



MEMOIRE

Présenté au DEPARTEMENT des ENERGIES RENOUVELABLES

Par : Meziane Brahim

Pour l'obtention du diplôme de :

MASTER EN ENERGIES RENOUVELABLES

OPTION : Energie Renouvelable et habitat Bioclimatique

THEME

*Diagnostic d'un bâtiment et propositions de solutions
pour la réduction de la consommation d'énergie.*

Soutenu le : 21-06-2017

Devant le jury composé de :

Semmar.D	Professeur à Université de Blida1	Président
Lafri.D	MAA	Examineur
Guebli.L	MAB	Examinatrice
Hamid.A	Professeur à Université de Blida1	Promoteur

ملخص

يهدف هذا العمل إلى دراسة واحدة من خطوط تطبيق كفاءة استخدام الطاقة في المبنى في هذه الحالة دمج الطاقة المتجددة في المبنى. كما يعتبر بناء مستهلكا رئيسيا للطاقة والباحثين في هذه المجالات يعملون على إيجاد حلول للحد من استهلاك الطاقة وخاصة في وسائل تدفئة وتبريد المبنى.

استخدام الطاقة الشمسية هي واحدة من خطوط الأولوية للبحث في الجزائر، والتي لديها إمكانات شمسية كبيرة. في هذا السياق، ويأخذ لدينا مبنى التشخيص دراسة واقتراح الحلول للحد من استهلاك الطاقة لمقر سونلغاز تيقزيرت الواقعة في ولاية تيزي وزو.

هذه الدراسة انجزت بواسطة البرنامج PLEIAD+COMFIE. هذه الدراسة سمحت محاكاة الحرارية الديناميكية لدراسة السلوك الحراري للمبنى واستدلال على الحاجة إلى التدفئة وتكييف الهواء، مع الأخذ بعين الاعتبار جميع المعلمات ذات الصلة من هذا الحساب: الهندسة المعمارية للمبنى والمناخ الخارجي والمعلمة إشغال المبنى.

النتائج المستخلصة تلخص نتائج السلوك الحراري لجميع المناطق التي تشكل مقعد. في نهاية هذا العمل، تم وضع تصميم نظام الضوئية بواسطة برنامج PVSyst6.43 بمساحة جمع من 275m^2 والعزل الخارجي من الجدران والسقف مع CM 10 من البوليسترين، جديدة التهوية، واستبدال واجهة شمال في الزجاج المزوج مع سيناريوهات مختلفة الاحتجاب.

Résumé

Ce travail a pour objectif l'étude de l'un des axes d'application de l'efficacité énergétique dans le bâtiment en l'occurrence l'intégration des énergies renouvelables dans le bâtiment. Comme le bâtiment est considéré comme un grand consommateur d'énergie, les chercheurs dans ces domaines œuvrent pour trouver des solutions pour réduire la consommation d'énergie surtout dans les modes de chauffage et de climatisation du bâtiment.

L'utilisation de l'énergie solaire est l'un des axes prioritaires de recherche en Algérie, laquelle dispose d'un gisement solaire important. Dans ce cadre, intervient notre étude de diagnostic du bâtiment et proposition des solutions pour réduire la consommation de l'énergie pour le siège de SONELGAZ situé à Tizirt dans la wilaya de Tizi-ouzou.

L'étude a été faite à partir du logiciel PLEIAD+COMFIE. Celui-ci a, en effet, permis la simulation thermique dynamique pour étudier le comportement thermique du bâtiment et déduire les besoins en chauffage et en climatisation en tenant compte de tous les paramètres influents sur ce calcul : architecture du bâtiment, climat extérieur et le paramètre d'occupation du bâtiment.

Les résultats obtenus résumant le comportement thermique de toutes les zones constituant le siège.

Au terme de ce travail, un dimensionnement d'une installation photovoltaïque a été élaboré par le logiciel PVsyst6.43 avec une surface de captation de 75m², une isolation par l'extérieur des murs et de la toiture avec 10cm du polystyrène extrudé, une nouvelle ventilation, et un remplacement de la façade nord en double vitrage avec différents scénarios d'occultations.

Abstract

This work aims to study one of the axes of application of energy efficiency in the building industry, in this case the integration of renewable energies in the building. As the building is considered a major energy consumer, researchers in these areas are working to find solutions to reduce energy consumption especially in the heating and cooling systems of the building.

The use of solar energy is one of the priority axes of research in Algeria, which has an important solar field. In this context, we carry out our diagnostic study of the building and propose solutions to reduce the energy consumption for SONELGAZ headquarters located in Tizirt in the wilaya of Tizi-ouzou.

The study is based on the PLEIAD + COMFIE software. The latter allowed dynamic thermal simulation to study the thermal behavior of the building and to deduce the heating and cooling requirements taking into account all parameters influencing this calculation: building architecture, external climate and parameter Occupancy of the building.

The results obtained summarize the thermal behavior of all the zones constituting the seat.

At the end of this work, a photovoltaic installation was developed by the PVsyst6.43 software with a collecting surface of 75m², insulation by the outside of the walls and roof with 10cm of extruded polystyrene, a new Ventilation, and a replacement of the north facade in double glazing with different scenarios of occultations.

Table des matières

Introduction generale.....	1
CHAPITRE 01 : GENERALITE ET ETAT DE L'ART	
1.1 : Introduction.....	3
1.2 : Le diagnostic performance énergétique.....	3
1.2.1 : Points contrôlés lors de la réalisation d'un DPE.....	4
1.3 : Applications de l'énergétique du bâtiment.....	4
1.4 : Le bâtiment devrait être confortable.....	5
1.4.1 : Le confort thermique.....	6
1.4.2 : Différents facteurs agissant sur le confort thermique.....	7
1.5 : Les phénomènes de conduction, convection et rayonnement.....	10
1.5.1 : La conduction.....	11
1.5.2 : La convection.....	11
1.5.3 : Le rayonnement.....	11
1.5.4 : le flux thermique : ϕ	11
1.5.5 :La conductivité thermique : λ	12
1.5.6 :La résistance thermique($R=1/K$) ou coefficient de conductance (K)	12
1.6 Les déperditions thermiques.....	13
1.6.1 :Déperditions surfaciques par transmission.....	13
1.6.2 :Déperditions linéique	13
1.6.3 :Déperditions par renouvellement d'air.....	13
1.7 :Inertie thermique.....	14
1.7.1Les principales caractéristiques de l'inertie thermique sont	14
1.8 :Les ponts thermiques.....	15
1.8.1 : Les ponts thermiques intégrés :	16
1.8.2 : Les Ponts thermiques de liaison structurels.....	16
1.9 : Les besoins de l'occupant.....	17
1.10 : Conclusion.....	18
1.11 : Etat de l'art.....	19
CHAPITRE 02 : PRESENTATION DU PROJET CAS D'ETUDES	
2.1 Introduction	22
2.2 Présentation da La ville Tigzirt.....	22

2.3 donnée climatique de la ville de Tizirt.....	23
2.4 Détail de ressource solaire.....	23
2.5 Présentation du projet	26
2.5.1 Heures de fonctionnement	26
2.6 Description du bâtiment	27
2.6.1 Présentation des plans.....	27
2.6.2 Caractéristiques du cas d'études	28
Tableau 2 les composants des différentes parois.....	28
2.6.3 Types d'ouverture	29
2.7 Conclusion	29
CHAPITRE 03 : MODELISATION	
3.1 Etude thermique de l'exemple à l'aide d'un logiciel.....	31
3.2 Présentation du logiciel	31
3.3 Processus d'application des logiciels	31
3.3.1 Sous logiciel météoforme7.....	31
3.3.2 Choix du format du fichier	32
3.4 Sous PLEIADES.....	33
➤ Composition des éléments constructifs.....	33
➤ Insertion des ouvrants	34
➤ Identification de la station météorologique	34
3.5 Sous Alcyon	35
➤ Définition des paramètres constructifs sous Alcyon	35
3.6 Modélisation de la première zone d'étude	35
➤ Dessin du plan sous Alcyon 1.0.....	35
3.7 Exporter vers pléiades	37
➤ Sous pléiades	37
➤ Définition des scénarios de fonctionnement	37
➤ Intégration des scénarios	43
➤ Lancement de la simulation	43
CHAPITRE 04 : INTERPRETATION DES RESULTATS ET PROPOSITION DES RESULTATS	
4.1 Introduction	45

4.2. Simulation sans consigne de thermostat en hiver et en été	45
4.2.1 Scenarios de fonctionnement intégrés	45
4.2.2 Résultats de simulation	45
4.3. Simulation avec consigne de thermostat en hiver et en été	47
4.3.1. Scénarios de fonctionnement intégrés	47
4.4 Proposition des solutions	50
4.4.1 Système d'isolation par l'extérieur	50
Les avantages de l'isolation thermique des murs par l'extérieur (ITE)	50
Les procédés d'isolation par l'extérieur (ITE)	51
Description du polystyrène extrudé	53
Avantages et inconvénients du polystyrène extrudé	54
4.4.2 Scénario de ventilation améliorée	55
4.4.3 Système des volets	56
4.4.4 Façade en double vitrage	59
4.4.5 Résultat global	60
4.4.6 Un système Photovoltaïque	62
Les modules solaires	62
Le système de pose	63
Les onduleurs	64
4.4.6.1 Dimensionnement de notre installation photovoltaïque	65
Présentation du logiciel	65
4.6.2 Rapport	69
4.5 Conclusion	72
Conclusion generale	73

Nomenclature

DTR : document technique règlementaire.

T_e : température air extérieur ($^{\circ}\text{C}$).

T_i : température intérieure ($^{\circ}\text{C}$).

$(D_{si})_i$ (en $\text{W}/^{\circ}\text{C}$) représente les déperditions surfaciques à travers les parties courantes des parois en contact avec l'extérieur.

$(D_{li})_i$ (en $\text{W}/^{\circ}\text{C}$) représente les déperditions à travers les liaisons.

$(D_{lnc})_i$ (en $\text{W}/^{\circ}\text{C}$) représente les déperditions à travers les parois en contact avec les locaux non chauffés.

λ la conductivité thermique ($\text{W}/\text{m}\cdot^{\circ}\text{C}$).

ΔT l'écart de température en ($^{\circ}\text{C}$).

e l'épaisseur de la paroi en (cm).

$1/h_e + 1/h_i$: Somme des coefficients d'échanges superficiels interne et externe en ($\text{m}^2\text{C}/\text{W}$).

$R_i = 1/K_i$: Somme des résistances thermiques en ($\text{m}^2\text{C}/\text{W}$).

K_i : coefficient de transmission surfacique en ($\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{C}$).

S : surface intérieure de la paroi en (m^2) .

$\Delta T = (T_{ri} - T_e)$: Différence de température entre l'intérieure et l'extérieure ($^{\circ}\text{C}$).

k : coefficient d'échange de transmission linéique de la liaison en ($\text{W}/\text{m}\cdot^{\circ}\text{C}$)

L : Longueur intérieure de la liaison en (m).

M : coefficient de perméabilité des ouvrants (portes et fenêtres) en ($\text{m}^3/\text{hm}^2\text{pa}^{2/3}$).

f : coefficient de perméabilité des ouvrants des fentes en ($\text{m}^3/\text{hm}^2\text{pa}^{2/3}$).

A_m : surface des ouvrants (m^2).

l_f : longueurs des fentes(m).

e_m : coefficient d'exposition au vent et au tirage thermique ($\text{pa}^{2/3}$) .

e_i : coefficient d'exposition au seul tirage thermique ($\text{pa}^{2/3}$) du local non chauffé.

a : Diffusivité en (m^2/s) .

λ : Conductivité thermique en ($\text{W}/\text{m}\cdot\text{C}$).

ρ : Masse volumique en (Kg/m^3) .

C : Chaleur spécifique en (kJ/kg).

H_Gh: Irradiation du rayonnement global horizontal (Kwh/m^2).

H_Dh: Irradiation du rayonnement diffus horizontal (Kwh/m^2).

H_Bn: Irradiation du rayonnement direct normal (Kwh/m^2).

Ta:Température de l'air ($^{\circ}\text{C}$).

FF: Vitesse du vent (m/s).

Rh:Température de l'air (%).

SD: Durée d'insolation (h).

DT (en $\text{W}/^{\circ}\text{C}$) représente les déperditions par transmission du logement.

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

Qv (en m^3/h) est le débit spécifique de ventilation.

Qs (en m^3/h) est le débit supplémentaire par infiltrations dues au vent.

Vh (en m^3) désigne le volume habitable.

Qvref (en m^3/h) désigne le débit extrait de référence.

Tam : Température ambiante en ($^{\circ}\text{C}$).

Table des figures

CHAPITRE 01

Figure 1.1: Répartition de la consommation finale par secteur en Algérie (chiffre 2012)	3
Figure 1.2: Classement des bâtiments selon les consommations énergétique	4
Figure 1.3: Évolution des températures dans des bâtiments au cours de l'année	5
Figure 1.4: Le principe de la ventilation	7
Figure 1.5 Descriptif d'un apport solaire.....	10
Figure 1.6: Epaisseur équivalente pour obtenir avec différents matériaux une résistance thermique de $R=2.5 \text{ m}^2.\text{K} /\text{W}$	13
Figure 1.7: Le role de l'inertie thermique	14
Figure 1.8: L'influence des ponts thermiques sur l'habitat	15
Figure 1.9: Les ponts thermiques intégrés	16
Figure 1.10: Les Ponts thermiques de liaison structurels	16
Figure 1.11 Distribution de l'energie dans le batiment.....	17

CHAPITRE 02

Figure 2.1 Localisation de la ville de Tizirt	22
Figure 2.2 Diagramme de variation de température annuelle	24
Figure 2.3 Diagramme de variation de température journalière anuelle	24
Figure 2.4 Diagramme de durée d'insolation	25
Figure 2.5 Diagramme de rayonnement global journalier	25
Figure 2.6 Plan 3D de SONELGAZ TIGZIRT	26
Figure 2.7 Les différents niveaux du bâtiment	27

CHAPITRE 03

Figure 3.1 Façade Meteonorm7 après la définition de site	32
Figure 3.2 Choix du format	32
Figure 3.3 Composition des murs extérieurs (Double murette)	33
Figure 3.4 Composition des murs extérieurs (Vitrage)	33
Figure 3.5 Composition des murs de séparation intérieur	34
Figure 3.6 Identification de la station météorologique sous pleiade	34
Figure 3.7 Insertion des éléments constructifs sous Alcyone	35
Figure 3.8 Plan des zones d'étude Alcyone	36
Figure 3.9 Volumétrie sur Alcyone	37
Figure 3.10 Scénario d'occupation de la Zone une (40 occupants)	38
Figure 3.11 Scénario d'occupation la Zone deux (36 occupants)	38
Figure 3.12 Scénario d'occupation de la zone trois (12 Occupants)	39
Figure 3.13 Scénario de consigne thermostat de Climatisation	39
Figure 3.14 Scénario de consigne thermostat de chauffage	40
Figure 3.15 Scénario de ventilation estivale	40
Figure 3.16 Scénario de ventilation hivernale	41
Figure 3.17 Scénario puissance dissipée de la Zone 1	42
Figure 3.18 Scénario puissance dissipée de la Zone 2	42
Figure 3.19 Scénario puissance dissipée de la Zone 3	43

CHAPITRE 04

Figure 4.1 Résultat de simulation en hiver sans consigne thermostat	45
Figure 4.2 Résultat de simulation en été sans consigne thermostat.....	46
Figure 4.3 Graphe de température des trois zones sans thermostat a la semaine la plus chaude.....	46
Figure 4.4 Graphe de température des trois zones sans thermostat a la semaine la plus froide	47
Figure 4.5 Résultat de simulation en hiver avec consigne thermostat	48
Figure 4.6 Résultat de simulation en été avec consigne thermostat	48
Figure 4.7 Puissance de chauffage dans les trois zones	49
Figure 4.8 Puissance de climatisation dans les trois zones	49
Figure 4.9 Les différents rôles de l'ITE.....	51
Figure 4.10 Système de pose collée.....	52
Figure 4.11 Système de pose calée-chevillée.....	52
Figure 4.12 Exemple modèle de polystyrène extrudé	53
Figure 4.13 Histogramme de comparaison des besoins énergétique du bâtiment avec et sans Isolation.....	54
Figure 4.14 Scenario de ventilation estivale	55
Figure 4.15 Scenario de ventilation hivernale	55
Figure 4.16 Histogramme de comparaison des besoins énergétique du bâtiment avec et sans ventilation amélioré	56
Figure 4.17 Modèle de volet occultant	56
Figure 4.18 Scenario d'occultation estivale	57
Figure 4.19 Scenario d'occultation hivernale	57
Figure 4.20 Histogramme de comparaison des besoins énergétique du bâtiment avec et sans occultation.....	58
Figure 4.21 Composition de la paroi en double vitrage	59
Figure 4.22 Histogramme de comparaison des besoins énergétique du bâtiment avec et sans double vitrage	59
Figure 4.23 Courbe de variation de la température avant et après l'amélioration en été	60
Figure 4.24 Courbe de variation de la température avant et après l'amélioration en hiver	61
Figure 4.25 Histogramme des besoins énergétiques avant et après l'amélioration du bâtiment.....	61
Figure 4.26 Principe de la Photovoltaïque.....	62
Figure 4.27 Aperçu du pourcentage reçu par un générateur qui n'est pas idéalement orienté.....	63
Figure 4.28 La manière dont les éléments viennent s'emboîter les uns aux autres.....	64
Figure 4.29 Modèle de structure proposé.....	65
Figure 4.30 Interface d'accueil de PVsyst V6.43.....	65
Figure 4.31 Création du projet.....	66
Figure 4.32 Importation des données météorologiques.....	66
Figure 4.33 Définition d'inclinaison optimal annuelle.....	67

Figure 4.34 Définition des charges.....	67
Figure 4.35 Le choix des batteries et de l'autonomie.....	68
Figure 4.36 Le choix des Modules.....	68
Figure 4.37 Schéma d'installation.....	69
Figure 4.38 Tableau et profil de charge journalière.....	70
Figure 4.39 Les différents productions et les indices de performances.....	70
Figure 4.40 Diagramme des pertes sur l'année entière	71

Liste des tableaux

Tableau 2.1 Donnée d'irradiation solaire de la ville de Tizirt.....	23
Tableau 2.2 les composants des différentes parois.....	28
Tableau 3.3 Les charges journalière du bâtiment.....	41

CHAPITRE 1 : GENERALITES ET ETAT DE L'ART

1.1 : Introduction

Entre 2000 et 2012, la consommation finale du secteur des bâtiments tertiaires a progressé annuellement de 7.1%/an. Ce sont l'électricité, le gaz naturel, le GPL et le gasoil qui ont contribué à cette évolution avec des taux respectifs de 7.6%; 8.7%; 1.4%; 8%. Une forte demande d'électricité est à prévoir en raison des perspectives de développement de ce secteur. En ce qui concerne l'analyse de la consommation d'électricité par usages, l'éclairage et le froid totalisent 90%. Le chauffage et la cuisson représentent 60% de la consommation du GN.

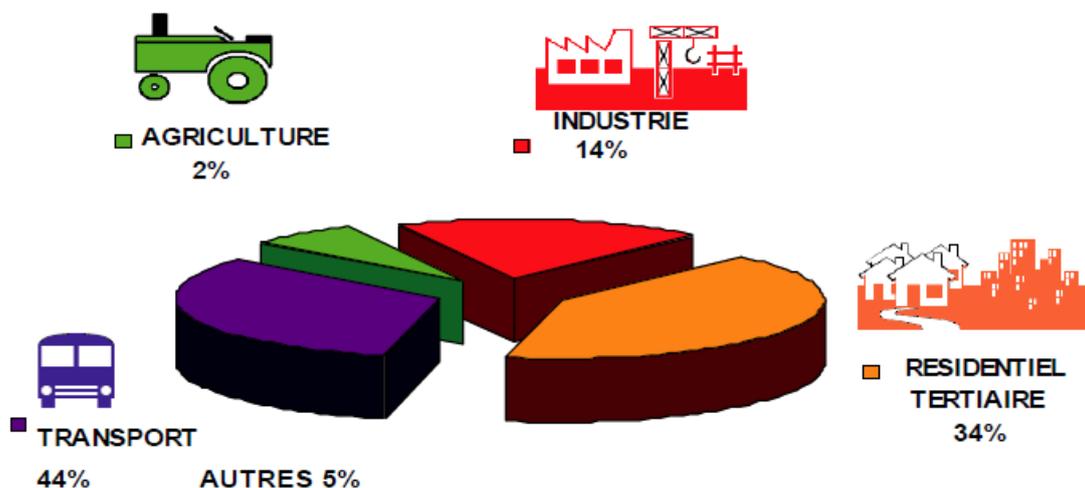


Figure 1.1: Répartition de la consommation finale par secteur en Algérie (chiffre 2012)

La répartition de la consommation du tertiaire par produit montre que l'électricité est prédominante. Cela s'explique par l'introduction massive des équipements de chauffage et de climatisation et la généralisation de l'utilisation des matériels bureautiques et informatiques.

1.2 : Le diagnostic performance énergétique

Le diagnostic DPE est destiné à informer les potentiels acquéreurs ou locataires d'un bien immobilier sur sa consommation énergétique et son taux d'émission de gaz à effet de serre.

Réalisé par un professionnel indépendant, le diagnostic immobilier de performance énergétique prend place au sein du dossier des diagnostics techniques indispensables à chaque transaction d'un bien immobilier. Livrant une estimation de la consommation d'énergie du logement, le diagnostic DPE permet en outre de dresser un classement des biens immobiliers dans ce domaine grâce à une étiquette, semblable à celles déjà en vigueur pour les appareils

CHAPITRE 1 : GENERALITES ET ETAT DE L'ART

ménagers, qui affiche le potentiel énergétique du logement. Une autre estimera son impact sur l'effet de serre.

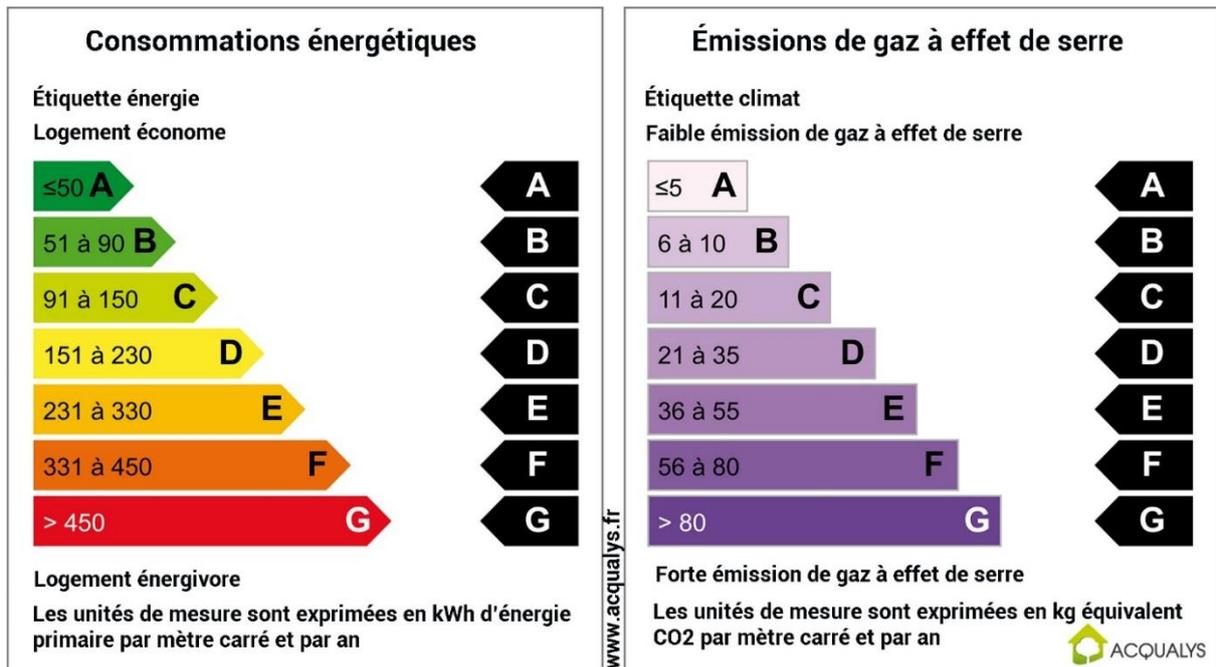


Figure 1.2: Classement des bâtiments selon les consommations énergétiques

1.2.1 : Points contrôlés lors de la réalisation d'un DPE

Un diagnostic immobilier de performance énergétique doit permettre d'évaluer :

- Les caractéristiques du logement ainsi que le descriptif des équipements techniques.
- Le bon état des systèmes de chauffage fixes et de climatisation.
- La valeur isolante du bien immobilier.
- La consommation d'énergie, l'émission de gaz à effet de serre.

1.3 : Applications de l'énergétique du bâtiment

Pour limiter la consommation d'énergie à des valeurs raisonnables, il est nécessaire de savoir où agir. Il faut donc pouvoir prédire les flux d'énergie dans le bâtiment, afin d'agir là où les mesures d'économie d'énergie seront les plus efficaces et les mieux à même d'offrir un confort élevé.

La connaissance des flux d'énergie au travers d'un bâtiment est nécessaire à la prise de décisions ou à la planification de travaux, notamment pour les tâches suivantes :

- Tenir compte de tous les critères voulus dans le choix de stratégies possibles lors de rénovation ou de construction d'ensemble d'immeubles. Parmi les critères à envisager,

CHAPITRE 1 : GENERALITES ET ETAT DE L'ART

il y a non seulement le coût, l'esthétique ou l'habitabilité, mais aussi la consommation d'énergie.

- dimensionner correctement les installations énergétiques, en calculant la puissance de pointe minimum nécessaire ;
- prévoir la consommation annuelle et la minimiser en choisissant la variante la plus économique globalement, tout en tenant compte du confort et des contraintes architecturales.

Diminuer la consommation d'énergie primaire en minimisant tous ces flux, en les faisant passer aux bons endroits et en captant au mieux la chaleur de l'environnement (énergie solaire, pompes à chaleur) est un problème où la physique a déjà apporté des solutions et qui continue à être étudié. Les solutions à ce problème particulier peuvent entraîner des problèmes ailleurs, et en tous cas ont une influence sur les diverses caractéristiques du bâtiment. De ce fait, il ne faut pas se restreindre à des examens sectoriels pour résoudre des problèmes dans le bâtiment, mais toujours envisager toutes les conséquences d'une modification.

Le but premier de cette partie est de présenter des modèles physiques du bâtiment, de ses installations et des occupants, permettant de mieux comprendre l'écoulement des flux d'énergie au travers du bâtiment [1].

1.4 : Le bâtiment devrait être confortable

Un bâtiment devrait assurer, sans aucune consommation d'énergie, un confort au moins équivalent à celui régnant à l'extérieur.

S'il est bien conçu et construit, il peut fournir un confort nettement supérieur (courbe A de la figure 3) Un tel bâtiment ne surchauffe pas ou peu en été et profite des gains solaires pendant les périodes froides, pour raccourcir la saison de chauffage.

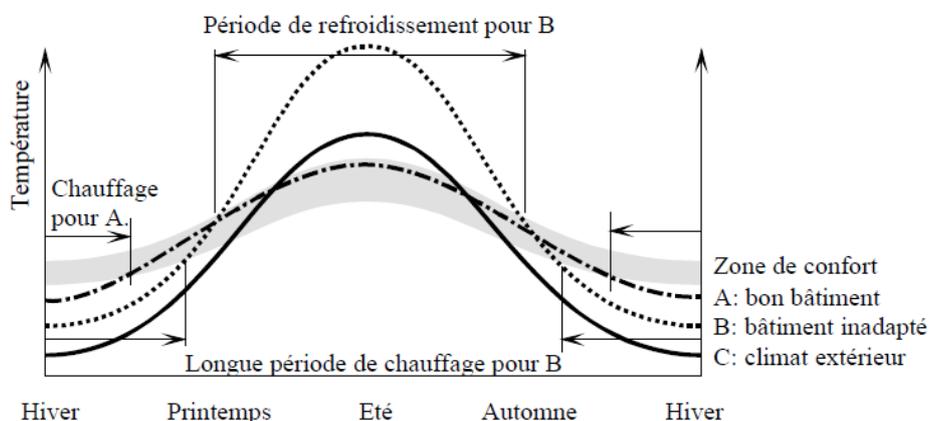


Figure 1.3: Évolution des températures dans des bâtiments au cours de l'année

CHAPITRE 1 : GENERALITES ET ETAT DE L'ART

1.4.1 : Le confort thermique

Le confort thermique est une sensation liée à la chaleur qui est propre à chacun. En hiver, un bon confort thermique doit garantir une sensation suffisante de chaleur. En été, il doit limiter cette chaleur pour éviter les surchauffes. Quels sont les différents critères qui influencent ce confort thermique et comment obtenir un «bon» confort thermique ? Voici quelques éléments de réponses [2].

- La température ambiante (ou de consigne)
- La température des parois
- Le mode chauffage
- Les mouvements d'air
- L'occupant
- Réponses à vos questions

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

Conditions thermiques :	Température de l'air Sources de rayonnement (radiateurs, poêles, soleil) Température des surfaces environnantes Perméabilité thermique des surfaces en contact avec le corps
Qualité de l'air :	Vitesse relative de l'air par rapport au sujet Humidité relative de l'air Pureté ou pollution de l'air, odeurs
Acoustique :	Niveau de bruit, nuisance acoustique Temps de réverbération (durée d'écho)
Visuel :	Éclairage naturel et artificiel Couleurs Volumen intérieur et distribution des volumes
Autres influences :	Degré d'occupation des locaux "Ambiance" ...Etc.

1.4.2 : Différents facteurs agissant sur le confort thermique

1.4.2.1 : L'orientation

Il définit l'orientation d'un bâtiment par la direction vers laquelle sont tournées ces façades. Ce facteur est soumis à de nombreuses considérations, telles que la vue, les déperditions possibles, l'aération et la nature du climat. En effet, l'orientation des bâtiments détecte la qualité de l'habitat en affectant son ambiance intérieure de deux manières et ce par la régulation de deux facteurs climatiques distinctes [4] :

- Le rayonnement solaire et ses effets d'échauffement sur les murs et pièces orientées selon différentes directions ;
- La ventilation en rapport avec la direction des vents dominants et l'orientation de la construction.

1.4.2.2 : La ventilation naturelle

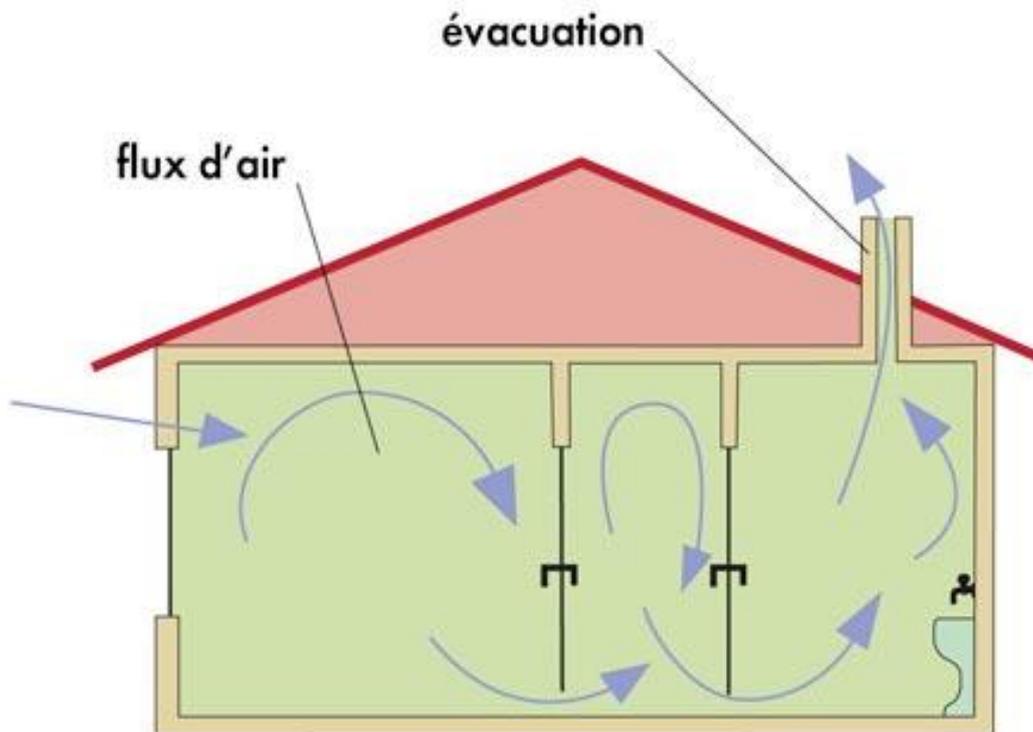


Figure 1.4: Le principe de la ventilation

La gestion du confort d'été passe par la possibilité de ventiler avec de l'air frais une habitation. La capacité de rafraîchissement est disponible de jour comme de nuit.

CHAPITRE 1 : GENERALITES ET ETAT DE L'ART

En hiver, cette option n'est valable que si un jour fait bon pour aérer le bâtiment. L'air mobile est très favorable à des déperditions de chaleur. Par conséquent, l'impact de la ventilation sur un bâtiment n'est pas négliger, car elle augmente les pertes par convection. Dans les climats chauds en favorise la ventilation nocturne, car les températures à l'intérieure sont très hausses et l'air extérieur est frais.

1.4.2.3 : L'effet de serre :

L'effet de serre résulte d'une propriété du verre. En effet, le verre blanc est transparent au rayonnement solaire (longueurs d'onde inférieurs à 2.5 microns), mais il est opaque pour les rayonnements de plus grande longueur d'onde, donc tous ceux émis par les corps aux températures courantes, Ainsi lorsque le rayonnements solaire arrive sur une fenêtre, il la traverse presque intégralement et contribue à l'échauffement de la pièce. Le rayonnement émis par les corps réchauffés est de plus grande longueur d'onde. Il ne peut donc retraverser le vitrage.

1.4.2.4 : Dimension des ouvertures :

Les parois transparentes (vitrages) de l'enveloppe d'une habitation participent activement dans les échanges thermiques entre les environnements intérieurs et extérieurs des bâtiments (apports et déperditions thermiques). Toutefois, une attention particulière quant aux dimensions de ces ouvertures est recommandée selon l'orientation et la conception.

1.4.2.5 : La forme et compacité :

Une habitation confortable ne peut être que de forme simple et compacte. Toutefois, la forme du bâtiment influe sur :

- ✓ Le bilan global de l'éclairage énergétique du soleil ;
- ✓ Le taux de déperditions thermiques ;
- ✓ L'écoulement des flux aux abords des bâtiments.

1.4.2.6 : La couleur :

Du point de vue thermique, la teinte des couleurs influence fréquemment le comportement thermique des murs extérieurs par conséquent, sur le rendement énergétique de l'habitat. Des essais poussés ont montré que les températures superficielles dues à l'action directe des rayons du soleil varient fortement en fonction de la couleur. Par conséquent, il faut un choix judicieux des matériaux et de leur couleur au moment de la construction ou de

la réhabilitation thermique.

1.4.2.7 : Protection solaire et vent dominant

Les dispositifs de protections solaires ont pour but de minimiser la surchauffe et de contrôler l'éblouissement lumineux. Ils peuvent, soit s'intégrer structurellement à l'architecture par des (porches, vérandas, brise-soleil, débord de toiture), ou s'appliquer à l'enveloppe (stores, peirciennes, volets). Ils peuvent également être fixes ou mobiles, intérieures ou extérieures, verticales ou horizontales. Les protections solaires peuvent être aussi, liées à l'environnement, autant naturel ou construit, comme la végétation, le relief ou même des masques provoqués par des bâtiments voisins.

1.4.2.8 : Isolation thermique :

Pour avoir un confort thermique, une isolation thermique est plus que nécessaire.

En hiver, l'isolation donne une bonne sensation de confort tout en limitant sa note de chauffage. En été, le confort sera obtenu en associant les atouts de cette isolation à une forte inertie thermique de la maison ainsi la température intérieure sera maintenue stable et la plus fraîche possible sans recours à la climatisation. [4]

a).Type d'isolation

Il existe trois façons d'isoler une habitation, Isolation en double cloison, isolation de l'intérieur et isolation de l'extérieure. Dans une habitation existante, le choix est évidemment porté sur l'isolation de l'intérieur ou de l'extérieur.

a).Isolation de l'intérieur

Elle présente l'avantage d'être maîtrisée par tous les intervenants du bâtiment, mais elle est loin d'être la plus courante. Les isolants intérieurs plus ils sont performants, plus l'influence relative des ponts thermiques s'accroît. Rappelons aussi qu'une isolation intérieure, même performante, présente toujours une faible inertie thermique .

b) Isolation de l'extérieur

L'isolation de l'extérieure est la plus intéressante, puisqu'elle présente des avantages multiples et importants:

- L'isolation extérieure permet de renforcer la protection des murs contre les dégradations du temps et les intempéries.
- Elle permet de supprimer la majorité des ponts thermiques, tels que : abouts de plancher ou de refends, encadrements de baie (avec certaines précautions), etc.

CHAPITRE 1 : GENERALITES ET ETAT DE L'ART

- Elle protège les gros œuvres contre certaines contraintes thermiques et limite les risques de condensation dans la maçonnerie à l'intérieur du volume chauffé. Ceci améliore considérablement le confort thermique de l'habitation qu'elle que soit la saison.
- Elle permet de placer les murs porteurs (lourds) du côté intérieur et donc de renforcer l'inertie thermique du logement, source de confort pour les occupants, car les murs lourds régulent la chaleur et l'humidité. En hiver et demi-saison, ces murs intérieurs éclairés par le soleil accumuleront ces rayonnements pour les diffuser en soirée. En été, si vous ventilez bien la maison durant les heures fraîches de la nuit, ces murs lourds restitueront cette fraîcheur dans la journée.
- L'isolation par l'extérieur est beaucoup plus facile à réaliser par soi-même que l'isolation par l'intérieur, car, les panneaux isolants pour l'extérieur sont légers et il suffit de les poser bien bord à bord. Il est préférable de choisir des matériaux isolants pouvant être directement crépis. Toutefois, la pose d'un crépi sur un isolant extérieur est plus technique que sur un mur maçonné.
- Elle a aussi l'avantage de ne pas modifier les surfaces habitables.

1.4.2.9 : L'apport de chaleur par rayonnement solaire

Les apports externes apportés à un bâtiment sont constitués de l'énergie calorifique apportée de l'extérieur. Ils sont principalement dus aux transferts de chaleur par les parois extérieures et le rayonnement solaire transmis par les parois vitrées.

En ce qui concerne le rayonnement solaire transmis par les fenêtres, on étudiera chaque pièce du bâtiment en fonction de son orientation par rapport au soleil et on estimera les apports énergétiques. Ces derniers ne seront pas constants tout au long de la journée. [2]

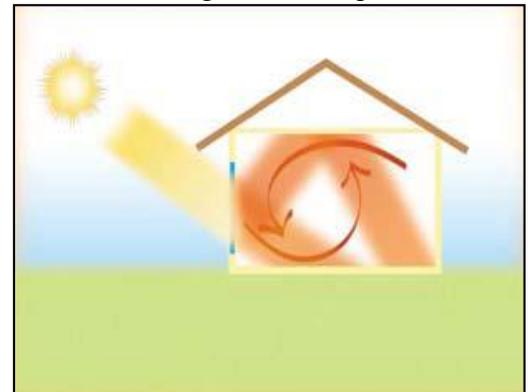


Figure 1.5 Descriptif d'un apport solaire

1.5 : Les phénomènes de conduction, convection et rayonnement

Lorsque deux éléments sont à des températures différentes, un échange de chaleur s'établit jusqu'à ce que les températures des deux éléments soient identiques. La chaleur va toujours du corps chaud vers le corps froid. Il est impossible d'empêcher ce phénomène d'échange, le but de l'isolation est donc de le freiner fortement. Dans le domaine du bâtiment, les échanges de chaleur se font principalement selon 3 modes de transmission : la conduction (majoritaire), la convection et le rayonnement.[1]

CHAPITRE 1 : GENERALITES ET ETAT DE L'ART

1.5.1 : La conduction

C'est la transmission d'énergie de proche en proche dans la partie solide d'un matériau. La chaleur se propage avec plus ou moins de facilité suivant la nature, les caractéristiques (Résistances thermiques...) et la géométrie du matériau. Plus le matériau est isolant moins il y a de conduction.

1.5.2 : La convection

Ce mécanisme de transfert de chaleur est propre aux fluides (gaz ou liquide). Au contact d'un élément chaud le fluide, de l'air par exemple, se met en mouvement et se déplace vers l'élément froid au contact duquel il perd sa chaleur créant ainsi un mouvement vertical qui accélère les échanges thermiques entre les 2 éléments. Plus l'air est immobile moins il y a de convection.

1.5.3 : Le rayonnement

C'est le transfert de chaleur d'un élément à un autre par onde électromagnétique sans contact direct. Ce type de transfert ne nécessite pas de support matériel il peut se produire même dans le vide. Plus l'émissivité du matériau est faible moins il y aura de transfert par rayonnement.

1.5.4 : le flux thermique : ϕ

Le flux de chaleur ϕ (phi) est la quantité d'énergie ou de chaleur passant au travers de 1m² de paroi pendant une seconde lorsqu'il existe un écart de température entre ses 2 faces. Il s'exprime en W/m².

$$\phi = \lambda \times \frac{\Delta T}{e}$$

La quantité de chaleur s'échappant d'une paroi simple diminue : lorsque la conductivité thermique décroît, lorsque l'écart de température entre les 2 faces de la paroi diminue et lorsque l'épaisseur de la paroi augmente.

Dans le domaine du bâtiment, les leviers pour limiter la fuite de chaleur sont la diminution de la valeur de la conductivité thermique et l'optimisation de l'épaisseur des parois.

CHAPITRE 1 : GENERALITES ET ETAT DE L'ART

1.5.5 :La conductivité thermique : λ

La conductivité thermique est la quantité d'énergie traversant 1m² de matériau d'un mètre d'épaisseur et, pour une différence de 1 degré de température.

Elle s'exprime en W/(m.K).

Elle représente l'aptitude du matériau à se laisser traverser par la chaleur.

C'est une caractéristique constante intrinsèque aux matériaux homogènes.

attention : dans une même famille d'isolants on peut trouver des produits avec des performances variables (exemples : pour les laines minérales ou le polystyrène expansé, la conductivité thermique λ varie de 0,04 a 0,03 W/(m.K).

Plus la conductivité est faible plus un matériau est isolant.

1.5.6 :La résistance thermique($R=1/K$) ou coefficient de conductance (K)

La résistance thermique est le rapport de l'épaisseur d'un matériau à sa conductivité thermique (e/λ). Elle s'exprime en mètre carré et en degré Celsius par watts (m²°C/W). Plus R est élevée, meilleure est la performance d'isolation, ce qui diminue les déperditions en hiver et les apports thermiques en été (transfert de chaleur par les parois et vitrages) [57].

Dans un mur constitué de plusieurs couches de matériaux d'épaisseur thermique différente, la relation donnant la relation de résistance thermique se présente comme suit :

$$\frac{1}{K_i} = \sum_{i=1}^n \frac{e_i}{\lambda_i} + \frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e}$$

* En régime permanent, les coefficients d'échanges superficiels prennent des valeurs conventionnelles selon la position de la paroi. Ce qui n'est pas le cas pour le régime transitoire ou ces coefficients tiennent compte des paramètres de facteurs de forme du à l'interaction entre toutes les surfaces internes à l'habitat avec un échange par rayonnement infrarouge et de leurs émissivités. Ils dépendent aussi des émissivités et d'absorptivités de la voûte céleste et du sol par rapport à la surface externe. Les deux coefficients sont donnés en détail, dans le dernier chapitre qui fait objet d'une étude au régime dynamique et réel.

: Les déperditions thermiques

1.6.1 :Déperditions surfaciques par transmission

L'ensemble de ces déperditions se font par conduction à l'intérieure des parois ou vitrages, par convection et rayonnement sur les surfaces internes et externes aux parois. La formule reliant ces pertes est donnée comme suit :

$$Q_c = \sum K_i S_i \Delta T_i$$

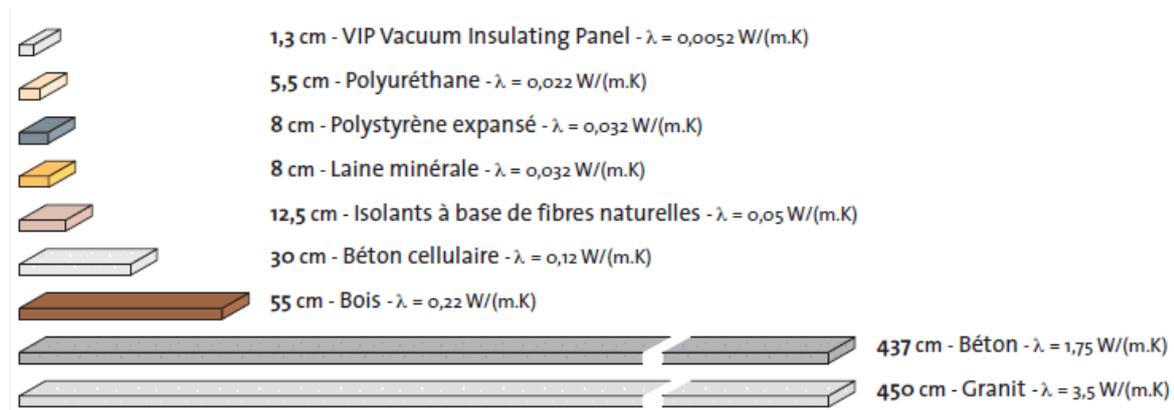


Figure 1.6: Epaisseur équivalente pour obtenir avec différents matériaux une résistance thermique de $R=2.5 \text{ m}^2.\text{K} /\text{W}$

1.6.2 :Déperditions linéique :

La relation nous permettant de calculer les déperditions linéiques est comme suit :

$$Q_l = \sum k_i L_i \Delta T_i$$

1.6.3 :Déperditions par renouvellement d'air

On distingue deux cas de pertes par renouvellement d'air : celles dues au débit d'infiltration et à celui de ventilation spécifique. Tous les deux doivent être prisent en compte. Ainsi les déperditions par renouvellement d'air s'expriment comme suit :

$$Q_r = \sum 0.34 q_e \Delta T_i$$

Ou

$$q_e = q_i + q_v$$

CHAPITRE 1 : GENERALITES ET ETAT DE L'ART

Et, pour les infiltrations du côté des locaux non chauffés:

$$q_i = \sum m A_m e_m + \sum f . l_f . e_i$$

les valeurs (m, f et e) sont données par des tableaux normalisés suivant les règles Th-G.

1.7 :Inertie thermique

Dans les matériaux de construction couramment utilisés, l'inertie thermique d'un bâtiment se juge en première approximation par la masse interne du matériau mis en œuvre.

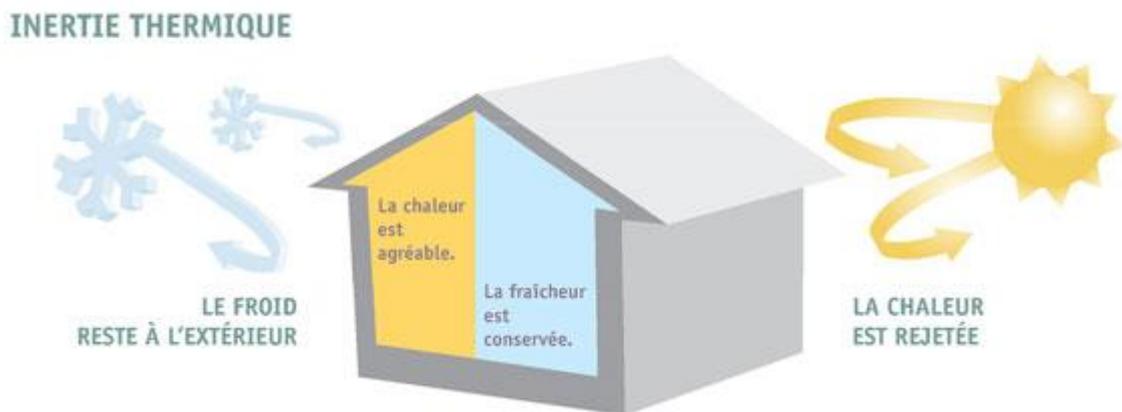


Figure 1.7: Le rôle de l'inertie thermique

1.7.1 Les principales caractéristiques de l'inertie thermique sont :

a) La diffusivité thermique

La diffusivité thermique "a" exprime la vitesse à laquelle la chaleur se propage, par conduction, dans un corps. Plus la diffusivité est grande, plus le matériau s'échauffe ou se refroidit rapidement. Tandis que, plus elle est faible, plus le front de chaleur mettra du temps à traverser l'épaisseur du matériau. Elle s'exprime selon l'équation suivante:

$$a = \lambda / \rho . C$$

b) L'effusivité thermique :

L'effusivité thermique « b » exprime l'aptitude de la surface d'un matériau à stocker ou restituer de la chaleur. Elle caractérise, donc, la capacité des matériaux à réagir plus ou moins rapidement à un apport de chaleur au logement. Elle croît avec la conductivité et la capacité thermique. Elle s'exprime en $((W/°Cm^2)^{1/2})$ et donnée par la formule suivante :

CHAPITRE 1 : GENERALITES ET ETAT DE L'ART

$$B=\sqrt{(\lambda.\rho.C)}$$

En général, pour réduire l'amplitude d'un flux thermique, les parois d'enveloppe devront présenter une faible diffusivité et une forte effusivité.

Dans le contexte de la démarche bioclimatique, une inertie très lourde, associée à une bonne gestion des apports solaires (captage l'hiver et protection l'été) devient un critère décisif de la construction, notamment pour le confort d'été, qu'il s'agisse des températures maximales atteintes ou des variations de températures jour/nuit.

1.8 :Les ponts thermiques

Les ponts thermiques désignent les parties de l'enveloppe d'un bâtiment qui induisent d'importantes fuites de chaleur vers l'extérieur. Une absence ou une dégradation de l'isolation est généralement à l'origine de ces fuites.

Avant que l'on ne commence à isoler, les ponts thermiques représentaient environ 10 à 20 % des déperditions totales d'un bâtiment. Maintenant que l'on isole, le pourcentage des déperditions dues aux parois a fortement baissé, et celui des ponts thermiques a augmenté. Cependant aujourd'hui, avec la mise en vigueur au niveau européen de la directive sur la performance énergétique des bâtiments, des solutions sont mises en place pour réduire au minimum les ponts thermiques à l'aide notamment de rupteur de pont thermique et de l'isolation par l'extérieur. Sont distingués :

- Les ponts thermiques intègres, générés par l'interruption ou la dégradation de l'isolant au sein de la paroi ;
- Les ponts thermiques de liaison, dus à l'interruption de l'isolation à l'intersection des parois du bâtiment.

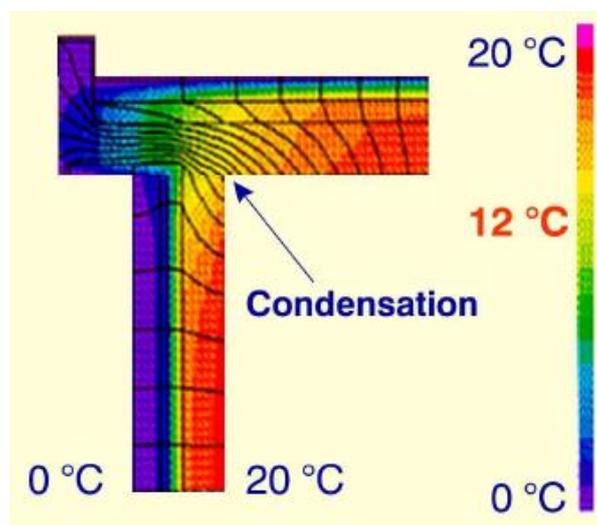


Figure 1.8: L'influence des ponts thermiques sur l'habitat

CHAPITRE 1 : GENERALITES ET ETAT DE L'ART

1.8.1 : Les ponts thermiques intégrés :

Les ponts thermiques intégrés rassemblent les ponts thermiques créés dans la paroi par des éléments tels que les ossatures métalliques, appuis et autres accessoires.

Les ponts thermiques intégrés peuvent être :

- Ponctuels - notes χ . Exemple : appui métallique dans un doublage sur ossature ;
- Lineiques – notes ψ . Exemple : fourrure métallique dans un doublage sur ossature.

ils s'expriment en $W/(m.K)$.

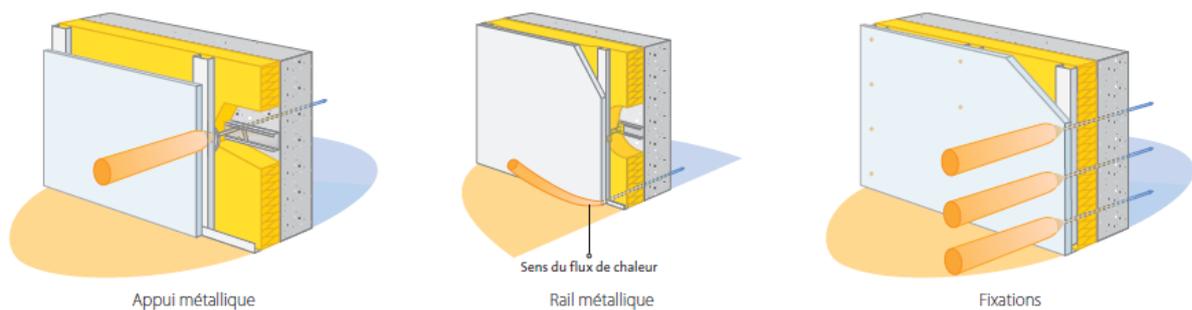


Figure 1.9: Les ponts thermiques intégrés

1.8.2 : Les Ponts thermiques de liaison structurels

Les ponts thermiques se localisent principalement là où il y a un changement de la géométrie de l'enveloppe. Ils se situent donc au niveau des planchers, des murs de refends, des angles, de la liaison menuiserie-paroi, etc.

Leurs valeurs sont données dans les règles ThU ou par calcul.

Le pont thermique de liaison est un coefficient linéique : ψ , exprimé en $W/(m.K)$.

Les déperditions dues aux liaisons structurelles contribuent au calcul des déperditions surfaciques au stade de la définition du calcul du total des déperditions du bâtiment: U_{bat1} .



Figure 1.10: Les Ponts thermiques de liaison structurels

CHAPITRE 1 : GENERALITES ET ETAT DE L'ART

1.9 : Les besoins de l'occupant :

Le rôle premier d'un bâtiment est de protéger ses occupants des rigueurs du climat extérieur.

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

Les exigences actuelles peuvent être classées en plusieurs catégories, qui interagissent entre elles: exigences de confort thermique, exigences de qualité d'air, besoins en éclairage, protection acoustique et exigences en termes de consommation d'énergie.

Il doit être clair que les besoins des occupants passent avant les exigences énergétiques. Le bâtiment est d'abord construit pour assurer le bien être de l'occupant, et non pour économiser de l'énergie. Dans le cas contraire, on économiserait un maximum d'énergie en ne construisant pas le bâtiment, ou en ne le chauffant pas en hiver. Il n'est toutefois pas correct de gaspiller l'énergie, notamment parce que la pollution qui en résulte est nuisible à l'occupant. Il faut toutefois insister sur le fait qu'un bon confort n'implique pas automatiquement une grande consommation d'énergie. Par une planification intelligente et intégrée, il est parfaitement possible d'assurer une excellente qualité d'environnement intérieur avec une très faible consommation d'énergie.

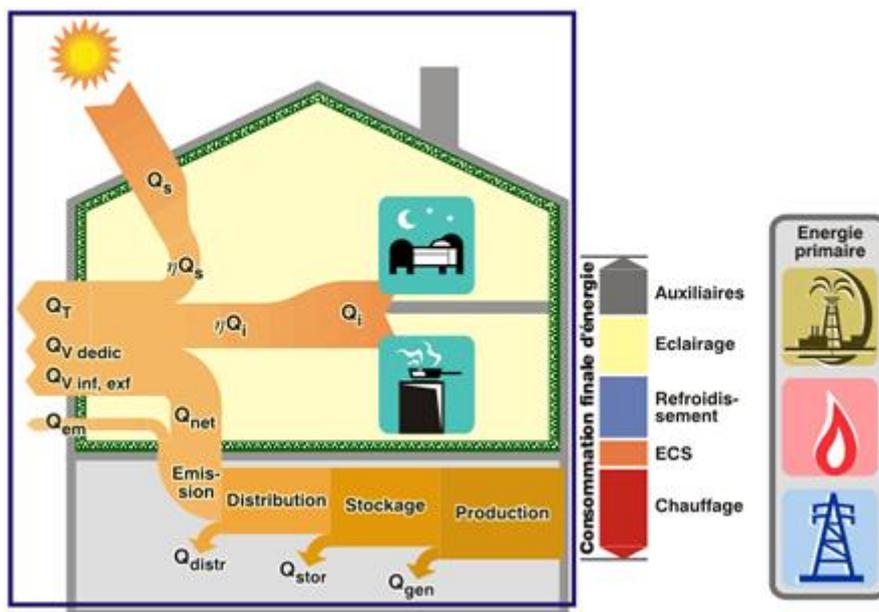


Figure 1.11 Distribution de l'énergie dans le bâtiment

1.10 : Conclusion

D'après ce que nous avons vu dans ce chapitre , nous apprenons que les batiments tertiaires existants posent de nombreux problèmes dans la consommation d'énergie donc pour les réduire, il est impérativement nécessaire de faire une vision globale du lieu et de conception de départ de notre habitation, notamment, le respect des concepts bioclimatiques, l'isolation de l'enveloppe extérieure et les matériaux de base utilisées dans la structure. Il nous apprend aussi que, l'isolation de l'extérieur présente la solution la plus satisfaisante, Et, l'inertie thermique joue un rôle important dans l'habitat et contribue à l'isolation, puisqu'elle présente un des facteurs influants dans la reduction des déperditions et la limitation des apports thermiques et ce, par le choix de matériau avant de procéder à l'isolation.

Enfin, on doit profiter des conditions climatiques favorables du site tout en se protégeant de celles qui sont indésirables afin de diminuer la consommation d'énergie, de garantir le bien être des occupants et de contribuer au développement durable,... ce sont là les véritables enjeux dont il faut pas ignorer l'existence.

1.11 : Etat de l'art

- **Mémoire : N'DIAD MOHAMED, confort thermique dans le bâtiment, Ouagadougou, 1979.**

Grace au bilan thermique d'un bâtiment il est arrivé à conclure que l'orientation de la façade sur l'axe NORD-SUD permet le confort en chauffage du bâtiment.

- **Essai : GABIREL PARENT-LEBLANC impact environnemental de solution de chauffage et d'isolation applicables aux bâtiments résidentiels au canada, Québec, 2013.**

Ils ont mené que le chauffage solaire passif, laisser entrer le rayonnement solaire grâce a une fenestration au sud et a la retenir grâce a une isolation supérieur et une masse thermique importante.

- **Mémoire magistère en physique par ZOUAGRI rima option: physique énergétique la faculté des sciences-département de physique université hadj lakhdar Batna. Thème Etude de faisabilité technique et économique des installations solaires thermiques dans un bâtiment 2011/2012**

Les résultats obtenus de ce travail, ressort que :

Le remplacement des systèmes de chauffe-eau carburant (gasoil) dans les hôpitaux par des systèmes de CES sera possible et les installations de production d'eau chaude solaires sont rentables en Algérie.

- **R. Kharchi, B. Ben Youcef et M. Belhamel : Système solaire combiné Estimation des besoins énergétiques:**

Ce travail consiste à une installation solaire qui fournit à la fois de l'eau chaude sanitaire et le chauffage, on l'appelle aussi 'combi système'. Dans cet article, nous avons évalué les besoins énergétiques d'un tel système dans le cas d'une famille de cinq personnes sur un site de Bouzaréah, Alger. La surface chauffée

par le plancher solaire direct est de 100 m² avec un niveau d'isolation moyen. La demande de chauffage varie linéairement avec la température extérieure, proportionnelle au coefficient de pertes de chaleur (UA en W/°C). La demande de chauffage mensuelle atteint environ 1700 kWh en hiver, en prenant comme température désirée, T_c = 21 °C pour une température extérieure d'environ 10 °C. La demande en eau chaude sanitaire d'une famille de cinq

CHAPITRE 1 : GENERALITES ET ETAT DE L'ART

personnes peut atteindre les 400 kWh/mois, mais peut varier de $\pm 20\%$. L'énergie solaire couvre totalement les besoins en été, en mi-saison plus de 50 % et en hiver environ 20 %, pour cela l'appoint est primordial.

- **En 2011, I.Derradji et AL :**

Se sont quant à eux penchés sur le comportement thermique d'une maison rurale à faible consommation d'énergie située dans la zone climatique A et ce à partir de mesures thermiques de l'air intérieur et extérieur prises pendant la période estivale (en août) ; Les résultats expérimentaux ont permis de comprendre le comportement thermique de l'enveloppe de la maison.

- **En 1998 A.Hamid et A.Sadi :**

Ont effectué une étude expérimentale et une analyse du comportement thermique d'une maison solaire passive (dans le Sahara Algérien) et ce dans le cadre du CNERIB. Les résultats auxquels ils sont parvenus reviennent sur les bénéfices tirés de ce type de maison entre autre le confort thermique.

- **En 2001 J-Pierre Traisnel :**

Etude du problème majeur pour la consommation énergétique de la France et ses émissions de gaz à effet de serre, des consommations de chauffage du parc de logement. Les résultats de cette étude montrent que les priorités actuelles d'action de maîtrise de l'énergie et de contrôle des émissions de gaz à effet de serre devraient être recentrées vers une action volontariste vis-à-vis de l'habitat existant où les potentiels d'économie resteront encore bien supérieurs à ceux de l'habitat à construire.

CONCLUSION :

Dans ce chapitre bibliographie qui à nous permis de voir les différents études et concepts de bâtiments, et présenté une étude bibliographie sur quelque modèles proposés dans la littérature, et comprendre et de clarifier le travail qui nous reste à faire.

L'importance de l'étude bibliographique est notable, car elle apporte les connaissances du contexte nécessaires pour le développement de la suite du projet.

Introduction générale

Dans les pays industrialisés, les bâtiments consomment une partie importante de l'énergie utilisée par la société et, en conséquence, ils sont source d'une partie non négligeable de la pollution. Cette énergie est utilisée pour de nombreux usages, notamment :

- le chauffage et/ou le refroidissement, pour assurer un climat intérieur confortable
- la circulation de fluides tels que l'air (ventilation), l'eau (eau chaude, chauffage)
- les transports (ascenseurs)
- l'éclairage
- les communications (téléphone, radio, télévision)
- la production de biens (fabriques, cuisines, couture, etc.)

Dans les climats tempérés et froids, la plus grande part de l'énergie utilisée par un bâtiment sert au chauffage. Le flux de chaleur généré dans le système de chauffage aboutit inévitablement à l'extérieur par différentes voies plus ou moins directes.

Dans les climats plus chauds, il est peut être nécessaire et en tout cas confortable d'abaisser la température intérieure des bâtiments. Ce refroidissement et l'assèchement de l'air (sous les tropiques) peuvent aussi être de grands consommateurs d'énergie.

Cette dernière décennie, nous assistons en Algérie à une réalisation multiple et intense de projets de bâtiments à caractère tertiaire, qui ne sont malheureusement soumis à aucune exigence réglementaire sur le plan thermique et énergétique, et qui pose un énorme problème en consommation énergétique.

Les paramètres de la conception sont d'ordre fonctionnel et architectural et la dimension énergétique du projet n'est pas toujours considérée comme significative, ce qui conduit à des bâtiments non confortables et énergivores.

Problématique :

L'Algérie peut capturer assez d'énergie solaire pour répondre aux besoins énergétiques notamment pour son développement durable.

Notre travail sera destiné à la recherche sur la consommation d'un bâtiment tertiaire en tentant d'apporter une amélioration avec l'utilisation de l'énergie renouvelable afin d'économiser ses besoins énergétique.

Pour la réduction de la consommation d'énergie, objet de ce travail, nous allons répondre aux préoccupations suivantes :

- Les exigences techniques de transmission du savoir.
- Définitions de différentes stratégies de conception à adopter pour assurer le confort thermique à l'intérieur du bâtiment.
- Proposition des solutions pour l'amélioration du comportement du bâtiment.

L'utilisation de l'énergie solaire est un des axes prioritaires de recherche en Algérie laquelle dispose d'un gisement solaire important. Dans ce cadre, s'inscrit notre étude de diagnostic d'un bâtiment à laquelle nous proposerons des solutions pour la réduction de la consommation d'énergie.

Notre recherche comprend quatre chapitres :

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

Le deuxième chapitre contiendra, pour sa part, la présentation de notre cas d'étude ainsi que l'importation des données climatiques et celles du rayonnement solaire à partir du logiciel Meteonorme7 après avoir établi et défini notre localisation.

Le troisième chapitre comprendra une méthode d'étude connue sous le nom de simulation thermique à l'aide du logiciel de simulation thermique-dynamique : Pleaides-comfie 2.3 des simulations sont faites dans la ville de Tizirt au bord de la mer dans la wilaya de Tizi-Ouzou.

Le quatrième chapitre reviendra, quant à lui, sur, à la fois, les résultats et discussions de la simulation et la proposition de solutions pour la réduction de la consommation d'énergie.

CHAPITRE 02 : PRESENTATION DU PROJET CAS D'ETUDE

2.1 Introduction :

Dans ce chapitre on va présenter la situation géographique, les caractéristiques climatiques de la ville Tizirt. Les compositions des parois de Siege administratif de SONELGAZ.

2.2 Présentation de La ville Tizirt :

La commune de Tizirt se situe au nord de la wilaya de Tizi-Ouzou, laquelle est située au centre du pays côté nord. Elle est distante de 39 Km du chef-lieu de la wilaya et de 130 Km à l'est de la capitale Alger Elle est limitée :

Au nord : la mer Méditerranée

l'est : la commune des Iflissen

A l'ouest : la commune de Mizrana

Au sud : les communes de Boudjima et de Timizart

Elle est composée de : · 45 Km² de superficie · 12 Km de côte · Trois plages dotées de projets d'aménagements en voie de finitions dont une, la plage de TASSALEST, retenue comme plage pilote de la wilaya de TIZI-OUZOU à l'instar de 14 wilayas côtières du pays.



Figure 2.1 Localisation de la ville de Tizirt

CHAPITRE 02 : PRESENTATION DU PROJET CAS D'ETUDE

2.3 donnée climatique de la ville de Tizirt:

Latitude 36° 53' 35" nord, 4° 07' 21" est ; Zone et Altitude = min 0m-max 100m

Selon les DTR la classification de la ville a les données suivantes :

Zone === A

2.4 Détail de ressource solaire :

Les données d'irradiation sont obtenues par le logiciel méteonorm7

Tableau 2.1 Donnée d'irradiation solaire de la ville de tizirt

Mois	Ta	H_Gh	H_Dh	H_Bn	Sd	Rh	FF
	[C]	[kWh/m2]	[kWh/m2]	[kWh/m2]	[h]	[%]	[m/s]
Janv.	11.1	75	35	98	154	74.4	3.4
Fév.	11.6	86	45	80	162	72.6	3.3
Mars	13.7	133	65	120	196	73.5	3.4
Avr.	15.4	158	77	121	221	74.4	3.6
Mai	18.6	192	87	157	278	75.9	3.4
Juin	22.6	219	87	187	303	70.3	3.5
Juil.	25.5	233	84	207	339	70.4	3.6
Août	26.2	200	82	175	310	68.6	3.4
Sept	23.5	152	66	141	248	70.4	3.4
Oct.	20.7	117	51	125	210	71.2	3.1
Nov.	15.5	82	39	95	170	70.9	3.4
Déc.	12.7	67	34	81	154	72.2	3.6
Année	18.1	1712	753	1587	2745	72.1	3.4

Les températures moyennes

Annuelle : $T_{ex} = 18.1^{\circ} C$

Estivale : $T_{ex} = 23.3^{\circ} C$

Hivernale : $T_{ex} = 14.3^{\circ} C$

CHAPITRE 02 : PRESENTATION DU PROJET CAS D'ETUDE

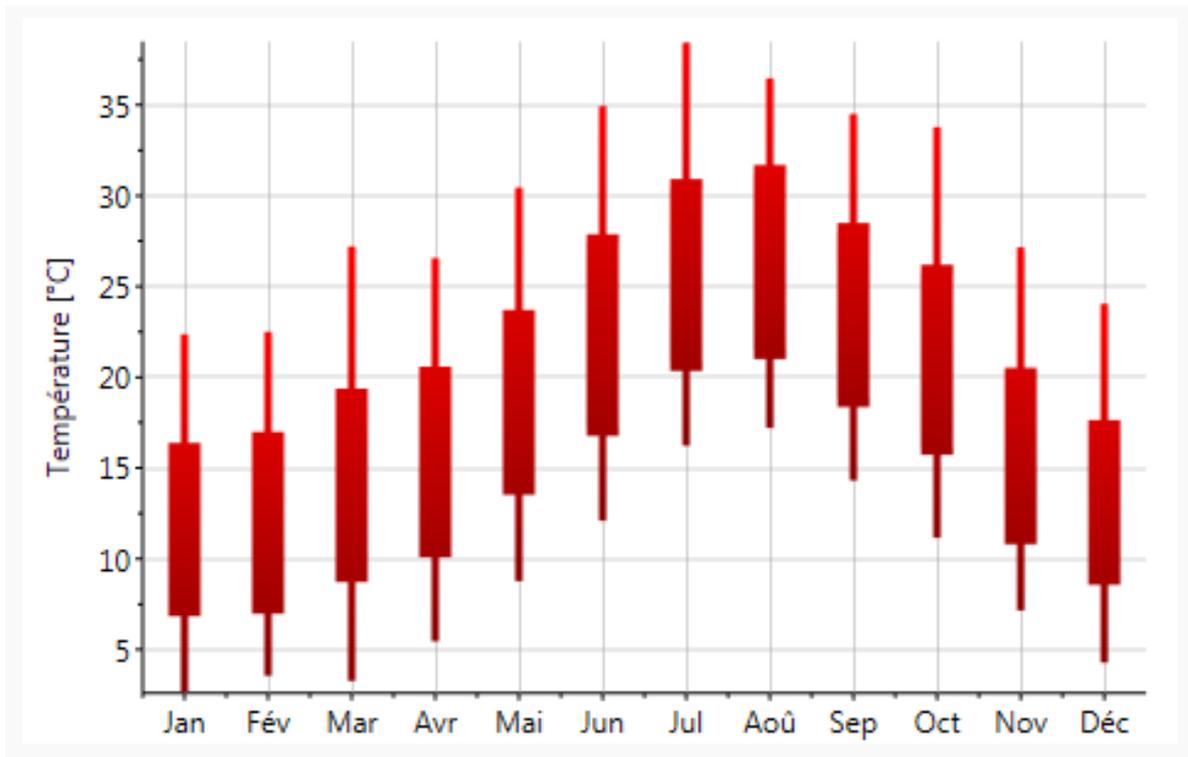


Figure 2.2 Diagramme de variation de température annuelle

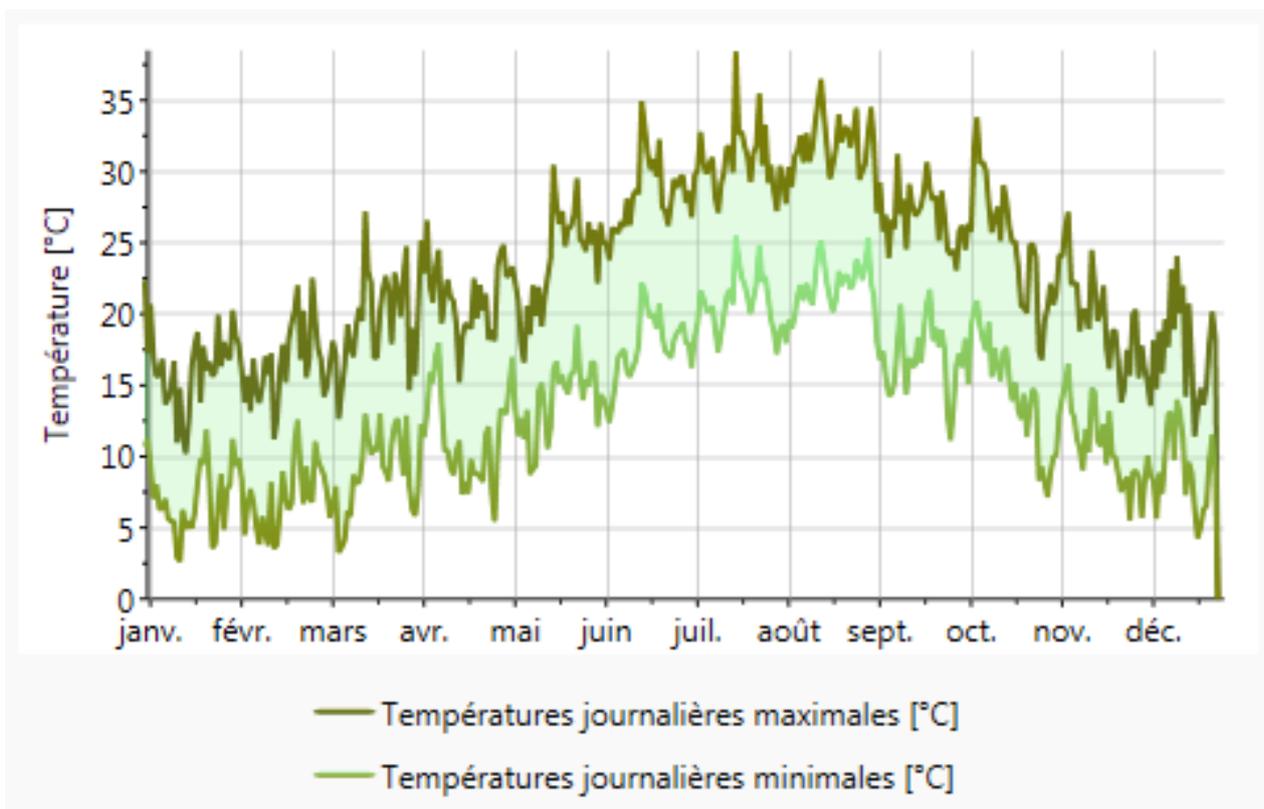


Figure 2.3 Diagramme de variation de température journalière durant l'année

CHAPITRE 02 : PRESENTATION DU PROJET CAS D'ETUDE

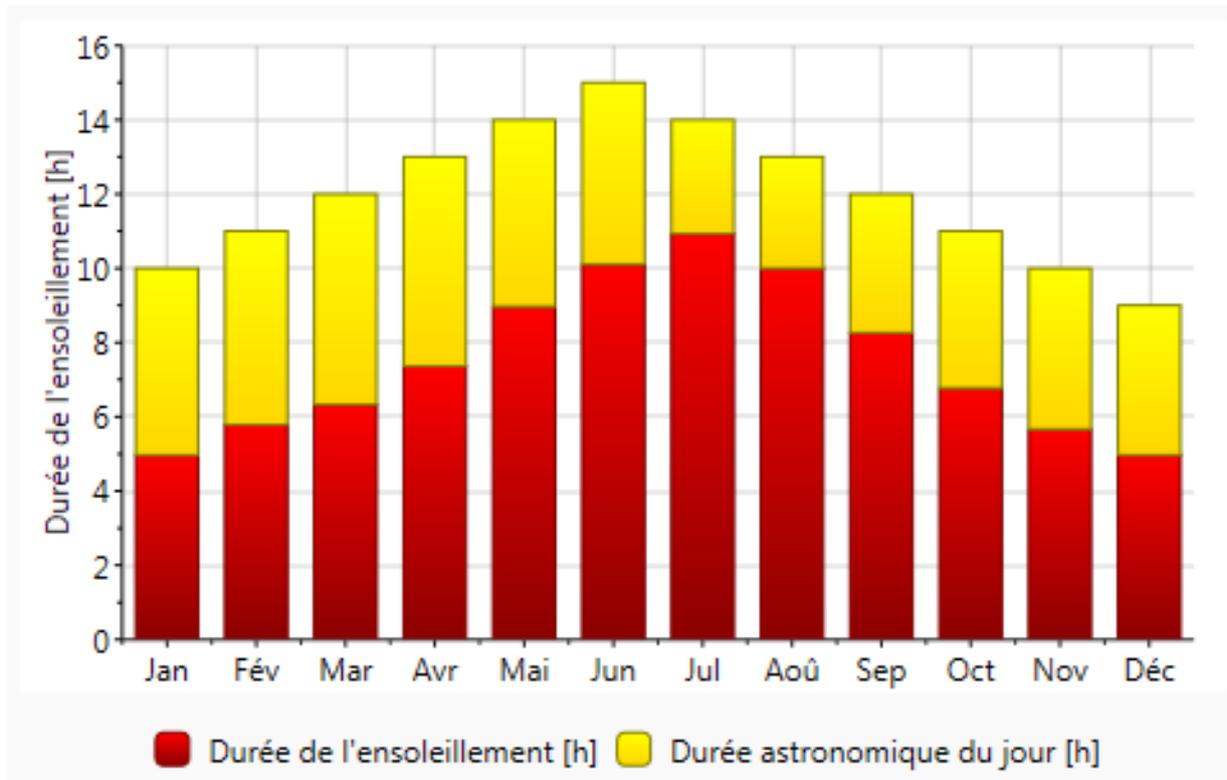


Figure 2.4 Diagramme de durée d'insolation

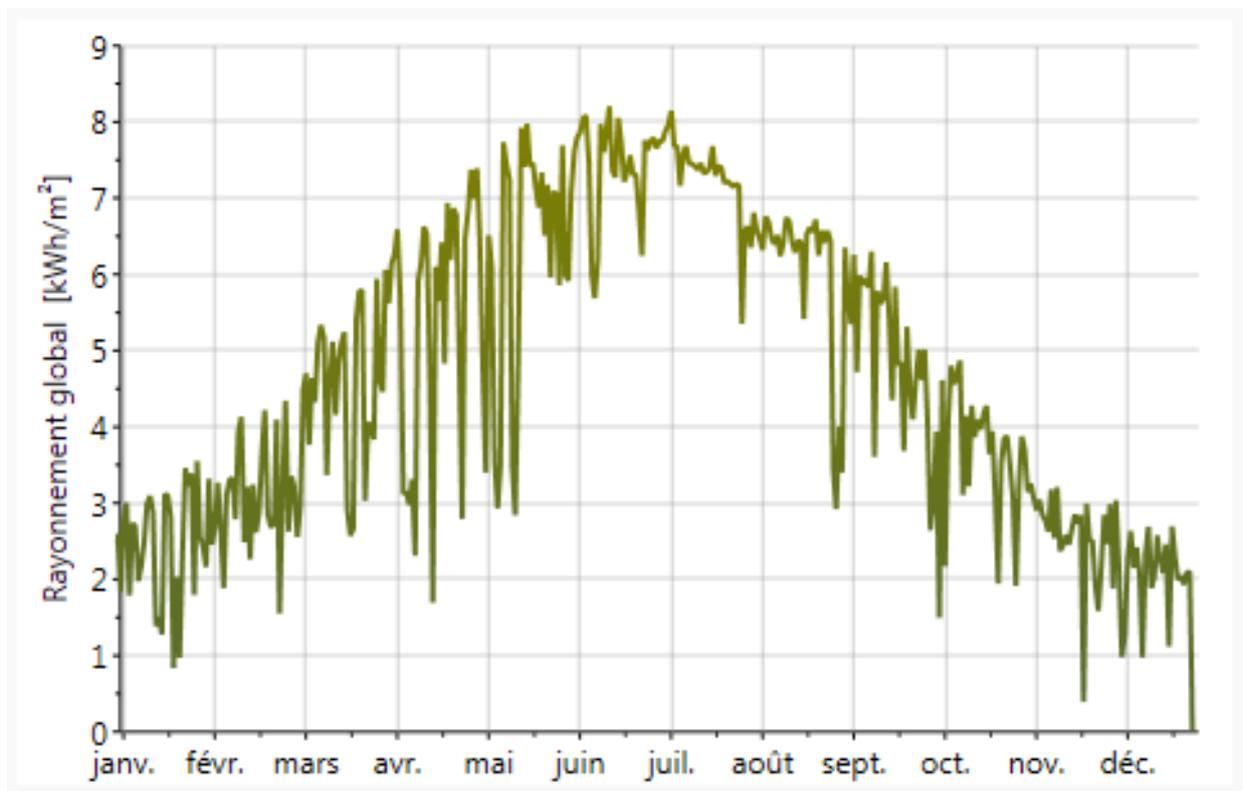


Figure 2.5 Diagramme de rayonnement global journalier

CHAPITRE 02 : PRESENTATION DU PROJET CAS D'ETUDE

2.5 Présentation du projet :

Le projet, situé dans la cote de Tigzirt, fait partie d'un bâtiment administratif SONELGAZ qui accueillera chaque jour près de 100 personnes plus les 60 employés durant 05 jours par semaine pendant toute l'année.



Figure 2.6 Plan 3D de SONELGAZ TIGZIRT

2.5.1 Heures de fonctionnement :

Dans une année nous avons 52 semaines, On suppose :

- 1- Nombre de jours de travail : 05 jours / semaine ;
- 2- week-end : 02jours /semaine ;

CHAPITRE 02 : PRESENTATION DU PROJET CAS D'ETUDE

2.6.2 Caractéristiques du cas d'études :

Tableau 2.2 les composants des differentes parois

	Composition	Epaisseur (cm)	λ (W/m.°C)	$R = e/\lambda$ (m ² .°C/W)	$1/h_e 1/h_i$ (m ² .°C/W)	R_g (m ² .°C/W)	U (W/m ² .°C)
Mur extérieur 'Double murette'	Mortier ciment	0.5	1.15	0,004	0.17	0.75	1.33
	Brique creuse	10	0.48	0.20			
	Lame d'air	10	--	0.16			
	Brique creuse	10	0.48	0.20			
	Mortier ciment	0.5	1.15	0.004			
	Enduit plâtre	0.5	0.35	0.014			
Mur extérieur Façade	Verre plat	2	1.16	0.02	0.17	0.19	5.26
Plancher Bas	Béton lourd	20	1.75	0.11	0.34	0.49	2.04
	Mortier	4	1.15	0.03			
	Carrelage	1	1.70	0.01			
Plancher intermédiaire	Béton lourd	20	1.75	0.11	0.34	0.49	2.04
	Mortier	4	1.15	0.03			
	Carrelage	1	1.70	0.01			
Paroi de séparation	Placoplatre BA13	1.3	0.32	0.04	0.22	0.45	2.22
	Lame d'air	1.2	--	0.15			

CHAPITRE 02 : PRESENTATION DU PROJET CAS D'ETUDE

	Placoplatre BA13	1.3	0.32	0.04			
Toiture terrasse	Béton lourd	20	1.75	0.11	0.22	0.33	3

2.6.3 Types d'ouverture :

Porte intérieure en bois

Porte extérieur en métal avec un simple vitrage

Vide sanitaire.

2.7 Conclusion :

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

3.1 Etude thermique de l'exemple à l'aide d'un logiciel:

On a utilisé la simulation thermique Dynamique (STD) avec logiciel pléiades+comfie ce qui permet de faire vivre virtuellement le bâtiment sur une année entière afin d'étudier son comportement prévisionnel pour des résultats proches de la réalité.

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

3.2 Présentation du logiciel :

- **PLEIADES+ COMFIE (version 2.3):**

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

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

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

- **Alcyone 1.0:**est un module de saisie graphique qui permet de dessiner le bâtiment à partir de plan2D, de lui associer des masques proches, des compositions, des vitrages, de le découper en zones thermique.
- **MeteoNorm 7 :** Le pack Stations MeteoNorm comporte plus de 220 stations météo Complémentaires (France métropolitaine, Belgique, Suisse, Luxembourg et pays du Maghreb) pour la Simulation thermique dynamique, il nous donne accès a des données météorologiques pour divers applications pour n'importe quel endroit dans le monde. Et Génère des fichiers de données météorologiques horaires au format TRY, requis par COMFIE, soit à partir de données mensuelles, soit à partir de données horaires disponibles.

3.3 Processus d'application des logiciels :

3.3.1 Sous logiciel méteonorme7 :

CHAPITRE 03 : MODELISATION



Figure 3.1 Façade Meteonom7 après la définition de site

3.3.2 Choix du format du fichier :

Pour avoir format (.try)

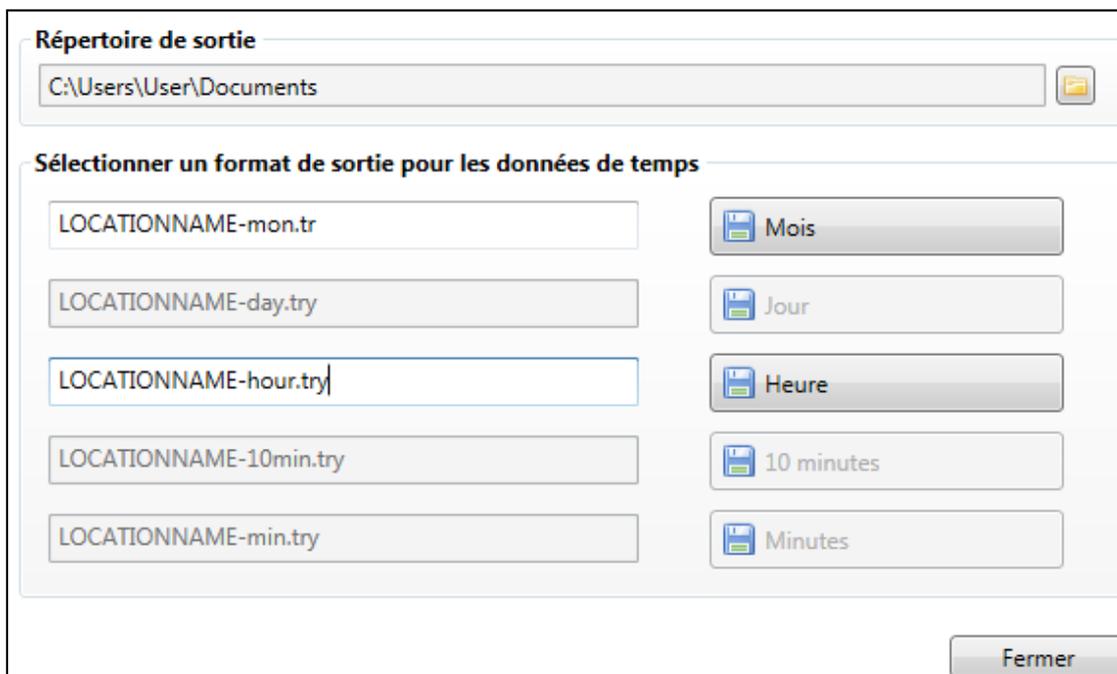


Figure 3.2 Choix du format

3.4 Sous PLEIADES:

- Composition des éléments constructifs :

Caractéristiques de la composition

Classe

Nom

Complément

Origine

Composants	T	cm	kg/m ²	λ	R	
Mortier	M	0.5	10	1.15	0.00	Extérieur ↓ Intérieur
Brique creuse de 10 cm	E	10.0	69	0.48	0.21	
Lame d'air 10	E	10.0	0	0.67	0.15	
Brique creuse de 10 cm	E	10.0	69	0.48	0.21	
Mortier	M	0.5	10	1.15	0.00	
Enduit plâtre	M	0.5	8	0.35	0.01	
Total		31.5	166		0.58	

Figure 3.3 Composition des murs extérieurs (Double murette)

Caractéristiques de la composition

Classe

Nom

Complément

Origine

Composants	T	cm	kg/m ²	λ	R	
Verre plat	M	2.0	50	1.16	0.02	Extérieur ↓ Intérieur
Total		2.0	50		0.02	

Figure 3.4 Composition des murs extérieurs (Vitrage)

CHAPITRE 03 : MODELISATION

Caractéristiques de la composition

Classe

Nom

Complément

Origine

Composants	T	cm	kg/m ²	λ	R
Placoplatre BA 13	E	1.3	10	0.32	0.04
Lame d'air 1.1 à 1.3 cm	E	1.2	0	0.08	0.15
Placoplatre BA 13	E	1.3	10	0.32	0.04
Total		3.8	20		0.23

Extérieur

↓

Intérieur

Figure 3.5 Composition des murs de séparation intérieur

➤ **Insertion des ouvrants :**

1- Porte métallique.

Identification des états de surface des éléments constructifs :

➤ **Identification de la station météorologique :**

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

Liste des stations météo

- Agen (TRY)
- Ajaccio (TRY)
- Athènes (TRY)
- Barcelone (TRY)
- Carpentras (SRY)
- Carpentras (TRY)
- Copenhague (SRY)
- Limoges (SRY)
- Macon (SRY)
- Macon (TRY)
- Nancy (SRY)
- Nice (SRY)
- Nice (TRY)
- Tigait
- Trappes (SRY)
- Trappes (TRY)

Station météo

Nom de la station

Nom du fichier

Altitude m

Latitude °

Longitude °

Température du sol (Profondeur de 10 mètres) °C

Heure solaire

Heure légale GMT

Figure 3.6 Identification de la station météorologique sous plaiade

3.5 Sous Alcyon :

➤ Définition des paramètres constructifs sous Alcyone :

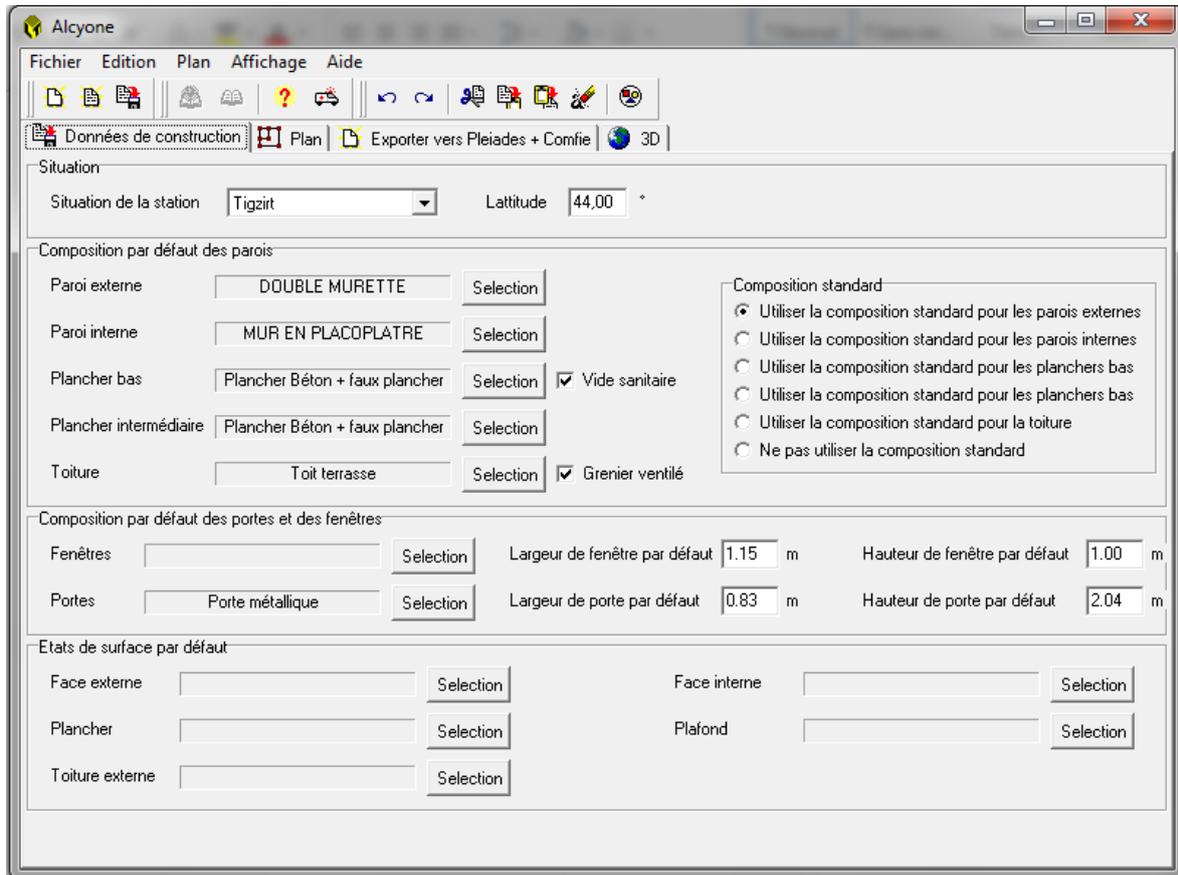


Figure 3.7 Insertion des éléments constructifs sous Alcyone

3.6 Modélisation de la première zone d'étude :

➤ Dessin du plan sous Alcyone 1.0:

- ✓ Caractéristiques des murs
- ✓ Caractéristiques des ouvrants:
- ✓ Identification des pièces:
- ✓ Identification des zones: selon le confort:
 - Zone 1 : le hall d'accueil RDC et le hall en R+1
 - Zone 2: les bureaux, les salles de réunions et archives
 - Zone 3 : les couloirs, les escaliers et les sanitaires.
- ✓ Identification du nord

CHAPITRE 03 : MODELISATION

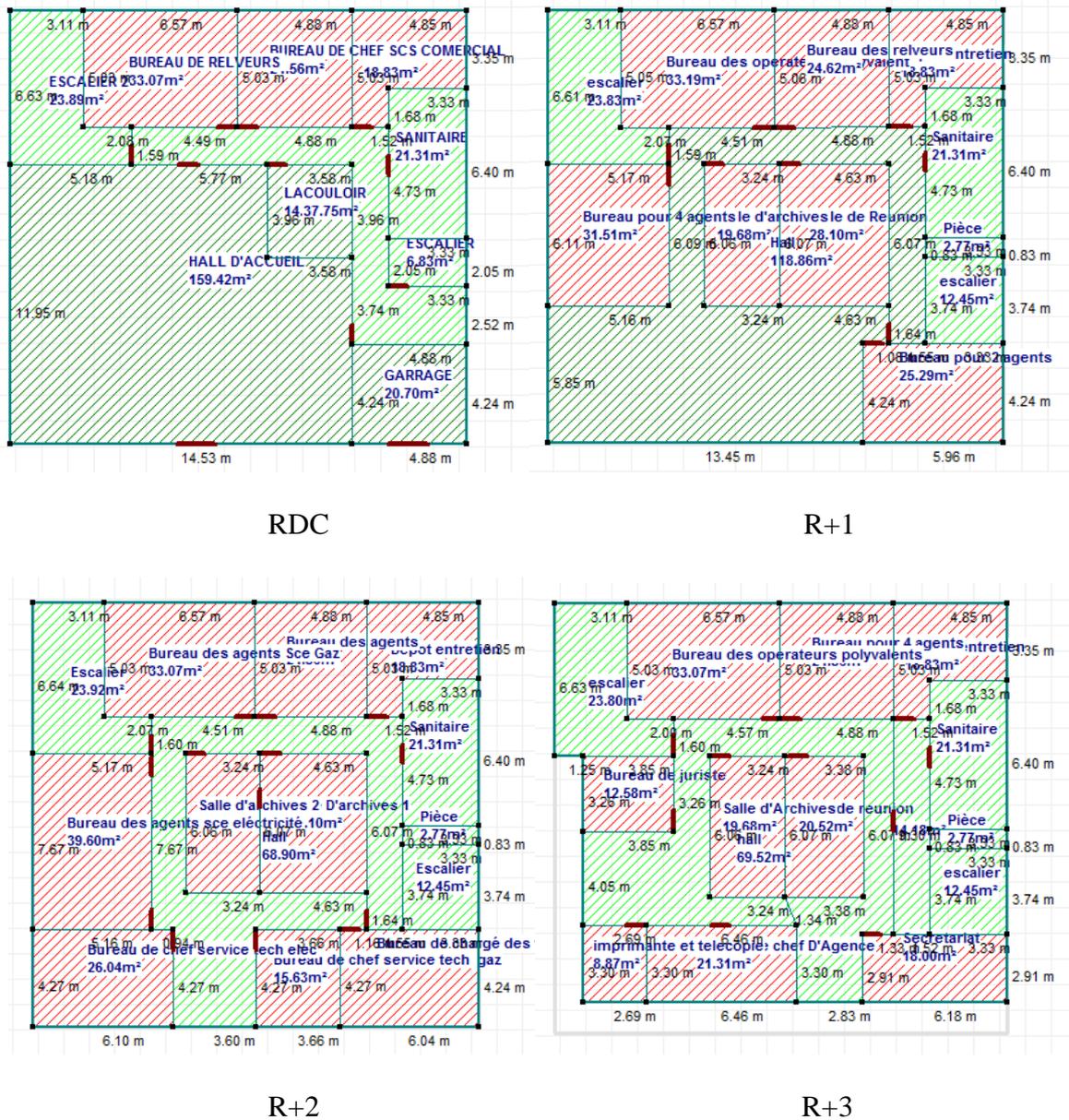


Figure 3.8 Plan des zones d'étude Alcyone

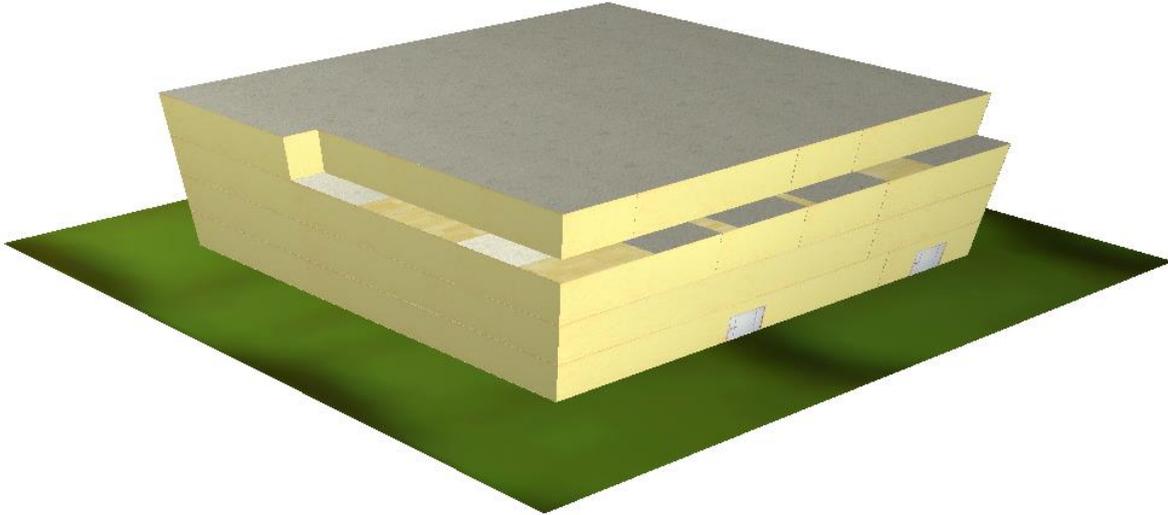


Figure 3.9 Volumétrie sur Alcyone

3.7 Exporter vers pléiades :

➤ **Sous pléiades :**

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

➤ **Définition des scénarios de fonctionnement :**

Scenario d'occupation.

Scenario de consigne de thermostat.

Scenario de Ventilation.

Scenario de puissance dissipée.

○ **Scenario d'occupation :**

Le scenario d'occupation : permet de déterminer le nombre d'utilisateurs des différents espaces ainsi que le taux de fréquentation de l'espace par heure, le but de ce scenario est de déterminer les apports internes produits par les occupants des espaces étudiés.

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

- **Pour notre modélisation, nous avons créé un scenario pour chaque zone:**

CHAPITRE 03 : MODELISATION

• Scenario de 40 Occupants dans la Zone une de sous 24h

%	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H							
1 H		5	5	5	5	5	5
2 H		5	5	5	5	5	5
3 H		5	5	5	5	5	5
4 H		5	5	5	5	5	5
5 H		5	5	5	5	5	5
6 H		5	5	5	5	5	5
7 H		5	5	5	5	5	5
8 H		5	5	5	5	5	5
9 H	60	60	60	60	60	5	60
10 H	60	60	60	60	60	5	60
11 H	60	60	60	60	60	5	60
12 H	20	20	20	20	20	5	20
13 H	10	10	10	10	10	5	10
14 H	60	60	60	60	60	5	60
15 H	20	20	20	20	20	5	20
16 H	20	20	20	20	20	5	20
17 H	5	5	5	5	5	5	5
18 H	5	5	5	5	5	5	5
19 H	5	5	5	5	5	5	5
20 H	5	5	5	5	5	5	5
21 H	5	5	5	5	5	5	5
22 H	5	5	5	5	5	5	5
23 H	5	5	5	5	5	5	5
24 H	5	5	5	5	5	5	5

Figure 3.10 Scenario d'occupation de la Zone une (40 occupants)

• Scenario de 36 Occupants dans La zone deux sous 24h

%	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H							
1 H		5	5	5	5	5	5
2 H		5	5	5	5	5	5
3 H		5	5	5	5	5	5
4 H		5	5	5	5	5	5
5 H		5	5	5	5	5	5
6 H		5	5	5	5	5	5
7 H		5	5	5	5	5	5
8 H		5	5	5	5	5	5
9 H	100	100	100	100	100	5	100
10 H	100	100	100	100	100	5	100
11 H	100	100	100	100	100	5	100
12 H	90	90	90	90	90	5	90
13 H	10	10	10	10	10	5	10
14 H	100	100	100	100	100	5	100
15 H	90	90	90	90	90	5	90
16 H	90	90	90	90	90	5	90
17 H	5	5	5	5	5	5	5
18 H	5	5	5	5	5	5	5
19 H	5	5	5	5	5	5	5
20 H	5	5	5	5	5	5	5
21 H	5	5	5	5	5	5	5
22 H	5	5	5	5	5	5	5
23 H	5	5	5	5	5	5	5
24 H	5	5	5	5	5	5	5

Figure 3.11 Scenario d'occupation la Zone deux (36 occupants)

CHAPITRE 03 : MODELISATION

- **Scenario de 12 Occupants dans la zone trois sous 24h**

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

Figure 3.12 Scenario d'occupation de la zone trois (12 Occupants)

- **Scenario de consigne de thermostat** : afin de déterminer les besoins en chauffage et de climatisation, on doit intégrer la consigne de thermostat ça permet de déclencher le chauffage ou la climatisation automatiquement si la température descend ou s'augmente de la température déterminée au préalable.

- La consigne de climatisation proposée :

°C	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H	25	25	25	25	25	25	25
1 H	25	25	25	25	25	25	25
2 H	25	25	25	25	25	25	25
3 H	25	25	25	25	25	25	25
4 H	25	25	25	25	25	25	25
5 H	25	25	25	25	25	25	25
6 H	25	25	25	25	25	25	25
7 H	25	25	25	25	25	25	25
8 H	25	25	25	25	25	25	25
9 H	25	25	25	25	25	25	25
10 H	25	25	25	25	25	25	25
11 H	25	25	25	25	25	25	25
12 H	25	25	25	25	25	25	25
13 H	25	25	25	25	25	25	25
14 H	25	25	25	25	25	25	25
15 H	25	25	25	25	25	25	25
16 H	25	25	25	25	25	25	25
17 H	25	25	25	25	25	25	25
18 H	25	25	25	25	25	25	25
19 H	25	25	25	25	25	25	25
20 H	25	25	25	25	25	25	25
21 H	25	25	25	25	25	25	25
22 H	25	25	25	25	25	25	25
23 H	25	25	25	25	25	25	25
24 H	25	25	25	25	25	25	25

Figure 3.13 Scénario de consigne thermostat de Climatisation

CHAPITRE 03 : MODELISATION

- La consigne de chauffage proposée :

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

Figure 3.14 Scénario de consigne thermostat de chauffage

- Scenario de Ventilation :

On propose un taux de renouvellement standard

%	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H							
1 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	100	100	100	100	100	0	100
9 H	100	100	100	100	100	0	100
10 H	100	100	100	100	100	0	100
11 H	100	100	100	100	100	0	100
12 H	100	100	100	100	100	0	100
13 H	100	100	100	100	100	0	100
14 H	100	100	100	100	100	0	100
15 H	100	100	100	100	100	0	100
16 H	100	100	100	100	100	0	100
17 H	0	0	0	0	0	0	0
18 H	0	0	0	0	0	0	0
19 H	0	0	0	0	0	0	0
20 H	0	0	0	0	0	0	0
21 H	0	0	0	0	0	0	0
22 H	0	0	0	0	0	0	0
23 H	0	0	0	0	0	0	0
24 H	0	0	0	0	0	0	0

Figure 3.15 Scénario de ventilation estivale

CHAPITRE 03 : MODELISATION

%	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H	0	0	0	0	0	0	0
1 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	100	100	100	100	100	0	0
9 H	100	100	100	100	100	0	0
10 H	100	100	100	100	100	0	0
11 H	100	100	100	100	100	0	0
12 H	100	100	100	100	100	0	0
13 H	100	100	100	100	100	0	0
14 H	100	100	100	100	100	0	0
15 H	100	100	100	100	100	0	0
16 H	100	100	100	100	100	0	0
17 H	100	100	100	100	100	0	0
18 H	0	0	0	0	0	0	0
19 H	0	0	0	0	0	0	0
20 H	0	0	0	0	0	0	0
21 H	0	0	0	0	0	0	0
22 H	0	0	0	0	0	0	0
23 H	0	0	0	0	0	0	0
24 H	0	0	0	0	0	0	0

Figure 3.16 Scénario de ventilation hivernale

○ **Scenario de puissance dissipée :**

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

Appareils électrique :

Tableau 3.1 Les charges journalière du bâtiment

	Puissance en Watts	Nombre
Lampes de type économique	12	100
Les ordinateurs	150	18
Les imprimantes	800	8
Sèche main	300	8
Réfrigérateur	250	2
Micro onde	900	2

CHAPITRE 03 : MODELISATION

The screenshot shows a software interface with a menu bar (Fichier, Affichage, Outils) and a toolbar. Below the toolbar are tabs for 'Matériaux', 'Eléments', 'Compositions', 'Etats de surface', 'Albédos', 'Ecran végétal', 'Scénarios', 'Menuiseries', and 'Equipement'. The 'Scénarios' tab is active, displaying a table of power dissipation (Watts) over a 24-hour period for Zone 1. The left sidebar shows a tree view of scenarios, with 'Puissance SDN 1' selected. The 'Caractéristiques du programme' panel shows the name 'Puissance SDN 1' and the class 'Puissance dissipée'.

Watts	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H							
1 H	100	100	100	100	100	100	100
2 H	100	100	100	100	100	100	100
3 H	100	100	100	100	100	100	100
4 H	100	100	100	100	100	100	100
5 H	100	100	100	100	100	100	100
6 H	100	100	100	100	100	100	100
7 H	100	100	100	100	100	100	100
8 H	100	100	100	100	100	100	100
9 H	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10 H	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
11 H	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
12 H	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
13 H	100	100	100	100	100	100	100
14 H	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
15 H	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
16 H	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
17 H	100	100	100	100	100	100	100
18 H	100	100	100	100	100	100	100
19 H	100	100	100	100	100	100	100
20 H	100	100	100	100	100	100	100
21 H	100	100	100	100	100	100	100
22 H	100	100	100	100	100	100	100
23 H	100	100	100	100	100	100	100
24 H	100	100	100	100	100	100	100

Figure 3.17 Scénario puissance dissipée de la Zone 1

The screenshot shows the same software interface as Figure 3.17, but with 'Puissance SDN 2' selected in the scenario list. The 'Caractéristiques du programme' panel shows the name 'Puissance SDN 2'. The table of power dissipation (Watts) over a 24-hour period for Zone 2 shows a peak of 1400 Watts from 9 AM to 6 PM.

Watts	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H							
1 H	100	100	100	100	100	100	100
2 H	100	100	100	100	100	100	100
3 H	100	100	100	100	100	100	100
4 H	100	100	100	100	100	100	100
5 H	100	100	100	100	100	100	100
6 H	100	100	100	100	100	100	100
7 H	100	100	100	100	100	100	100
8 H	100	100	100	100	100	100	100
9 H	1400	1400	1400	1400	1400	100	1400
10 H	1400	1400	1400	1400	1400	100	1400
11 H	1400	1400	1400	1400	1400	100	1400
12 H	1400	1400	1400	1400	1400	100	1400
13 H	100	100	100	100	100	100	100
14 H	1400	1400	1400	1400	1400	100	1400
15 H	1400	1400	1400	1400	1400	100	1400
16 H	1400	1400	1400	1400	1400	100	1400
17 H	100	100	100	100	100	100	100
18 H	100	100	100	100	100	100	100
19 H	100	100	100	100	100	100	100
20 H	100	100	100	100	100	100	100
21 H	100	100	100	100	100	100	100
22 H	100	100	100	100	100	100	100
23 H	100	100	100	100	100	100	100
24 H	100	100	100	100	100	100	100

Figure 3.18 Scénario puissance dissipée de la Zone 2

CHAPITRE 03 : MODELISATION

Watts	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H							
1 H	100	100	100	100	100	100	100
2 H	100	100	100	100	100	100	100
3 H	100	100	100	100	100	100	100
4 H	100	100	100	100	100	100	100
5 H	100	100	100	100	100	100	100
6 H	100	100	100	100	100	100	100
7 H	100	100	100	100	100	100	100
8 H	100	100	100	100	100	100	100
9 H	2900	2900	2900	2900	2900	100	2900
10 H	2900	2900	2900	2900	2900	100	2900
11 H	2900	2900	2900	2900	2900	100	2900
12 H	2900	2900	2900	2900	2900	100	2900
13 H	100	100	100	100	100	100	100
14 H	2900	2900	2900	2900	2900	100	2900
15 H	2900	2900	2900	2900	2900	100	2900
16 H	2900	2900	2900	2900	2900	100	2900
17 H	100	100	100	100	100	100	100
18 H	100	100	100	100	100	100	100
19 H	100	100	100	100	100	100	100
20 H	100	100	100	100	100	100	100
21 H	100	100	100	100	100	100	100
22 H	100	100	100	100	100	100	100
23 H	100	100	100	100	100	100	100
24 H	100	100	100	100	100	100	100

Figure 3.19 Scénario puissance dissipée de la Zone 3

➤ **Intégration des scenarios :**

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

➤ **Lancement de la simulation.**

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

Après lancement des simulations, on a obtenu les résultats qui sont présentés dans le chapitre suivant.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé dans le cadre de la préparation d'un mémoire de master en Energies Renouvelables, option Energie renouvelable et habitat bio-climatique au Département des Energies Renouvelables de l'université Saad Dahlab de Blida 1, sous la direction du *Pr Hamid Abdelkader*, que je remercie vivement pour toute l'aide qu'il m'a apportée durant toute la durée de préparation du présent mémoire.

Tout comme je remercie l'ensemble du personnel du département des énergies renouvelables de l'université de SAAD DAHLAB de Blida pour l'aide qu'ils m'ont apportée durant la préparation du présent travail.

Mes plus vifs remerciements vont au Pr.Semmar.D à USDB1, pour m'avoir fait l'honneur de présider le jury de soutenance du présent mémoire.

Je remercie vivement Mr Lafri.D et Mme Guebli.L pour l'honneur qu'ils m'ont fait en participant au jury en qualité d'examineurs.

Enfin, je souhaite exprimer toute ma gratitude à l'ensemble des enseignants personnes, qui ont largement contribué à son aboutissement.

Dédicaces

A la mémoire de mon défunt père.

A ma chère mère. Aucune *dédicace* ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour elle.

A mes frères et sœurs.

A toute ma famille, grands et petits.

A tous mes amis et camarades de promotion.

A tous ceux qui ont, de près ou de loin, contribué à l'aboutissement de ce modeste travail.

CHAPITRE 04 : INTERPRETATIONS DES RESULTATS ET PROPOSITION DES SOLUTIONS

4.1 Introduction :

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

4.2. Simulation sans consigne de thermostat en hiver et en été:

Dans cette étape de modélisation, deux simulations ont été faites dans le but d'un diagnostic d'un bâtiment de Siège administratif de SONELGAZ à partir duquel on évalue l'évolution de température dans les différentes zones.

4.2.1 Scenarios de fonctionnement intégrés :

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

4.2.2 Résultats de simulation :

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

Zones	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année			
HALL D'ACCUEIL+GARRAGE+LA CAISSE+Hall	9.04 °C	17.54 °C	31.43 °C
BUREAU DE RELVEURS +BUREAU DE CHEF SCS COMEF	9.50 °C	17.61 °C	31.17 °C
COULOIR+ESCALIER+SANITAIRE+ESCALIER 2+escalier+F	9.58 °C	17.47 °C	30.66 °C
Total			

Figure 4.1 Résultat de simulation en hiver sans consigne thermostat

Synthèse :

- Pour toute la période hivernale, dans la zone 01 : hall d'accueil+Garrage+Hall.R+1 la température maximale peut atteindre jusqu'à 31.43° et diminue jusqu'à 9.04° (température minimale), alors on aura une température moyenne de 17.54°, au niveau de la zone 02 : les bureaux, les salles d'archives et de réunions nous avons une moyenne de 17.61° avec une température minimale de 9.50 °et une température maximale de 31.17°.Et au niveau de la

CHAPITRE 04 : INTERPRETATIONS DES RESULTATS ET PROPOSITION DES SOLUTIONS

zone 03 : les couloirs et les sanitaires ainsi que les escaliers nous avons une moyenne de 17.47° avec une température minimale de 9.58 °et une température maximale de 30.66°.

Résumer

Projet sélectionné : Projet / SIM 1 ETE SANS THERMO

Zones	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année			
HALL D'ACCUEIL+GARRAGE+LA CAISSE+Hall	11.70 °C	27.47 °C	35.99 °C
BUREAU DE RELVEURS +BUREAU DE CHEF SCS COMEF	11.66 °C	27.50 °C	35.57 °C
COULOIR+ESCALIER+SANITAIRE+ESCALIER 2+escalier+F	11.76 °C	27.31 °C	34.99 °C
Total			

Figure 4.2 Résultat de simulation en été sans consigne thermostat

Synthèse :

- Pour toute la période estivale, dans la zone 01 : hall d'accueil+Garrage+Hall.R+1 la température maximale peut atteindre jusqu'à 35.99° et diminue jusqu'à 11.70° (température minimale), alors on aura une température moyenne de 27.47°, au niveau de la zone 02 : les bureaux, les salles d'archives et de réunions nous avons une moyenne de 27.50° avec une température minimale de 11.66 °et une température maximale de 35.57°.Et au niveau de la zone 03 : les couloirs et les sanitaires ainsi que les escaliers nous avons une moyenne de 27.31° avec une température minimale de 11.76 °et une température maximale de 34.99°.

Visualisation graphique

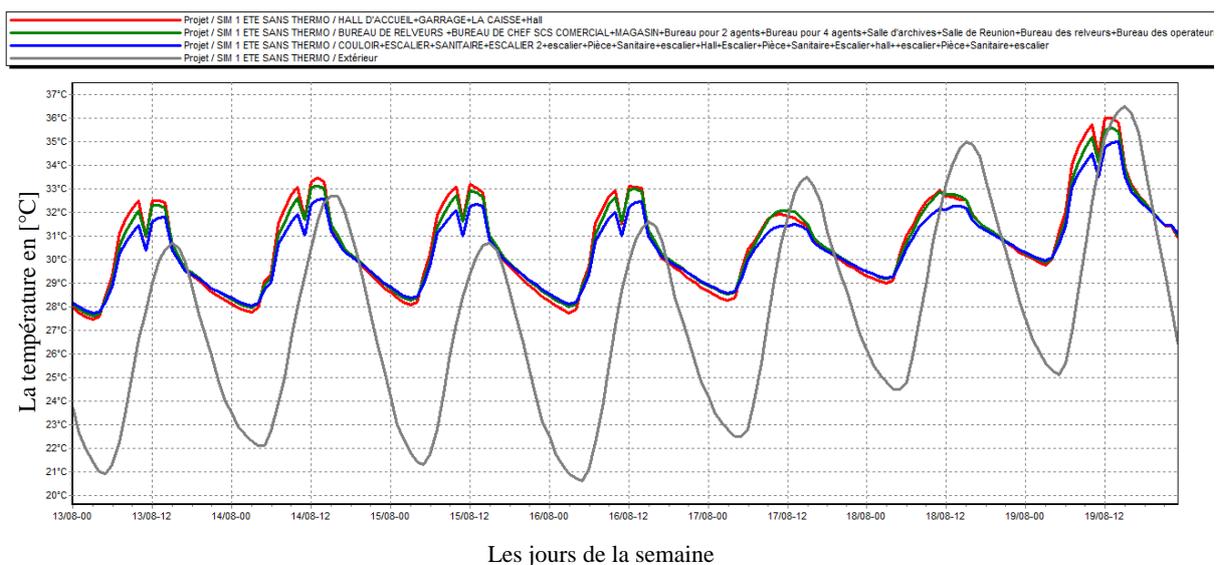


Figure 4.3 Graphe de température des trois zones sans thermostat à la semaine la plus chaude

CHAPITRE 04 : INTERPRETATIONS DES RESULTATS ET PROPOSITION DES SOLUTIONS

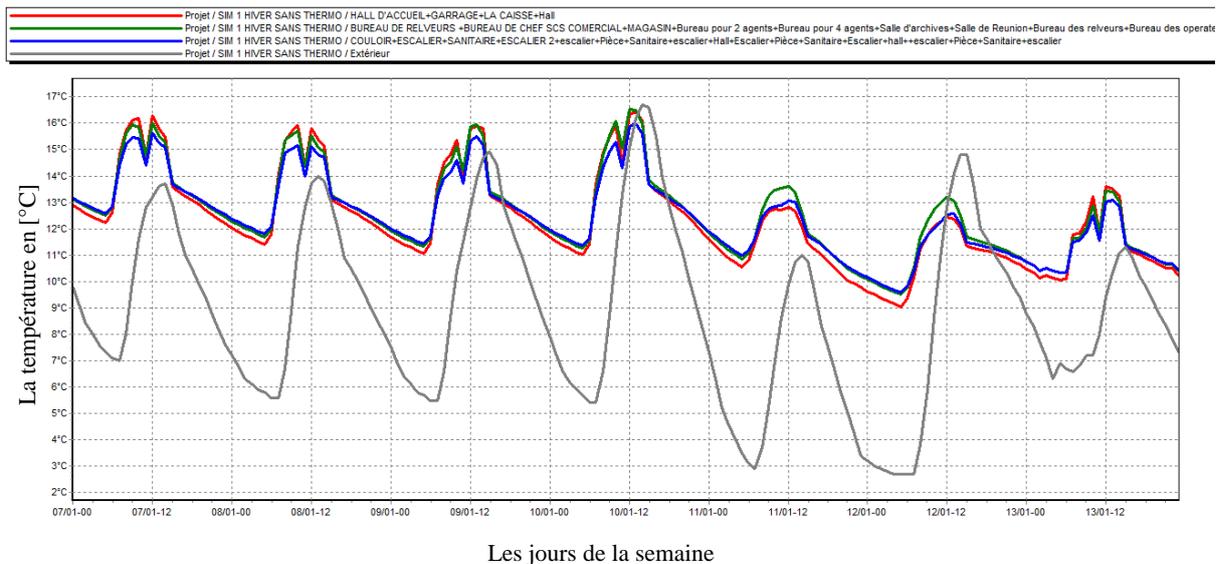


Figure 4.4 Graphe de température des trois zones sans thermostat à la semaine la plus froide

Synthèse :

Selon les graphes présentés, on remarque que la température à l'intérieur est plus élevée que la température extérieure et ce, à cause de la façade en vitrage qui provoque le phénomène d'effet de serre, ainsi que les chutes de température sous deux formes (court et long) qui sont influencées par l'inertie des matériaux et de la ventilation.

4.3. Simulation avec consigne de thermostat en hiver et en été:

La simulation avec consigne thermostat chauffage et de climatisation nous permet de déterminer les besoins en chauffage et en climatisation ainsi que la puissance afin d'atteindre la zone de confort proposé lors de l'intégration du scénario de thermostat.

4.3.1. Scénarios de fonctionnement intégrés :

- Scénario d'occupation.
- Scénario de ventilation
- Scénario de puissance dissipée.
- Scénario de la consigne de thermostat chauffage et de climatisation.

4-3-2. Résultats de simulation : Voici ci-dessous les résultats obtenus après lancement de simulation avec Pleiades + comfie

CHAPITRE 04 : INTERPRETATIONS DES RESULTATS ET PROPOSITION DES SOLUTIONS

Résumer				
Projet sélectionné : Projet / SIM 1 CHAUFF				
Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.
Année				
HALL D'ACCUEIL+GARRAGE+LA CAISSE+Hall	16325 kWh	0 kWh	13770 W	-0 W
BUREAU DE RELVEURS +BUREAU DE CHEF SCS COMEF	28486 kWh	0 kWh	26401 W	-0 W
COULOIR+ESCALIER+SANITAIRE+ESCALIER 2+escalier+F	18502 kWh	0 kWh	15302 W	-0 W
Total	63314 kWh	0 kWh	55473 W	0 W

Figure 4.5 Résultat de simulation en hiver avec consigne thermostat

Résultats et discussions :

D'après les résultats obtenus après l'intégration de la consigne de thermostat et pour atteindre la zone de confort les besoins en chauffage et en climatisation et la puissance sont comme suit :

Les besoins en chauffage :

- La zone 01 est de 16325KWh/313m² → 52,15kwh/m².
- La zone 02 est de 28486KWh/666m² → 42,77kwh/m²
- La zone 03 est de 18502KWh/409m² →45,23kwh/m²

La puissance de chauffage :

- La zone 01 est de 13770 W.
- La zone 02 est de 26401 W
- La zone 03 est de 15302 W

Résumer				
Projet sélectionné : Projet / SIM 1 CLIM				
Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.
Année				
HALL D'ACCUEIL+GARRAGE+LA CAISSE+Hall	0 kWh	9892 kWh	0 W	18639 W
BUREAU DE RELVEURS +BUREAU DE CHEF SCS COMEF	0 kWh	21839 kWh	0 W	41203 W
COULOIR+ESCALIER+SANITAIRE+ESCALIER 2+escalier+F	0 kWh	8741 kWh	0 W	19558 W
Total	0 kWh	40472 kWh	0 W	79399 W

Figure 4.6 Résultat de simulation en été avec consigne thermostat

Les besoins en Climatisation :

- La zone 01 est de 9892KWh/313m² → 31,60kwh/m².
- La zone 02 est de 21839KWh/666m² → 32,79kwh/m²
- La zone 03 est de 8741KWh/409m² →21,37kwh/m²

La puissance de Climatisation :

- La zone 01 est de 18639 W.
- La zone 02 est de 41203 W

CHAPITRE 04 : INTERPRETATIONS DES RESULTATS ET PROPOSITION DES SOLUTIONS

- La zone 03 est de 19558 W

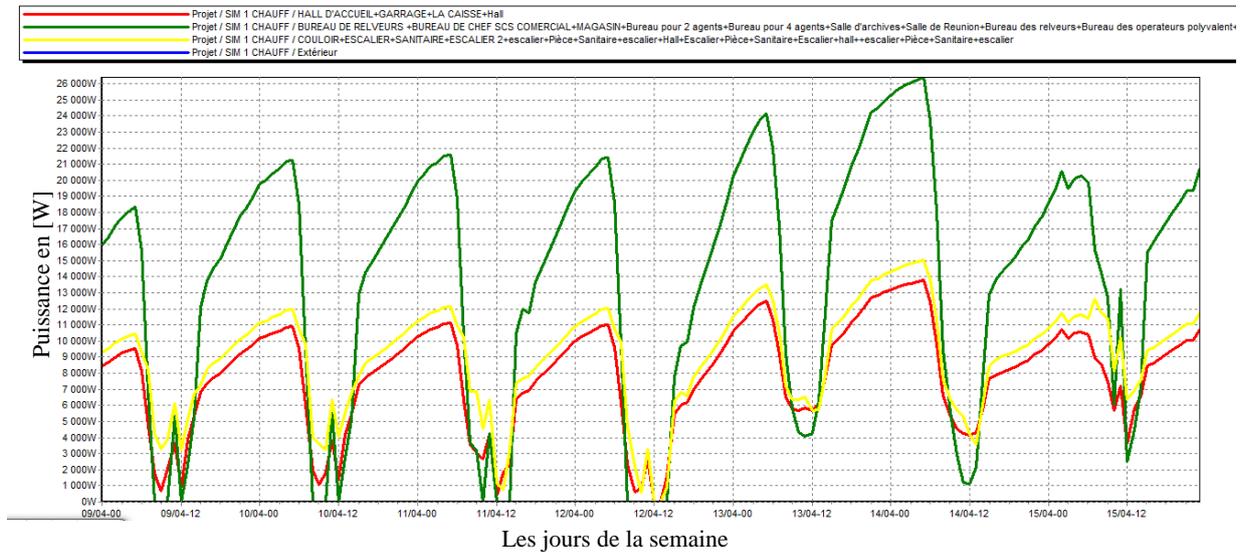


Figure 4.7 Puissance de chauffage dans les trois zones

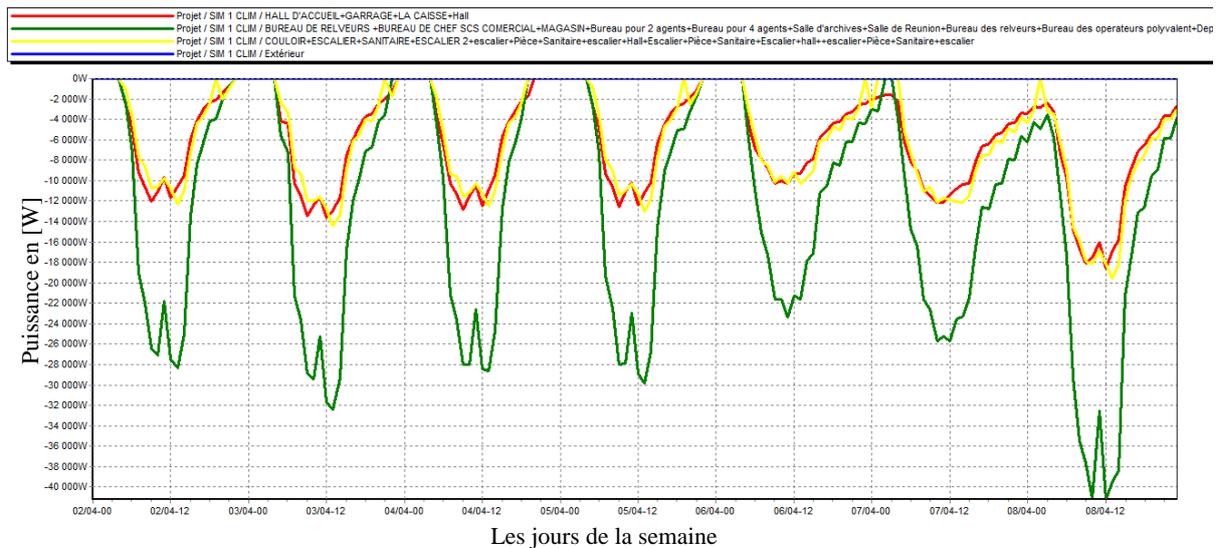


Figure 4.8 Puissance de climatisation dans les trois zones

Synthèse :

Selon les deux dernières figures, on remarque que les besoins en chauffage ainsi que de la climatisation de la zone 02 sont beaucoup plus grands que pour les deux autres zones. Cela est dû aux nombres d'occupants et les gains des appareils installés à l'intérieur.

Constatations :

- La puissance de chauffage dans la zone 02 est plus grande que celle de la zone 03 et 01 au même titre que la puissance de climatisation.

CHAPITRE 04 : INTERPRETATIONS DES RESULTATS ET PROPOSITION DES SOLUTIONS

- Le siège SONELGAZ présente un besoin assez important dans le chauffage et la climatisation en tenant compte de l'intermittence de l'utilisation des espaces durant la journée et durant l'année. Nous avons noté une différence dans les besoins dans les différentes parties du projet ce qui explique la différence dans le besoin en chauffage de la zone 01 avec la zone 02 et 03 au même titre que pour la climatisation.
- Nous avons aussi un surchauffe dans certaines pièces due à la façade en vitrage ce qui cause l'effet de serre.

4.4 Propositions de solutions :

Dans le but de réduire la consommation d'énergie et pour des raisons d'intégration architecturale, on a opté pour l'intégration des systèmes d'isolation par l'extérieur avec du polystyrène extrudé, un nouveau scénario de ventilation, un scénario d'occultation pour la façade nord 'vitrage' et aussi un générateur photovoltaïque.

L'étude paramétrique :

Grace à notre précédente simulation, nous avons proposé quatre paramètres qui peuvent influencés sur la consommation d'énergie dans le bâtiment de SONELGAZ :

4.4.1 Système d'isolation par l'extérieur :

L'isolation thermique par l'extérieur (ITE) est une technique utilisée pour isoler les murs et la toiture d'une habitation par l'extérieur. Alors que l'isolation thermique des murs par l'intérieur (ITI) est plutôt recommandée dans la construction neuve, L'ITE convient idéalement a des chantiers de rénovation car elle présente un double avantage :

- Améliore la performance thermique.
- Permet de réaliser en même temps le ravalement (nombreuses finitions disponibles)

Les avantages de l'isolation thermique des murs par l'extérieur (ITE)

1. Réalisation d'une isolation thermique performante de l'habitat pour réduire les dépenses de chauffage
2. Réalisation de l'étanchéité du bâtiment
3. Rénovation de l'aspect des façades
4. Suppression des ponts thermiques
5. Pas de perte de surface habitable
6. Vaste choix de finitions
7. Logement habitable pendant les travaux

CHAPITRE 04 : INTERPRETATIONS DES RESULTATS ET PROPOSITION DES SOLUTIONS

8. Aspect des murs intérieurs préservé en l'état
9. Amélioration du confort de vie pour l'occupant, été comme hiver
10. Solution d'isolation par l'extérieur conforme aux exigences de la RT 2012

Les procédés d'isolation par l'extérieur (ITE)

L'ITE est une technique d'isolation par l'extérieur qui offre à la fois un confort thermique amélioré et une économie d'énergie. Elle consiste à réaliser autour du bâtiment une double peau isolante. L'ITE se conçoit pour des projets de bâtiments neufs ou en rénovation. Il existe deux techniques d'ITE : l'ITE sous enduit et l'ITE sous bardage.

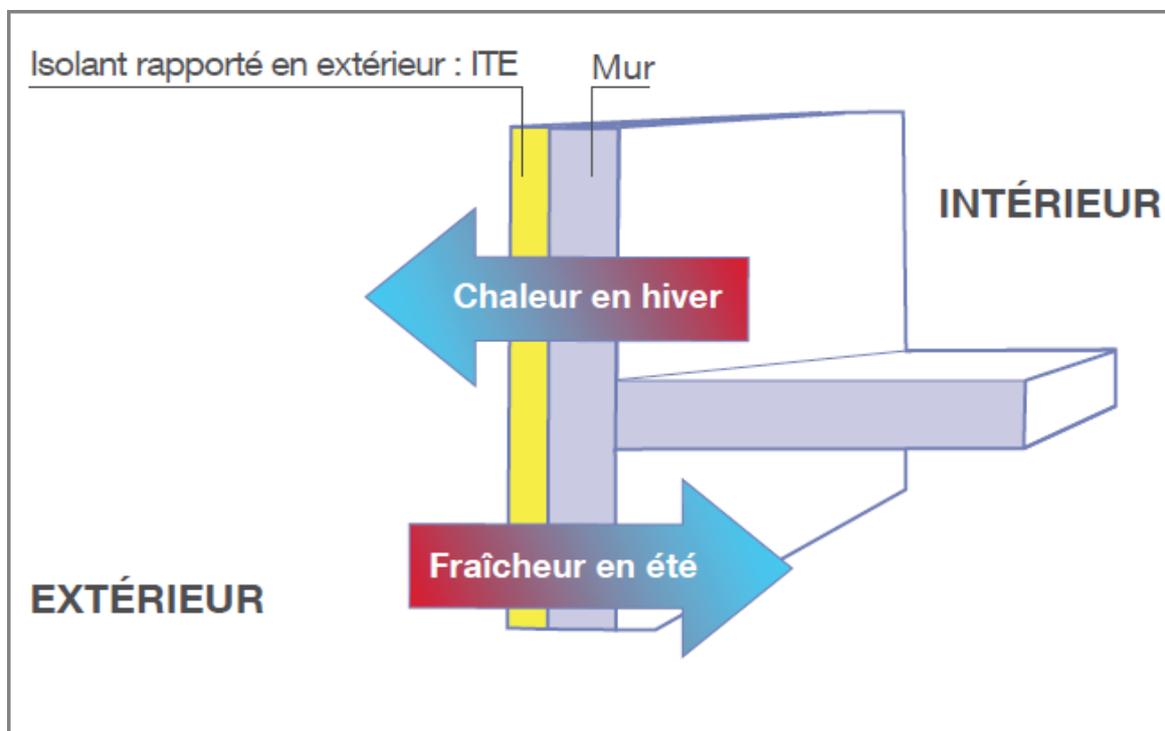


Figure 4.9 Les différents rôles de l'ITE

Classement des habitations :

Pose collée de l'isolant : Simple et rapide, cette technique consiste à coller directement l'isolant sur la paroi à isoler. Seuls les isolants en fibre de bois, en polystyrène expansé (PSE) blanc ou en polystyrène expansé graphité gris sont admis.

CHAPITRE 04 : INTERPRETATIONS DES RESULTATS ET PROPOSITION DES SOLUTIONS

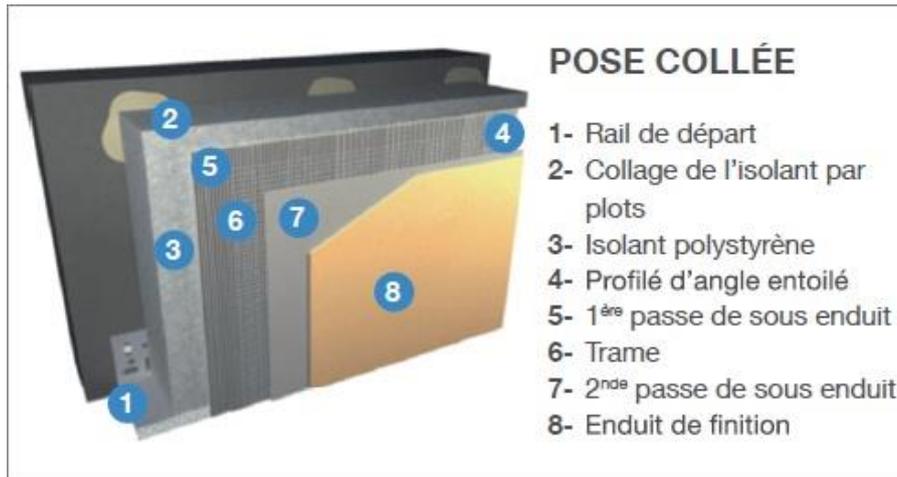


Figure 4.10 Système de pose collée

Pose calée-chevillée de l'isolant

Le système de fixation présente l'avantage d'être compatible avec tous les types d'ITE quelle que soit la nature de l'isolant (PSE, laine de roche, fibre de bois) et du support, brut ou revêtu. La tenue de l'isolant sur la paroi est assurée à la fois par l'encollage du panneau isolant et mécaniquement par fixations traversantes, à l'aide de chevilles à expansion.

La mise en oeuvre s'effectue en 2 temps :

1. Calage de l'isolant avec la colle,
2. Puis, après séchage du mortier de calage, perçage des plaques et du support / mise en place de la cheville.

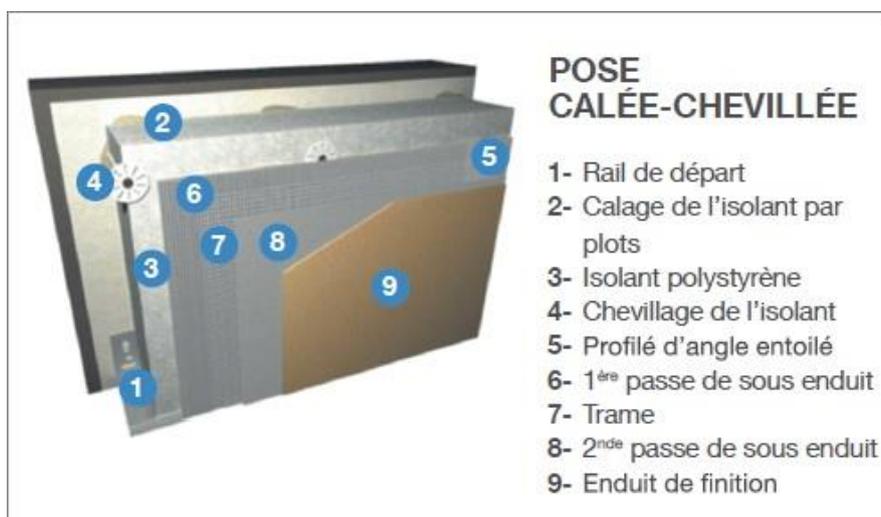


Figure 4.11 Système de pose calée-chevillée

CHAPITRE 04 : INTERPRETATIONS DES RESULTATS ET PROPOSITION DES SOLUTIONS

Dans notre cas on a choisi un matériau appelé le polystyrène extrudé de 10cm d'épaisseur pour sa faible conductivité thermique qui provoque une forte résistance.

Le polystyrène extrudé (XPS) est un matériau isolant thermique utilisé dans le monde de la construction.



Figure 4.12 Exemple modèle de polystyrène extrudé

Description du polystyrène extrudé

Tout comme le polystyrène expansé, son grand concurrent, le polystyrène extrudé est composé de pétrole brut et d'une mousse uniforme. Il est obtenu à partir d'un mélange de polystyrène et de gaz, qui donne un matériau léger de couleur bleue, souvent appelé de son nom commercial Polyfoam. Il se présente sous forme de grandes plaques qui peuvent servir pour l'isolation des chapes et de l'extérieur, principalement.

CHAPITRE 04 : INTERPRETATIONS DES RESULTATS ET PROPOSITION DES SOLUTIONS

Avantages et inconvénients du polystyrène extrudé

Le polystyrène extrudé possède plusieurs avantages sur l'expansé, comme sa meilleure résistance à la compression et à l'humidité, sa légèreté ou encore son poids qui est de 30 à 40 kg/m³. De plus, cet isolant thermique résiste particulièrement bien aux chantiers en conditions extrêmes, ainsi qu'au froid et à la chaleur. Cependant, le polystyrène extrudé n'est pas sans inconvénients. Il est assez cher, ne résiste pas au feu, et souffre d'une très mauvaise isolation acoustique, ce qui exclut son utilisation dans cette optique.

Résultat :

Après l'intégration de notre proposition d'isolation des murs externes et de la toiture par l'extérieur on a obtenu les résultats suivants :

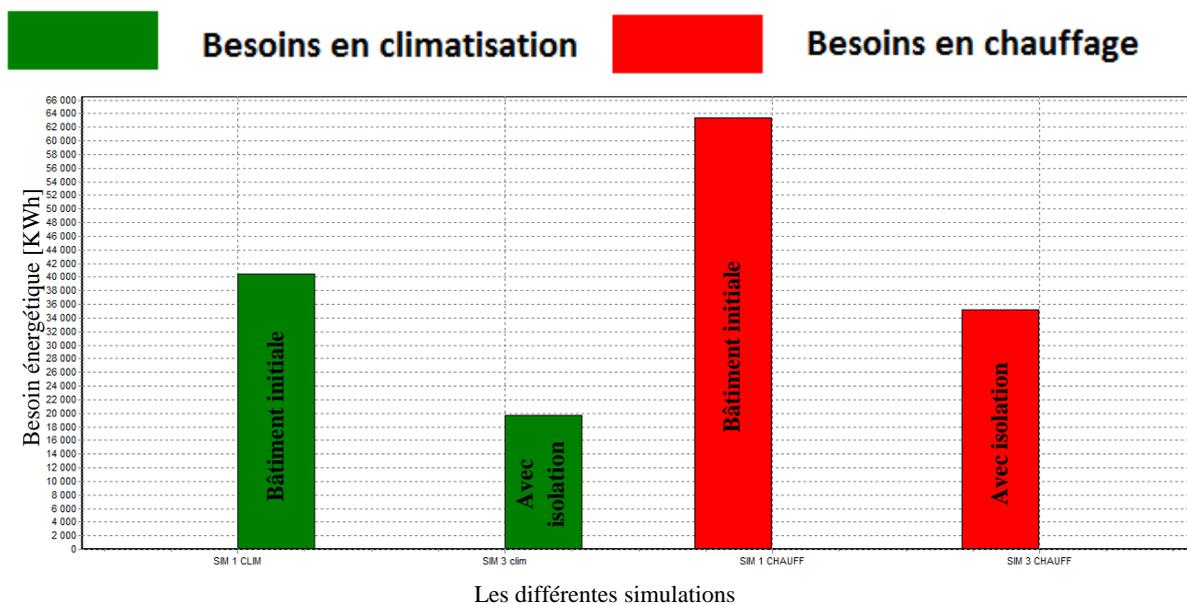


Figure 4.13 Histogramme de comparaison des besoins énergétique du bâtiment avec et sans Isolation.

D'après les résultats obtenus, on a pu optimiser les besoins en climatisation de 20782KWh ce qui représente une économie de 51.34% et aussi une chute de 28134KWh dans les besoins en chauffage ce qui représente aussi une chute de 44.43% après notre intégration de 10cm de polystyrène extrudé par l'extérieur.

CHAPITRE 04 : INTERPRETATIONS DES RESULTATS ET PROPOSITION DES SOLUTIONS

4.4.2 Scénario de ventilation améliorée :

Notre bâtiment est situé au bord de la mer, il bénéficie donc d'une bonne ventilation. On doit profiter de ce potentiel en été durant la nuit et en hiver pendant la journée juste pour un renouvellement d'air.

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

Figure 4.14 Scenario de ventilation estivale

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

Figure 4.15 Scenario de ventilation hivernale

CHAPITRE 04 : INTERPRETATIONS DES RESULTATS ET PROPOSITION DES SOLUTIONS

Résultats :

Après l'intégration de notre scénario de ventilation estivale et hivernale avec amélioration pour profiter au maximum de la ventilation nocturne, on a obtenu les résultats indiqués dans l'histogramme ci-dessous :

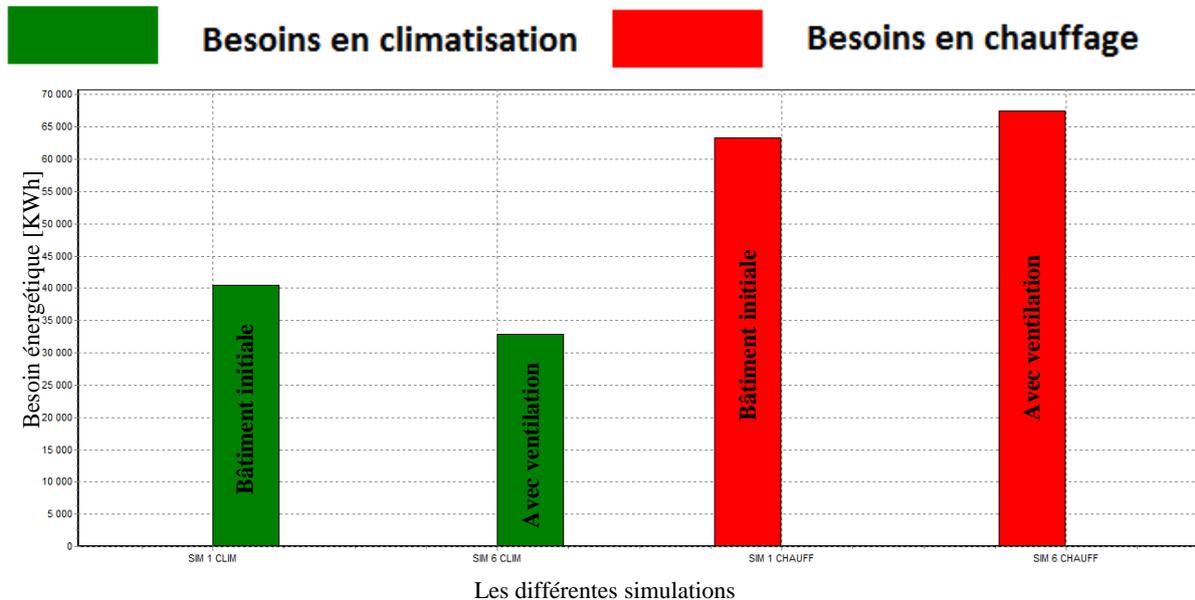


Figure 4.16 Histogramme de comparaison des besoins énergétique du bâtiment avec et sans ventilation amélioré.

D'après les résultats obtenus, on a optimisé les besoins en climatisation de 7576KWh ce qui représente une économie de 18.72% et une augmentation de 4096KWh dans les besoins en chauffage ce qui représente une surcharge de 6.46% après l'intégration de notre nouveau scénario de ventilation.

4.4.3 Système des volets



Figure 4.17 Modèle de volet occultant

CHAPITRE 04 : INTERPRETATIONS DES RESULTATS ET PROPOSITION DES SOLUTIONS

Les occultations permettent d'économiser l'énergie et d'améliorer la zone de confort tout en limitant les apports solaires en été et bénéficier des gains de chaleur en hiver. Volets, stores, brise-vue... le choix est vaste pour se protéger du soleil, du froid et/ou des regards.

On a créé deux scénarios d'occultation en été et en hiver avec notre logiciel de simulation pleades+comfie comme il est présenté dans les figures suivantes :

%	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H							
1 H	100	100	100	100	100	100	100
2 H	100	100	100	100	100	100	100
3 H	100	100	100	100	100	100	100
4 H	100	100	100	100	100	100	100
5 H	100	100	100	100	100	100	100
6 H	100	100	100	100	100	100	100
7 H	100	100	100	100	100	100	100
8 H	100	100	100	100	100	100	100
9 H	95	95	95	95	100	100	95
10 H	95	95	95	95	100	100	95
11 H	95	95	95	95	100	100	95
12 H	95	95	95	95	100	100	95
13 H	95	95	95	95	100	100	95
14 H	95	95	95	95	100	100	95
15 H	95	95	95	95	100	100	95
16 H	95	95	95	95	100	100	95
17 H	100	100	100	100	100	100	100
18 H	100	100	100	100	100	100	100
19 H	100	100	100	100	100	100	100
20 H	100	100	100	100	100	100	100
21 H	100	100	100	100	100	100	100
22 H	100	100	100	100	100	100	100
23 H	100	100	100	100	100	100	100
24 H	100	100	100	100	100	100	100

Figure 4.18 Scenario d'occultation estivale

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

Figure 4.19 Scenario d'occultation hivernale

CHAPITRE 04 : INTERPRETATIONS DES RESULTATS ET PROPOSITION DES SOLUTIONS

Indissociables d'un vitrage performant, les dispositifs d'occultation des baies vitrées regroupent un très grand nombre de produits : stores textiles ou à lames (intérieurs, extérieurs), volets roulants, coulissants, battants, stores bannes, rideaux, brise-soleil de toutes sortes et de toutes matières (métal, terre cuite, béton, bois, matériaux composites) ou encore films de protection. Selon les produits, les occultations ont une ou plusieurs fonctions. Elles peuvent notamment limiter les apports de chaleur ou de lumière en été, conserver la chaleur du bâtiment pendant la nuit en hiver, protéger l'intimité en occultant l'intérieur de la pièce tout en laissant passer la lumière du jour, ou encore renforcer la sécurité par des dispositifs spécifiques retardant ou empêchant les effractions.

Résultats :

Après l'intégration de notre scénario d'occultation estivale et hivernale pour limiter les apports solaires en été et afin d'en profiter en hiver, on a obtenu les résultats suivants :

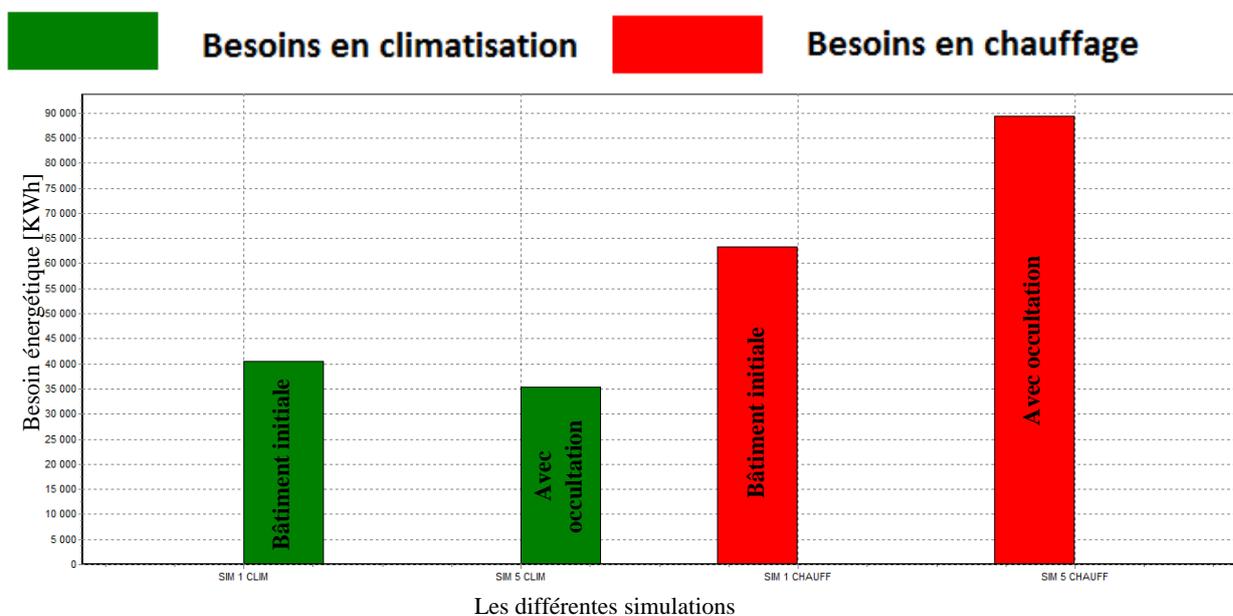


Figure 4.20 Histogramme de comparaison des besoins énergétique du bâtiment avec et sans occultation

D'après les résultats obtenus, on a pu optimiser les besoins en climatisation de 5150KWh ce qui représente une économie de 12.72% et aussi une surcharge de 25970KWh dans les besoins en chauffage ce qui représente également une augmentation de 41.5% après notre intégration de nouveau scénario d'occultation.

CHAPITRE 04 : INTERPRETATIONS DES RESULTATS ET PROPOSITION DES SOLUTIONS

4.4.4 Façade en double vitrage :

Avec le changement de notre façade nord avec un double vitrage qui se compose de :

Caractéristiques de la composition

Classe : Murs

Nom : Double vitrage

Complément :

Origine :

Composants	T	cm	kg/m ²	λ	R
Verre fictif	M	1.0	25	0.08	0.13
Lame d'air < 0.7 cm	E	0.7	0	0.06	0.11
Verre fictif	M	1.0	25	0.08	0.13
Total		2.7	50		0.37

Extérieur

Intérieur

Figure 4.21 Composition de la paroi en double vitrage

On obtient les résultats suivants :

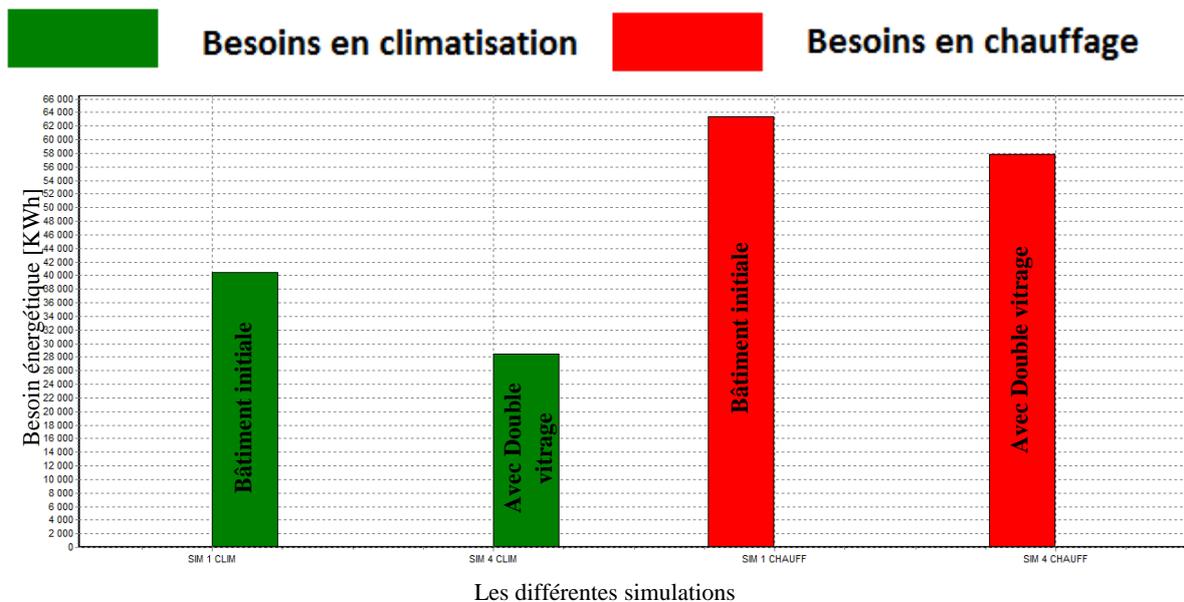


Figure 4.22 Histogramme de comparaison des besoins énergétique du bâtiment avec et sans double vitrage

CHAPITRE 04 : INTERPRETATIONS DES RESULTATS ET PROPOSITION DES SOLUTIONS

Synthèse :

D'après les résultats obtenus, on a optimisé les besoins en climatisation de 12028KWh ce qui représente une économie de 29.7% et aussi une chute de 5479KWh dans les besoins en chauffage ce qui représente aussi une chute de 8.65% après notre intégration d'une nouvelle façade en double vitrage.

4.4.5 Résultat global :

Après l'amélioration de notre bâtiment avec un isolant de type polystyrène extrudé de 10cm d'épaisseur par l'extérieur, l'introduction de nouveaux scénarios de ventilation, la façade en double vitrage et les panneaux occultant avec des différentes scénarios, on a pu obtenir les résultats suivants toujours à l'aide du logiciel pleade+comfie :

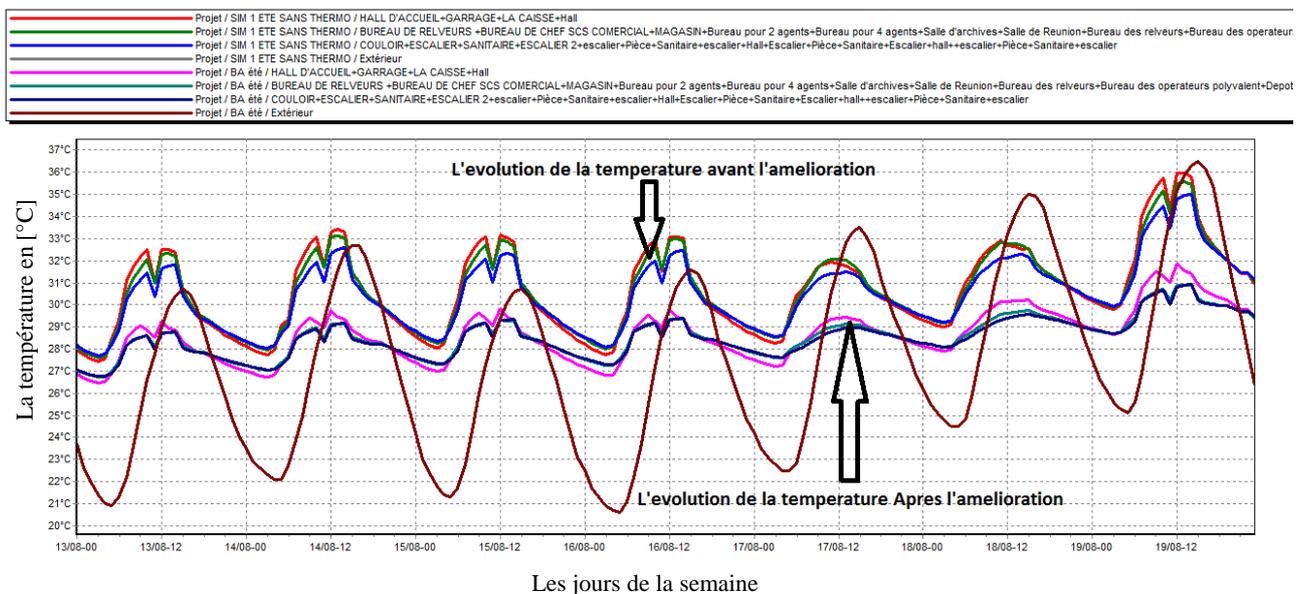


Figure 4.23 Courbe de variation de la température avant et après l'amélioration en été

D'après la figure précédente on remarque qu'il y'a une grande baisse de température dans la semaine la plus défavorable en période d'été ; Il en résulté un changement impressionnant dans les différentes zones :

Zone 01 :	Tmin=11.75°C	Tmoy=25.63°C	Tmax=31.87°C
Zone 02 :	Tmin=11.88°C	Tmoy=25.69°C	Tmax=31.18°C
Zone 03 :	Tmin=11.90°C	Tmoy=25.65°C	Tmax=31.24 °C

CHAPITRE 04 : INTERPRETATIONS DES RESULTATS ET PROPOSITION DES SOLUTIONS

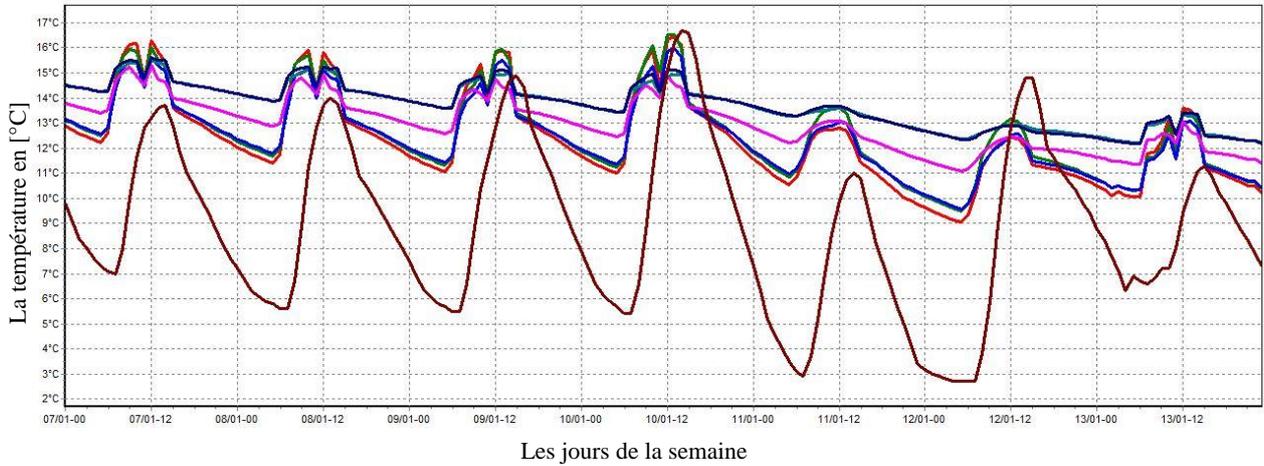
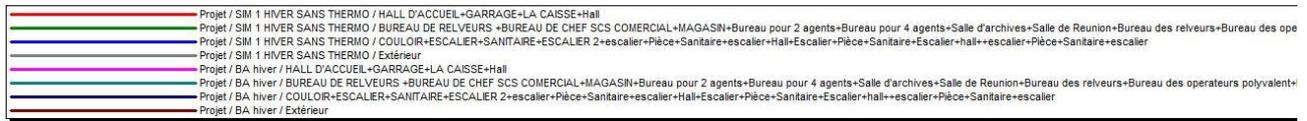


Figure 4.24 Courbe de variation de la température avant et après l'amélioration en hiver

D'après la figure précédente, on remarque qu'il y'a une augmentation de température dans la semaine la plus défavorable en période hivernale ; il en découle un changement notoire dans les différentes zones :

Zone 01 :	Tmin=10.74°C	Tmoy=17.21°C	Tmax=26.92°C
Zone 02 :	Tmin=11.52°C	Tmoy=17.56°C	Tmax=26.57 °C
Zone 03 :	Tmin=11.53°C	Tmoy=17.58°C	Tmax=26.69°C

Besoins en climatisation **Besoins en chauffage**

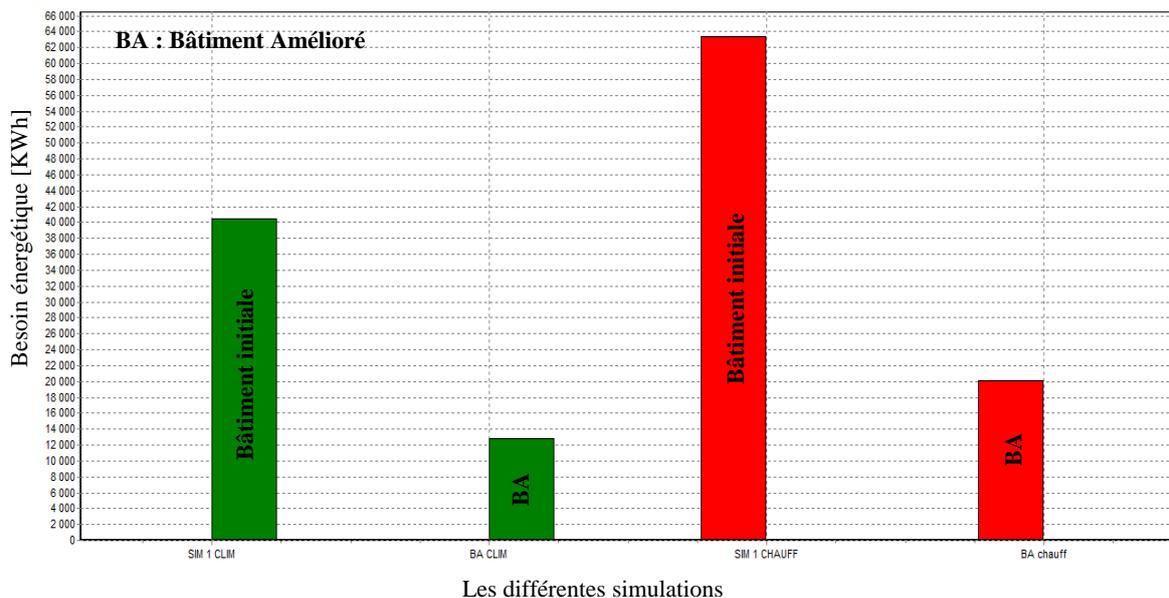


Figure 4.25 Histogramme des besoins énergétiques avant et après l'amélioration du bâtiment

CHAPITRE 04 : INTERPRETATIONS DES RESULTATS ET PROPOSITION DES SOLUTIONS

Synthèse :

D'après la comparaison précédente dans les besoins énergétiques avant et après l'amélioration du bâtiment, on remarque une baisse assez importante dans les besoins en chauffage et en climatisation ce qui implique une réduction de consommation d'énergie.

Selon les résultats obtenus, on remarque que les besoins en climatisation en chauffage ont baissé avec des taux respectifs de 68.47% et 68.23%.

4.4.6 Un système Photovoltaïque :

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.

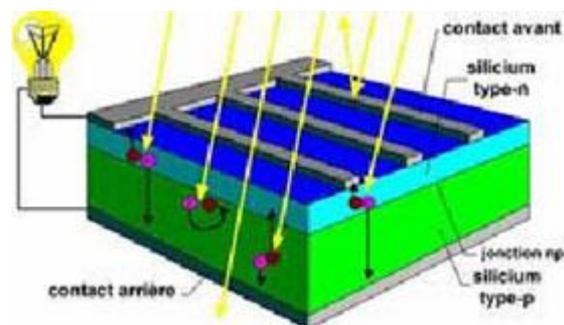


Figure 4.26 Principe de la Photovoltaïque

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).

CHAPITRE 04 : INTERPRETATIONS DES RESULTATS ET PROPOSITION DES SOLUTIONS

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 180 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.

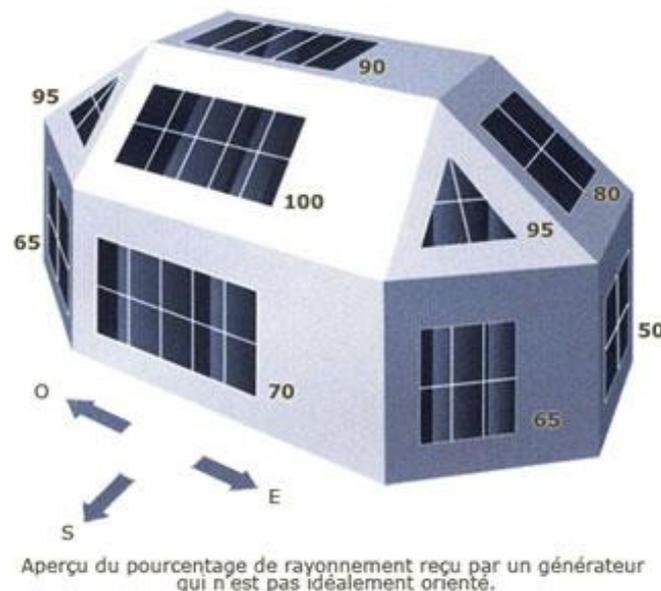


Figure 4.27 Aperçu du pourcentage reçu par un générateur qui n'est pas idéalement orienté

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.

CHAPITRE 04 : INTERPRETATIONS DES RESULTATS ET PROPOSITION DES SOLUTIONS

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°.

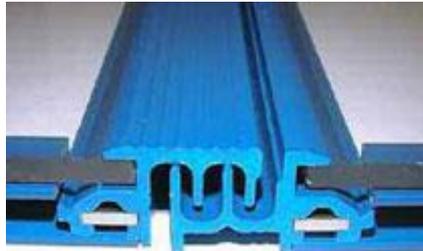


Figure 4.28 La manière dont les éléments viennent s'emboîter les uns aux autres.

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.

CHAPITRE 04 : INTERPRETATIONS DES RESULTATS ET PROPOSITION DES SOLUTIONS

Synthèse :



Figure 4.29 Modèle de structure proposé

Dans notre cas on va installer notre générateur photovoltaïque sur la toiture orienté plein sud et avec une inclinaison optimale de 32°.

4.4.6.1 Dimensionnement de notre installation photovoltaïque :

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

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 4.30 Interface d'accueil de PVsyst V6.43

CHAPITRE 04 : INTERPRETATIONS DES RESULTATS ET PROPOSITION DES SOLUTIONS

Le logiciel comprend principalement deux modes de fonctionnement. Le premier est une application de prédimensionnement 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.

Les étapes à suivre :

1-Créer un nouveau projet

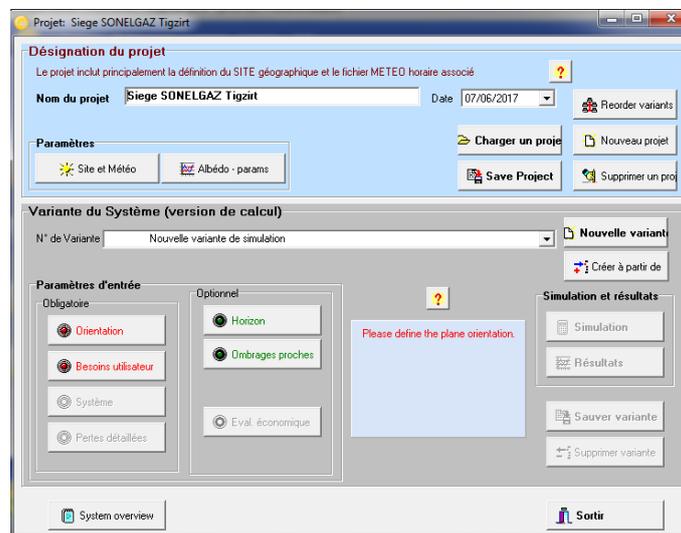


Figure 4.31 Création du projet

2-Importer le fichier meteonorm de la région de Tizirt :

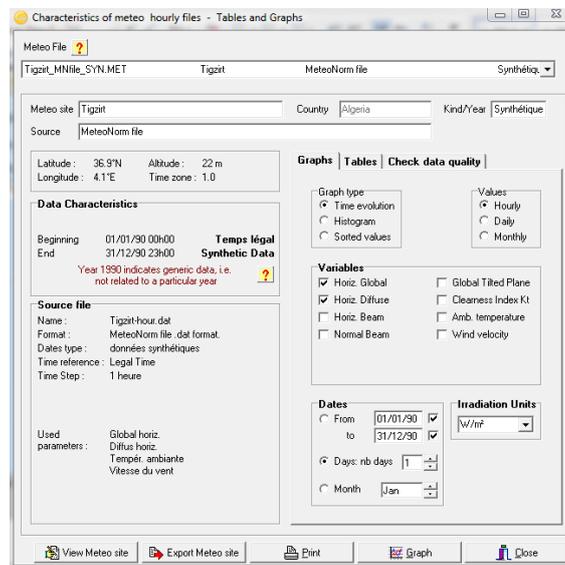


Figure 4.32 Importation des données météorologiques

CHAPITRE 04 : INTERPRETATIONS DES RESULTATS ET PROPOSITION DES SOLUTIONS

3-Definir les paramètres du champ :

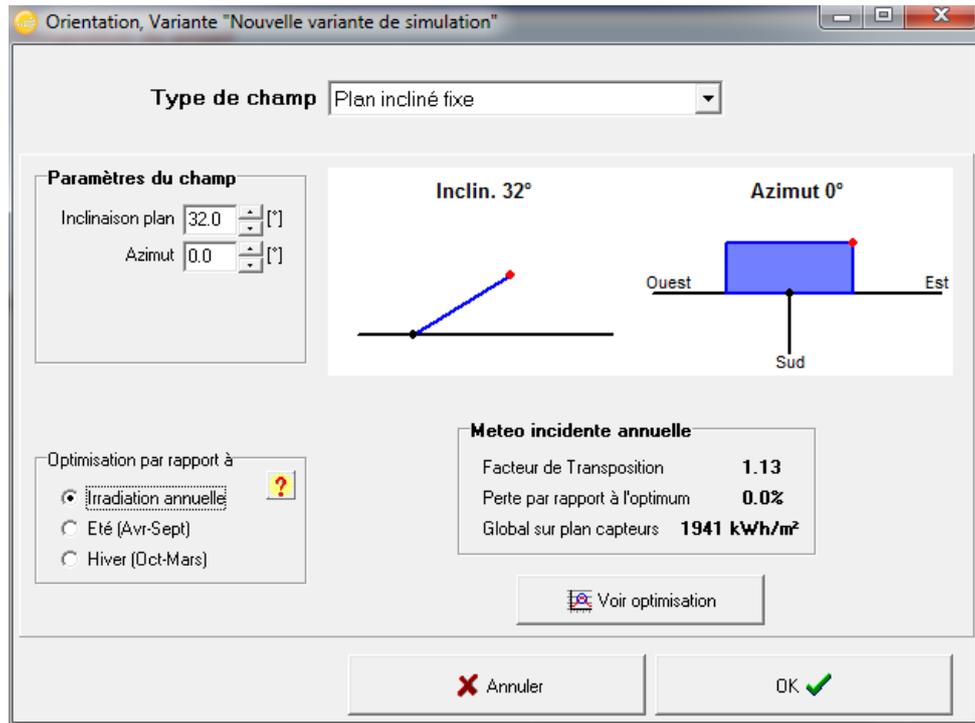


Figure 4.33 Définition d'inclinaison optimal annuelle

4-Definir les charges de la journée :

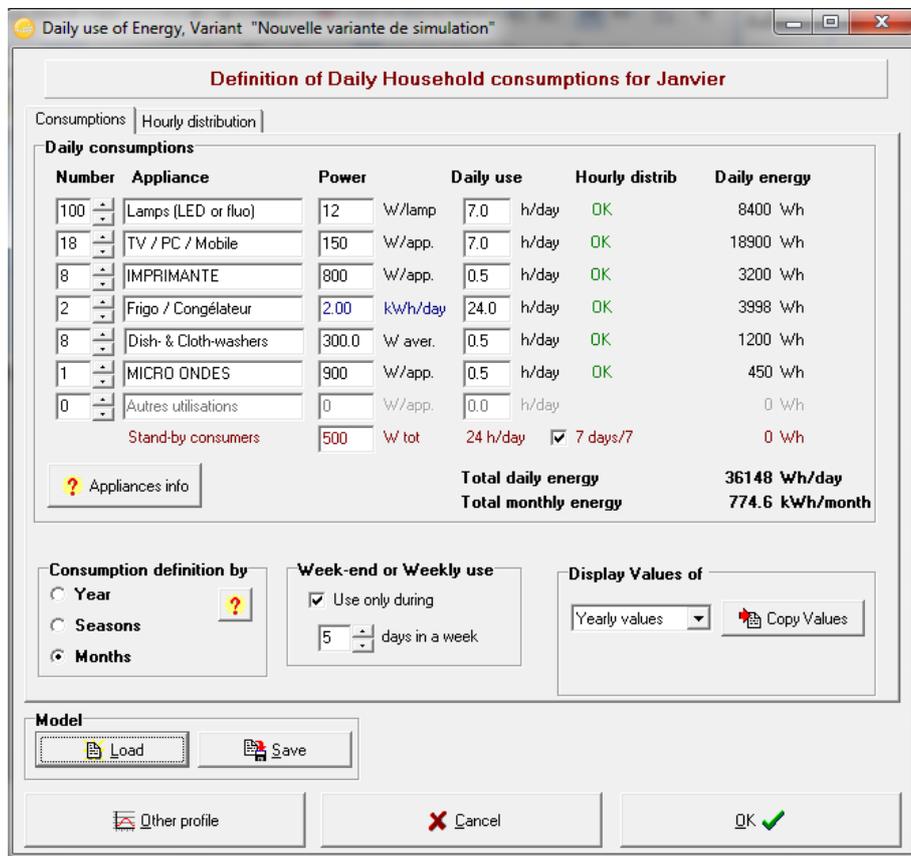


Figure 4.34 Définition des charges

CHAPITRE 04 : INTERPRETATIONS DES RESULTATS ET PROPOSITION DES SOLUTIONS

5-Specifications des modèles de batterie et ses types d'installation:

Design of a Standalone system, Variant "Nouvelle variante de simulation"

Specified Load | Pre-sizing suggestions | System summary

Av. daily needs: 25.8 kWh/day | Enter accepted LOL: 5.0 % | Enter requested autonomy: 2.0 day(s)

Battery (user) voltage: 24 V | Suggested capacity: 3544 Ah | Suggested PV power: 11.60 kWc (nom.)

Storage | Champ PV | Back-up | Schema

Procedure

1. - Pre-sizing: Define the desired Pre-sizing conditions (LOL, Autonomy, Battery voltage)
2. - Storage: Define the battery pack (default checkboxes will approach the pre-sizing)
3. - PV Array design: Design the PV array (PV module) and the control mode. You are advised to begin with a universal controller.
4. - Back-up: Define an eventual Genset

Specify the Battery set

Sort Batteries by: voltage capacity manufacturer

All Manufacturers | 12V | 187 Ah | MK 868D Gel | MK Battery | Open

2 Batteries in serie | Number of batteries: 38 | Battery pack voltage: 24 V

19 Batteries in parallel | Number of elements: 228 | Global capacity: 3553 Ah

Stored energy (80% DOD): 68.2 kWh | Total weight: 2736 kg

Operating battery temperature

Temper. mode: Fixed (tempered local) | Fixed temperature: 25 °C

Veuillez choisir le module PV !

System overview | Cancel | OK

Figure 4.35 Le choix des batteries et de l'autonomie

6-le choix des panneaux photovoltaïque :

Design of a Standalone system, Variant "Nouvelle variante de simulation"

Specified Load | Pre-sizing suggestions | System summary

User needs: Household | Aver. power: 1077 W | Daily Energy: 26 kWh | Night ratio: 49.3 %

Battery pack: 19 in parallel, 24 V | Capacity: 3553 Ah | Stored energy: 68 kWh | Autonomy: 2.6 d

PV Array: 46 str. of 1 modules | Nom. power: 11.5 kWc | Av. daily energy: 43 kWh | PV/PLoad: 10.7

Controller: Universal, Direct coupling | Nom power: 10.0 kW | Thresholds: acc. to SOC | PV/PCConv: 1.15

Storage | Champ PV | Back-up | Schema

Sub-array name and Orientation: Name: Champ PV | Tilt: 32° | Azimut: 0°

Presizing help: No Sizing | Enter planned power: 11.60 kWc | ... or available area: 0 m²

Select the PV module

Tous les modules | Sort modules by: power technology

Sharp | 250 Wp 26V | Si-poly | ND-R250A5 | Since 2011 | Manufacturer 201 | Open

Sizing voltages: Vmpp (60°C): 25.9 V | Voc (-10°C): 42.2 V

Select the control mode and the controller

Universal controller | MPPT power converter

Operating mode: Direct coupling | MPPT converter | DC-DC converter

Generic | Max. Charging - Discharging current: MPPT 24V 419 A 63 A | Universal controller with MPPT conv. | Open

The operating parameters of the generic default controller will be adjusted according to the properties of then system.

PV Array design

Number of modules and strings should be: Mod. in serie: 1 | No constraint | Nb. strings: 46 | Between 38 and 47

Nb modules: 46 | Area: 76 m²

Operating conditions: Vmpp (60°C): 25 V | Vmpp (20°C): 31 V | Voc (-10°C): 42 V

Plane irradiance: 1000 W/m² | Max. operating power à 1000 W/m² et 50°C: 10.2 kW

Imp (STC): 376 A | Isc (STC): 403 A | Isc (at STC): 399 A | Array's nom. power (STC): 11.5 kWp

System overview | Cancel | OK

Figure 4.36 Le choix des Modules

CHAPITRE 04 : INTERPRETATIONS DES RESULTATS ET PROPOSITION DES SOLUTIONS

Caractéristiques du banc de batteries Tension 24 V Capacité nominale 3553 Ah

Nombre d'unités 2 en série x 19 en parallèle Température Fixée (25°C)

Controller Modèle Universal controller with MPPT convertter

Technologie MPPT convertter Coeff. de temp. -5.0 mV/°C/elem.

Convertisseur Efficacité maxi et EURO 97.0/95.0 %

Battery management control Treshold commands as SOC calculation

Charge SOC = 0.90/0.75 i.e. approx. 51.3/25.1 V Décharge SOC = 0.20/0.45 i.e. approx. 20.2/24.4 V

Besoins de l'utilisateur : Consomm. domestique Constants sur l'année moyenne 25.8 kWh/Jour

Valeurs annuelles

Utilisation 5 jours par semaine	Nombre	Puissance	Utilisation	Energie
Lamps (LED or fluo)	100	12 W/lampe	7 h/jour	8400 Wh/jour
TV / PC / Mobile	18	150 W/app	7 h/jour	18900 Wh/jour
IMPRIMANTE	8	800 W/app	1 h/jour	3200 Wh/jour
Frigo / Congélateur	2		24 Wh/jour	3998 Wh/jour
Dish- & Cloth-washers	8		1 Wh/jour	1200 Wh/jour
MICRO ONDES	1	900 W tot	1 h/jour	450 Wh/jour
Energie journalière totale				36148 Wh/jour

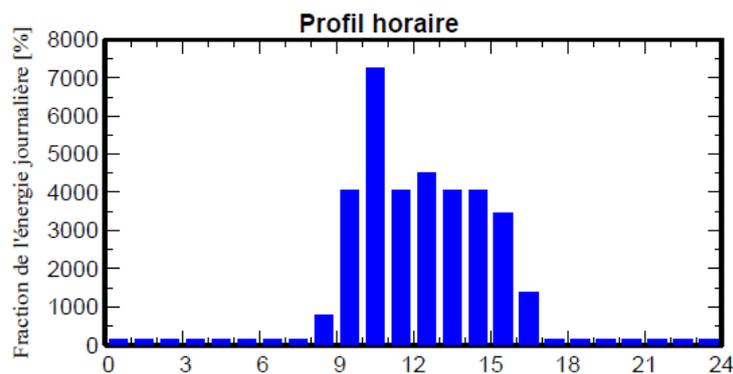


Figure 4.38 Tableau et profil de charge journalière

Productions normalisées (par kWp installé): Puissance nominale 11.50 kWc

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

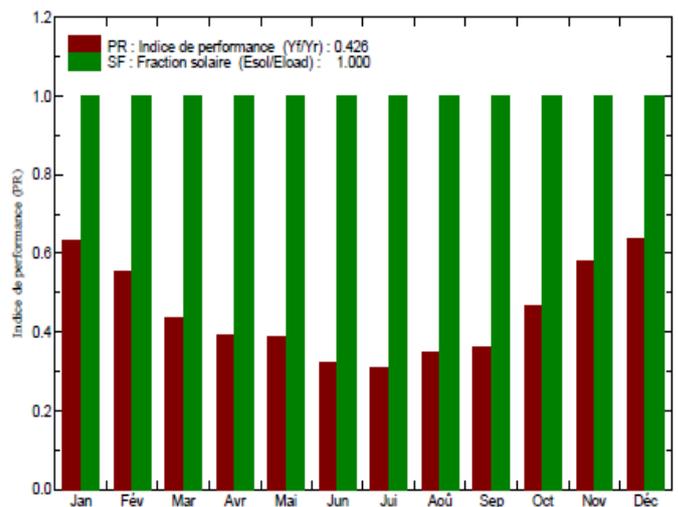
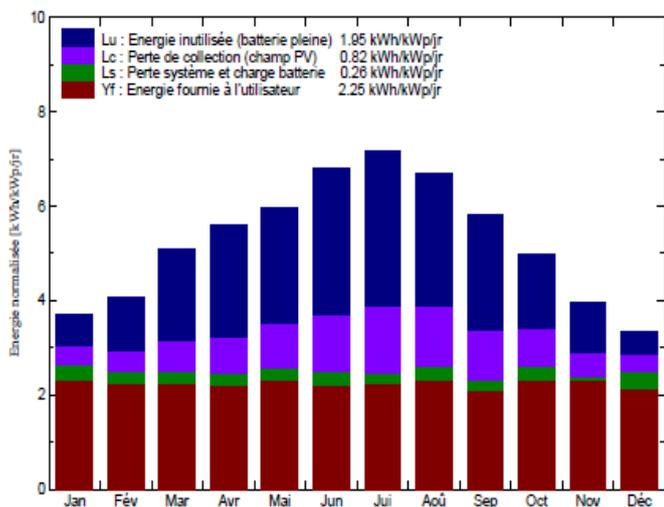


Figure 4.39 Les différents productions et les indices de performances

CHAPITRE 04 : INTERPRETATIONS DES RESULTATS ET PROPOSITION DES SOLUTIONS

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	SolFrac
Janvier	75.0	111.6	1.131	0.234	0.000	0.831	0.831	1.000
Février	85.5	111.0	1.131	0.360	0.000	0.723	0.723	1.000
Mars	132.7	154.2	1.545	0.692	0.000	0.795	0.795	1.000
Avril	158.0	163.1	1.620	0.809	0.000	0.759	0.759	1.000
Mai	191.7	179.6	1.757	0.880	0.000	0.831	0.831	1.000
Juin	218.7	197.7	1.896	1.071	0.000	0.759	0.759	1.000
Juillet	232.6	215.9	2.022	1.178	0.000	0.795	0.795	1.000
Août	199.7	201.6	1.882	0.996	0.000	0.831	0.831	1.000
Septembre	151.4	170.4	1.624	0.852	0.000	0.723	0.723	1.000
Octobre	117.1	151.0	1.455	0.567	0.000	0.831	0.831	1.000
Novembre	81.2	116.0	1.160	0.372	0.000	0.795	0.795	1.000
Décembre	66.9	101.1	1.022	0.170	0.000	0.759	0.759	1.000
Année	1710.5	1873.1	18.245	8.181	0.000	9.435	9.435	1.000

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) SolFrac Fraction solaire (Eutile / Ebesoin)

Diagramme des pertes sur l'année entière

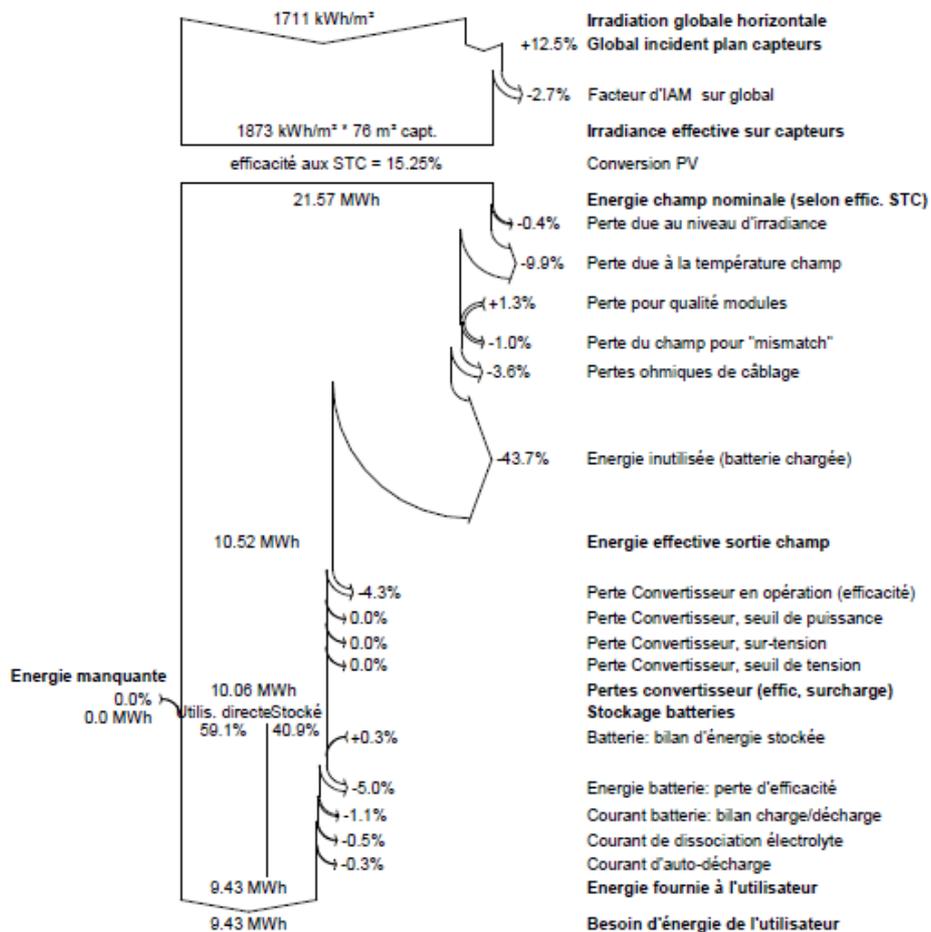


Figure 4.40 Diagramme des pertes sur l'année entière

CHAPITRE 04 : INTERPRETATIONS DES RESULTATS ET PROPOSITION DES SOLUTIONS

Grace a notre dimensionnement d'un générateur photovoltaïque on peut éliminer a 100% de l'énergie journalière consommer dans le bâtiment sauf celle de la climatisation et du chauffage et avec une autonomie de d'une journée.

4.5 Conclusion :

Selon les résultats présentés plus haut, on constate que pour une surface de captation photovoltaïque de 75.5m², on peut atteindre les 100% des besoins journaliers hors la climatisation et le chauffage avec une autonomie d'une journée.

Grace à notre proposition de différents systèmes : volet d'occultation estivale, d'un isolant extérieur en évitant les ponts thermiques avec du polystyrène extrudé de 10 cm d'épaisseur sur le mur extérieur et la toiture, la modification du scénario de ventilation estivale ainsi que le changement de la façade nord avec un double vitrage, on a pu couvrir les 68.3% des besoins en climatisation et en chauffage ce qui nous fait une énorme économie d'énergie consommer par ce bâtiment.

Conclusion générale

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 du bâtiment sous le titre de diagnostic d'un bâtiment et proposition de solution pour la réduction de la consommation d'énergie.

A travers notre étude, nous avons essayé d'intégrer des systèmes passifs et actifs dans le bâtiment afin que ceux-ci soient rentables aux besoins énergétiques du siège 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 du bâtiment de type tertiaire (composants des parois, ses résistances thermiques, les occupants...) et la définition de notre site de Tizirt afin de déduire les caractéristiques météorologiques de la ville.

Dans la deuxième étape de notre étude, nous avons étudié le comportement thermique du bâtiment à travers les différentes zones après notre simulation thermique dynamique dans lequel on a trouvé des besoins énergétiques assez importants.

Dans la troisième étape de notre étude, nous avons constaté une intégration des cinq systèmes proposés ci-dessous :

- Une isolation extérieure par un polystyrène extrudé de 10cm d'épaisseur qui nous a permis une réduction de 51,34% en besoins de climatisation et 44,43% en chauffage.
- Une ventilation nocturne en période d'été pour rafraîchir le bâtiment durant la nuit ; sa localisation au bord de la mer et son 'potentiel vent' aidant, ce système pose une couverture de 18.72% des besoins en climatisation.
- Une occultation estivale pour limiter les apports solaires ce qui nous a économisé 12.72% des besoins en climatisation.
- Changement de la façade nord en double vitrage ce qui nous a fait économiser 29.76% des besoins en climatisation et 8.65% en chauffage.
- Un générateur photovoltaïque avec une surface de captation de 75 m² ce qui fait une satisfaction de 100% des besoins d'éclairages et autres équipements électriques avec une autonomie d'une journée.

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

Notre étude 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 les quatre premiers systèmes et obtenir un taux de couverture égal à 68.3% en climatisation et en chauffage pour le cas le plus défavorable.
- Une couverture journalière de 100 % des besoins énergétiques avec une autonomie d'une journée des occupants en dehors de la climatisation et le chauffage avec l'intégration d'un système actif de type photovoltaïque.

Même si notre étude a porté sur le diagnostic de bâtiment et proposition de solutions pour la réduction de la consommation d'énergie, il n'en demeure pas moins que nous aurions pu nous attarder sur d'autres systèmes de chauffage et de climatisation. Nous n'avons malheureusement pas pu les aborder à ce stade de l'analyse. Nous nous proposons d'élargir notre étude, d'une part, à l'introduction de l'énergie géothermique en utilisant une pompe à chaleur et, d'autre part, au travail sur le système de chauffe-eau sanitaire dont le but est d'atteindre les 100% de couverture des besoins énergétiques de notre bâtiment tertiaire.

Bibliographie

- ✓ Chauffage, isolation, et ventilation écologique (Auteur:Haut,paulde ,Editeur:Eyrolles
- ✓ [1].ENERGETIQUE DU BATIMENT ;Nicolas Morel et Edgard Gndounou (nouvelles édition du cours donne par Claude-Alain Roulet et Arnaud Dauriat-Edition 2009).
- ✓ Guide pour une construction Eco- énergétique Auteur Dr Astrid Denker Dr. S.M.K. ElHassarGrp. D'experts spécialiste en efficacité énergétique et durabilité sous la direction de Dr.-Ing Saad Baradiy
- ✓ Mémento technique du bâtiment, pour le chargé d'opération de constructions publiques : Confort thermique
- ✓ 6ème congrès européen de science des systèmes paris 19-22 septembre 2005 complexité du confort thermique dans les bâtiments drr.Cantin, b. Moujalled, drhdr g. Guarracino
- ✓ Guide de conception: ventilation performante dans les écoles: centre technique des industries aérauliques et thermiques
- ✓ Guide confort thermique à l'intérieur d'un établissement
- ✓ Guide pratique pour les communes, protéger l'air et le climat www.Ge.Ch/air
- ✓ Les énergies renouvelables - [objectifeko, eco habitat, eco construction, eco rénovation]
- ✓ Formation "bâtiment durable : énergie": solaire thermique grands ensembles de logements et tertiaire ing. Jérémie de clerck
- ✓ [2].Formation "bâtiment durable : énergie" bruxelles: les différents aspects du confort et le confort thermique Isabelle bruyere.
- ✓ [4].Mémoire doctorat : Application de quelques notions de la conception bioclimatique pour l'amélioration de la température interne d'un habitat. Par Mr HADDAM Muhammad Abdalkhalaq Chuayb .2015
- ✓ [5].Mémoire master 02 : application de l'énergie solaire photovoltaïque dans l'école supérieure de commerce de kolea par CHABIRA Rachida Ibtisseem .2015
- ✓ [3].Mémoire doctorat : Modélisation du Comportement Thermique de Quelques Dispositifs Solaires : par Mr BEKKOUCHE Sidi Mohammed El Amine 2009