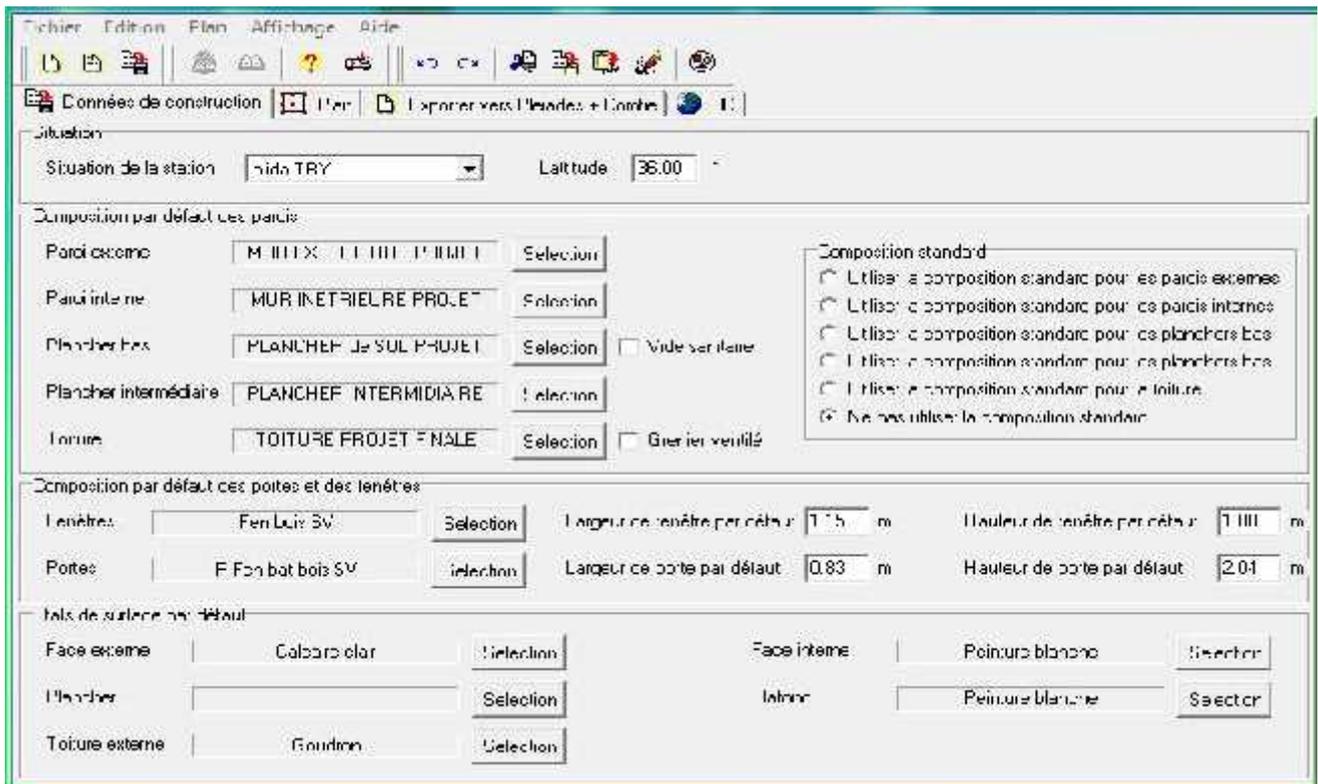
Figure. III.1 : interface de pléiade



3.2.2. ALCYONE :

Un logiciel appelé ALCYONE est un module de saisie graphique qui permet de dessiner le bâtiment à partir de plan 2D, de lui associer des masques proches, des compositions, des vitrages, de le découper en zone thermique ...etc, et d'importer les données vers l'interface graphique de COMFIE

appelée PLÉIADE. Son interface est représenté en figure.



3.2.3. METEONORM 7.1 :

Le pack Stations Meteonorm comporte plus de 220 stations météo complémentaires (France métropolitaine, Belgique, Suisse, Luxembourg et pays du Maghreb) pour la simulation thermique dynamique.

COMFIE est un moteur de calcul de simulation thermique dynamique multizone des bâtiments développé depuis 1990 par le Centre d'énergétique de l'école des Mines de Paris. Il calcule de façon précise et rapide :

Les flux thermiques entre zones thermiques à partir du descriptif du bâtiment, de son environnement et des occupants et en tenant compte de l'influence de l'inertie sur les besoins de chauffage et sur le confort d'été. Un outil idéal pour la conception de bâtiments à basse consommation et haut niveau de confort. Les temps de calcul réduits sont l'assurance d'une meilleure productivité. Des calculs complémentaires. Les débits d'air en ventilation naturelle et forcée pour chaque menuiserie, entrée d'air etc. L'influence de matériaux à changement de phase incorporés aux parois. Les performances d'une installation photovoltaïque intégrée au bâtiment. L'influence d'un puits climatique couplé au bâtiment.

Les besoins d'éclairage artificiel. Des critères de confort adaptatif, suivant les normes 7730 (PPD-PMV) et 15251 et le diagramme de Givoni.

Procédures d'injection des données sur pléiade :

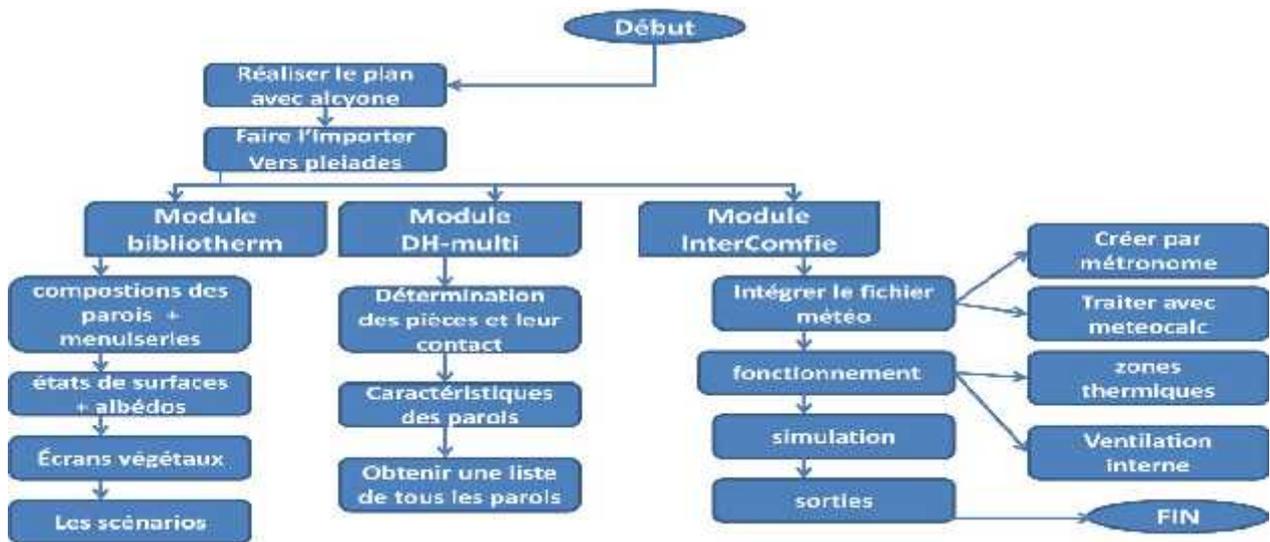


Figure. III.3: Procédures d'injection des données sur PLÉIADE

3 .2.4. PVSYST :

PVSYST est l'un des plus anciens et des plus performants logiciels dédié au photovoltaïque. Il propose des fonctionnalités très poussées telle que son application 3D qui permet de simuler la course du soleil et les ombres portées afin d'optimiser l'implantation des panneaux Le logiciel coute environ 700 € une version d'essai gratuite de 15 jours est téléchargeable sur leur site.PVsystem est conçu pour être utilisé par les architectes, les ingénieurs et les chercheurs, mais c'est aussi un outil pédagogique très utile. Il inclut une aide contextuelle approfondie, qui explique en détail la procédure et les modèles utilisés et offre une approche ergonomique avec guide dans le développement d'un projet.

PVsystem permet d'importer des données météo d'une dizaine de sources différentes ainsi que des données personnelles.

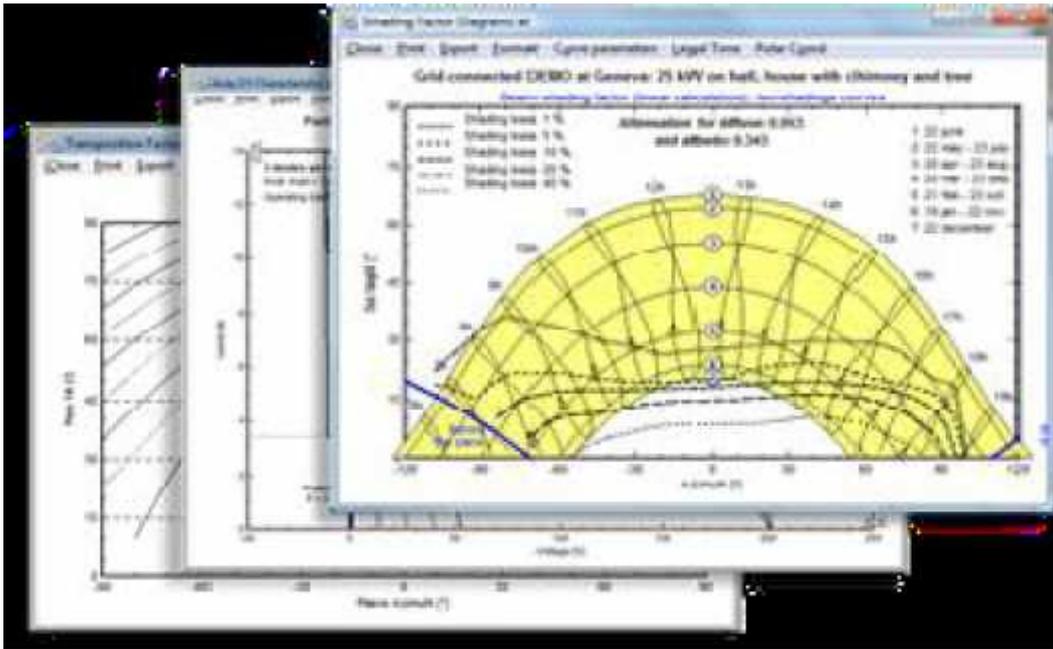


Figure. III.4: Interface du logiciel Pvsyst

3.3. Le Bilan Énergétique Du Projet (Utilisation de D.T.R c 3-2):

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. Étant donné qu'en moyenne, l'intérieur du bâtiment est à température constante, toute cette énergie finirait par en sortir.

Pendant une période de temps donnée. Ce bilan doit évidemment être équilibré, par conservation de l'énergie.

3.3.1. Calcul des déperditions et apports calorifiques des bâtiments :

- Surface des fenêtres : $S = (1.15 \times 1) \times 3 + (0.8 \times 1.5) \times 4 + (0.5 \times 1) \times 2 + (0.5 \times 0.5) \times 3 = 10 \text{ m}^2$
- Surfaces de portes fenêtres : $S = (1.2 \times 2.04) \times 2 = 4.89 \text{ m}^2$
- Surface des portes : $S = (1.2 \times 2.04) \times 1 + (0.94 \times 1) \times 1 + (3 \times 2.5) \times 1 = 10.88 \text{ m}^2$
- Surface de plancher haut : $S = 170.25 \text{ m}^2$
- Surface de plancher bas : $S = 174.25 \text{ m}^2$
- Surface des murs extérieurs RDC + 1^{er} Etage : $S = 329 \text{ m}^2$
- Calcul les coefficients de déperditions K :

$$K = 1 / R \text{ [W/m}^2 \cdot \text{° C]}$$

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

$$(DT)_i = (Ds)_i + (Dli)_i + (Dsol)_i + (Dlnc)_i \text{ [W/°C]}$$

- $(Ds)_i$ (en W/°C) représente les déperditions surfaciques à travers les parties courantes des parois en contact avec l'extérieur
- $(Dli)_i$ (en W/°C) représente les déperditions à travers les liaisons
- $(Dsol)_i$ (en W/°C) représente les déperditions à travers les parois en contact avec le sol
- $(Dlnc)_i$ (en W/°C) représente les déperditions à travers les parois en contact avec les locaux non chauffés

a. Déperditions surfaciques par transmission à travers les parois

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

$$DS = K \times A \text{ [W/°C]}$$

- K (W/ m².°C) est le coefficient de transmission surfacique.
- A (m²) est la surface intérieure de la paroi.

Si la paroi est hétérogène, le coefficient K à utiliser dans les calculs est le coefficient K moyen de la paroi K_{moy} .. Celui-ci est donné par formule ci-après :

$$K_{moy} = \frac{\sum K_i A_i}{\sum A_i} \text{ [W/m}^2\text{.°C]}$$

Murs extérieurs avec menuiseries :

$$K_{moy} = w/m^2.\text{°c}$$

$$\text{Plancher haut : } DS = w/\text{°c}$$

$$\text{Déperditions thermiques surfaciques : } DS = w/\text{°c}$$

$$\text{Déperditions thermiques surfaciques : } DS \text{ total} = w/\text{°c}$$

b. Déperditions À Travers Les Ponts Thermiques :

Les déperditions à travers une liaison, ou pont thermique, Dli pour une différence de température de 1 °C, sont données par la formule:

$$Dli = Kl \times L \text{ [W/°C]}$$

- Kl (W/m.°C) représente le coefficient de transmission linéique de la liaison;
- L (m) représente la longueur intérieure de la liaison.

Calcul Simplifié

Les déperditions par ponts thermiques pour tout le logement peuvent être évaluées à 20% des pertes surfaciques par transmission à travers les parois du logement, soit :

$$(k_l \times L) = 0,20 \quad (K \times A) \text{ [W/°C]}$$

1. VERIFICATION ET DEPERDITIONS DE REFERENCE

Vérification réglementaire

Les déperditions par transmission DT du logement doivent vérifier:

$$DT \quad 1,05 \times Dréf \quad \text{[W/°C]}$$

où :

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

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

Calcul des déperditions de référence

Les déperditions de référence Dréf sont calculées par la formule suivante :

$$Dréf = a \times S1 + b \times S2 + c \times S3 + d \times S4 + e \times S5 \quad \text{[W/°C]}$$

* $DT = 1736.87 \text{ [W/°C]}$

* $Dréf = 1129.5 \text{ [W/°C]}$

$$DT \quad 1,05 \times Dréf \quad \text{[W/°C]}$$

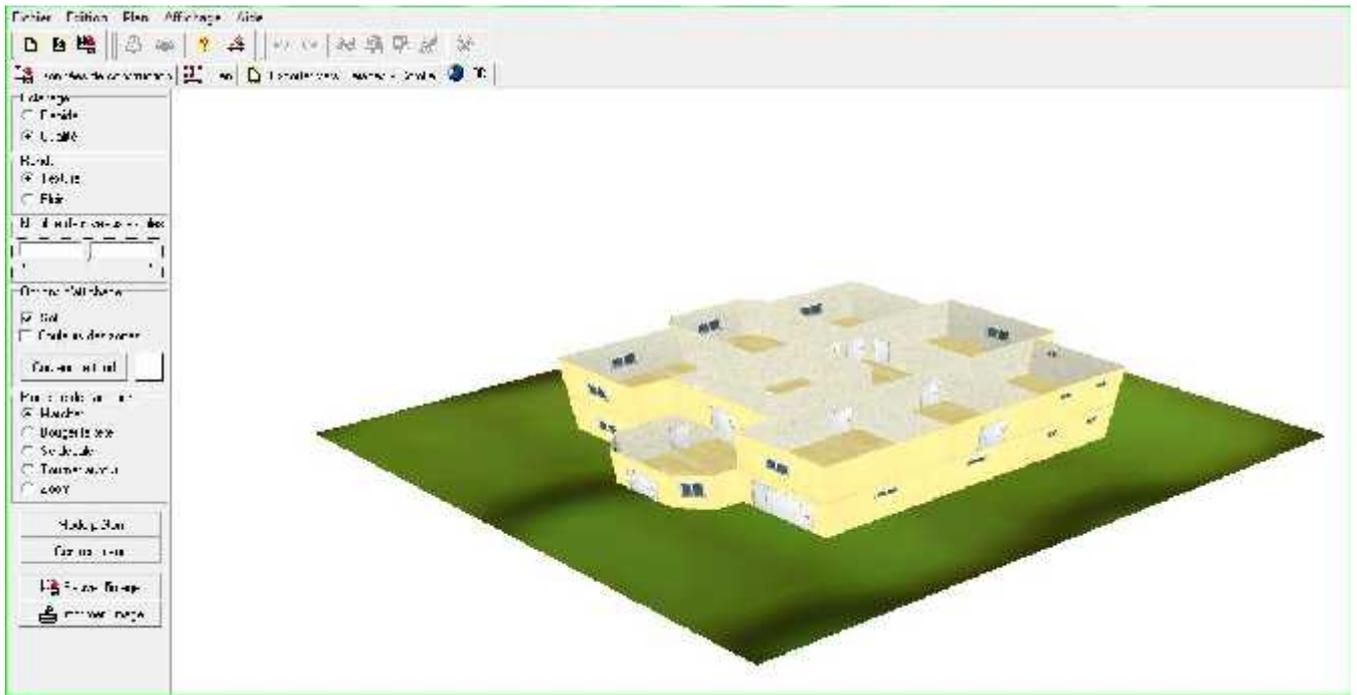
$$1736.87 \quad 1,05 \times 1129.5 \quad \text{[W/°C]}$$

$$\begin{matrix} 1736.87 & 1185.50 \\ \text{(n'est pas vérifié)} \end{matrix}$$

D'après les résultats obtenu après les calculs nous avons trouvé que DT n'est pas inférieur à 1.05xD réf (Dt 1.05x Dréf) donc on constate que notre maison n'est pas en confort thermique

3-4 *Projet modélisé et son comportement de référence :*

On travaille sur l'optimisation du fonctionnement et le concept d'une maison individuelle



3-4-1 Dessin du plan sous Alcyone en 3D

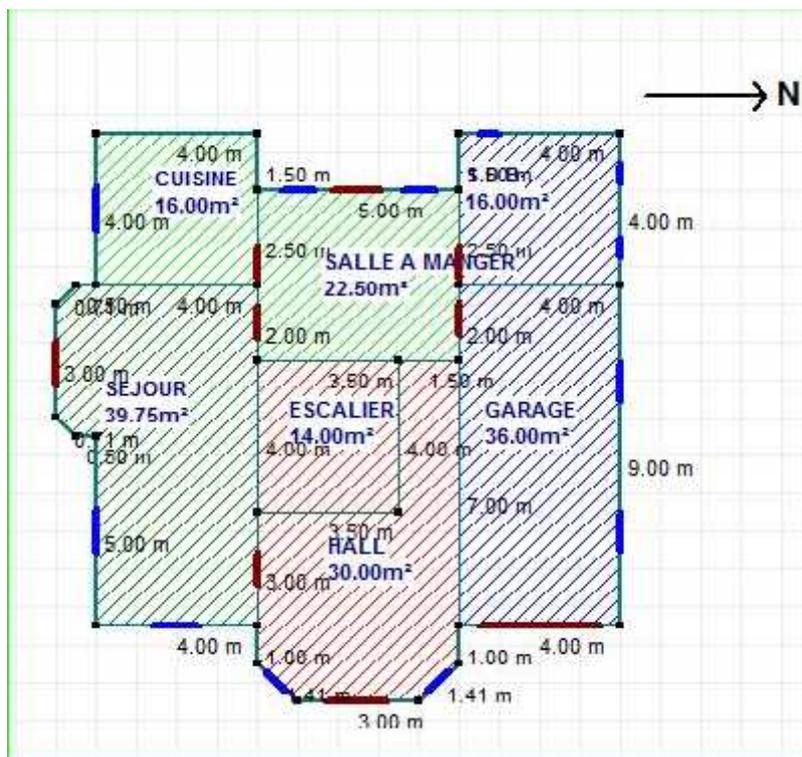


Figure 3.9 : Plan de RDC dessiné par ALCYONE

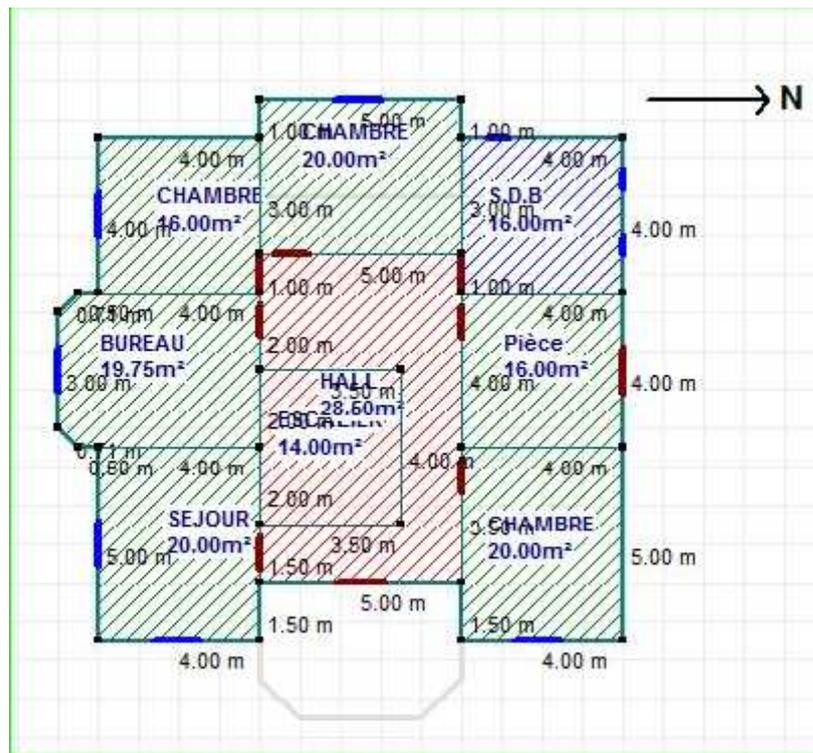


Figure 3.9 : Plan de 1^{er} ETAGE dessiné par ALCYONE

.1. Les zones thermiques :

Tout d'abord, pour pouvoir simuler le fonctionnement de la maison, il faut au préalable créer des zones thermiques, chaque zone ayant des caractéristiques de chauffage, de ventilation, de puissance dissipée et d'occupations différentes. Il est donc nécessaire de définir ces zones en fonction de leur utilité, en faisant par exemple notre appartement est divisé en quatre Zone:

Zone 01 : Séjour + Séjour + Chambre1 + Chambre2+ Chambre3 +chambre 4 + bureau « en Marron clair»

Zone 02: Hall+ Escalier « en Rouge »

Zone 03 : cuisine + salle a manger « en Vert »

Zone 04 : Salle de bain + WC+ Garage « en Bleu »

3-4-2 Composition des éléments de construction sous PLEIADE+COMFIE

Description des parois :

Caractéristiques de la composition

Classe : Murs

Nom : MUR EXTERIEURE PROJET FINALE

Complément :

Origine :

Composants	T	cm	kg/m ²	λ	R
Enduit extérieur	M	1.0	17	1.15	0.01
Brique creuse de 10 cm	E	10.0	69	0.48	0.21
Lame d'air < 0.7 cm	E	0.7	0	0.06	0.11
Brique creuse de 10 cm	E	10.0	69	0.48	0.21
Enduit plâtre	M	1.0	15	0.35	0.03
Total		22.7	170		0.57

Extérieur ↓ Intérieur

Tableau : Mur extérieur

Caractéristiques de la composition

Classe : Murs

Nom : MUR INETRIEURE PROJET FINALE

Complément :

Origine :

Composants	T	cm	kg/m ²	λ	R
Enduit plâtre	M	1.0	15	0.35	0.03
Brique creuse de 10 cm	E	10.0	69	0.48	0.21
Enduit plâtre	M	1.0	15	0.35	0.03
Total		12.0	99		0.27

Extérieur ↓ Intérieur

Tableau: Mur interieur

Caractéristiques de la composition

Classe

Nom

Complément

Origine

Composants	T	cm	kg/m ²	λ	R
Déton lourd	M	15.0	345	1.75	0.09
Mortier	M	2.0	40	1.15	0.02
Carrelage	M	1.5	35	1.70	0.01
Total		18.5	420		0.12

Extérieur
↓
Intérieur

Tableau: Plancher bas

Caractéristiques de la composition

Classe

Nom

Complément

Origine

Composants	T	cm	kg/m ²	λ	R
Enduit plâtre	M	1.0	15	0.35	0.03
Hourdis de 16 en béton	E	16.0	208	1.23	0.13
Béton lourd	M	5.0	115	1.75	0.03
Mortier	M	2.0	40	1.15	0.02
Carrelage	M	1.5	35	1.70	0.01
Total		25.5	413		0.22

Extérieur
↓
Intérieur

Tableau :plancher intermédiaire

Caractéristiques de la composition

Classe

Nom

Complément

Origine

Composants	T	cm	kg/m ²	λ	R
Béton lourd	M	5.0	115	1.75	0.03
Hourdis de 16 en béton	E	16.0	208	1.23	0.13
Enduit plâtre	M	1.0	15	0.35	0.03
Total		22.0	338		0.19

Extérieur
↓
Intérieur

Tableau :Toiture

Les caractéristiques des ouvrants

Caractéristiques du vitrage

Classe

Nom

Complément

Origine

Nombre de vitrages

Facteur solaire moyen

Coef U moyen W/(m2.K)

% de vitrage %

Vitrage		Cadre	
Facteur solaire	<input type="text" value="0.90"/>	Coef U Opaque	<input type="text" value="3.00"/> W/(m2.K)
Coef U Vitrage	<input type="text" value="4.95"/> W/(m2.K)		

Tableau :caractéristiques des fenêtres

Caractéristiques du vitrage

Classe

Nom

Complément

Origine

Nombre de vitrages

Facteur solaire moyen

Coef U moyen W/(m2.K)

% de vitrage %

Vitrage		Cadre	
Facteur solaire	<input type="text" value="0.00"/>	Coef U Opaque	<input type="text" value="5.00"/> W/(m2.K)
Coef U Vitrage	<input type="text" value="3.50"/> W/(m2.K)		

Tableau : composition de la porte extérieure

Caractéristiques du vitrage

Classe

Nom

Complément

Origine

Nombre de vitrages

Facteur solaire moyen

Coef U moyen W/(m2.K)

% de vitrage %

Vitrage		Cadre	
Facteur solaire	<input type="text" value="0.00"/>	Coef U Opaque	<input type="text" value="5.00"/> W/(m2.K)
Coef U Vitrage	<input type="text" value="3.50"/> W/(m2.K)		

Tableau : composition de la porte intérieure

3-4-3 Définition des scénarios de fonctionnement

1 - Scénario de ventilation :

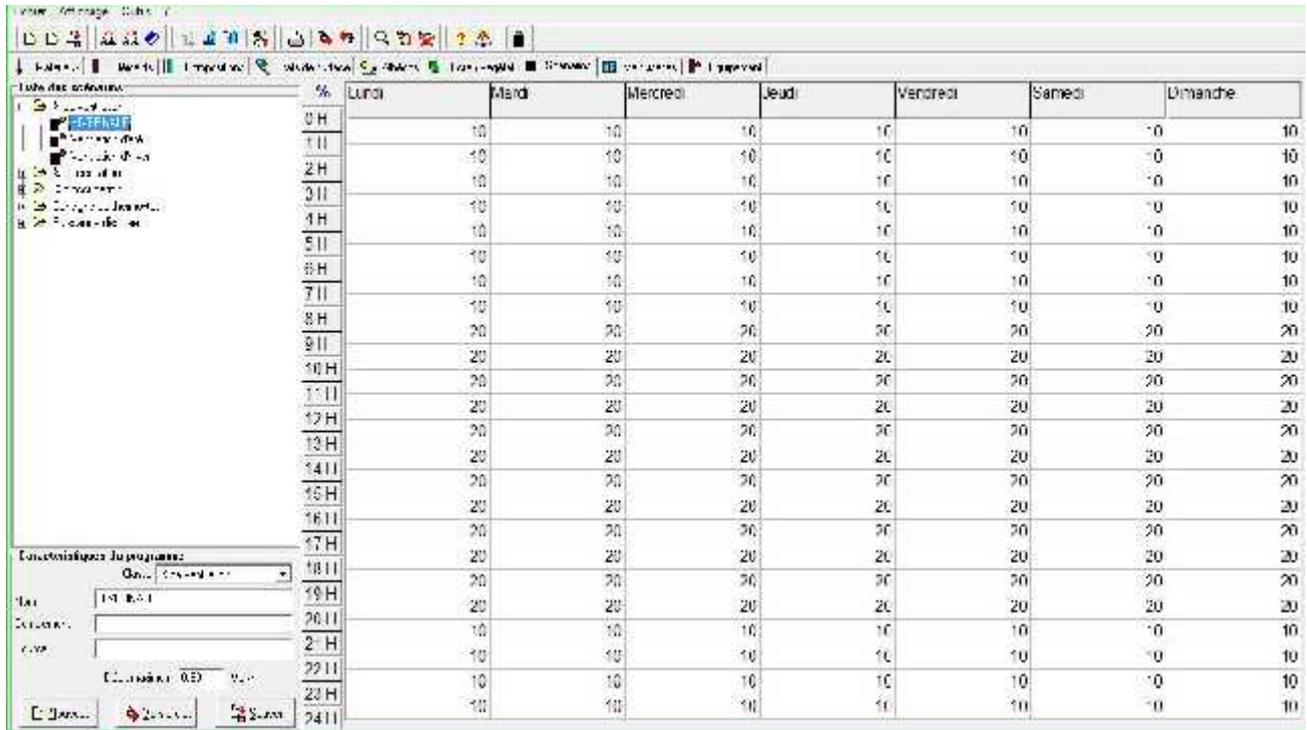


Figure III.08: scénario de ventilation en hiver

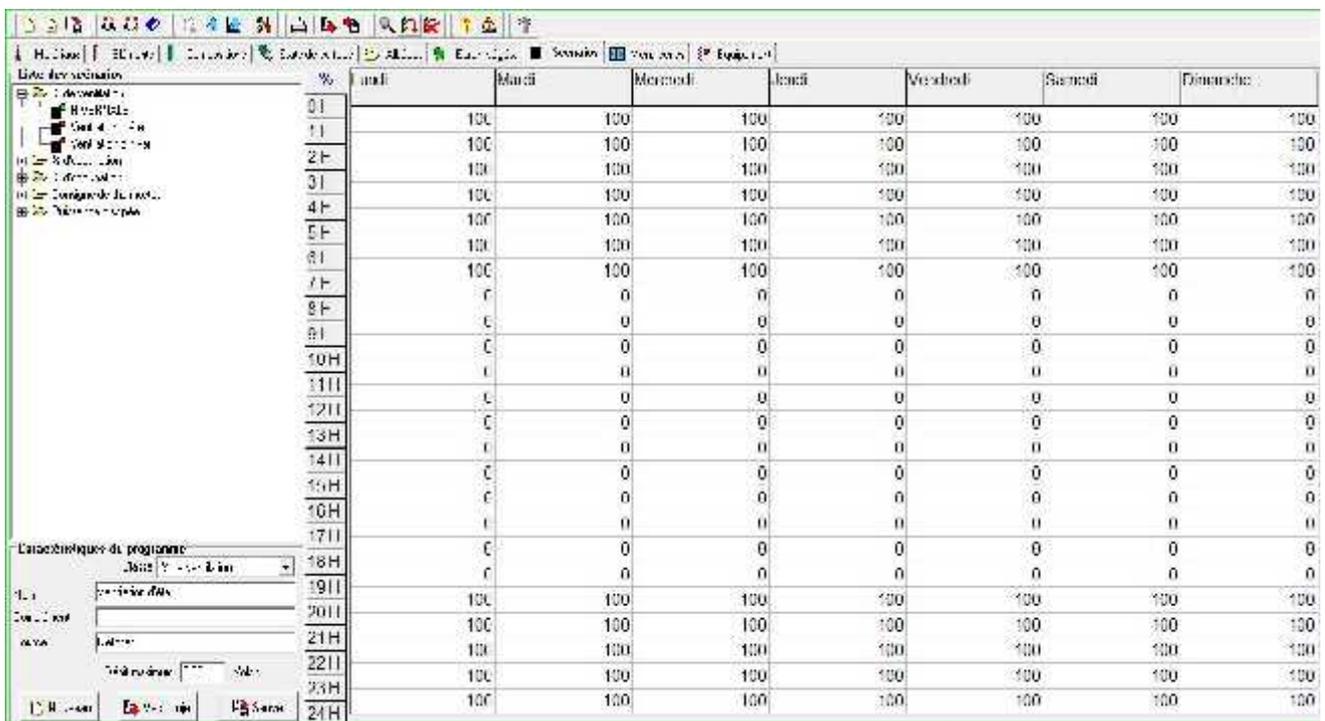


Figure. III.9: scénario de ventilation en été

2- Déduction des scénarios de thermostat:

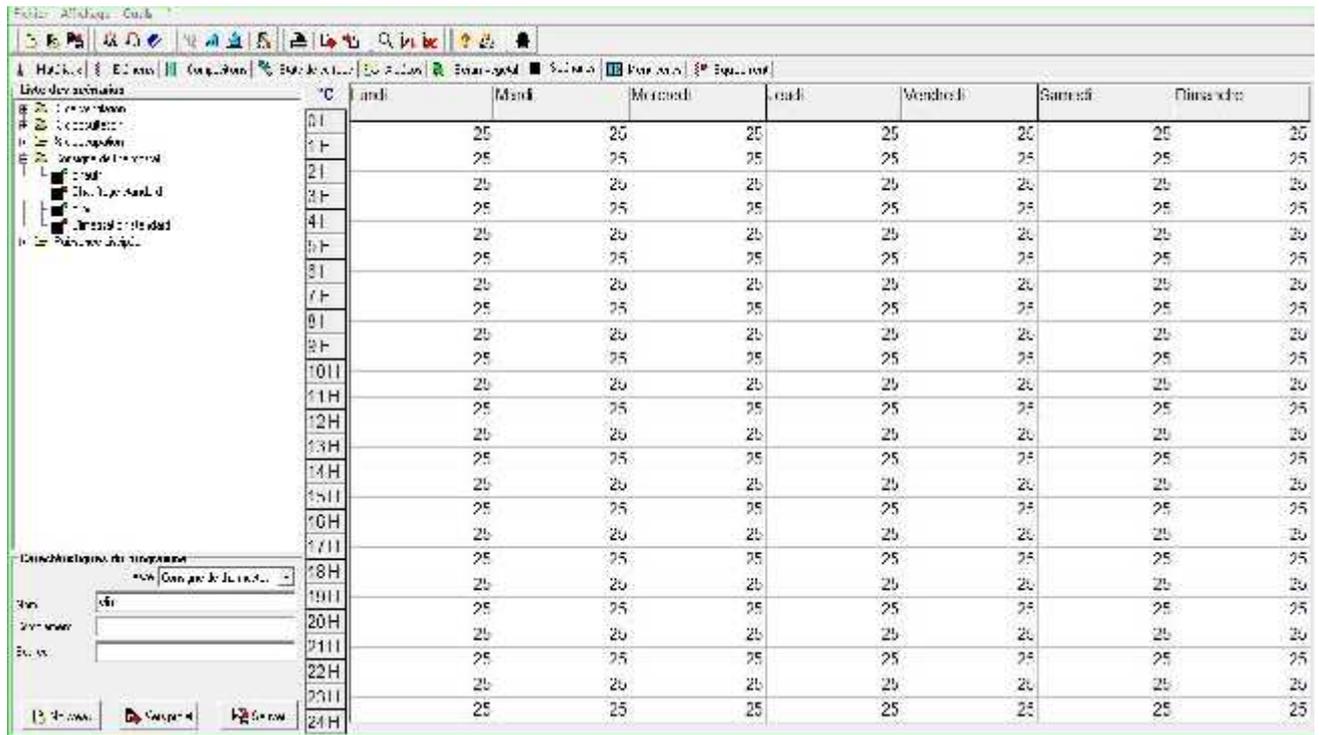


Figure III.10 :Scénario de thermostat en été

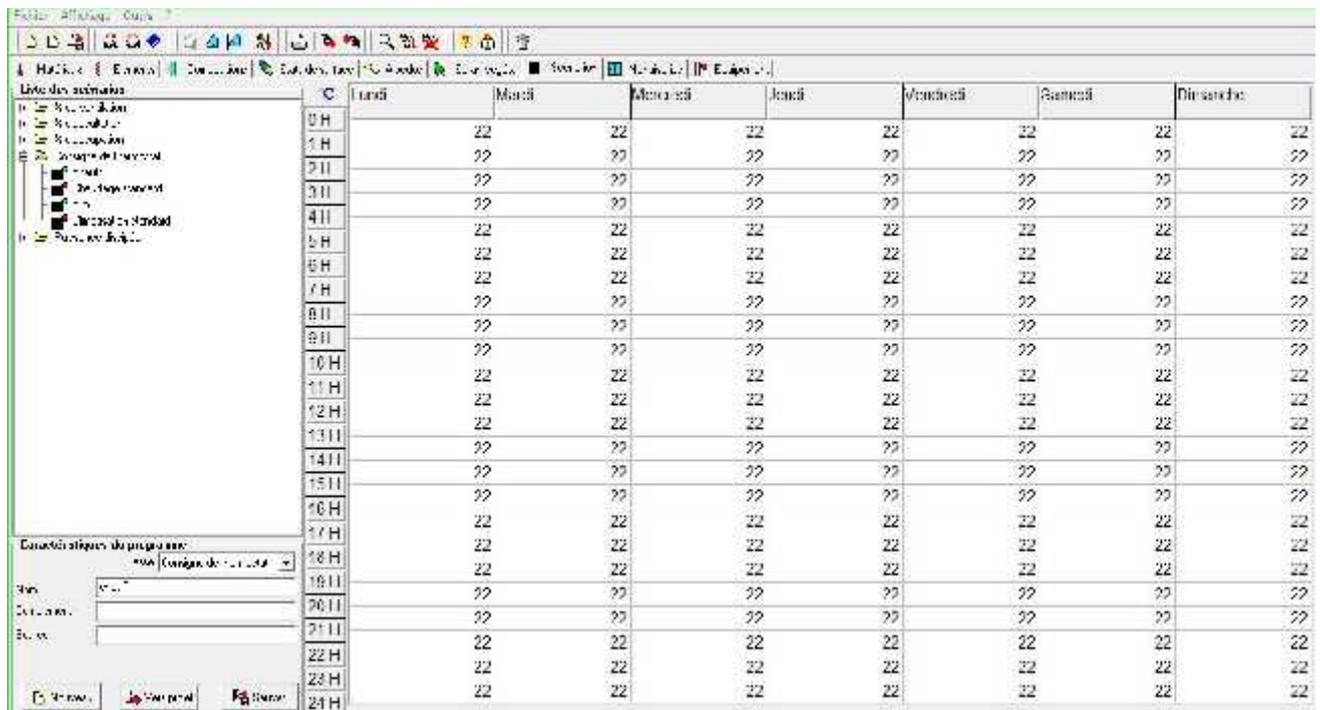


Figure. III.11 :scénario de thermostat en hiver

3. Les scenarios de Puissance Dissipée:

Cette fonction permet de simuler la chaleur émise par les appareils électroménagers ou tous ce qui pourrait produire de la chaleur autre que les personnes. Pour cela nous avons généré un scenario en particulier pour chaque zone.

Pour la 1ere zone :

Watts	Lundi	Mardi	Mercredi	Judi	Vendredi	Samedi	Dimanche
01 H	0	0	0	0	0	0	0
2 H	0	0	0	0	0	0	0
3 H	0	0	0	0	0	0	0
4 H	0	0	0	0	0	0	0
5 H	0	0	0	0	0	0	0
6 H	0	0	0	0	0	0	0
7 H	0	0	0	0	0	0	0
8 H	0	0	0	0	0	0	0
9 H	0	0	0	0	0	0	0
10 H	200	200	200	200	200	200	200
11 H	200	200	200	200	200	200	200
12 H	200	200	200	200	200	200	200
13 H	200	200	200	200	200	200	200
14 H	200	200	200	200	200	200	200
15 H	200	200	200	200	200	200	200
16 H	200	200	200	200	200	200	200
17 H	200	200	200	200	200	200	200
18 H	400	400	400	400	400	400	400
19 H	400	400	400	400	400	400	400
20 H	400	400	400	400	400	400	400
21 H	400	400	400	400	400	400	400
22 H	400	400	400	400	400	400	400
23 H	400	400	400	400	400	400	400
24 H	400	400	400	400	400	400	400

Figure. III.12: Puissance Dissipée 1ere zone

Pour la 2eme zone :

Watts	Lundi	Mardi	Mercredi	Judi	Vendredi	Samedi	Dimanche
01 H	0	0	0	0	0	0	0
2 H	0	0	0	0	0	0	0
3 H	0	0	0	0	0	0	0
4 H	0	0	0	0	0	0	0
5 H	0	0	0	0	0	0	0
6 H	0	0	0	0	0	0	0
7 H	0	0	0	0	0	0	0
8 H	0	0	0	0	0	0	0
9 H	0	0	0	0	0	0	0
10 H	0	0	0	0	0	0	0
11 H	0	0	0	0	0	0	0
12 H	0	0	0	0	0	0	0
13 H	0	0	0	0	0	0	0
14 H	0	0	0	0	0	0	0
15 H	0	0	0	0	0	0	0
16 H	0	0	0	0	0	0	0
17 H	0	0	0	0	0	0	0
18 H	99	99	99	99	99	99	99
19 H	99	99	99	99	99	99	99
20 H	99	99	99	99	99	99	99
21 H	99	99	99	99	99	99	99
22 H	99	99	99	99	99	99	99
23 H	99	99	99	99	99	99	99
24 H	99	99	99	99	99	99	99

Figure III.13: Puissance Dissipée Zone 02

Pour la 3eme zone :

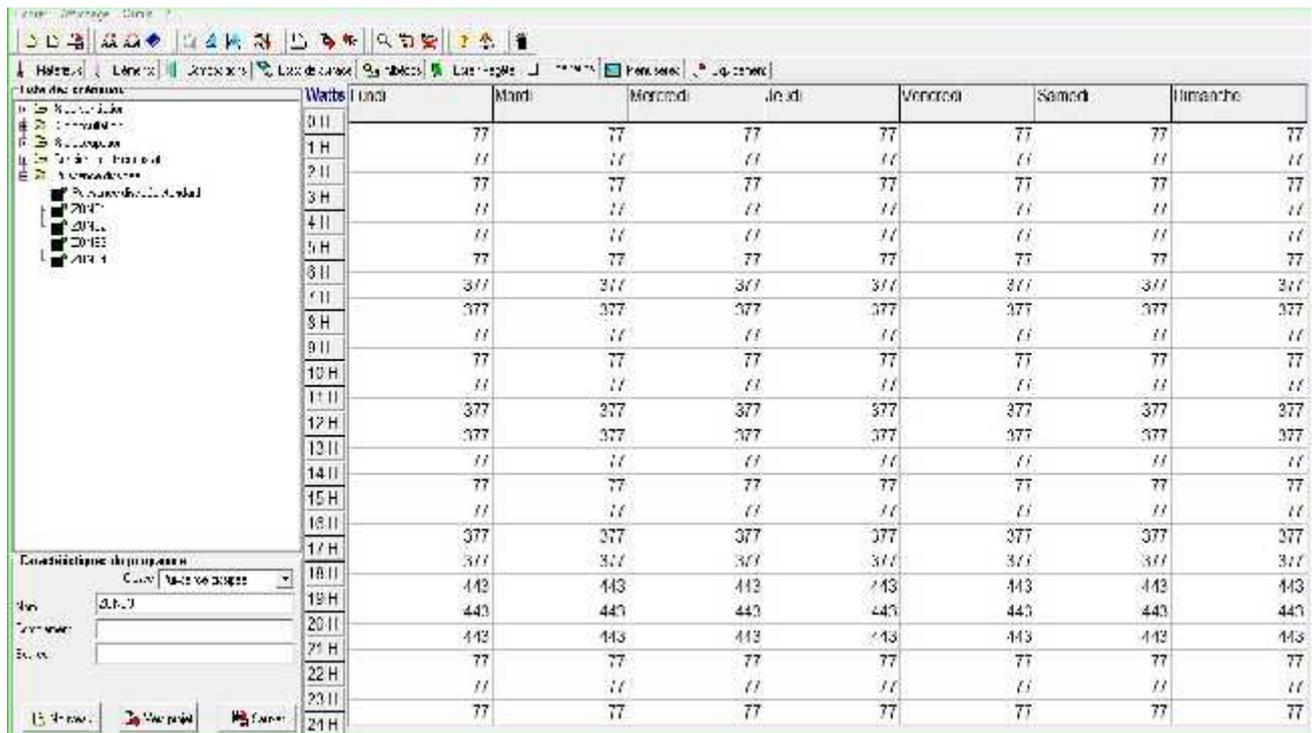


Figure III.14: Puissance Dissipée Zone03

Pour la 4eme zone :

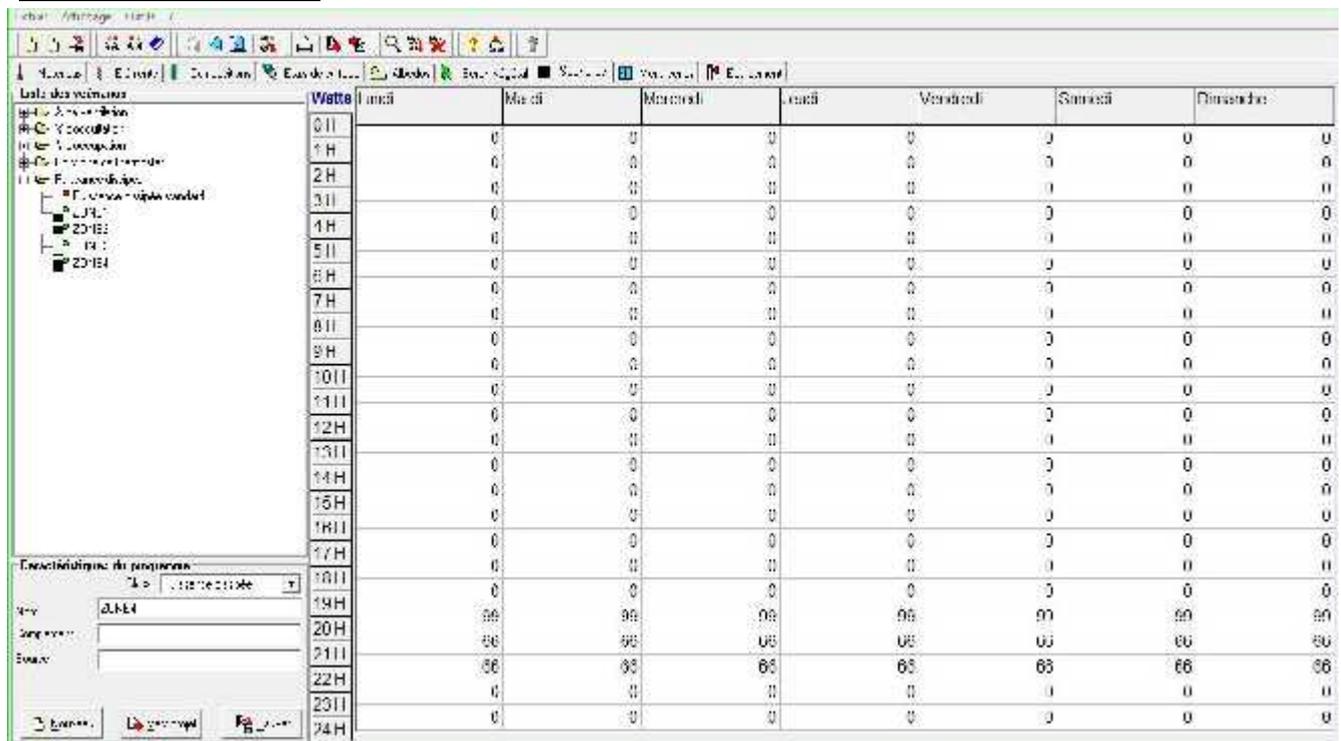


Figure. III.15 : Puissance Dissipée Zone04

4- Les scenarios d'occupation :

Les scenarios d'occupations permettent de définir le nombre de personnes résidant dans la maison et leur fréquence de présence dans cette dernière. Le but de ces scenarios étant de reproduire la chaleur émise par la présence d'une personne

La maison est occupée par 6 personnes

Les apports internes des 6 personnes occupants la maison sont estimés à 80 W/personne.

Pour la 1ere zone :

%	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
CII	100	100	100	100	100	100	100
1H	100	100	100	100	100	100	100
2H	100	100	100	100	100	100	100
3H	100	100	100	100	100	100	100
4H	100	100	100	100	100	100	100
5H	100	100	100	100	100	100	100
6H	83	83	83	83	83	83	83
7H	80	80	80	80	80	80	80
8H	33	33	33	33	33	100	00
9H	33	33	33	33	33	100	00
10H	33	33	33	33	33	100	00
11H	33	33	33	33	33	100	00
12H	33	33	33	33	33	100	00
13H	100	100	100	100	100	00	100
14H	100	100	100	100	100	00	100
15H	33	33	33	33	33	00	33
16H	33	33	33	33	33	00	33
17H	33	33	33	33	33	00	33
18H	33	33	33	33	33	00	33
19H	100	100	100	100	100	50	100
20H	83	83	83	83	83	83	83
21H	83	83	83	83	83	83	83
22H	100	100	100	100	100	100	100
23H	100	100	100	100	100	100	100
24H	100	100	100	100	100	100	100

Figure. III.16: Occupation de la zone de confort 01

Pour la 2 eme zone :

%	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
CII	0	0	0	0	0	0	0
1H	0	0	0	0	0	0	0
2H	0	0	0	0	0	0	0
3H	0	0	0	0	0	0	0
4H	0	0	0	0	0	0	0
5H	0	0	0	0	0	0	0
6H	0	0	0	0	0	0	0
7H	0	0	0	0	0	0	0
8H	34	34	34	34	34	34	34
9H	34	34	34	34	34	34	34
10H	34	34	34	34	34	34	34
11H	34	34	34	34	34	34	34
12H	34	34	34	34	34	34	34
13H	34	34	34	34	34	34	34
14H	34	34	34	34	34	34	34
15H	34	34	34	34	34	34	34
16H	34	34	34	34	34	34	34
17H	34	34	34	34	34	34	34
18H	34	34	34	34	34	34	34
19H	34	34	34	34	34	34	34
20H	34	34	34	34	34	34	34
21H	0	0	0	0	0	0	0
22H	0	0	0	0	0	0	0
23H	0	0	0	0	0	0	0
24H	0	0	0	0	0	0	0

Figure. III.17: Occupation de la zone de confort 02

Pour la 3 eme zone :

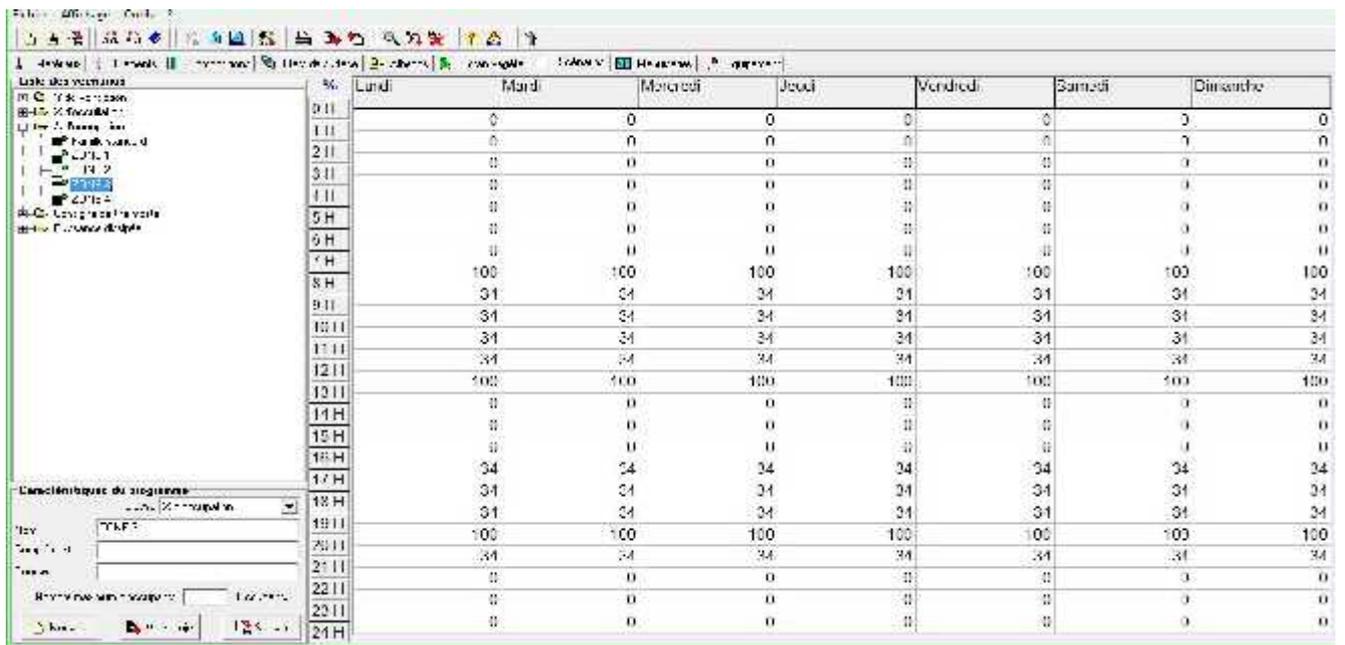


Figure. III.18 : Occupation de la zone 3

Pour la 4 eme zone :

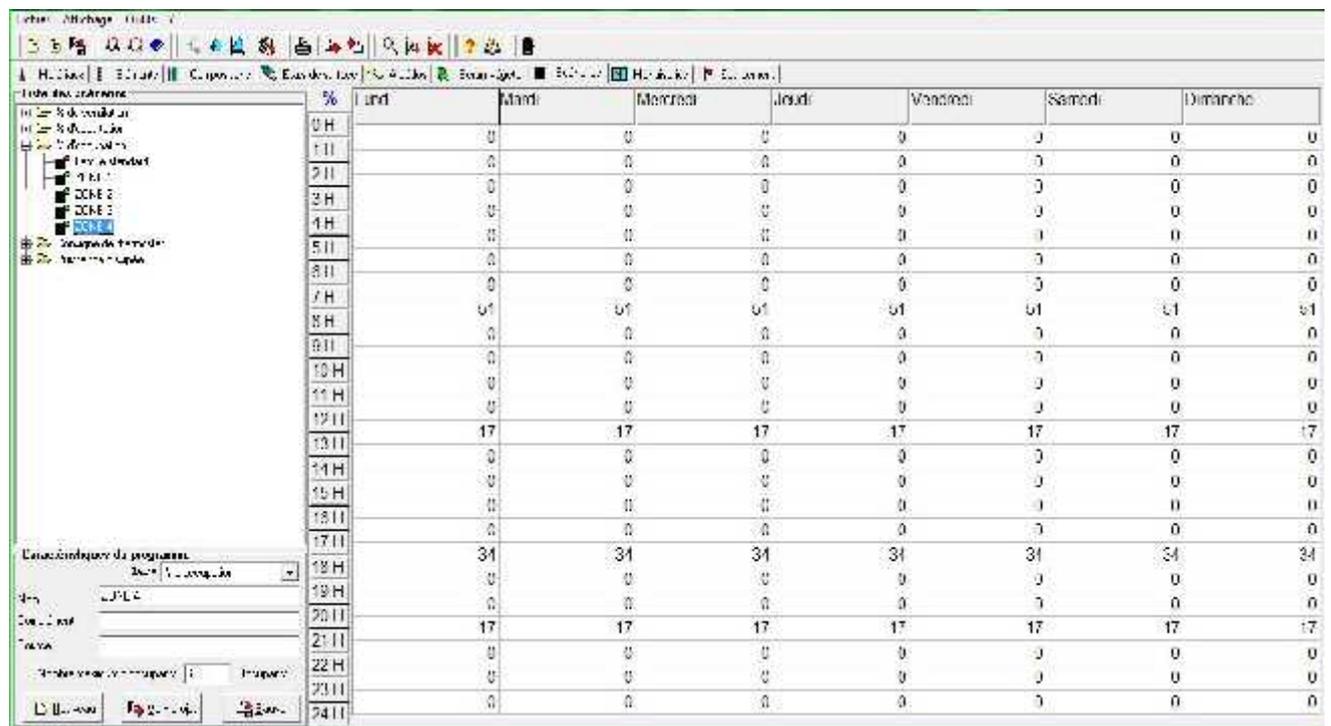


Figure. III.19: Occupation de la zone 4

3.4. Conclusion:

Ce chapitre nous permis de déterminer les besoins en climatisation période estivale et en chauffage dans la période hivernale par deux méthodes : la première est statistique qui base sur des équations. Est l'autre dynamique à l'aide d'un logiciel en fonction du climat et les différents scénarios

Introduction:

Nous présentons dans ce chapitre les étapes suivies dans notre simulation ainsi que les résultats obtenus que nous discutons et détaillerons afin d'avoir une opinion évaluatrice de notre projet.

4-1 Démarches de la simulation:

A partir des données architecturales et des propriétés thermo physiques du matériau, une analyse du comportement thermique est effectuée à l'aide du logiciel «pléiades+comfie»

Le déroulement de la simulation a pris comme cheminement :

1. Première étape: concerne l'introduction des données climatique de région dans lesquelles les rayonnements solaires ont été déterminés par Météonorm..
2. Deuxième étape concerne la description détaillée de la maison et les scénarios de la pratique de l'espace.

Simulation Sans Consigne De Thermostat :

La simulation sans consigne(état de lieu) nous permet de simuler sans climatisation en été et sans chauffage en hiver, donc on intègre pas les scenarios de consigne de thermostat au niveau de fonctionnement des zones thermique sous l'interface du logiciel de simulation PLEIADE + COMFIE .

Cette simulation nous permet de voir clairement les extrémums de température à l'intérieur de notre logement d'étude, sans climatisation , et mesuré le taux d'inconfort qui peut le concept de notre maison nous assurer sans aucune consommation d'énergie.

- scénario d'occupation.
- scénario de ventilation.
- scénario pour la puissance dissipé.

4-2 Résultat de simulation sans consigne de thermostat:

4-2-1 synthèse de la simulation en periode estivale: simulation de la 12 eme semaine a la 41 eme semaine (période estivale)

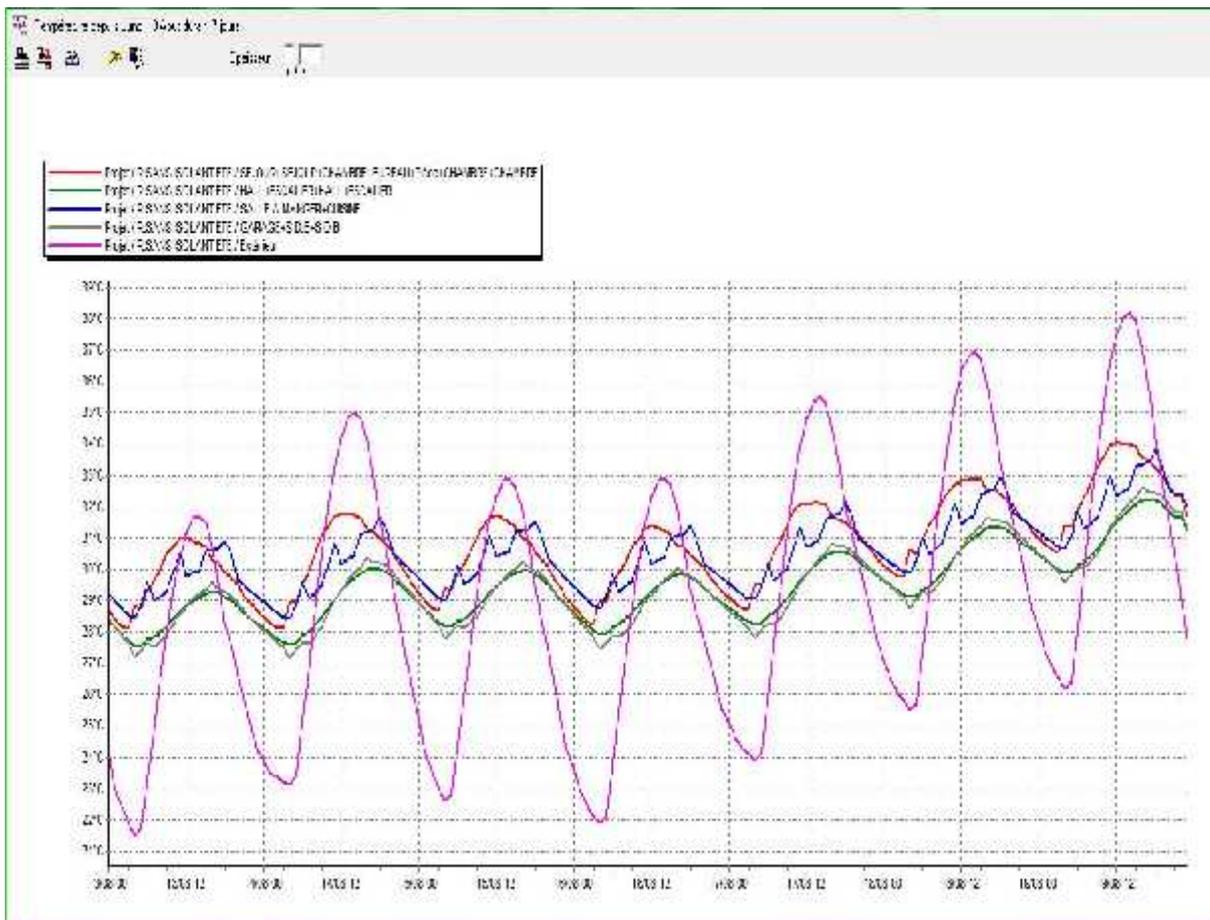
Après le lancement de la simulation. Pléiades + Comfie nous a donné les résultats suivants

Résumé							
Projet sélectionné: <input type="text" value="Projet 1 (E.SANS CONSIGNES THERM)"/>							
Zones	Besoin Ch.	Besoin Froid	Planch. Chaud	Fours. Chaud	T° Min	T° Moyenne	T° Max
SEJOUR+SEJOUR+CHAMBRE+JURE	0 kWh	0 kWh	0 W	0 W	10.36 °C	25.13 °C	34.92 °C
HALL+ESCALIER+HALL+ESCALIER	0 kWh	0 kWh	0 W	0 W	10.30 °C	24.07 °C	32.52 °C
SALLE A MANGER+CUISINE	0 kWh	0 kWh	0 W	0 W	10.35 °C	25.27 °C	34.57 °C
SALLE A SLEEPER+S.D.B	0 kWh	0 kWh	0 W	0 W	10.58 °C	25.92 °C	33.17 °C
Tota	0 kWh	0 kWh	0 W	0 W			

Zones	Excès Chaud Froid	Moyenne Surchauffe Max	Amplification de T° Ext	Taux d'inconfort	Facteur de confort noté
SEJOUR+SEJOUR+CHAMBRE+JURE	0.00 kWh/m²	41.02 (1/10°C)	34.25 %	41.02 %	0.70 %
HALL+ESCALIER+HALL+ESCALIER	0.00 kWh/m²	33.57 (1/10°C)	1.45 %	33.57 %	0.00 %
SALLE A MANGER+CUISINE	0.00 kWh/m²	35.07 (1/10°C)	2.42 %	44.27 %	0.00 %
SALLE A SLEEPER+S.D.B	0.00 kWh/m²	32.96 (1/10°C)	22.40 %	25.92 %	0.00 %

Tableau IV.1 : Synthèse de la simulation en été sans consigne thermostat

Visualisation graphique : Après simulation, on obtient le graphe suivant pour la semaine la plus chaude durant toute l'année. Pour voir la différence de température entre l'extérieure et l'intérieur (zone de confort), et aussi la perturbation de température dans les différentes zones.



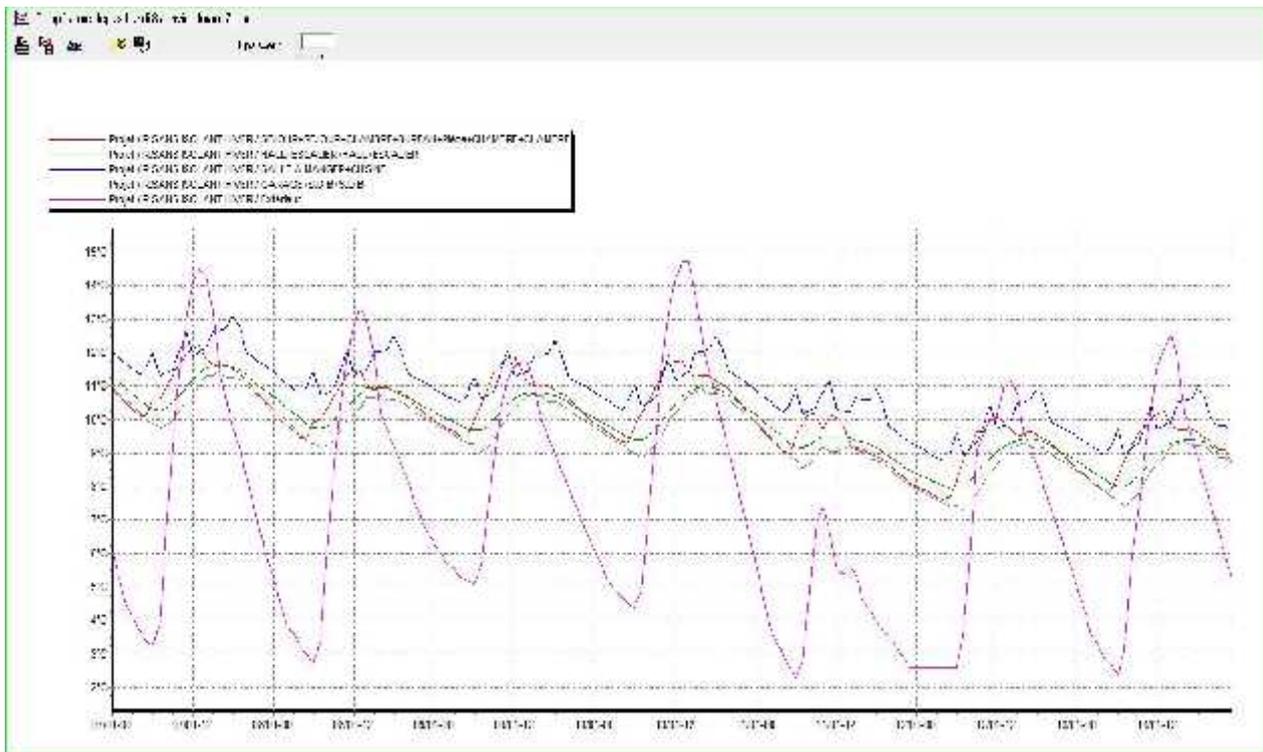
Graphe IV.1: Évolution de température en été sans consigne thermostat

4-2-2 synthèse de la simulation en période hivernale : simulation de la 42 eme semaine a la 11eme semaine (période hivernale) Après le lancement de la simulation. Pléiades + Comfie nous a donné les résultats suivants

Résumé							
Projet sélectionné : <input type="text" value="Projet / RESINE ISOLANT HIVER"/>							
Zones	Des. des Ch.	Des. des Clm	Des. des Chauffage	Des. des Clm	T. Min	T. Moyenne	T. Max
Année							
SEJOUR+ESCUJUR+CHAMBRE+BUREAU	0 Kw/h	0 Kw/h	0 w	0 w	7.31 °C	14.27 °C	25.15 °C
HALL ESCALIER HALL ESCALIER	0 Kw/h	0 Kw/h	0 w	0 w	7.31 °C	13.76 °C	23.17 °C
SALLE A MANGER+CUISINE	1 Kw/h	1 Kw/h	0 w	0 w	8.40 °C	14.76 °C	24.75 °C
SARAGE+D.B.+D.B.E	1 Kw/h	1 Kw/h	0 w	0 w	7.11 °C	13.57 °C	23.44 °C
Total	1 Kw/h	1 Kw/h	0 w	0 w			
Zones	Énergie Chauffage	Énergie Éclairage	Amplitude de T Ext	Taux d'inertie	Poids des besoins		
SEJOUR+SEJOUR+CHAMBRE+BUREAU+Pieces d	0.00 kWh/3	0.00 kWh/3	10.74 %	0.00 %	0.00 %		
HALL+ESCALIER+HALL+ESCALIER	0.00 kWh/3	0.00 kWh/3	10.74 %	0.00 %	0.00 %		
SALLE A MANGER+CUISINE	0.00 kWh/3	0.00 kWh/3	26.21 %	0.00 %	0.00 %		
SARAGE+D.B.+D.B.E	0.00 kWh/3	0.00 kWh/3	22.57 %	0.00 %	0.00 %		

Tableau IV.1 : Synthèse de la simulation en hiver sans consigne thermostat

Visualisation graphique : Après simulation, on obtient le graphe suivant pour la semaine la plus froide durant toute l’année Pour voir la différence de température entre l’extérieure et l’intérieur (zone de confort), et aussi la perturbation de température dans les différentes zones.



Graphe IV.1:Évolution de température en hiver sans consigne thermostat

4-3 Résultat de Simulation avec consigne de thermostat

Dans cette étape de simulation, on va simuler avec climatisation en été, ce qui implique l'intégration des scénarios de consigne de thermostat cette étape de simulation nous permet de quantifier les besoins énergétique nécessaire pour réaliser un confort agréable à l'intérieur, qui possède des températures de confort entre 19°C-26°C.

Donc connaitre l'énergie dépensée pour rendre un confort agréable a l'intérieur de la maison et aussi pour diminuer le maximum la moyenne de surchauffe max et l'amplification de température extérieure.

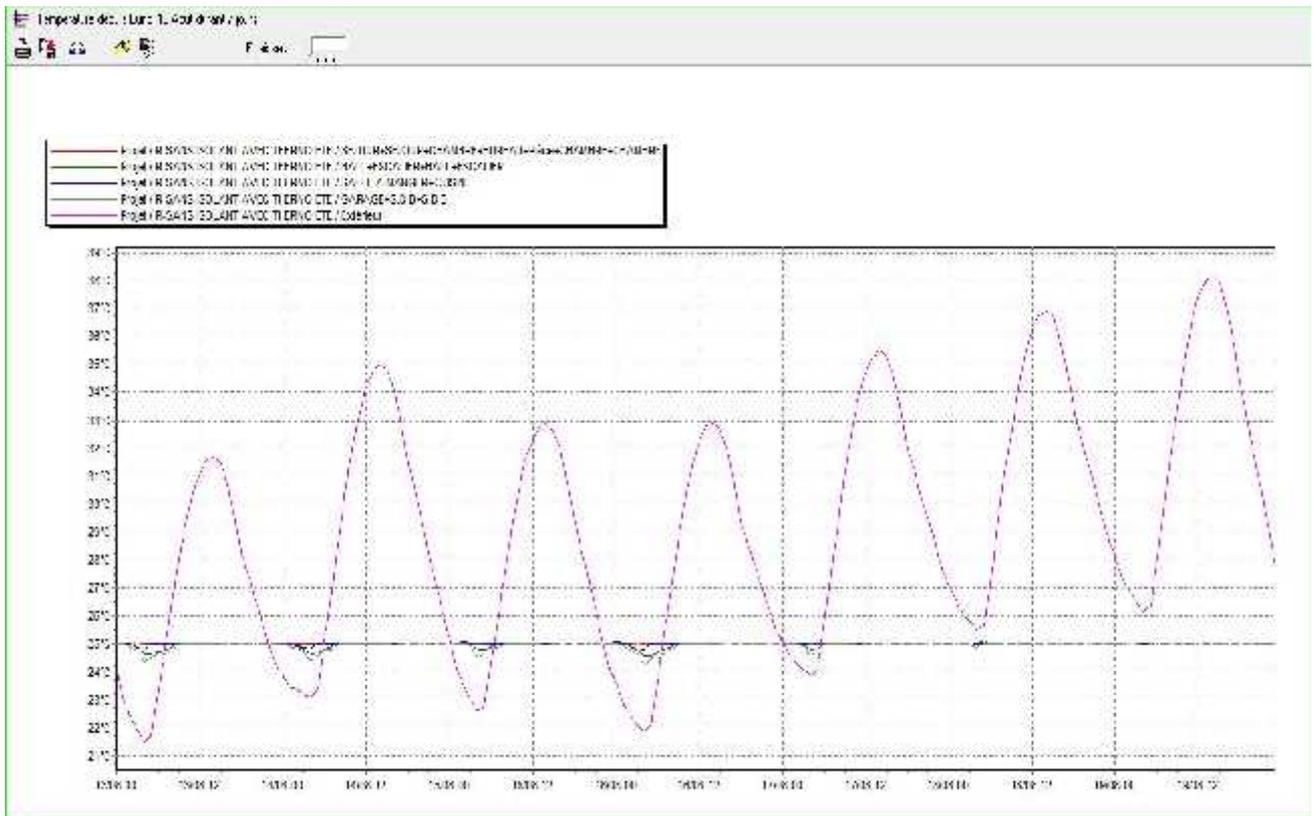
- scénario d'occupation.
- scénario de ventilation.
- scénario pour la puissance dissipé.
- Scénario de consigne de thermostat

4-3-1 synthèse de la simulation avec consigne de thermostat en periode estivale : climatisation 25 °C

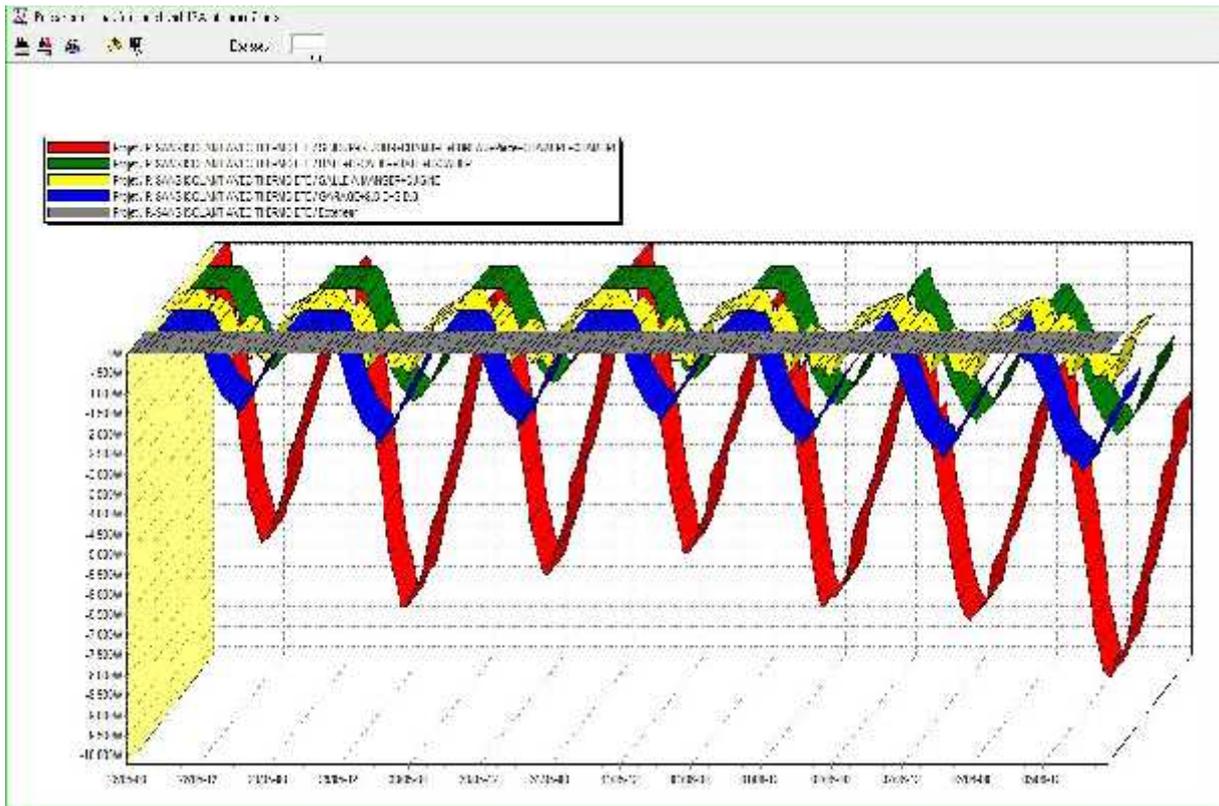
Résumer							
Projet / R SANS ISOLEMENT AVEC THERMOSTATE							
Zones	Besoin Cha	Besoin Clm	Puis. Clim	Puis. Clm	T [°] Min	T [°] Moyenne	T [°] Max
Année							
EEJOUR+SEJOUR+CHAMBRE+BLRE	0kWh	9248 kWh	0W	11882 W	26.13 °C	22.54 °C	25.1 °C
HALL+ESCALIER+HALL+ESCALIER	0kWh	1394 kWh	0W	1263 W	21.41 °C	21.32 °C	25.19 °C
SALLE A MANGER+CUISINE	0kWh	1555 kWh	0W	2126 W	23.13 °C	22.47 °C	25.1 °C
SALLE DE BAIN+S.D.B	0kWh	158 kWh	0W	4146 W	21.43 °C	21.35 °C	25.19 °C
Total	0kWh	12995 kWh	0W	29408 W			
Zones	Besoin Climatifroid	Moyenne Surchauffe max	Amplification de T [°] Ext	Taux de confort	Pail de besoin necs		
SALLE A MANGER+CUISINE+HALL+ESCALIER	100%	1.00 1/10°C	1.21%	1.17%	1.00%		
HALL+ESCALIER+HALL+ESCALIER	74%	1.00 1/10°C	1.21%	1.56%	1.00%		
SALLE A MANGER+CUISINE	134%	1.00 1/10°C	1.21%	1.43%	1.00%		
SALLE DE BAIN+S.D.B	822%	1.00 1/10°C	1.90%	1.37%	1.00%		

Tableau IV.1 :Synthèse de la simulation en été avec consigne thermostat

Visualisation graphique : Après simulation, on obtient le graphe suivant pour la semaine la plus chaude durant toute l'année Pour voir la différence de température entre l'extérieure et l'intérieur (zone de confort) avec consigne thermostat et aussi la perturbation de température dans les différentes zones.



Graphe IV.1:Évolution de température en été avec consigne de thermostat



Graph IV.1: puissance de climatisation en été pour toutes les zones

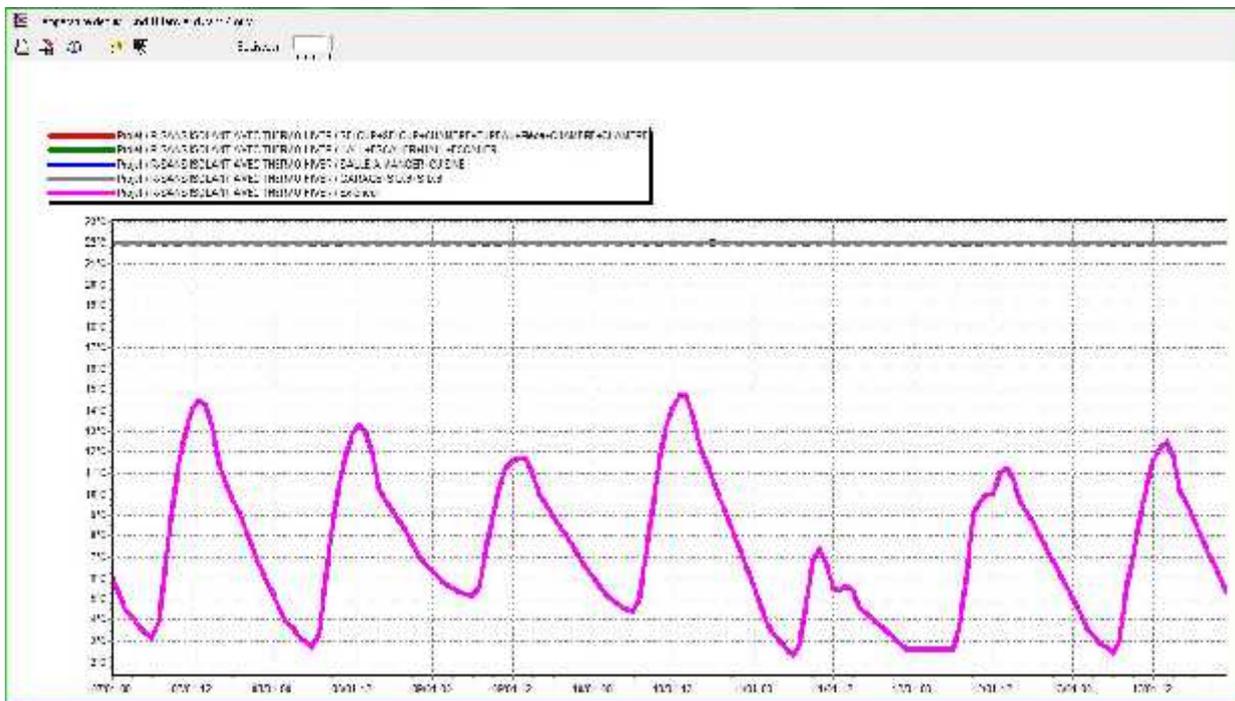
4-3-2 synthèse de la Simulation avec consigne de thermostat Chauffage 22 °C(Periode Hivernale) :

Résumés							
Projet sélectionné : <input type="text" value="Projet 1 : CHANTIER ANTARCTIQUE 1000000000"/>							
Zone :	Usages Ch.	Usages Cl.	Usages Chauf.	Usages Clim.	T° Moy.	T° Max	T° Min
Année							
SEJOUR+SEJOUR+CHAMBRE+BURO	16301 kWh	0 kWh	12002 W	0 W	21.69 °C	22.03 °C	25.19 °C
HALL+ESCALIER+HALL+ESCALIER	8853 kWh	0 kWh	5312 W	0 W	21.69 °C	22.03 °C	23.72 °C
SALLE+MANGER+CLISURE	1903 kWh	0 kWh	7552 W	0 W	21.69 °C	22.11 °C	25.27 °C
GARAGE+S.C.B+S.D.B	6193 kWh	0 kWh	4366 W	0 W	21.69 °C	22.03 °C	23.98 °C
Total	37250 kWh	0 kWh	23772 W	0 W			
Zones	Usages Chauf. (kWh/m²)	Moyenne de chauffage Max	Application de l'Ext	Gain climatique	Perte de Chauffage		
SEJOUR+SEJOUR+CHAMBRE+BURO+P+Esc+D	10.27 kWh/m²	2.00 (1/10°C)	6.11 %	0.00 %	75.48 %		
HALL+ESCALIER+HALL+ESCALIER	34.74 kWh/m²	2.00 (1/10°C)	1.75 %	0.00 %	87.99 %		
SALLE+MANGER+CLISURE	16.52 kWh/m²	2.00 (1/10°C)	6.32 %	0.00 %	54.83 %		
GARAGE+S.C.B+S.D.B	40.16 kWh/m²	2.00 (1/10°C)	1.40 %	0.00 %	85.52 %		

Tableau IV.1 :Synthese de la simulation hiver avec consigne thermostat

Visualisation graphique : Après simulation, on obtient le graphe suivant pour la semaine la plus froide durant toute l'année Pour voir la différence de température entre l'extérieure et l'intérieur

(zone de confort) avec consigne thermostat et aussi la perturbation de température dans les différentes zones.



Graphé IV.1:Évolution de température en hiver avec consigne de thermostat

4-4 proposition d'amélioration passive de notre cas d'étude

Le but de notre travail est de savoir tout les critères nécessaire pour construire un habitat HPE (haute performance énergétique) et le plus important de savoir les appliqués par un des logiciels de simulation et aussi pour savoir améliorer énergétiquement à partir de connaître son concept architectural et son site géographique et autres détails comme le nombre d'occupant.

Pour atteindre cet objectif, on essaye d'améliorer thermiquement cette maison individuelle par l'utilisation de différentes astuces bioclimatiques étudiées, afin de pouvoir passer d'un habitat actuel vers un habitat plus performant en matière d'énergie.

4-4-1 Renforcement de l'isolation :

le choix de l'isolant pour notre maison est un paramètre indispensable pour réduire les déperditions de chaleur. Conformément au label (basse consommation), le choix de l'isolant s'effectue à base de plusieurs consistions :

Choisir un isolant à faible conductivité thermique possible.

Choisir un isolant non polluant et non toxique

Choisir un isolant le plus économique et le plus disponible au marché.

Isolant thermique :

Une isolation thermique performante c'est avant tout des économies d'énergies intéressantes en termes d'économies financières, de protection de l'environnement, mais aussi pour un niveau de confort inégalé.

4-4-2 Qu'est-ce qu'un isolant thermique

L'isolation : un élément important de votre habitat En hiver, une bonne isolation permet de diminuer les pertes de chaleur et donc les besoins de chauffage. Réduire ses besoins en chauffage, c'est diminuer sa consommation d'énergie et donc sa facture !

En été, l'isolation thermique limite les surchauffes car elle fait barrière à la chaleur et au rayonnement solaire extérieur. L'isolation réduit en partie les courants d'air parasites en améliorant l'étanchéité de l'air de la maison, mais nécessite de prévoir un système de ventilation efficace. Enfin, l'isolation thermique peut aussi contribuer à réduire les nuisances sonores.

4-4-3 Augmenter le confort dans l'habitat:

Au-delà des économies d'énergie que l'isolation thermique engendre, elle améliore aussi sensiblement le confort à l'intérieur du logement. Le confort est lié à la notion de température ressentie.

Une bonne isolation supprime l'effet "paroi froide". Les parois non ou mal isolées (murs, vitrages ...) émettent un rayonnement froid qui les rend inconfortables même si l'air de la pièce est par ailleurs suffisamment chauffé. Ces parois froides sont donc source de déperditions de chaleur, de condensation et d'inconfort.

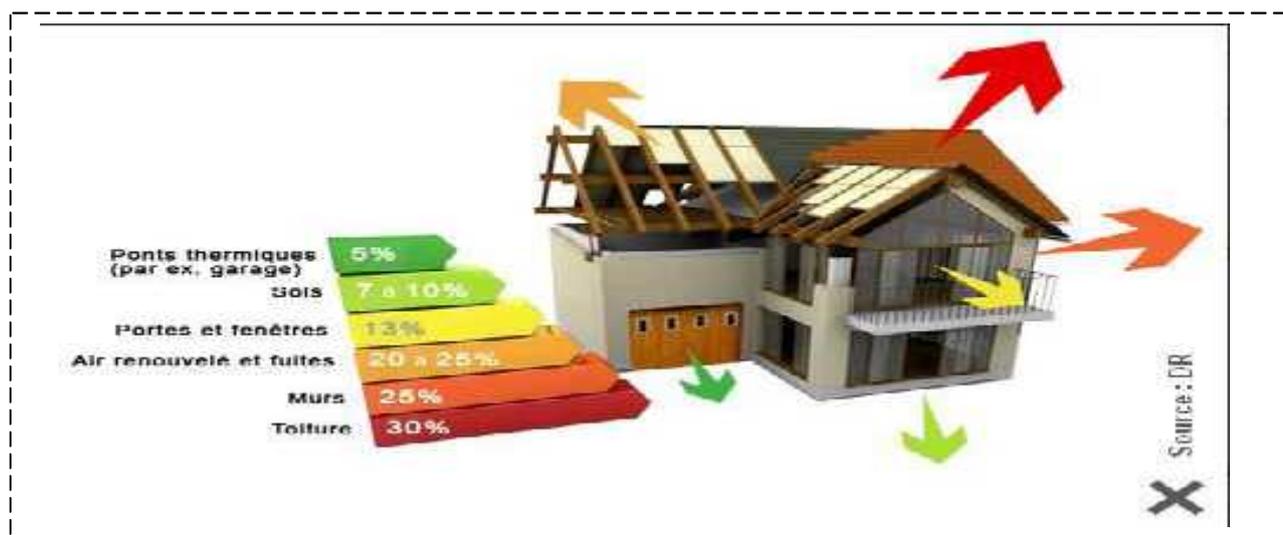


Figure IV.1: isolation thermique

Les différents types de matériaux isolants :

On peut classer les matériaux isolants en plusieurs grandes familles :

- les fibres minérales, végétales ou animales : laines de roche et laines de verre, qui sont très courantes, mais aussi laines de bois, de lin, de chanvre ou de mouton
- les matériaux synthétiques : Polystyrène expansé ou extrudé, Polyester et polyuréthane qui constituent un isolant efficace mais non dénué de toxicité
- les isolants minéraux, plus rares : perlite, vermiculite, argile expansée, verre cellulaire
- les matériaux renouvelables (autres que les fibres) : cellulose, liège
- les isolants minces dits "réfléchissants" ou "thermo-réfléchisseurs".

Performance de ces matériaux :

Voici un classement des principaux matériaux isolants par ordre croissant de conductivité thermique, c'est-à-dire par ordre de performance :

- la mousse de polyuréthane est un excellent isolant, dont le principal inconvénient est le coût.
- la laine de verre, un matériau bon marché, mais irritant pour la peau lors de la pose
- la laine de roche
- les mousses de polymère : Polystyrène expansé ou extrudé, polystyrène, depron
- la fibre de bois, un isolant thermique moins performant mais meilleur marché et plus écologique.
- la laine de mouton
- la paille
- le chanvre
- la ouate de Cellulose
- les polymères : plastique, Caoutchouc etc.



résumé :

Un isolant est un matériau qui limite les échanges de chaleur entre ses 2 faces.

Un isolant est d'autant plus efficace que sa conductivité est faible.

La conductivité d'un isolant est proportionnelle à son coefficient de conductivité (Lambda).

Un isolant est d'autant plus efficace que son coefficient de conductivité est faible et qu'il est épais.

Un matériau est considéré isolant, si son coefficient de conductivité est au maximum de 0,05W/m.K.

Les meilleurs isolants ont actuellement des coefficients de conductivité proche de 0,02W/m.K

Dans une construction passive, en climat froid, l'épaisseur des isolants classiques peut dépasser 30cm en paroi verticale.

Le Choix de l'isolant thermique :

Pour notre projet on a opté pour un isolant de type matériau synthétique il s'agit du polystyrène expansé et cela pour les raisons suivantes :

- Sa disponibilité sur le marché algérien
- Son cout qui est moins cher par rapport aux autres isolants thermique

4-4-4 Composition des parois extérieurs et toiture avec isolant thermique :

Caractéristiques de la composition

Classe: Murs

Nom: MUR EXTERIEURE ISOLANT PROJET FINALE

Complément:

Origine:

Composants	T	cm	kg/m²	λ	R
Enduit extérieur	M	1.0	17	1.15	0.01
Brique creuse de 10 cm	E	10.0	69	0.40	0.21
Polystyrène expansé	M	5.0	1	0.04	1.28
Brique creuse de 10 cm	E	10.0	69	0.48	0.21
Enduit plâtre	M	1.0	15	0.35	0.03
Total		27.0	171		1.74

Extérieur

Intérieur

Tableau : Mur extérieur avec isolant

Caractéristiques de la composition

Classe:

Nom:

Complément:

Origine:

Composants	T	cm	kg/m ²	λ	R
Béton lourd	M	5.0	115	1.75	0.03
Hourdis de 16 en béton	E	16.0	208	1.23	0.13
Enduit plâtre	M	2.0	30	0.35	0.06
Polystyrène expansé	M	5.0	1	0.04	1.28
Enduit plâtre	M	2.0	30	0.35	0.06
Total		30.0	384		1.56

Extérieur

↓

Intérieur

Tableau :Toiture avec isolant

Caractéristiques du vitrage

Classe:

Nom:

Complément:

Origine:

Nombre de vitrages:

Changer les caractéristiques

Facteur solaire moyen:

Coeff U moyen: W/(m².K)

% de vitrage: %

Vitrage

Facteur solaire:

Coeff U Vitrage: W/(m².K)

Cadre

Coeff U Opaque: W/(m².K)

Tableau :Composition de fenetres

4-5 Résultat de simulation avec isolant en période estivale

4-5-1 synthèse de la simulation en période estivale avec isolant sans consigne de thermostat.

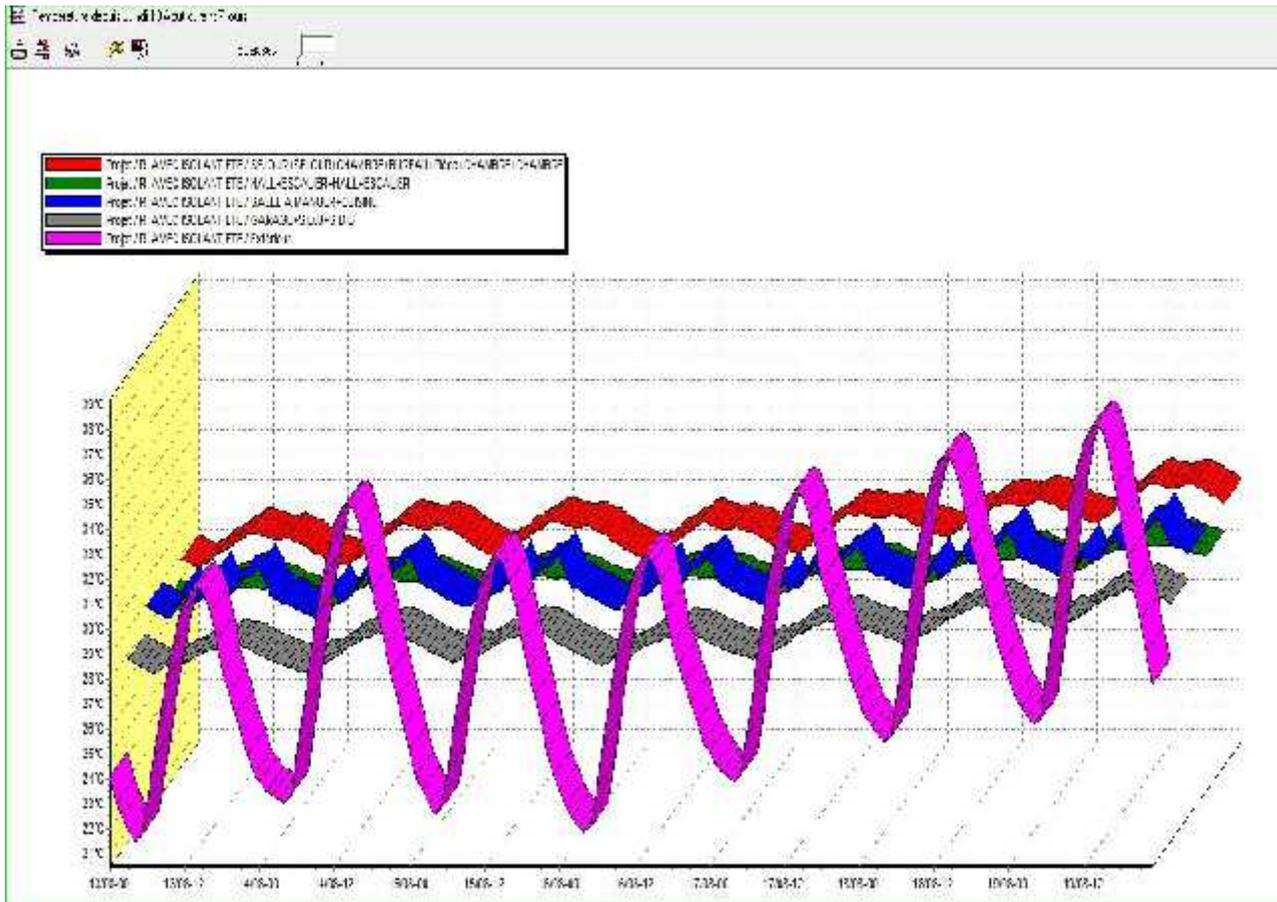
Résumé

Projet sélectionné : Projet / R, avec ISOLANT ETE

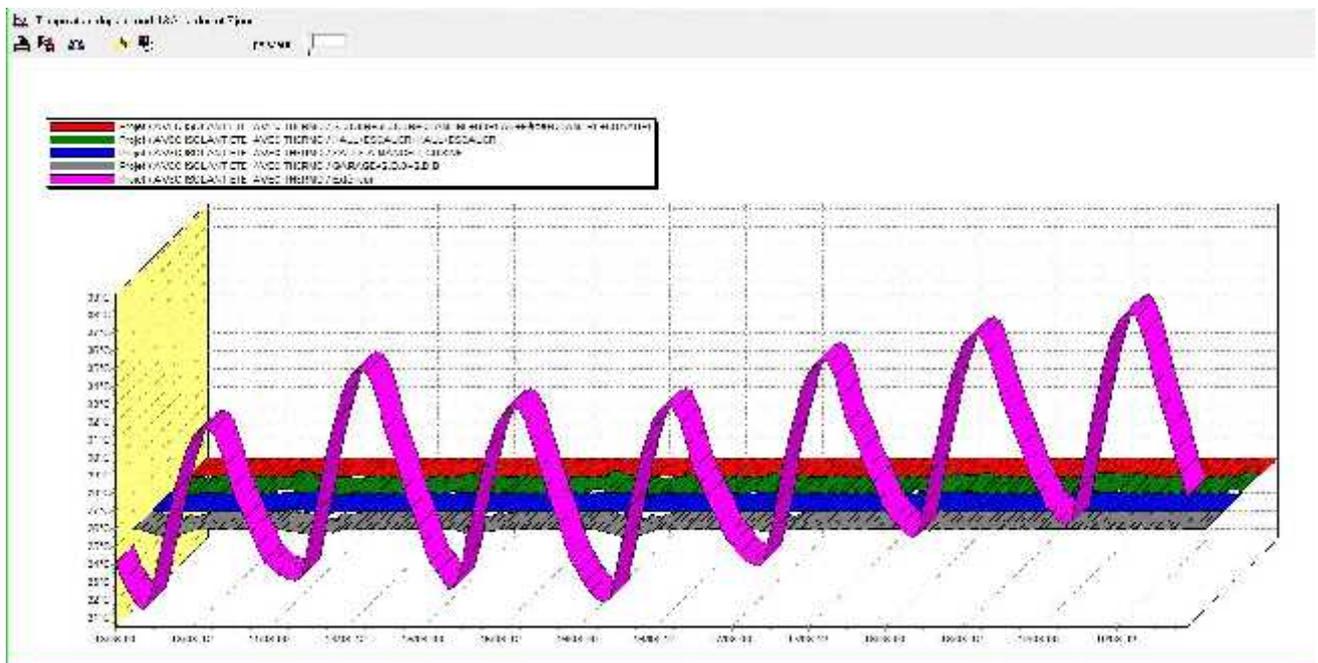
Zones	Besoins Ch.	Besoins Clm.	Puiss. Chauffage	Puiss. Clm.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année							
SEJOUR+SJCUR+CHAMBRE+EURO	0 kWh	0 kWh	0 W	0 W	11.22 °C	24.89 °C	32.4 °C
HALL-ESCALIER+HALL-ESCALIER	0 kWh	0 kWh	0 W	0 W	11.02 °C	24.14 °C	31.1 °C
SALLE A MANGER+CUISINE	0 kWh	0 kWh	0 W	0 W	12.98 °C	25.15 °C	33.17 °C
CARAGE+SD.E+SD.E	0 kWh	0 kWh	0 W	0 W	12.80 °C	23.54 °C	31.09 °C
Tota	0 kWh	0 kWh	0 W	0 W			

Zones	Besoins Chauffage	Moyenne Surcharge Max	Amplification de T° Ext	Taux d'inconfort	Fait de besoins
SEJOUR+SEJOUR+CHAMBRE+3 JFEEAJ+Péee+C	0.00 kWh/m²	29.30 (17.0 °C)	1.456 %	40.02 %	0.00 %
HALL+ESCALIER+HALL+ESCALIER	0.00 kWh/m²	22.00 (17.0 °C)	1.024 %	39.30 %	0.00 %
SALLE A MANGER+CUISINE	0.00 kWh/m²	29.31 (17.0 °C)	2.065 %	41.32 %	0.00 %
CARAGE+SD.E+SD.E	0.00 kWh/m²	24.54 (17.0 °C)	1.383 %	36.40 %	0.00 %

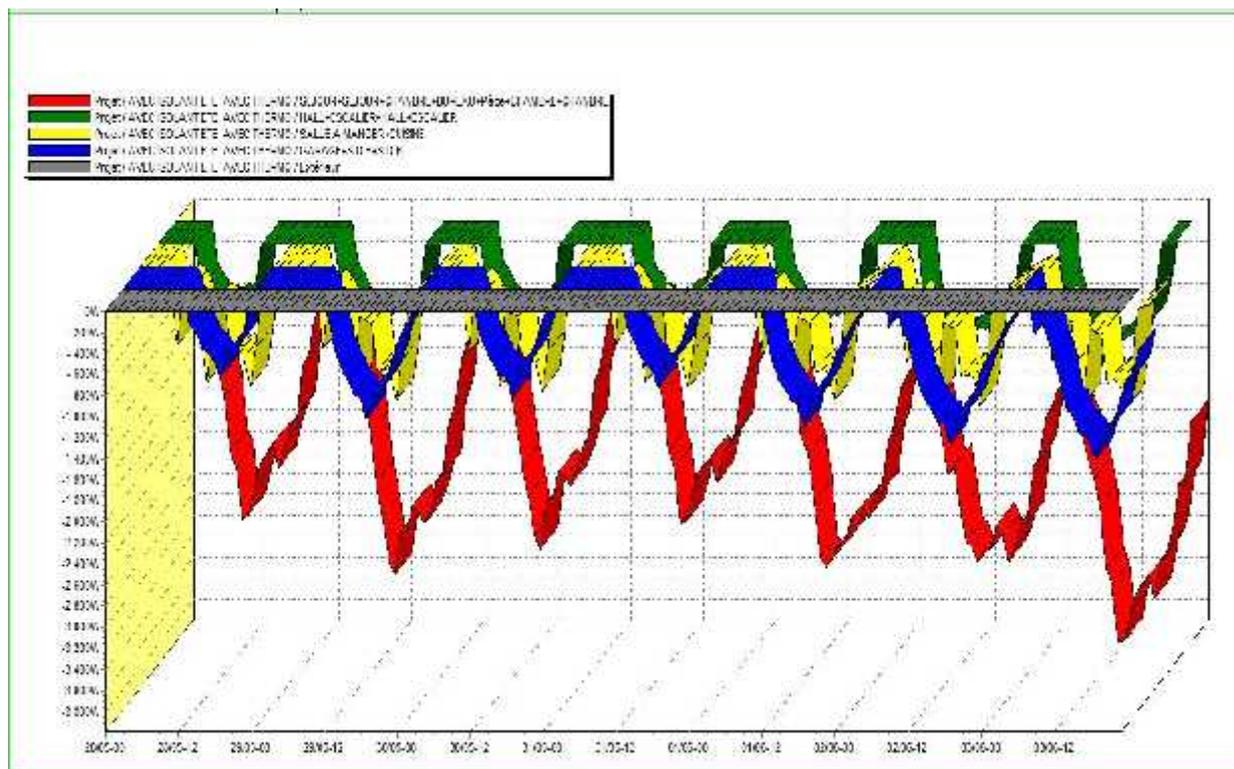
Tableau IV.1 :synthèse de la simulation en été avec isolant



Graphe IV.1:Évolution de température en été



Graphe IV.1:Évolution de température été avec consigne de thermostat



Graph IV.1: Puissance de chauffage en été

4-5-2 synthèse de la simulation en période estivale avec isolant et consigne de thermostat

Résumer							
Projet sélectionné: Proj1 / AVEC ISOLANT ET AVEC THERMO							
Zones	Besoins Dr.	Besoins Cn.	Puiss. Crap.	Puiss. Cn.	T° Int.	T° Consigne	T° Ext.
Prinée							
SEJOUR AVEC ISOLANT ET AVEC THERMOSTAT	1000 W	4000 W	0 W	4100 W	26.07°C	21.00°C	25.22°C
SALLE A MANGER	1000 W	500 W	0 W	1500 W	26.07°C	21.00°C	25.29°C
GARAGE	1000 W	1500 W	0 W	1500 W	26.07°C	21.00°C	25.12°C
Total	1000 W	6000 W	0 W	6000 W			
Zones	Ecart de Temp.	Coûts de Chauffage	Coûts de T° Ext.	Taux de confort	Part de besoins		
SEJOUR AVEC ISOLANT ET AVEC THERMOSTAT	3.00 K=vn	100 (11.17%)	7.00 %	2.90 %	100 %		
SALLE A MANGER	2.00 K=vn	100 (11.17%)	7.00 %	3.00 %	100 %		
GARAGE	3.00 K=vn	100 (11.17%)	7.00 %	3.00 %	100 %		
	3.00 K=vn	100 (11.17%)	7.00 %	2.90 %	100 %		

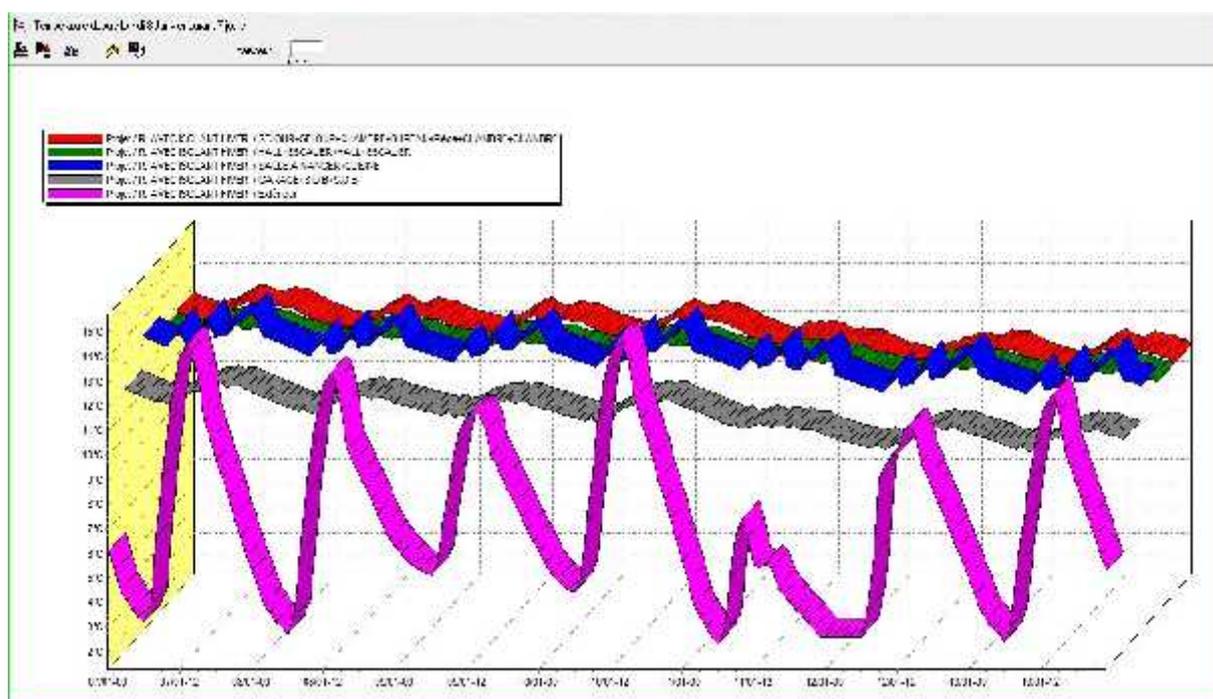
Tableau IV.1 :synthese de la simulation en été avec isolant et consigne de thermostat

Résultat de simulation avec isolant en période hivernale

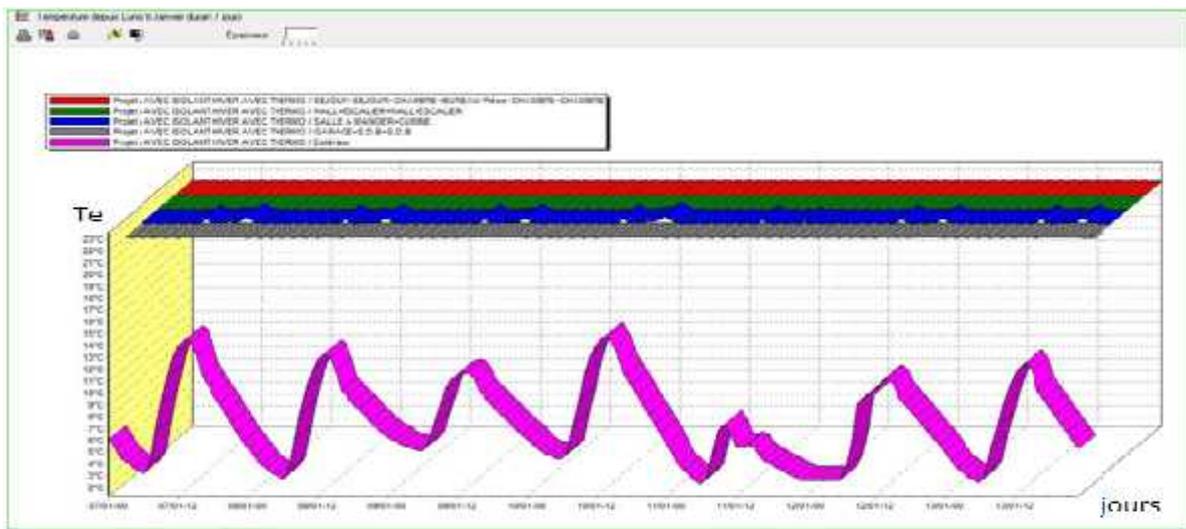
4-6-1 synthèse de la simulation en période hivernale avec isolant sans consigne de thermostat

Résumé							
Projet sélectionné : P. Uje. / R. AVEC ISOLANT HIVER							
Zones	Besoins Ut.	Besoins Lim	Perte Chauff.	Perte Lim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année							
SEJOUR+SEJOUR+CHAMBRE+BUFE	0 kWh	1 kWh	0 kWh	0 kWh	9.97 °C	15.13 °C	23.20 °C
HALL+ESCAL+HALL+ESCALIER	0 kWh	1 kWh	0 kWh	0 kWh	10.05 °C	14.79 °C	22.00 °C
SALLE A MANGER+LISINE	0 kWh	1 kWh	0 kWh	0 kWh	10.44 °C	15.60 °C	23.90 °C
SALLE+S.D.B.+S.D.B	0 kWh	1 kWh	0 kWh	0 kWh	8.98 °C	14.18 °C	22.00 °C
Tota	0 kWh	1 kWh	0 kWh	0 kWh			
Zones	Besoins Chaud+Froid	Moyenne Surchauffe Max	Amplification de T° Ex	Taux d'inertion	Fait de besoins		
SEJOUR+SEJOUR+CHAMBRE+BUFE+HALL+ESCAL+HALL+ESCALIER	0.00 kWh/m²	0.00 (°/10°C)	11.43 %	0.00 %	0.00 %		
HALL+ESCALIER+HALL+ESCALIER	0.00 kWh/m²	0.00 (°/10°C)	7.53 %	0.00 %	0.00 %		
SALLE A MANGER+CUISINE	0.00 kWh/m²	0.00 (°/10°C)	23.81 %	0.00 %	0.00 %		
SALLE+S.D.B.+S.D.B	0.00 kWh/m²	0.00 (°/10°C)	11.72 %	0.00 %	0.00 %		

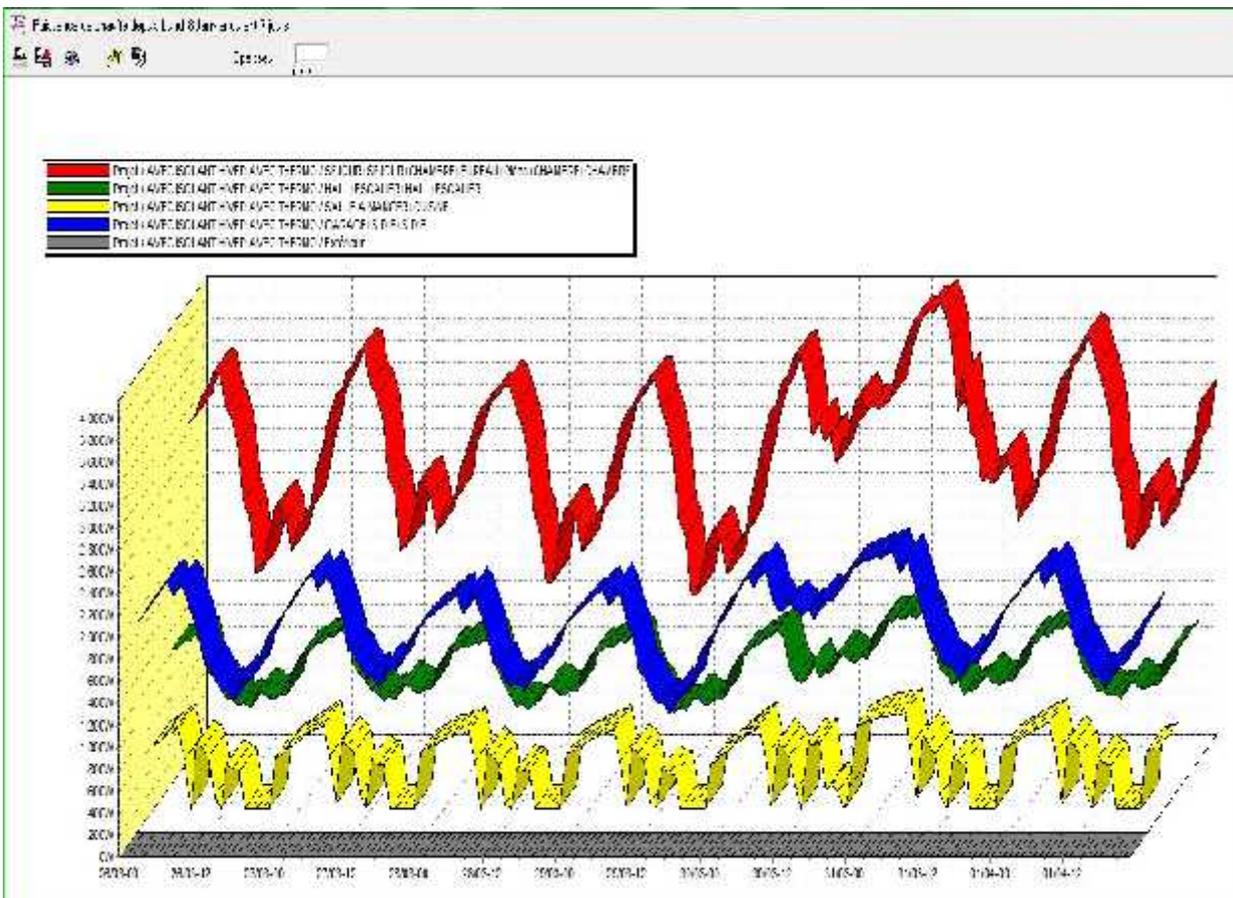
Tableau IV.1 :synthèse de la simulation en hiver avec isolant



Graph IV.1:Évolution de température hiver sans consigne de thermostat



Graph IV.1:Évolution de température en hiver avec consigne de thermostat



Graph IV.1:Puissance de chauffage en hiver

4-6-2 synthèse de la simulation en période hivernale avec isolant et consigne de thermostat

Résumé
 Projet sélectionné:

Zone:	Energ. Ch.	Besoins Clim.	Fuils. Chauf.	Fuils. Clim.	T ^{min}	T ^{Moyenne}	T ^{Max}
Année							
SEJOUR+SEJOUR+CHAMBRE+RE+JF	3684 kWh	0 kWh	4170 W	0 W	2.58 °C	22.07 °C	24.03 °C
HALL+ESCALIER+HALL+ESCALIER	2488 kWh	0 kWh	1554 W	0 W	2.59 °C	22.03 °C	25.11 °C
SALLE A MANGER+CLINIQUE	760 kWh	0 kWh	886 W	0 W	2.59 °C	22.23 °C	24.88 °C
GARAGE+S.D.B-S.D.B	1633 kWh	0 kWh	2557 W	0 W	2.59 °C	22.0 °C	25.02 °C
Total	7000 kWh	0 kWh	1144 W	0 W			

Zone:	Besoins Climat. (kWh)	Moyenne Surtout-Max	Amplification T ^{Ext}	Taux d'isolation	Faites économies
SEJOUR+SEJOUR+CHAMBRE+RE+JF	0.00 kWh/°C	0.00 (°C)	1.64 %	0.00 %	62.51 %
HALL+ESCALIER+HALL+ESCALIER	9.47 kWh/°C	0.00 (°C)	0.80 %	0.00 %	73.35 %
SALLE A MANGER+CLINIQUE	6.60 kWh/°C	0.00 (°C)	10.65 %	0.00 %	36.22 %
GARAGE+S.D.B-S.D.B	22.21 kWh/°C	0.00 (°C)	1.07 %	0.00 %	19.10 %

Tableau IV.1 :synthese de la simulation en hiver avec isolant et avec consigne de thermostat

Discutions des résultats :

D’après les résultats obtenus, on a pu réduire les besoins en climatisation en période estivale de 14618KWh sans isolant thermique a 6745KWh avec l’intégration de l’isolant ce qui représente une économie d environ 55% , même chose pour le taux d amplification de température extérieure qui s’est diminué de 10%

pour la période hivernale on constate que les besoins en chauffage ont diminué de 37261KWh sans l’intégration de l’isolant a 13738Kwh avec l’intégration de ce dernier ce qui représente une économie d environ 65%

4-7 Application Des Énergies Renouvelables :

Dans notre cas d'étude la méthode la plus simple pour la production d'énergie solaire est celle de la conversion photovoltaïque, qui consiste à transformer l'énergie solaire en énergie électrique au moyen de capteurs solaires. Ces cellules sont élaborées sur base de silicium pur avec addition d'impuretés de certains éléments chimiques, ils sont capables de produire chacun de de 2 à 4 Ampères, à un voltage de de 0.46 à à 0.48 V, utilisant le rayonnement solaire comme source d'énergie. Ces cellules ont la particularité de pouvoir transformer autant le rayonnement solaire directe que diffus ce qui permet leurs utilisation les jours nuageux. Les cellules sont montées en série sur les panneaux ou les modules solaires pour obtenir un voltage adéquat aux applications électriques ; les panneaux recueillent l'énergie solaire en la transformant directement en énergie électrique sous forme de courant continu, qu'il sera nécessaire de stocker dans des accumulateurs, si l'on souhaite, pouvoir l'utiliser la nuit.

4-7-1-1 L'énergie photovoltaïque : c'est la conversion directe de lumière solaire en électricité.

L'effet photovoltaïque, découvert par le physicien Henri Becquerel en 1839 est basé sur le silicium qui est un matériau isolant, c'est-à-dire qu'il n'admet pas de déplacement d'électron.

Les électrons du silicium ont en revanche la particularité de se mettre en mouvement quand ils sont percutés par les photons composants de la lumière.

Les « plaques » en silicium se polarisent sous l'effet du bombardement de photons contenus dans la lumière solaire et produisent ainsi un courant continu.

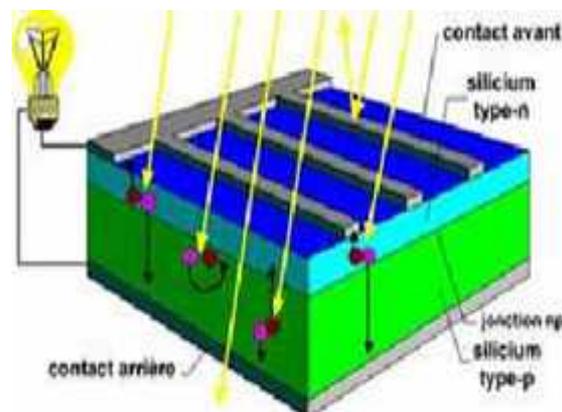


Figure IV.2 Principe de la Photovoltaïque

- **Le module photovoltaïque** convertit sur place et très simplement entre 3% et 30% de cette énergie en courant électrique continu. Ce courant est alors directement transformé grâce à un convertisseur (Onduleur) en courant alternatif de 230 V.[5]
- **Le module solaire** est un assemblage de **cellules photovoltaïques**. Les cellules sont en général montées en série (la borne positive d'une cellule est reliée à la borne négative de la cellule suivante). On obtient ainsi une tension plus élevée (en général 12 ou 24V).
- **Les panneaux photovoltaïques** seront montés eux-mêmes en série si on souhaite obtenir une tension supérieure à 12 ou 24V ou en dérivation (les bornes positives des différents panneaux sont reliés ensemble, les bornes négatives également) si on souhaite obtenir une intensité plus importante.

La puissance maximale que peut fournir un panneau, dans des conditions idéales, est la puissance crête (elle est donnée en watt-crête, dont le symbole est W_c). Les panneaux les plus courants ont une puissance crête de 40 à 300 W_c .

Exposés au sud ou à l'est sur le toit ou en façade **vos panneaux solaires** n'auront pas la même production. Le schéma ci-dessous permet d'évaluer la productivité d'un **système photovoltaïque** selon son emplacement et son orientation.



Figure IV.3 Aperçu du pourcentage reçu par un générateur qui n'est pas idéalement orienté

4-7-1-2 Le système de pose :

Cette étude se penche sur le système d'intégration oryon.

Le système d'intégration photovoltaïque oryon s'adapte à la majorité des toitures en rénovation comme dans les constructions neuves, il peut également être utilisé comme revêtement intégral de toit.

Le montage des modules oryon est simple et rapide, il correspond au principe de pose des tuiles : les profilés s'intègrent horizontalement les uns dans les autres ils peuvent ainsi se chevaucher et garantir une parfaite étanchéité.

Le système oryon est un système de profils aluminium extrudé destiné à l'encadrement de **modules photovoltaïques** sans cadres (laminés) d'une surface d'environ 1,5 m². Le système oryon remplace les couvertures de toitures habituelles comme les tuiles ou l'ardoise pour des toits dont l'inclinaison minimale peut-être de 18°.



Figure IV.4 La manière dont les éléments viennent s'emboîter les uns aux autres.

Étanchéité : Le système de modules encadrés oryon assure une protection contre la pluie comme une couverture traditionnelle en tuiles. De la même manière que pour une couverture traditionnelle, il est recommandé d'utiliser une sous couverture étanche afin d'assurer l'étanchéité lors de fortes intempéries.

Résistance au vent : Le système de montage a été conçu pour une force éolienne correspondant au poids superficiel d'un mètre carré de tuiles, suffisante dans la majorité des cas.

Les onduleurs : La principale mission des onduleurs est la transformation du courant continu produit par le générateur **photovoltaïque** en courant alternatif pour l'injection dans le bâtiment. Les onduleurs ont aussi la fonction de faire fonctionner **le champ photovoltaïque** à son point de puissance maximal et ont de ce fait une fonction très importante dans le dispositif global.

Plusieurs éléments sont à prendre en compte dans le choix d'un onduleur :

- rendement de l'onduleur supérieur à 90% pour une charge égale à 10% de sa charge nominale
- rendement maximal de l'onduleur proche de 95%
- faible consommation interne de l'onduleur
- protection de l'onduleur contre les perturbations extérieures, notamment présence d'un dispositif protégeant les surtensions.



Figure IV.5 Modèle de structure proposé

4-7-2 Dimensionnement de notre installation photovoltaïque :

Dans notre cas on va utiliser un logiciel PVsyst6.43 qui nous aide à faire le dimensionnement de générateur photovoltaïque à l'aide de notre précédent logiciel meteonorme 7 pour l'importation des fichiers météo et des irradiances solaire.

4-7-2-1 Présentation du logiciel :

PV SYST est un logiciel de dimensionnement de panneaux solaires permettant d'obtenir diverse informations telles que la production d'énergie, l'irradiation et le coût de l'installation, la surface nécessaire, ou la production annuelle d'énergie. Un mode avancé permet d'obtenir beaucoup plus d'informations pour une étude très complète.



Figure IV.6 Interface d'accueil de PVsyst V6.43

Le logiciel comprend principalement deux modes de fonctionnement. Le premier est une application de pré dimensionnement assez simple à prendre en main et accessible au néophyte. Le deuxième permet une étude beaucoup plus approfondie et prend en compte beaucoup plus de paramètres. De plus il se base sur du matériel concret pour ses calculs, contrairement au premier mode qui effectue ses calculs pour un cas très général.

Pour chacun des deux modes, le principe est le même : on donne la localisation géographique de

l'installation, puis on entre les données concernant l'installation. Vient ensuite une partie résultats où l'on choisit les données qui nous intéressent.

4-7-2-2 Les étapes à suivre :

Les différentes étapes à suivre pour le dimensionnement de notre générateur photovoltaïque sont les suivantes :

a- Créé un nouveau projet

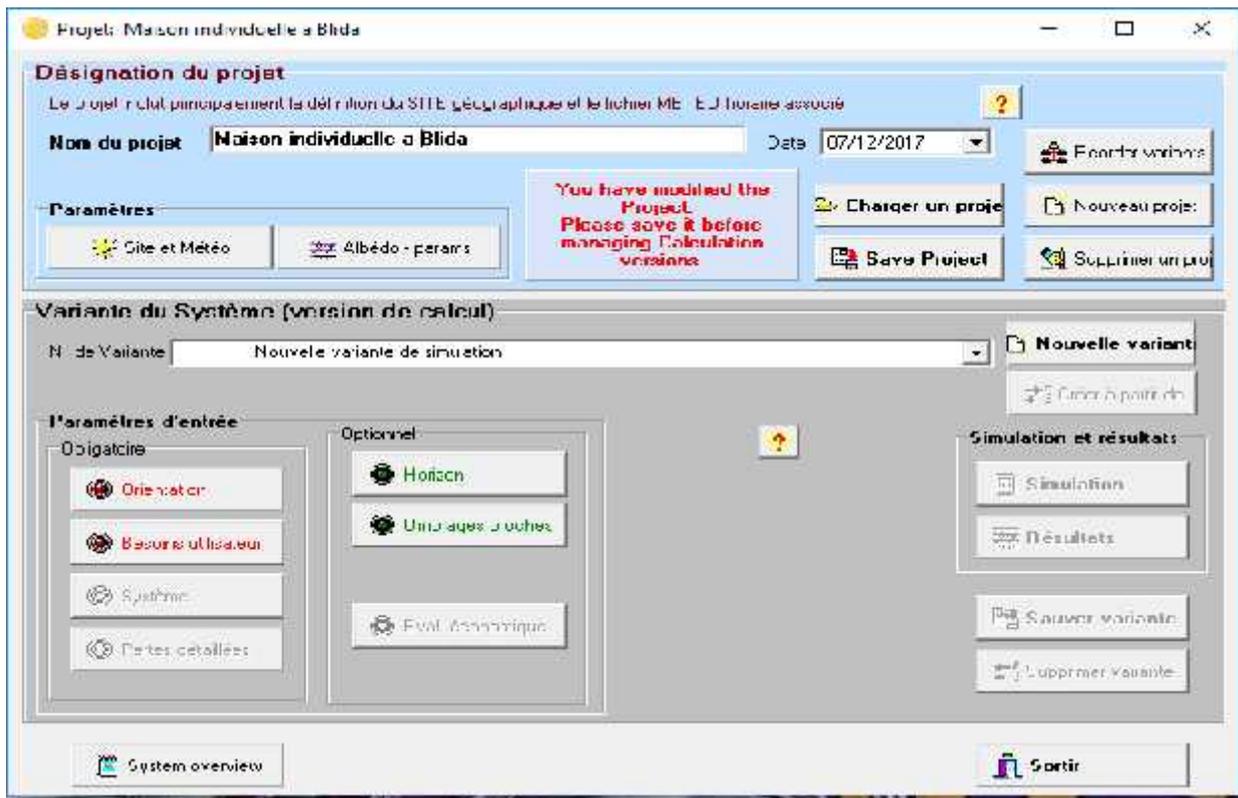


Figure IV.7 Création du projet

b- Importer le fichier meteorologique de la région de Blida :

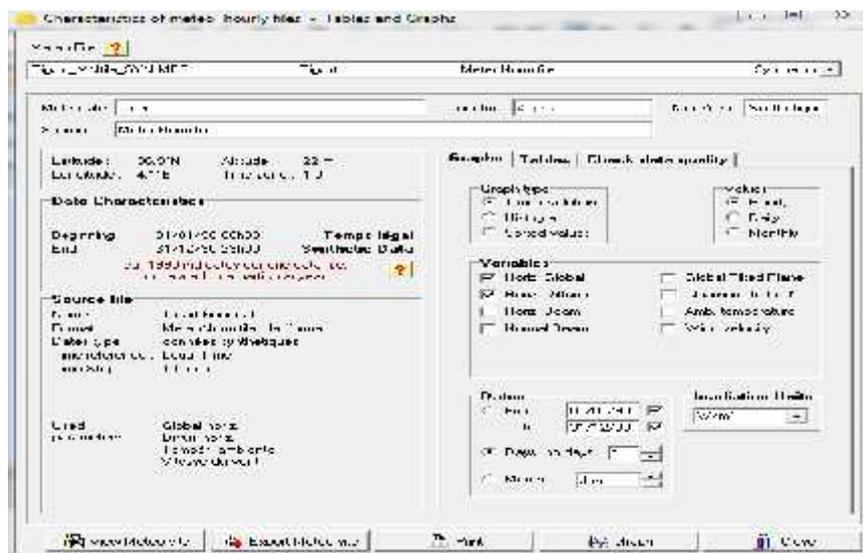


Figure IV.8 Importation des données météorologiques

c- Définir les paramètres du champ :

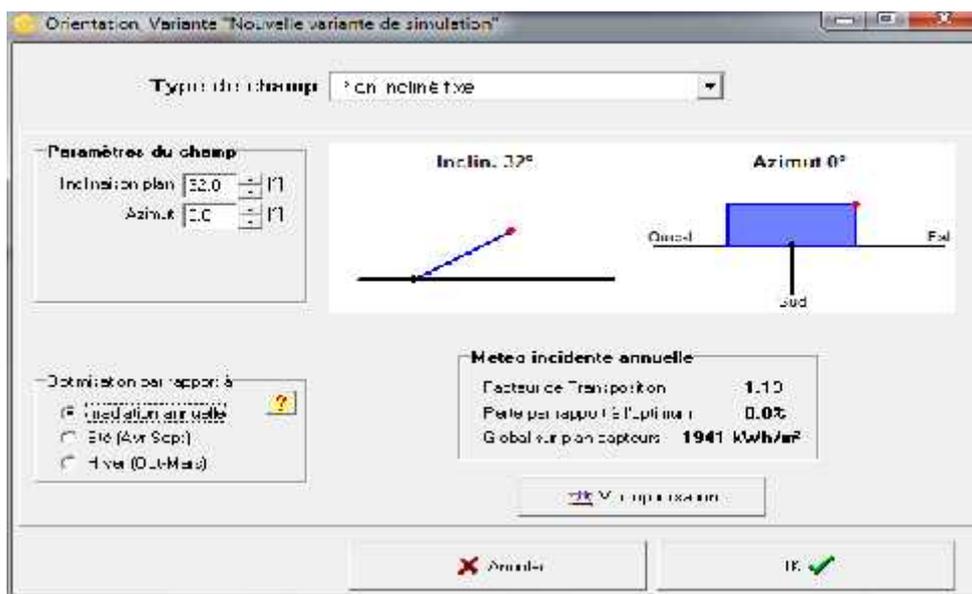


Figure IV.9 Définition d'inclinaison optimale annuelle

d- Définir les charges de la journée :

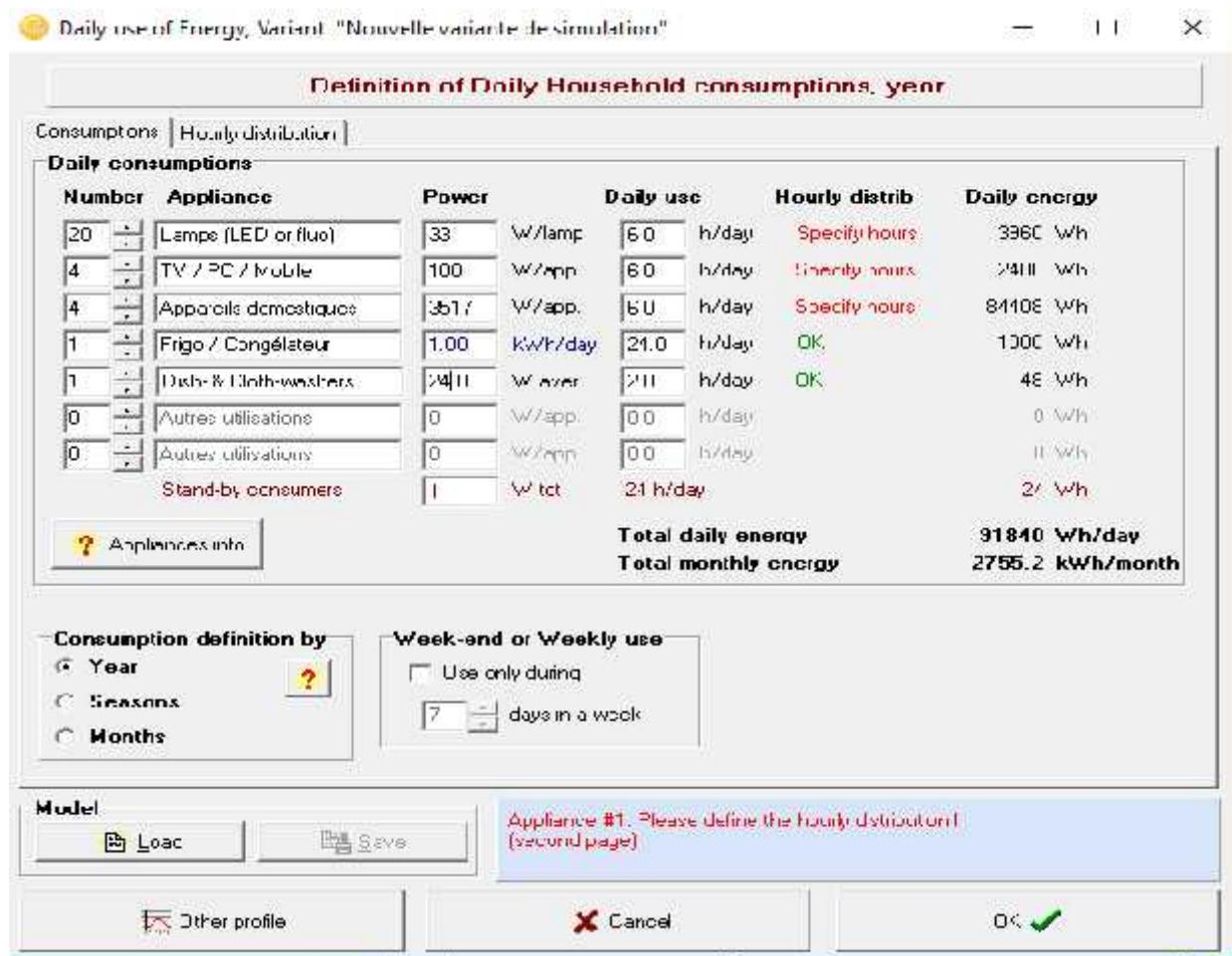


Figure IV.10 Définition des charges

e - Spécifications des modèles de batterie et ses types d'installation:

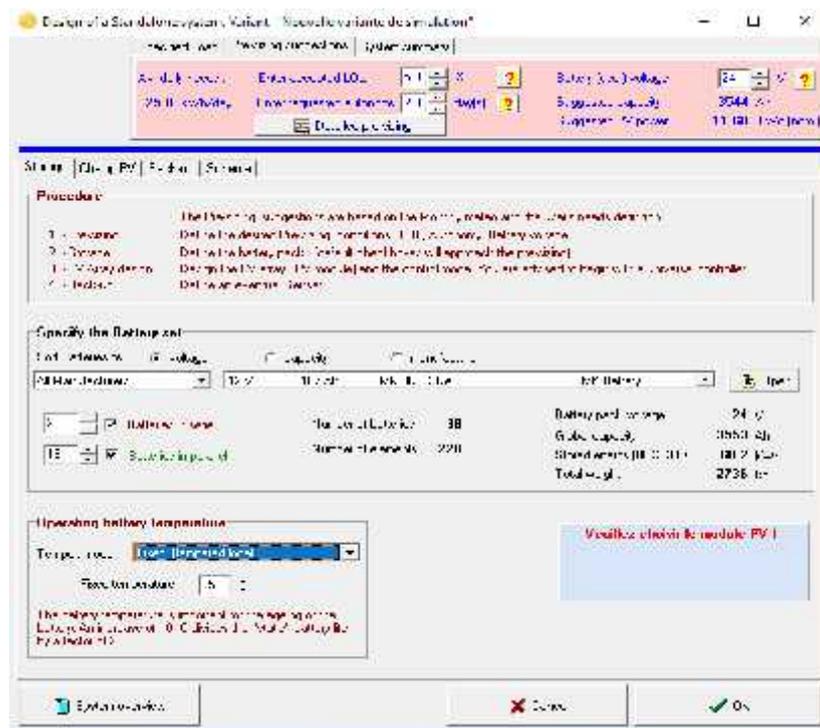


Figure IV.11 Le choix des batteries et de l'autonomie

f- le choix des panneaux photovoltaïque :

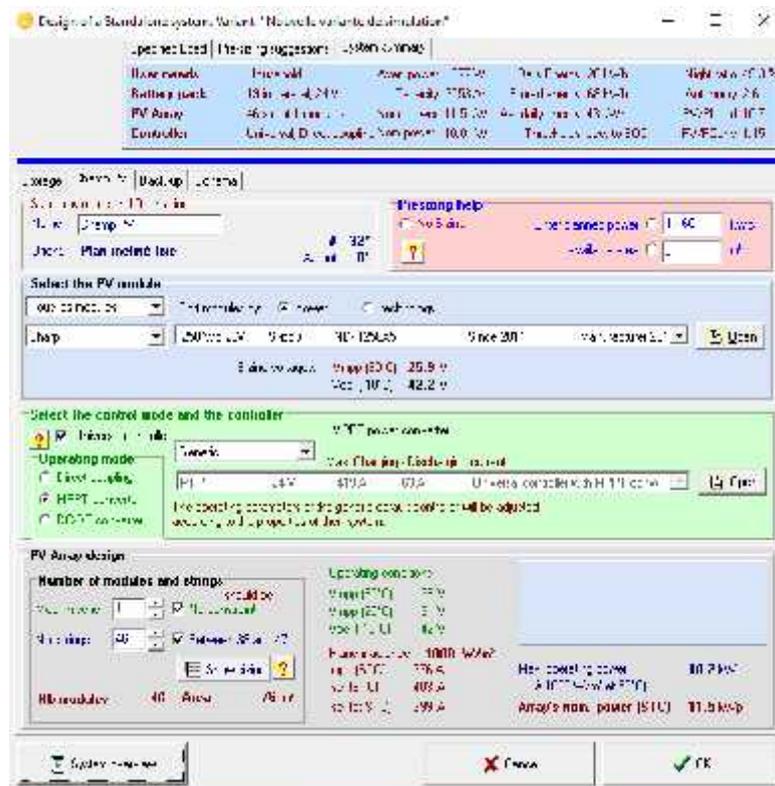


Figure IV.12 Le choix des Modules

g - Schéma d'installation

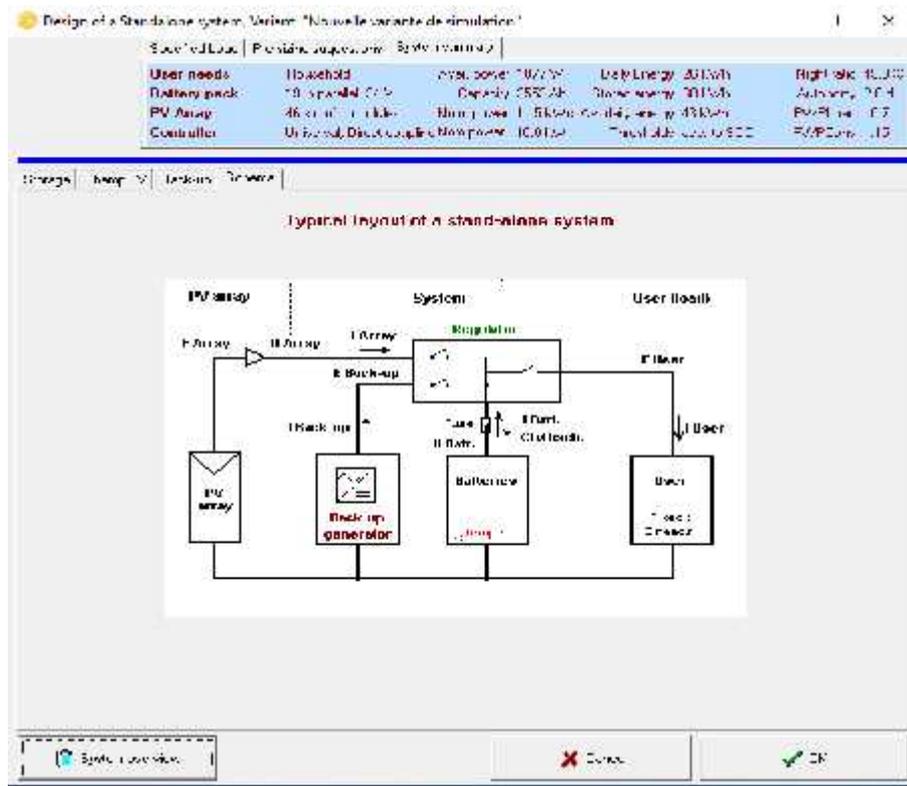


Figure IV.13 Schéma d'installation

4-7-3- le rapport de simulation

dans notre cas d'études en utilise logiciel **PVSYST** pour estimer précisément la production photovoltaïque d'un générateur et dimensionner l'ensemble des composants du système : panneaux, onduleurs, câblage , batterie .

Système isolé avec batteries: Besoins de l'utilisateur

Projet : **BLIDA MAISON**

Variante de simulation : **Nouvelle variante de simulation**

Principaux paramètres système	Type de système	Isolé avec batteries		
Orientation plan capteurs	inclinaison	32°	azimut	0°
Modules PV	Modèle	ND-R250A5	Prom	250 Wc
Champ PV	Nombre de modules	124	Prom tota	31.0 kWc
Batterie	Modèle	MK 8G8D Gel	Technologie	cellée AGM
batteries	Nombre d'unités	48	Tension / Capacité	96 V / 1122 Ah
Besoins de l'utilisateur	Consomm. domestique	Constants sur l'année	global	33.9 MWh/an

Consomm. domestique, Constants sur l'année, moyenne = 93 kWh/jr

Valeurs annuelles

	Nombre	Puissance	Utilisation	Energie
Lamps (LED or fluo)	20	33 W/lampe	6 h/jour	3960 Wh/jour
TV / PC / Mobile	4	100 W/app	6 h/jour	2400 Wh/jour
Appareils domestiques	4	3517 W/app	6 h/jour	84408 Wh/jour
Frigo / Congélateur	1		24 Wh/jour	1001 Wh/jour
Dish- & Cloth-washers	1		2 Wh/jour	1000 Wh/jour
Consomm. de veille			24 h/jour	24 Wh/jour
Energie journalière totale				92793 Wh/jour

Système isolé avec batteries: Résultats principaux

Projet : BLIDA MAISON

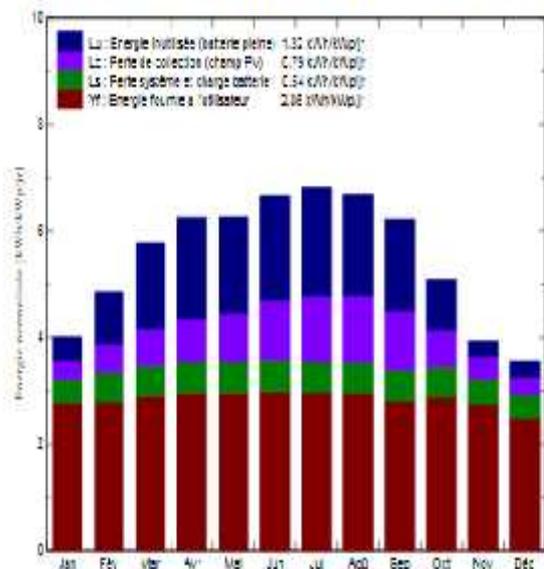
Variante de simulation : Nouvelle variante de simulation

Principaux paramètres système		Type de système	Isolé avec batteries	
Orientation plan capteurs		inclinaison	32°	azimut 0°
Modules PV		Modèle	ND-R250A5	Pnom 250 Wc
Champ PV		Nombre de modules	124	Pnom total 31.0 kWc
Batterie		Modèle	MK 8GSD Gel	Technologie cellée, AGM
batteries		Nombre d'unités	48	Tension / Capacité 96 V / 1122 Ah
Besoins de l'utilisateur	Consomm. domestique	Constants sur l'année	global	33.9 MWh/an

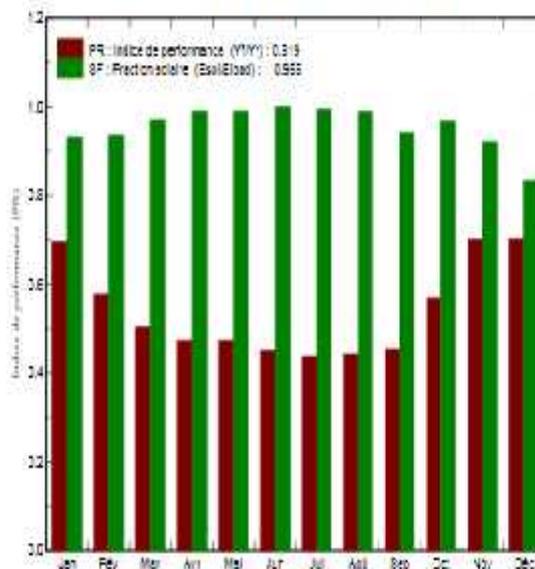
Principaux résultats de la simulation

Production du système	Energie disponible	51.86 MWh/an	Productible	1673 kWh/kWc/an
	Energie utilisée	32.36 MWh/an	En excès (utilisée)	14.96 MWh/an
Besoins non satisfaits	Indice de performance (PR)	51.9 %	Fraction solaire (SF)	95.5 %
	Fraction du temps	8.3 %	Energie manquante	1.51 MWh/an

Productions normalisées (par kWp installé): Puissance nominale 31.0 kWc

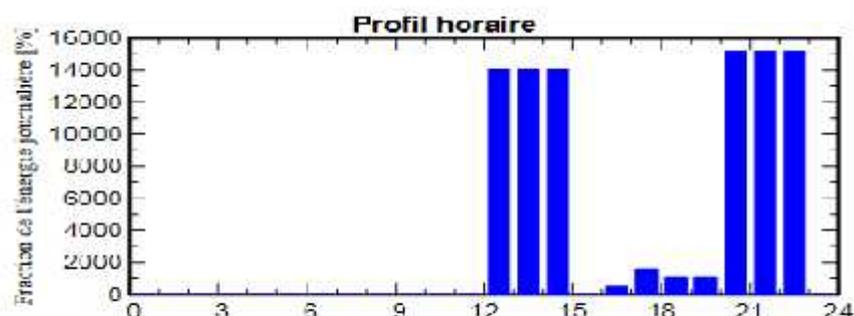


Indice de performance (PR) et Fraction solaire (SF)



Graphe :production normalisé

graphe :indice de performance



Nouvelle variante de simulation
Bilans et résultats principaux

	GlobHor kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	E Avail MWh	EUnused MWh	E Miss MWh	E User MWh	E Load MWh	SoIFrac
Janvier	79.7	120.8	3.384	0.424	0.198	2.578	2.877	0.831
Fevrier	97.2	132.4	3.643	0.650	0.137	2.431	2.588	0.938
Mars	145.1	174.2	4.737	1.539	0.036	2.791	2.877	0.970
Avril	174.0	182.5	4.938	1.788	0.028	2.755	2.784	0.990
Mai	201.8	188.4	5.013	1.743	0.029	2.348	2.877	0.990
Juin	217.8	193.5	5.008	1.213	0.030	2.784	2.784	1.000
Juillet	225.1	205.0	5.218	1.644	0.016	2.381	2.877	0.995
Août	201.8	201.2	5.074	1.809	0.031	2.345	2.877	0.989
Septembre	160.2	181.8	4.627	1.603	0.130	2.321	2.784	0.941
Octobre	118.4	153.5	4.086	0.608	0.094	2.782	2.877	0.967
Novembre	80.7	114.8	3.151	0.277	0.222	2.562	2.784	0.920
Décembre	69.1	107.1	2.979	0.285	0.478	2.398	2.877	0.834
Année	1773.3	1955.3	51.857	14.964	1.512	32.357	33.889	0.955

Légendes:	GlobHor	Irradiation globale horizontale	E Miss	Energie manquante
	GlobEff	Global "effectif", corr. pour IAM et ombrages	E User	Energie fournie à l'utilisateur
	E Avail	Energie solaire disponible	E Load	Besoin d'énergie de l'utilisateur
	EUnused	Energie inutilisée (batterie chargée)	SoIFrac	Fraction solaire (Eutile / Ebesoin)

Tableau : bilan et résultats principaux

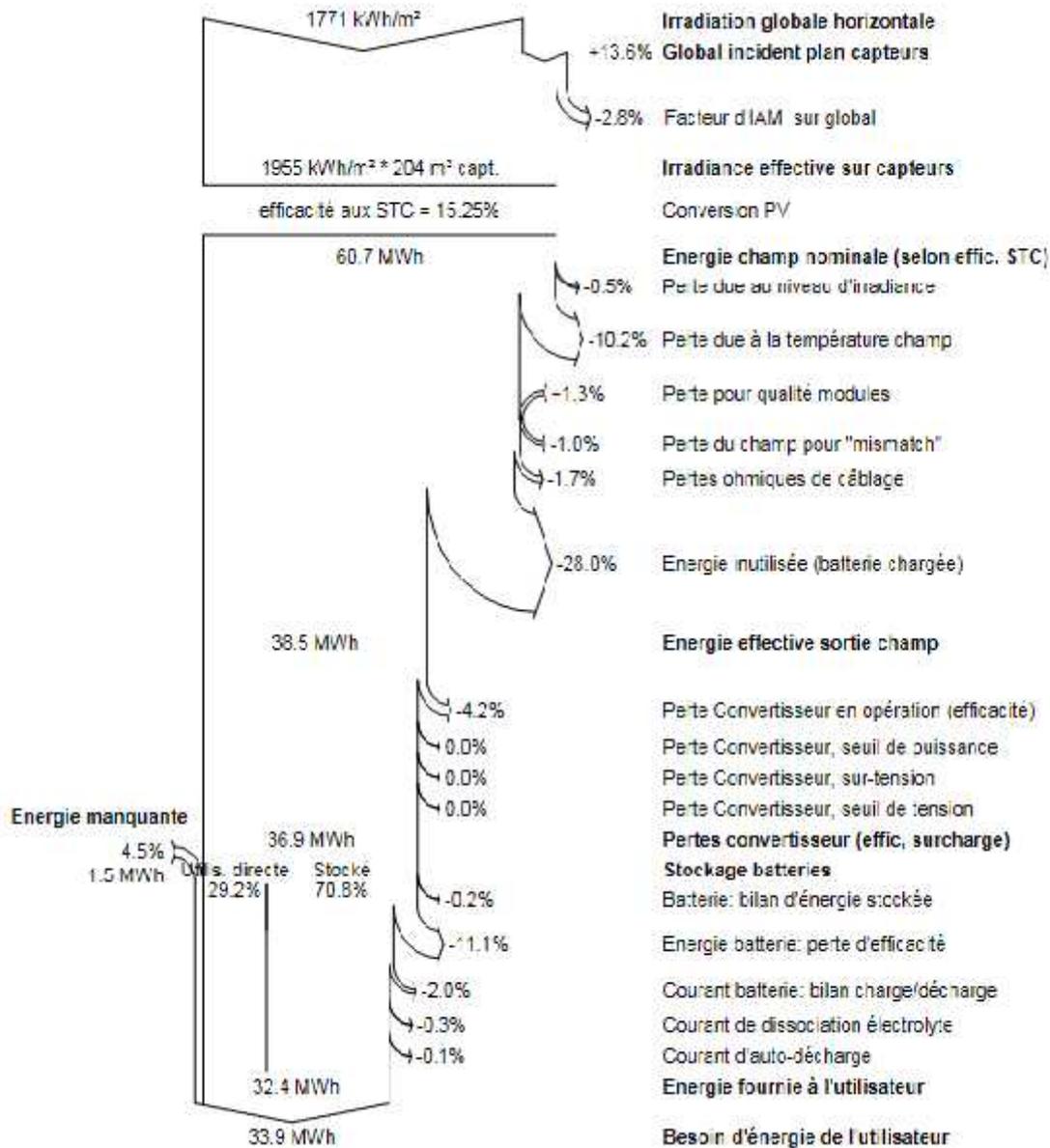


Figure IV.14 Diagramme de perte sur l'année entière

4- 7-4 .Conclusion

Grace à notre proposition d'intégrer un isolant thermique (polystyrène expansé) solution passive on a pu minimiser les besoins en climatisation par 55% en période estivale et on a également réduit les besoins en chauffage en période hivernale par 65% ce qui nous fait une énorme économie d'énergie consommer par ce logement

Grace a notre dimensionnement d'un générateur photovoltaïque(solution active)on peut éliminer a 100% de l'énergie journalière consommer dans le bâtiment pour la climatisation avec une autonomie d'une journée.

Conclusion général

L'Algérie dispose de plusieurs potentiels énergétiques parmi lesquels nous citons l'énergie solaire, une énergie peu coûteuse qui consiste à utiliser l'énergie émise par le soleil intervenant comme substitut à l'énergie fossile.

Notre travail s'est inscrit dans l'efficacité énergétique d'une villa (habitat individuelle) sous le titre d'étude thermique d'une maison individuelle à Blida

À travers notre étude, nous avons essayé d'intégrer des systèmes passifs et actifs dans le logement afin que ce dernier soit rentable aux besoins énergétiques durant toute l'année tout en réduisant la consommation de l'énergie fossile.

Dans la première étape, Notre étude a commencé par la présentation des plans d'études de cette villa (composants des parois, ses résistances thermiques, les occupants...) et les données climatologiques de notre site dans la ville de Blida

Dans la deuxième étape de notre étude, nous avons étudié le comportement thermique du logement à travers les différentes zones grâce au logiciel pléiade+comfie. Nous avons fait les simulations pour identifier les besoins de climatisation (période estivale) et les besoins en chauffage (période hivernale), et après notre simulation thermique dynamique on a trouvé des besoins énergétiques assez importants. Afin d'améliorer les conditions du confort thermique à l'intérieur de cette maison. Nous avons commencé par proposer des solutions passives en termes d'isolation et des solutions actives en termes d'intégrer des panneaux photovoltaïques.

Dans la troisième étape de notre étude, nous avons proposé une intégration de deux systèmes proposés ci-dessous :

- Un isolant thermique pour limiter les échanges de chaleur grâce à sa faible conductivité thermique ce qui nous a économisé environ 55 % des besoins en climatisation en période estivale et 65% des besoins de chauffage en période hivernale
- Un générateur photovoltaïque avec une surface de captation de 204 m² ce qui fait une satisfaction de 100% avec une autonomie d'une journée.

D'après les résultats obtenus, on conclure qu'après l'intégration de ces systèmes, qu'on peut améliorer le taux de couverture et par conséquent réduire la consommation en énergie.

Notre étude nous a permis d'atteindre les objectifs suivants :

-L'étude du comportement thermique dynamique du logement à l'aide d'un logiciel (STD), qui a permis d'identifier les besoins pour assurer le confort.

-Réduction de la consommation énergétique en utilisant le premier système et obtenir un taux de réduction de 55 % en climatisation en période estivale et de 65% pour le chauffage pour le cas le plus défavorable.

-Une couverture journalière de 100 % des besoins énergétiques avec une autonomie d'une journée des occupants avec l'intégration d'un système actif de type photovoltaïque.

-Enfin, nous voulons attirer l'attention des responsables sur l'importance de la question du confort et de la consommation énergétique dans le secteur de l'habitat , Car notre politique envers ce secteur doit être revue et corrigée en intégrant de nouvelles données d'ordre qualitatif ; confort thermique, visuel, acoustique et l'esthétique, et d'ordre environnemental ; la réduction de la consommation énergétique liée au chauffage et à la climatisation, par l'intégration des énergies renouvelables dans l'habitat et l'utilisation des matériaux les plus appropriés.

Liste Des Figures

CHAPITRE 01

- Figure .1: Les pertes thermiques du corps humain dépendent de six (6) paramètres.....
- Figure I.2 : La température de confort dépend de la température de l'air et de la température des parois.....
- Figure I.3: : Températures de confort pour différentes vitesses relatives de l'air.....
- Figure I.4: Gains de chaleur internes.
- Figure I.5: Les principes de confort d'été.....
- Figure I.6: Stratégie de construction durable.....
- Figure I. 7 : Les pourcentages de rayonnement intercepté par une surface en fonction de l'angle d'incidence.....
- Figure I.8 : Les déperditions thermiques en fonction du périmètre de la maison
- Figure I.9: distribution des espaces intérieures
- Figure I.10 : Types de ventilation
- Figure I.11: Les différents types de protection solaire.....
- Figure I.12: L'inertie thermique selon le type de paroi utilisée
- Figure I.13 : déperditions thermiques dans le bâtiments
- Figure I.14 : Les procédés d'isolation

CHAPITRE 2

- Figure II.1 : Classification du climat en Algérie
- Figure II .2 : Position de la wilaya de Blida.....
- Figure II.3. Température journalière.
- Figure II.4.Localisation du site d'intervention
- Figure II.5 Plan RDC.....
- Figure II.6.. PLAN R+1.....

CHAPITRE 03

Figure. III.1 : interface de pléiade	
Figure. III.2: interface de Alcyone.....	
Figure. III.3: Procédures d'injection des données sur PLÉIADE.....	
Figure. III.4: Interface du logiciel Pvsyst	
Figure. III.5: Le plan en 3D sur ALCYONE	
Figure. III.6: Le plan de RDC en 2 D sur ALCYONE	
Figure. III.7: Le plan de 1er Etage en 2 D sur ALCYONE	
Figure. III.8: Scénario de ventilation en hiver.	
Figure. III.9. Scénario de ventilation en été	
Figure. III.10. Scénario de thermostat en été.....	
Figure. III.11: Scénario de thermostat en hiver.....	
Figure. III.12 :Puissance Dissipée 1ere zone.....	
Figure. III.13 :Puissance Dissipée 2eme zone.....	
Figure. III.14 :Puissance Dissipée 3eme zone.....	
Figure. III.15 :Puissance Dissipée 4eme zone.....	
Figure. III.16 : Occupation de la zone de confort 01.....	
Figure. III.17 : Occupation de la zone de confort 02.....	
Figure. III.18 : Occupation de la zone de confort 03.....	
Figure. III.19 : Occupation de la zone de confort 04.....	

Figure. III.15 : Puissance Dissipée Zone03.
Figure. III.16 : Puissance Dissipée Zone04.
Figure. III.17: Occupation de la zone de confort 01
Figure. III.18 :Occupation de Salle de conférence.....

CHAPITRE 04

Figure IV.1: isolant thermique
Figure IV.2: Principe de la Photovoltaïque	
Figure IV.3 Aperçu du pourcentage reçu par un générateur qui n'est pas idéalement orienté	
Figure IV.4 La manière dont les éléments viennent s'emboîter les uns aux autres.	
Figure IV.5 Modèle de structure proposé	
Figure IV.6 Interface d'accueil de PVsyst V6.43	
Figure IV.7 Création du projet	
Figure IV.8 Importation des données météorologiques	
Figure IV.9 Définition d'inclinaison optimale annuelle	
Figure IV.10 Définition des charges	
Figure IV.11 Le choix des batteries et de l'autonomie	
Figure IV.12 Le choix des Modules	
Figure IV.13 <i>Schéma d'installation</i>	
Figure IV.14 Diagramme de perte sur l'année entière	

Nomenclature

- H_{Gh}**: Irradiation du rayonnement global horizontal.
H_{Dh}: Irradiation du rayonnement diffus horizontal.
H_{Bn}: Irradiation du rayonnement direct normal.
T_a: Température de l'air.
F_f: Vitesse du vent.
R_h: Température de l'air.
S_d: Durée d'insolation.
STD : simulation thermique dynamique
S_{vit} : surface de vitrage considérée en m² ;
E_{sol} : apports surfaciques par un vitrage dus à l'ensoleillement (en W/m²).
Coef_p : coefficient de pondération correspondant au type de vitrage étudié.
S_{paroi} : surface de la paroi considérée (en m²).
K : coefficient de transmission thermique surfacique de la paroi considérée (en W/m². °C).
e_v : écart virtuel de température pour la date et l'heure déterminées.
γ : coefficient de correction
V_{air neuf directe} : débit-volume d'air neuf extérieur pénétrant directement de l'extérieur dans le local (en m³/h)
T_{air neuf} : température de l'air neuf, c'est-à-dire température de base de l'air extérieur (en °C).
T_{amb} : température ambiante (en °C).
X_{air neuf} : humidité absolue de l'air neuf (en g/kg).
X_{amb} : humidité absolue de l'air ambiant (en g/kg).
n : nombre de personnes présentes dans le local.
q_{sens pers} : apports sensibles par personne en W.
q_{sens lat} : apports latentes par personne en W.
S_{local} : surface du local (en m²)
q_{sens éclair} : apports surfaciques de chaleur sensible due à l'éclairage (en W/m²).
n_{equip} : nombre d'équipements d'un certain type dans le local
q_{sens equip} : apports de chaleur sensible en W de l'équipement considéré
q_{lat equip} : apports de chaleur latente en W de l'équipement considéré
R : résistance thermique (en m².K/W).
VMC : La ventilation mécanique contrôlée
BBC : Le bâtiment à basse consommation
GlobHor : Irradiation globale horizontale
GlobEff : Global "effectif", corr. pour IAM et ombrages
E_{Avail} : Energie solaire disponible
E_{Unused} : Energie inutilisée (batterie chargée)
E_{Miss} : Energie manquante
E_{User} : Energie fournie à l'utilisateur
E_{Load} : Besoin d'énergie de l'utilisateur
SolFrac : Fraction solaire (Eutile / Ebesoin)

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

(Dli)i (en W/°C) représente les déperditions à travers les liaisons,

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

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

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

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

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

APRUE : L'Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie.

DTR : Document technique réglementaire.

DV : Double vitrage

EnR : Énergies renouvelables

HPE : bâtiment a haute performance énergétique.

STD : Simulation thermique dynamique.

SV: simple vitrage