

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE SAAD DAHLEB BLIDA 1
FACULTE DE TECHNOLOGIE

Mémoire de Master

Option : **Energies renouvelables Habitat
bioclimatique**

Réhabilitation bioclimatique d'un local situé au CDER

Présenté par :

LAOUFI Lydia

BENAMEUR Heithem

Encadré par :

Dr. SAMI Sabrina

Soutenu le :13/07/2022

Devant le jury composé de :

Président du jury : Dr. HAMID Abdelkader

Examineur : Dr. BOUKENOUI Rachid

Examineur : Dr. LAFRI Djamal

2021/2022

Remerciements :

Nos sincères remerciements vont en premier lieu aux membres de jury

Pour avoir accepté de faire partie du jury et d'examiner ce travail avec attention ;

- *À notre promotrice : Mme Sami Mecheri Sabrina
Pour toutes ses orientations pertinentes et pour sa disponibilité et sa patience.*
- *Tout comme nous remercions l'ensemble du personnel du Centre de développement des énergies renouvelables CDER. pour l'aide qu'ils nous ont apportée durant la préparation du présent travail. En particulier (Mr **Larbi Youcef**).*
- *À nos **parents** pour le soutien et les encouragements qu'ils nous ont fournis pendant cette période.*
- *À nos familles, nos amis et à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.*

Dédicaces :

Avec l'aide du tout puissant, j'ai pu réaliser ce modeste travail que je dédie :

À mon très cher père, **KAMEL**

Je voudrais partager ce succès avec lui, que dieu le protège et le garde.

À ma très chère maman, **NORA**

Que dieu la protège pour moi, je ne pourrai jamais la remercier assez pour ce qu'elle fait pour moi.

À mes sœurs **IMANE, RANIA et MAROUA** ainsi que mes chères tantes **OUIZA** et **NACIRA** pour leur soutien durant tout mon chemin, à mes chers grands parents qui sont très présents pour me soutenir et toute ma chère famille et tous mes amis (**NAWEL, NIHAD, AMIRA, CHIFA, ISMAIL, MOHAMED, AKRAM ...**) A mon binôme qui on s'est entendu parfaitement bien et ses énormes efforts pour la réalisation de ce travaille, a tous mes collègues

LYDIA

Dédicaces :

Avec l'aide du tout puissant, j'ai pu réaliser ce modeste travail que je dédie :

À mon très cher père, **KHALED**

Je voudrais partager ce succès avec lui, que dieu le protège et le garde.

À ma très chère maman, **FADILA**

Que dieu la protège pour moi, je ne pourrai jamais la remercier assez pour ce qu'elle fait pour moi.

À ma sœurs **NARIMANE** ainsi que mes chères frères **NADHIR et HOUSSEM** pour leur soutien durant tout mon chemin, et mes chères amis **ADLAN et IDRIS**. à mon binôme qui on s'est entendu parfaitement bien et ses énormes efforts pour la réalisation de ce travaille, a tous mes collègues

HEITHEM

Résumé

Ce projet consiste à faire la simulation thermique avec le logiciel pléiade pour une rénovation d'un bloc de poste de garde afin de comparer et étudier le comportement thermique de trois types de composition : le cas actuel avec amélioration en isolant par l'extérieur, la composition bâtiment base consommations avec trois modèles de parois et enfin la composition bâtiment passif.

La simulation sera effectuée en apportant des améliorations pour les trois différents types de compositions, ainsi que pour ouvrants.

Le but de ce travail est de calculer les besoins énergétiques des trois compositions et comparer les performances thermiques entre celle réalisé en bbc avec celles du cas actuel avec isolation extérieure et du bâtiment passif.

Une petite étude économique a été réalisée en intégrant les différents couts des différents éléments introduits pour l'amélioration de la performance dans le but de déterminer la meilleure composition en tenant compte de l'aspect thermique et économique en même temps. L'étude a aboutit au fait que rénover le bâti en ajoutant l'isolation par l'extérieur et en remplaçant par le double vitrage est le choix le plus judicieux.

Mots clés : bâtiment bbc, simulation thermique dynamique, bâtiment passif, consommation énergétique, isolation extérieure, performances thermique, facture énergétique.

Abstract

This project consists of carrying out thermal simulation with the Pléiade software for a renovation of a guardhouse block in order to compare and study the thermal performance of three types of composition: the current case with improvement by external insulation, the low energy building composition with three wall variants and finally the passive building composition.

The simulation will be carried out by making improvements on the three different types of compositions, as well as for windows.

The purpose of this work is to calculate the energy needs of the three compositions and compare the thermal performance between the bbc building, the current case with external insulation and the passive building.

A small economic study was carried out by integrating the different costs of the different elements introduced for the improvement of performance in order to determine the best composition taking into account the thermal and economic aspect at the same time. The study has led to the fact that renovating the building by adding insulation from the outside and replacing it with double glazing is the best choice.

Keywords: bbc building, dynamic thermal simulation, passive building, energy consumption, external insulation, thermal performance, energy bill.

ملخص

لدراسة هذا المشروع ، نقوم بتنفيذ محاكاة حرارية باستخدام برنامج Pleiades comfie لتجديد غرفة الحراسة الموجودة في CDER من أجل مقارنة ودراسة السلوك الحراري لثلاثة أنواع من تكوين الجدران: الحالة الحالية مع التحسن في العزل من الخارج ، حالة المبنى منخفضة الاستهلاك مع ثلاثة نماذج جدار وأخيراً تكوين مبنى سلبي الطاقة. سيتم تنفيذ المحاكاة من خلال إدخال تحسينات على الأنواع الثلاثة المختلفة للتركيبات ، وكذلك بالنسبة للفتحات.

الغرض من هذا العمل هو حساب احتياجات الطاقة للتركيبات الثلاثة ومقارنة الأداء الحراري بين ذلك الذي تم تحقيقه في مبنى منخفض الطاقة مع تلك الموجودة في الحالة الحالية مع العزل الخارجي وبناء سلبي الطاقة. تم إجراء دراسة اقتصادية صغيرة من خلال دمج التكاليف المختلفة للمواد المختلفة المقدمة لتحسين الأداء من أجل تحديد أفضل تكوين مع مراعاة الجانب الحراري والاقتصادي في نفس الوقت. توصلت الدراسة إلى أن ترميم المبنى بإضافة مادة عازلة من الخارج واستبدالها بزجاج مزدوج هو الخيار الأفضل.

الكلمات المفتاحية: مبنى بي بي سي ، محاكاة حرارية ديناميكية ، بناء سلبي الطاقة ، استهلاك طاقة ، عزل خارجي ، أداء حراري ، فاتورة طاقة.

Liste des figures

Fig.2. 1- situation de la commune de bouzaréah	17
Fig.2. 2- évolution des températures à Alger	18
Fig.2. 3 -évolution de la température journalière à Alger.....	19
Fig.2. 4- l'ensoleillement à Alger.	19
fig.2. 5- rayonnement global journalier à Alger	20
Fig.2. 6 –évolution du rayonnement à Alger.....	20
Fig.2. 7-la précipitation à Alger	21
Fig.2. 8-vue de satellite du CDER	21
Fig.2. 9-photo réelle de local	22
Fig.2. 10-plan du local d'objet d'étude (vestiaire et ex-poste d'accueil).....	22
Fig.2. 11- plan 3d de local objet d'étude.....	23
Fig.3. 1-identifications de la station météorologique	27
Fig.3. 2- créer les compositions des parois	28
Fig.3. 3- créer les menuiseries nécessaires.....	28
Fig.3. 4- insertion des données de construction	29
Fig.3. 5 - le plan 2d.....	29
fig.3. 6-le plan 3d.....	30
Fig.3. 7 - définition des scénarios	30
Fig.3. 8- lancement de la simulation	31
Fig.3. 9-scenario d'occupation proposé	32
Fig.3. 10-scenario de puissance dissipé	33
Fig.3. 11- scenario par défaut d'étanchéité.....	33
Fig.3. 12- évolution des températures durant l'année	34
Fig.3. 13- évolution des températures pour la semaine la plus chaude.....	34
fig.3. 14- évolution des températures pour la semaine la plus froide	34
fig.3. 15 - scenario ventilation nocturne.....	35
Fig.3. 16- évolution des températures avec et sans ventilation nocturne pour la semaine la plus chaude	36
Fig.3. 17-différence de température entre la composition actuelle et avec double vitrage	37
Fig.3. 18- évolution des températures durant l'année	38
Fig.3. 19- évolution des températures durant la semaine la plus chaude.....	38
Fig.3. 20- évolution des températures durant la semaine la plus froid	39
fig.3. 21-scenario de chauffage	39
fig.3. 22- scenario de climatisation	40
fig.3. 23-puissance de chauffage et climatisation dans l'état actuel	40
fig.3. 24-besoin de chauffage et climatisation dans l'état actuel	41
fig.3. 25-différence de besoin de chauffage et climatisation pour l'état actuel et avec double vitrage	42
Fig.3. 26-les besoins de chauffage et climatisation pour l'isolation externe avec variation paramétrique (de 4 à 12cm)	43
Fig.3. 27- évolution de température durant l'année	45
Fig.3. 28- besoin de chauffage et climatisation avec variation paramétrique de l'isolant de mur et de toiture (de 4 à 12 cm).....	46

Fig.3. 29-Evolution De Température annuelle pour la composition BBC1.....	48
fig.3. 30-Evolution de temperature annuelle pour la composition BBC2.....	49
fig.3. 31-Evolution de temperature annuelle pour la composition BBC3.....	50
fig.3. 32-différence entre besoin de chauffage et climatisation de bbc1 bbc2 bbc3	51
fig.3. 33- Evolution de température annuelle pour la composition passive	52
fig.3. 34-les besoins de chauffage et climatisation pour la composition passive	53
fig.3. 35- les besoins de chauffage et climatisation pour les compositions étudiée	54

Liste des tableaux

Tableau.2. 1- température sèche (mensuelle, maximale, de base) (en °c) [16].....	18
tableau.2. 2-caractéristiques des parois	23
Tableau.2. 3- caractéristiques des ouvrants.....	24
Tableau.3. 1-composition des parois (de l'extérieur vers l'intérieur).....	31
Tableau.3. 2-menuiserie.....	36
tableau.3. 3-composition de paroi avec isolation extérieur	37
Tableau.3. 4-les besoins de chauffage et climatisation pour l'isolation externe avec variation paramétrique	43
Tableau.3. 5-composition du mur extérieur	44
Tableau.3. 6-composition de la toiture.....	44
Tableau.3. 7-composition de plancher	45
Tableau.3. 8- bbc mur béton	47
Tableau.3. 9-toiture.....	47
Tableau.3. 10-mur maçonnerie courant	48
tableau.3. 11-toiture	48
tableau.3. 12-bbc mur béton	49
tableau.3. 13-toiture	49
tableau.3. 14-mur béton	52
tableau.3. 15-toiture	52
tableau.3. 16 : cout de double vitrage et isolation extérieur	57

Sommaire

Remerciements	2
Dédicaces.....	3
Résumé.....	5
Liste des figures	6
Liste des tableaux.....	8
Sommaire	9
Introduction générale	10
Chapitre 1.....	12
Etude bibliographique.....	12
1.1 Etat de l’art	13
1.1.1 Travaux de recherches effectuées à travers le monde	14
1.1.2. Travaux de recherche effectuée en algérie :.....	15
Chapitre 2.....	16
Présentation du cas d’étude	17
2-1-présentation du site	17
2-1-1-données climatiques :	18
2-1-1-caractéristiques météorologiques de la ville :.....	19
2-2-présentation du local :.....	21
2-2-1-caractéristiques des parois :	23
2-2-2-caractéristiques des ouvrants :.....	24
Chapitre 3.....	25
3.1. Définition de la modélisation	26
3.2. Présentation des logiciels utilisés dans la simulation	27
3.3 :Etapes de simulation :	28
3-4-simulation du bâti et présentation des résultats.....	31
3.4.1.1. Simulation sans consignes de chauffage et climatisation	32
3.4.1.1.1. Amélioration de la performance du bâti	34
3.4.1.2. Simulation avec consignes de chauffage et climatisation.....	37
3.4.2. Proposition d’un bâtiment performant :.....	44
3.4.2.1 simulation sans consigne de thermostat :	45
3.4.2.2 simulations avec consigne de thermostat :	48
3.4.3. Simulation avec composition propose par le logiciel pléiade :.....	49
3.4.3.1. bâtiment basse consommation.....	47
3.4.3.2 bâtiment passif	52
3.5.cout d’investissement :.....	55
Conclusion générale.....	58
Références.....	59

Introduction générale

Le secteur du bâtiment est le plus grand consommateur d'énergie primaire, il représente 45% des consommations d'énergie à lui seul, avec 25% des émissions de CO₂ et 19% des émissions de gaz à effet de serre (chauffage urbain et électricité compris) [1]. De ce fait intervenir sur ce secteur en introduisant des actions visant à réduire la consommation énergétique est plus que nécessaire.

La conception bioclimatique des bâtiments a pour objectif d'améliorer sa performance énergétique avec une optimisation des apports solaires, une organisation des espaces intérieurs, une isolation très renforcée et une performance des équipements. Ces paramètres dépendent de plusieurs facteurs tel que : le contexte climatique choisis, la performance énergétique visée et le niveau de confort exigé. Aussi l'analyse des besoins énergétiques constitue une étape préliminaire à l'étude des équipements de production d'énergie. C'est à partir de l'estimation des besoins que seront dimensionnés les composants solaires devant être intégré pour une efficacité énergétique optimale.

L'Algérie connaît une crise aiguë en matière d'habitat dont le confort thermique a souvent été négligé par les concepteurs. En quatre décennies d'indépendance, le souci de construire rapidement et en grande quantité cette expérience est continuée avec le programme quinquennal 2005-2009 qui prévoit un million de logements. Ce programme provoque aussi la question d'intégration climatique (où le même plan de masse a été répété à travers les cités algériennes) qui implique une consommation énergétique importante, due au recours aux équipements coûteux et gros consommateurs d'énergie pour pallier les conditions d'inconfort que ces constructions engendraient. Cette consommation est apparue clairement au niveau du bilan énergétique national de l'année 2005. Il montre le secteur résidentiel et tertiaire consomme 52,3 % de la consommation finale, le secteur résidentiel et tertiaire a connu une augmentation de 6,4 % passant de 12,011 millions de tep en 2004 à 12,776 millions de tep en 2005. [1]. Cette énergie est utilisée pour différentes applications comme le chauffage, la production d'eau chaude sanitaire, la climatisation, l'éclairage et tous les équipements utilisant de l'électricité.

C'est pour cette raison que l'Algérie a lancé un programme ambitieux et des actions ont été entreprises visant à donner aux énergies renouvelables une place importante dans l'économie nationale a été adopté par les pouvoirs publics. Ce programme vise à satisfaire environ 40% de la demande énergétique nationale par le renouvelable. Il est constitué de cinq chapitres [2] :

- 1) le programme d'efficacité énergétique,
- 2) la capacité à installer par domaine d'activité énergétique,
- 3) capacité industrielle à développer,
- 4) recherche et développement et enfin
- 5) les mesures incitatives et réglementaires.

L'objet de ce mémoire est la réhabilitation bioclimatique d'un local technique situé au centre de développement des énergies renouvelables CDER situé à Bouzareah dans la wilaya d'Alger le travail sera porté sur deux parties principales, la première sur l'étude des performances thermiques de la bâtisse avec la structure actuelle. la seconde portera sur une étude paramétrique (vitrage, isolation ,composition des parois afin de l'améliorer. la simulation dynamique sera sous logiciel pléiades-comfie.

Ce travail est composé de quatre chapitres :

le premier chapitre permet, à travers un large état de l'art, de définir et présenter une étude bibliographique concernant ce domaine ainsi que les recherches réalisées jusqu'à maintenant au niveau mondial et au niveau national.

le second chapitre porte sur l'étude de site et ses caractéristiques climatiques. Une description du bâtiment étudiée, la composition des parois (mur intérieur, mur extérieur, planchers bas et haut) et les ouvertures sont données.

Le troisième chapitre porte sur la simulation thermique dynamique d'une étude paramétrique sous pléiades comfie.

le quatrième chapitre porte sur la discussion des résultats obtenus.

Enfin, on terminera notre étude par une conclusion générale où on englobera ce qu'on doit retenir de ce travail.

CHAPITRE 1

Etude bibliographique

Chapitre 1

Etude bibliographique

1.1 Etat de l'art

Les améliorations de l'efficacité énergétique dans le secteur résidentiel peuvent jouer un rôle essentiel dans la réduction des émissions mondiales de carbone. Ainsi, au cours des trois dernières décennies, de nombreux pays ont mis en place des réglementations ciblant l'efficacité énergétique du secteur résidentiel.

1.1.1 Travaux de recherches effectuées à travers le monde

Des études sur la construction verte ont été adoptées dans codes du bâtiment dans plusieurs pays du monde :

En turque, Aydin [3] a appliqué une étude à un bâtiment résidentiel de quatre étages. L'épaisseur optimale d'isolation thermique à appliquer à l'enveloppe du bâtiment en utilisant le besoin énergétique de chauffage-refroidissement est calculée. À mesure que les degrés-jours de chauffage augmentent, l'épaisseur d'isolation requise augmente. Le mur extérieur isolé avec rd à l'épaisseur optimale a le coût énergétique total le moins élevé parmi les autres matériaux d'isolation. Si le toit est isolé avec xps, le coût énergétique est réduit de 77% par rapport au toit non isolé. Avec l'augmentation de l'épaisseur de l'isolant, la consommation annuelle de combustible sera réduite et donc les émissions résultant de la combustion des combustibles diminueront. Il peut être conclu à partir des résultats que le matériau d'isolation rw dans le mur extérieur est le matériau le plus éco-efficace parmi les autres matériaux d'isolation.

Hikmat ali et rifqa hashlamun [4] à étudier et développer des stratégies d'amélioration de l'enveloppe pour les écoles non isolées bâtiments en Jordanie construits avant la réforme de l'éducation. L'étude adopte une recherche multidimensionnelle stratégie de conception, qui comprend des méthodes de conception mixtes, quantitatives et qualitatives. Les effets des stratégies de recherche avant et après leurs applications sont utilisés pour évaluer l'efficacité de la rénovation de l'enveloppe. Les résultats indiquent que l'approche proposée pour la modernisation de l'enveloppe conduit à des économies d'énergie allant jusqu'à 54% avec une période de récupération de 5,5 ans. Enfin, l'application de la proposition une approche de modernisation des bâtiments scolaires publics avec différentes durées de vie est étudiée.

Une étude qui examine le potentiel d'économie d'énergie dans la consommation électrique si le concept de maison économe en énergie est mis en œuvre à Oman. Un modèle de simulation de chaham alalouche [5] validé de cas de base pour une habitation résidentielle typique dans différentes villes a été généré à l'aide d'un logiciel de simulation de construction dynamique, couvrant une large variation des conditions climatiques à Oman. Une variété de cas de conception modifiés qui répondaient aux exigences minimales de conformité au code dans les bâtiments résidentiels pour quatre pays du conseil de coopération du golfe ont été développés puis simulés. Ensuite, une analyse économique a été réalisée. Les résultats ont montré qu'en raison du taux de croissance annuel élevé du secteur résidentiel (28,5%), une quantité considérable d'énergie pourrait être économisée si des codes de construction appropriés étaient mis en place. Cette étude appelle à une action immédiate pour utiliser des principes de la maison économe en énergie à Oman.

Amaia uriarte et al [6] présente deux solutions innovantes de rénovation de façade en Espagne, une façade ventilée à l'arrière et une solution interne montée sur poteaux, qui ont résolu tous ces problèmes et fournissent des coefficients de transmission thermique de 0,28 et 0,14 w/m² k dans des systèmes d'isolation relativement minces de 10 cm de largeur. Des solutions ont été installées sur toute la façade de deux bâtiments existants situés à Bilbao (Espagne) et Malmö (Suède) soumis à un processus de réhabilitation intégrale, couvrant 2100 m². La consommation d'énergie des bâtiments a été surveillée avant et après la rénovation, montrant des réductions d'énergie d'environ 35% par rapport à l'état avant l'intervention.

En outre, part Ahmed Rashwan et al [7] ont fait une étude de recherche qui analyse et évalue les effets de différents modèles paramétriques intégrés sur la qualité de l'éclairage naturel dans les bureaux à l'Arabie saoudite grâce au faible rapport fenêtres/murs (www) qui est nécessaire dans un climat chaud et sec. La lumière du jour, les performances ont été mesurées à l'aide du logiciel de simulation des performances du bâtiment et mesures réelles et in situ. L'étude de recherche conclut que le modèle de carrelage et de subdivision (vor) atteint les performances les plus élevées en conformité avec les niveaux recommandés pour la qualité de l'éclairage naturel dans les espaces de bureau par rapport à tous les modèles paramétriques de base, notant qu'il n'y a pas d'effet direct de la forme géométrique de base du motif (telle que circulaire ou hexagonale formes) sur les résultats finaux des mesures de performance d'éclairage naturel.

1.1.2. Travaux de recherche effectuée en Algérie :

L'Algérie a connu un développement intense et continu dans les secteurs du bâtiment et de la construction. Les normes internationales les exigences de performances énergétiques et environnementales ne sont pas encore suffisamment intégrées dans les processus de conception et la construction de bâtiments. Donc un ensemble de chercheurs ont commencé à faire des études concernant l'efficacité énergétique de bâtiment en Algérie :

S. Belgherras [8] nous a donné de nouveaux bilans qui ont permis de calculer les besoins énergétiques d'un studio agricole à Ghardaïa en climat saharien, incluant l'énergie utilisée pour le chauffage, le refroidissement, la ventilation, la production d'eau chaude et l'éclairage. Une évaluation détaillée a été établie afin de considérer différents types d'utilisation de l'énergie. Sous ce climat saharien, l'enveloppe du bâtiment est responsable des principales sources de pertes de chaleur et des charges les plus importantes qui affectent la consommation d'énergie de chauffage et de refroidissement. L'isolation par l'extérieur est la solution la plus efficace car elle supprime les ponts thermiques et maintient l'inertie thermique des murs intérieurs alors qu'elle est la plus coûteuse.

M.k chrier [9] a fait une différence entre les deux types de bâtiment du premier n'est pas totalement isolée et le second avec l'isolation et le milieu d'un complexe résidentiel où l'élaboration de stratégies de ventilation. Deux outils ont été utilisés pour construire les modèles énergétiques des bâtiments. SketchUp, un outil de dessin 3d, Energy plus, logiciel de simulation de systèmes énergétiques. Il a été adopté pour nous que la ventilation en général est utile, en particulier la ventilation nocturne, dans le cas d'un studio complètement exposé au soleil sur les quatre côtés et le toit et le manque d'isolation interne ou externe. Malheureusement, dans les conditions extrêmes des zones désertiques de Ghardaïa la ventilation reste une solution lorsque la chaleur dépasse toutes les attentes, mais dans les mois qui connaissent une légère hausse de température reste la ventilation naturelle, surtout la nuit comme une solution adaptée et une apparence saine n'est pas assez chère.

D'autre part M. Hamdani et S.M. A. Bekkouche [10] ont fait une étude comment différentes conceptions d'assemblage fonctionnent sous différents climats intérieurs et extérieurs conditions. Cet outil permet d'évaluer les performances d'une proposition d'architecture pour un bâtiment réel situé dans un climat très

chaud. Avec des outils de simulation. Les modèles sont réalisés en couplage trnsys avec contam. Quatre scénarios de ventilation sont étudiés connaître le scénario de confort le plus thermique. Du point de vue de l'ingénierie thermique, les fenêtres sont également une porte spéciale dans l'enveloppe du bâtiment. Leur global coefficient de transfert thermique est typiquement 3 à 10 fois plus élevé que l'équivalent pour l'enveloppe opaque. Dans la tendance inverse, les fenêtres peuvent contribuer au refroidissement du bâtiment par la ventilation free-cooling, y compris la ventilation nocturne.

Et sur un autre sujet s Sami et d semmar [11] ont fait une simulation numérique (hiver et été) d'une habitation basse énergie de 70 m² de surface à région d'Alger. Cette région fait partie de la zone climatique a qui se caractérise par un hiver frais et un été chaud et humide. Dans cette simulation, ils utilisent les logiciels pléiades et comfie. Afin de voir la variation de température de la zone de confort ; ils illustrent des simulations pendant deux semaines, la semaine la plus chaude et la plus froide de l'année. Pour connaître les besoins énergétiques (chauffage et refroidissement) ils lancent une simulation avec la consigne du thermostat (la température de confort doit être comprise entre 20°C et 24°C). Ils prennent en compte différents scénarios : l'occupation, la ventilation, l'occupation et l'énergie dissipée. Notez que les températures extérieures injectées sont des valeurs mesurées. Ils intègrent également dans l'étude un système de chauffe-eau solaire, la simulation se fait avec le logiciel solo développé par tecsol. Les résultats montrent clairement que le confort est présent en été, mais pas tout à fait en hiver et la bonne efficacité de l'installation de chauffage de l'eau.

Dans les régions désertiques, le gain de chaleur à travers les parois est la principale cause de surchauffe en période chaude. S.m.a bekkouche [12] réalise une étude sur l'influence de l'enveloppe des bâtiments sur la température intérieure en utilisant des matériaux de construction locaux. L'objectif principal est de déterminer les températures des éléments mentionnés bâtiment avec diverses configurations de murs extérieurs. Cette étude vise à évaluer également le grashof nombre gr de couche d'air résultant de l'étude de situations impliquant la convection naturelle, fournissant une variété de résultats. De ce fait, cette étude prouve qu'une enveloppe de bâtiment optimisée prend en compte les propriétés thermiques et matériaux de construction le concept majeur de la réhabilitation thermique repose sur la composition des murs notamment sur le calcul des résistances thermiques des murs. En conclusion, pour atteindre un meilleur confort thermique dans les régions arides et semi arides, faut nouvelle configuration de la paroi qui permet de valoriser l'isolation thermique de l'enveloppe tout en supprimant les ponts thermiques.

Par ce modeste travail nous participons à l'effort national de promotion du développement durable et participons à notre niveau à l'amélioration de l'efficacité énergétique du parc immobilier existant dans notre pays. Dans le chapitre suivant nous présentons le cas d'étude détaillée avant d'entamer la simulation thermique dynamique et en tirer nos conclusions.

Chapitre2

Présentation du cas d'étude

Chapitre 2

Présentation du cas d'étude

2-1-présentation du site

Le local objet de l'étude se situe au CDER centre de développement des énergies renouvelables qui se trouve dans la commune de Bouzaréah.

Bouzaréah est le 11^e arrondissement d'Alger. La commune est située à 8 km du centre d'Alger. Elle occupe une superficie de 22km², avec comme coordonnées géographiques : 36°47'30.39 latitude nord et 3°1'11.02 longitudes est.

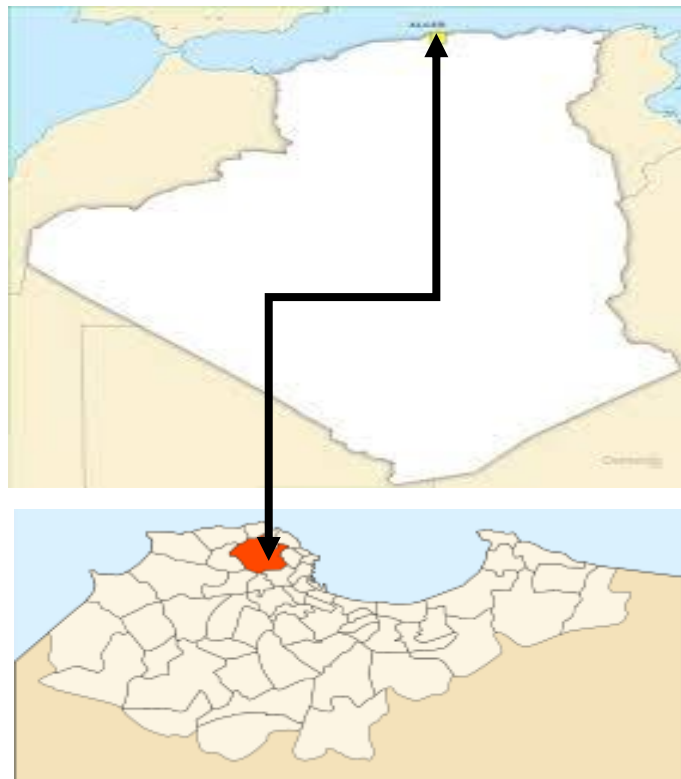


Fig.2. 1- situation de la commune de bouzaréah

2-1-1-Données climatiques :

La commune de Bouzareah dans la wilaya d'Alger est classée dans la zone a été comme hiver selon le dernier document de la réglementation thermique algérienne dtr c3-2- c3-4-2016.

Cette zone est délimitée par la mer au nord et les hautes plaines de l'intérieur au sud avec une température extérieure de base est de 3 °c.

Le tableau suivant montre les températures sèche mensuelle, maximale et de base en °c [métronome v8.0.3 (2015)]

Tableau.2. 1- température sèche (mensuelle, maximale, de base) (en °c) [16]

Station	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Ts max	T _{Sb, c}
Alger	11	11.1	13.3	15	18.9	22.6	25.2	26.3	23.3	19.6	15.1	12.2	26.3	32.1

2-1-1- Caractéristiques météorologiques de la ville :

Les évolutions des températures, du rayonnement, ensoleillement et précipitations sont données par le logiciel métronome [14]

2-1-2-1- Température :

La saison chaude dure du mois de juin au mois de septembre. Le mois le plus chaud de l'année à Alger est le mois de juillet, avec une température moyenne maximale de 30 °c.

La saison hivernale dure du mois de novembre au mois de mars. Le mois le plus froid de l'année à Alger est janvier, avec une température moyenne minimale de 6 °c et maximale de 15 °c.

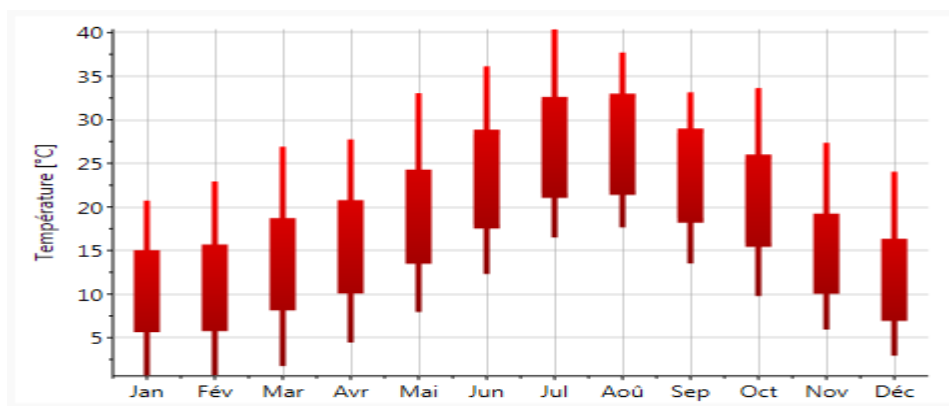


Fig.2. 2- évolution des températures à Alger

Température journalière :

La figure suivante montre un écart de température d'une moyenne 15°C en une journée.

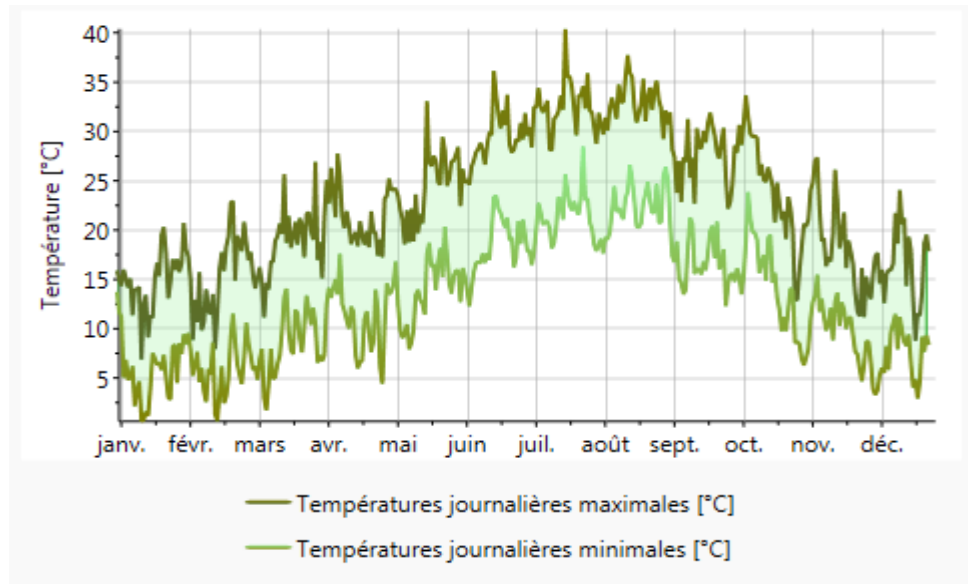


Fig.2. 3 -évolution de la température journalière à Alger

2-1-2-2-L'enseillement :

La région d'Alger est caractérisée par une insolation moyenne. Le maximum est enregistré au mois de juillet, et le minimum au mois de décembre.

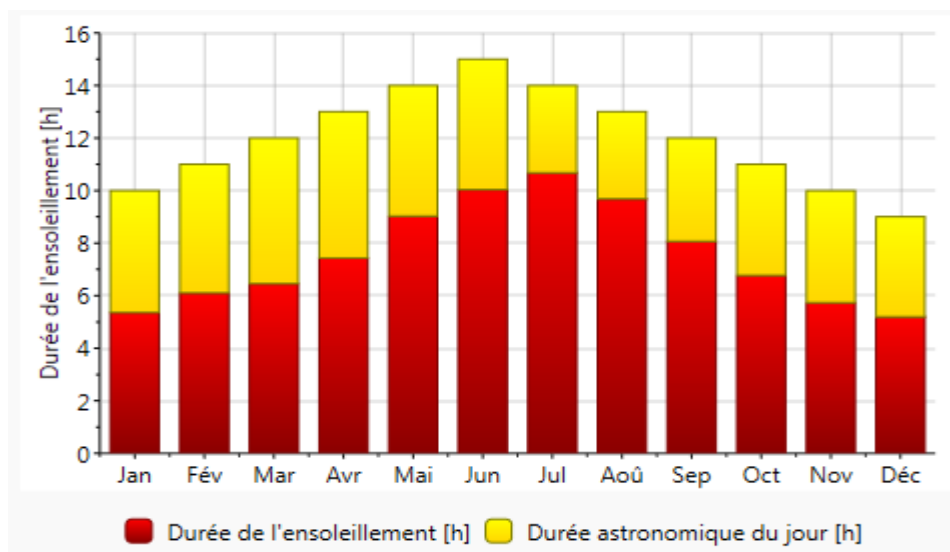


Fig.2. 4- l'enseillement à Alger.

Rayonnement global journalier :

On peut déduire à partir de la figure suivante que l'enseillement global oscille entre 1 et 3 kWh en hiver, et peut atteindre entre 6 et 8.5kwh en été.

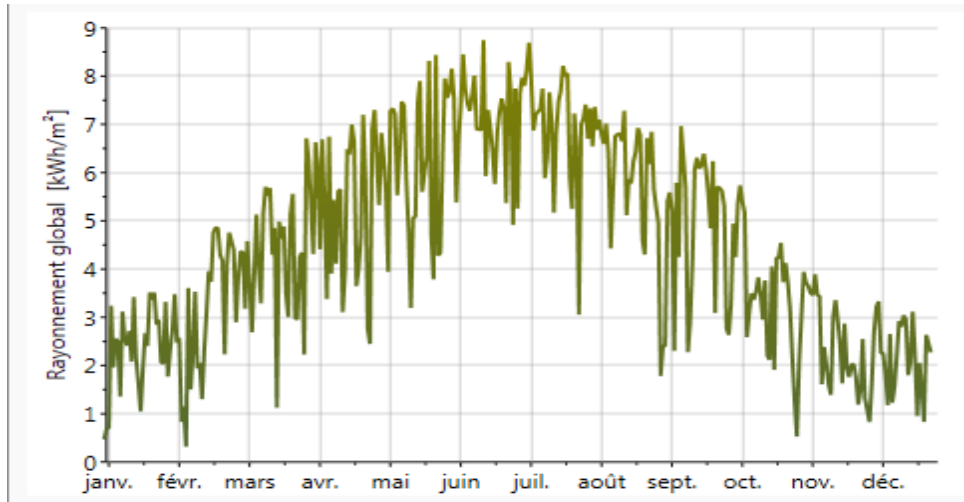


Fig.2. 5- rayonnement global journalier à Alger

Rayonnement :

On remarque que le mois ayant le rayonnement global le plus important est le mois de juillet, quant au rayonnement diffus il est plus important le mois de mai.

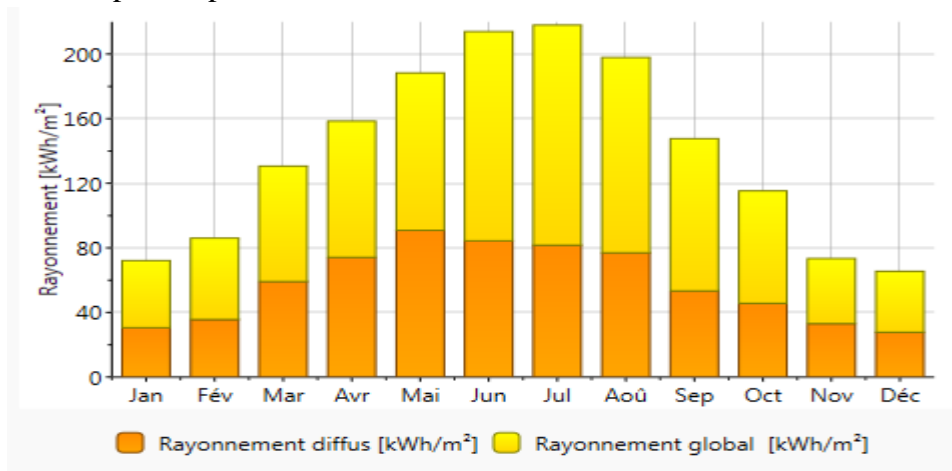


Fig.2. 6 –évolution du rayonnement à Alger

2-1-2-3-Précipitation :

La saison connaissant le plus de précipitation dure 7,8 mois, de septembre à mai. Le mois ayant le plus grand nombre de jours de précipitation à Alger est le mois de novembre, avec une moyenne de 10jours.

La saison la plus sèche dure 2,4 mois, de mai à septembre. Le mois ayant le moins de jours de précipitation à Alger est le mois de juillet, avec une moyenne de 0,2 jour.

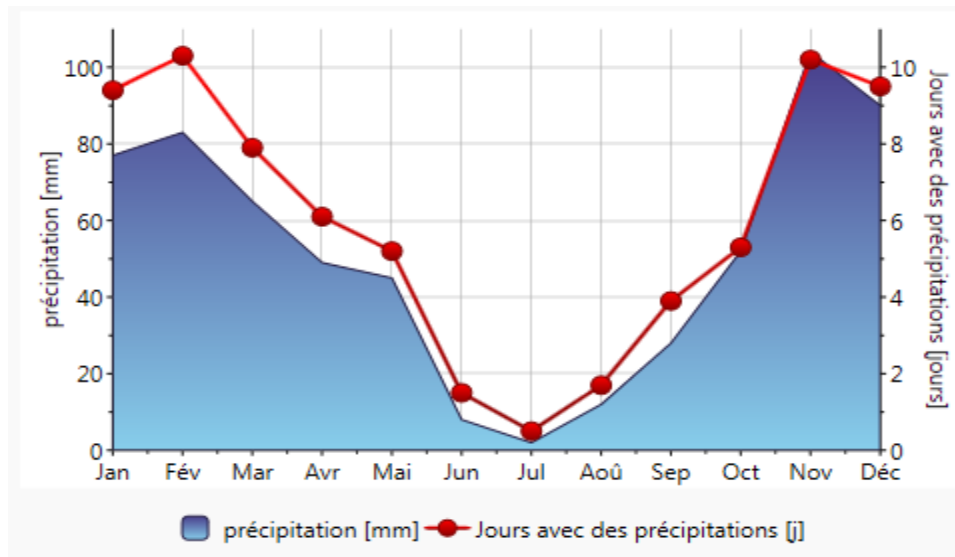


Fig.2. 7-la précipitation à Alger

2-2-Présentation du local :

Le bâtiment objet de l'étude est un local technique d'une surface de 15,92 m² situés au CDER situé dans la commune de Bouzaréah.

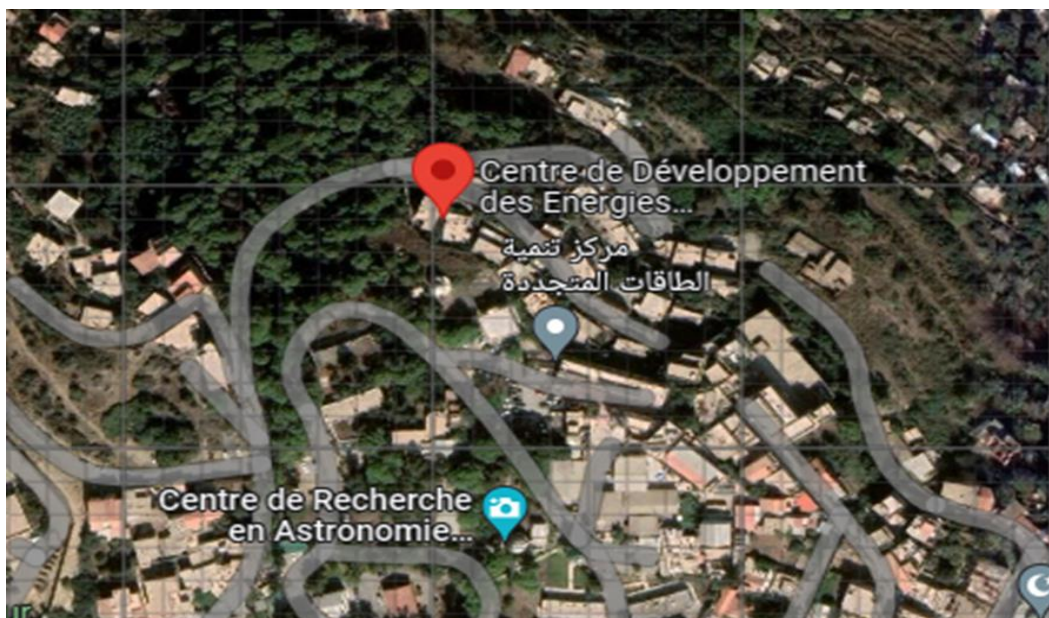


Fig.2. 8-vue de satellite du CDER

Le local technique est un vestiaire pour le personnel de garde du centre. Il est occupé en moyenne par 2 personnes.

Le local est alimenté par 2 lampes et contient un réfrigérateur.



Fig.2. 9-photo réelle de local

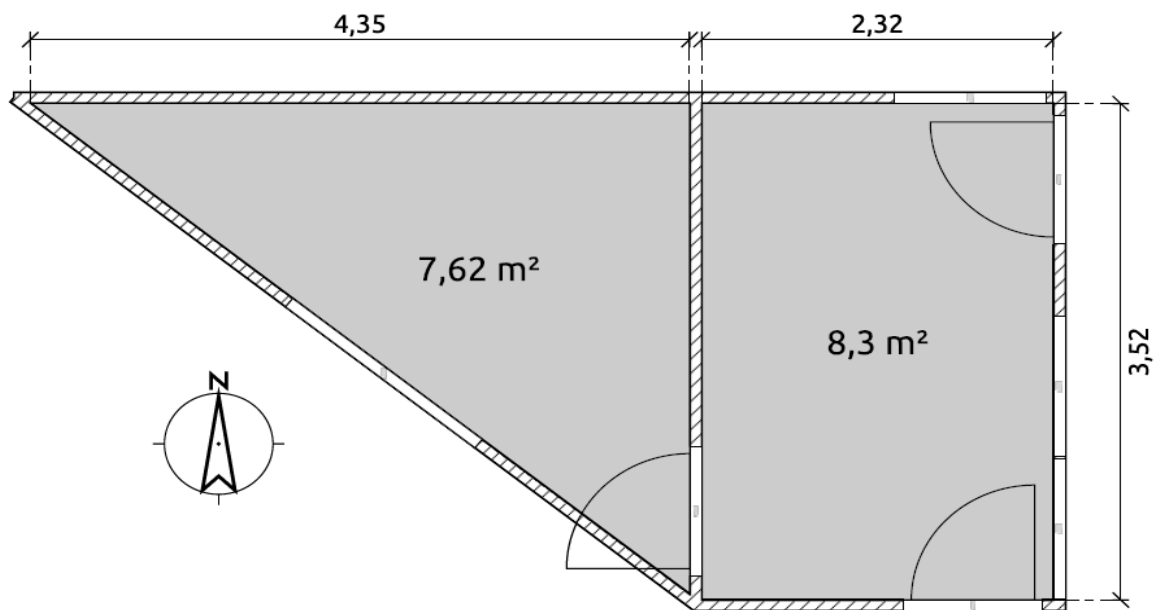


Fig.2. 10-Plan du local d'objet d'étude (vestiaire et ex-poste d'accueil)

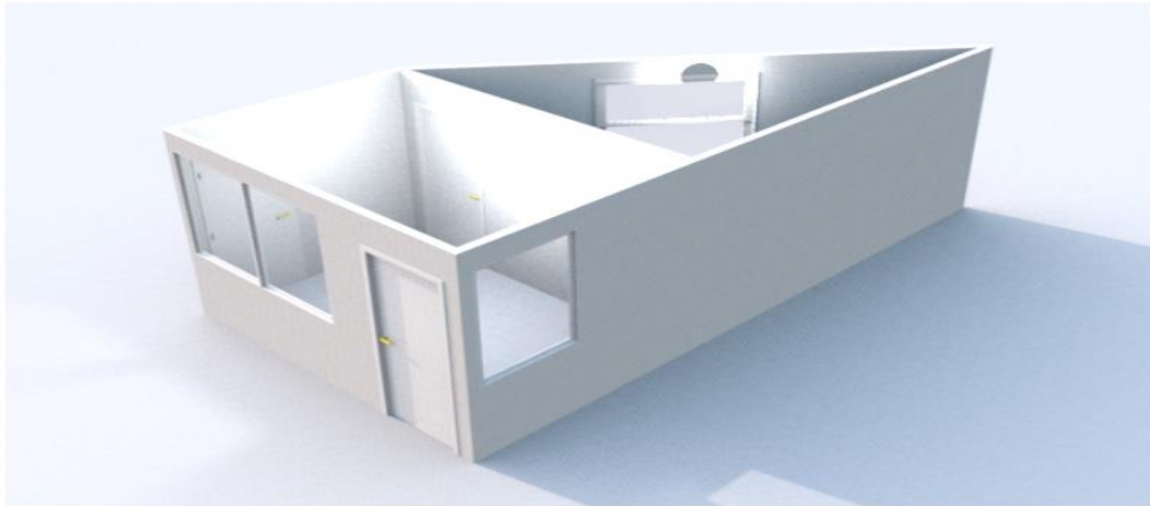


Fig.2. 11- Plan 3d de local objet d'étude

2-2-1- Caractéristiques des parois :

Sur le tableau suivant figurent les caractéristiques de parois existantes actuellement

Tableau.2. 2-caractéristiques des parois

	Les matériaux	Masse volumique (kg/m ³)	Conductivité thermique (w/m. °c)	Capacité thermique (j/kg. °c)
Composition de mur	1.bois contreplaqué	450 à 550	0,15	1512
	2. isolant polystyrène	9 à 13	0,046	1404
	3. bois contreplaqué	450 à 550	0,15	1512

Composition de plancher	1. Hourdis de 12			
	2. Béton lourd			
	3. Mortier			
	4. Carrelage	1600 à 1800	1,05	1080
		2200	1,4	1080
Composition de toiture	1. Zinc	7130	116	380
	2. Isolant sl-50 roof mate			
	3. Placoplatre	2100 à 2300	0.028 à 0.029	1000
		850 à 880	0.03 à 0.04	1008

2-2-2-Caractéristiques des ouvrants :

Tableau.2. 3- caractéristiques des ouvrants

	Les matériaux	Masse volumique (kg/m ³)	Conductivité thermique (w/m. °c)	Capacité thermique (j/kg. °c)
Fenêtres	Simple vitrage en bois	1530	0.23	2160
Porte	Bois	1530	0.23	2160

CHAPITRE 3

Simulation, résultats et discussion

Chapitre 3

Simulation résultats et discussion

3.1. Définition de la modélisation

La simulation thermique dynamique simule au pas de temps horaire le métabolisme du bâtiment en fonction de la météo, de l'occupation des locaux. La simulation permet de nous donner trois réponses :

- 1-evolution des températures.
- 2-taux d'inconfort.
- 3-besoins et consommation en chauffage et climatisation,

La std permet de prendre en compte l'inertie thermique du bâtiment ; les ponts thermiques, le comportement des usagers, la stratégie de régulation et de mener les études de sensibilités afférentes. Elle permet donc d'identifier et de quantifier l'impact des différentes fuites énergétique (ponts thermiques, infiltration, ventilation...) Afin de valider les concepts et solutions technique retenues.

3.2. Présentation des logiciels utilisés dans la simulation



Pléiade comfie :

Pléiade apporte aux différents modules de calcul une interface efficace, ergonomique et sécurisée, accélérant considérablement la saisie d'un projet et l'étude de ses variantes. Pléiade permet la saisie des bibliothèques, la description détaillée du bâtiment, le lancement des calculs et l'analyse des résultats. [13]

Selon le module de calcul utilisé, pléiade peut servir pour :

- La conception bioclimatique et l'analyse du confort thermique (moteur comfie de simulation thermique dynamique) avec calcul des besoins et des consommations énergétiques et indicateurs de confort.
- La vérification des exigences réglementaires (moteurs rt-existant et rt2012).
- Le dimensionnement des systèmes de chauffage ou de climatisation.



Alcyone :

Avec Alcyone, le modeleur graphique de pléiades, la saisie devient simple et efficace. À partir d'un fond de plan, quelques clics suffisent pour décrire le bâtiment en 2d, niveau par niveau. Parois, menuiseries, protections solaires, masques, toitures etc. : toute la saisie du projet est ainsi facilitée et accélérée. Les ponts thermiques affectés automatiquement sont entièrement personnalisables. La visualisation en 3d permet de vérifier la géométrie du projet saisi et de prendre connaissance des ombres portées à toute heure de l'année.

Meteonorm8

Est un outil de référence qui s'appuie sur plus de 25 années d'expérience dans les bases de données météorologiques

Ce logiciel contient une base très exhaustive de données météorologiques mais également des algorithmes permettant de créer, à partir des valeurs mesurées, des fichiers météo dans n'importe quel endroit sur le globe [14].

3.3 : Etapes de simulation :

1 : création d'un fichier météorologique :

Sous logiciel métronome version 8 :

Il suffit de suivre les étapes suivantes.

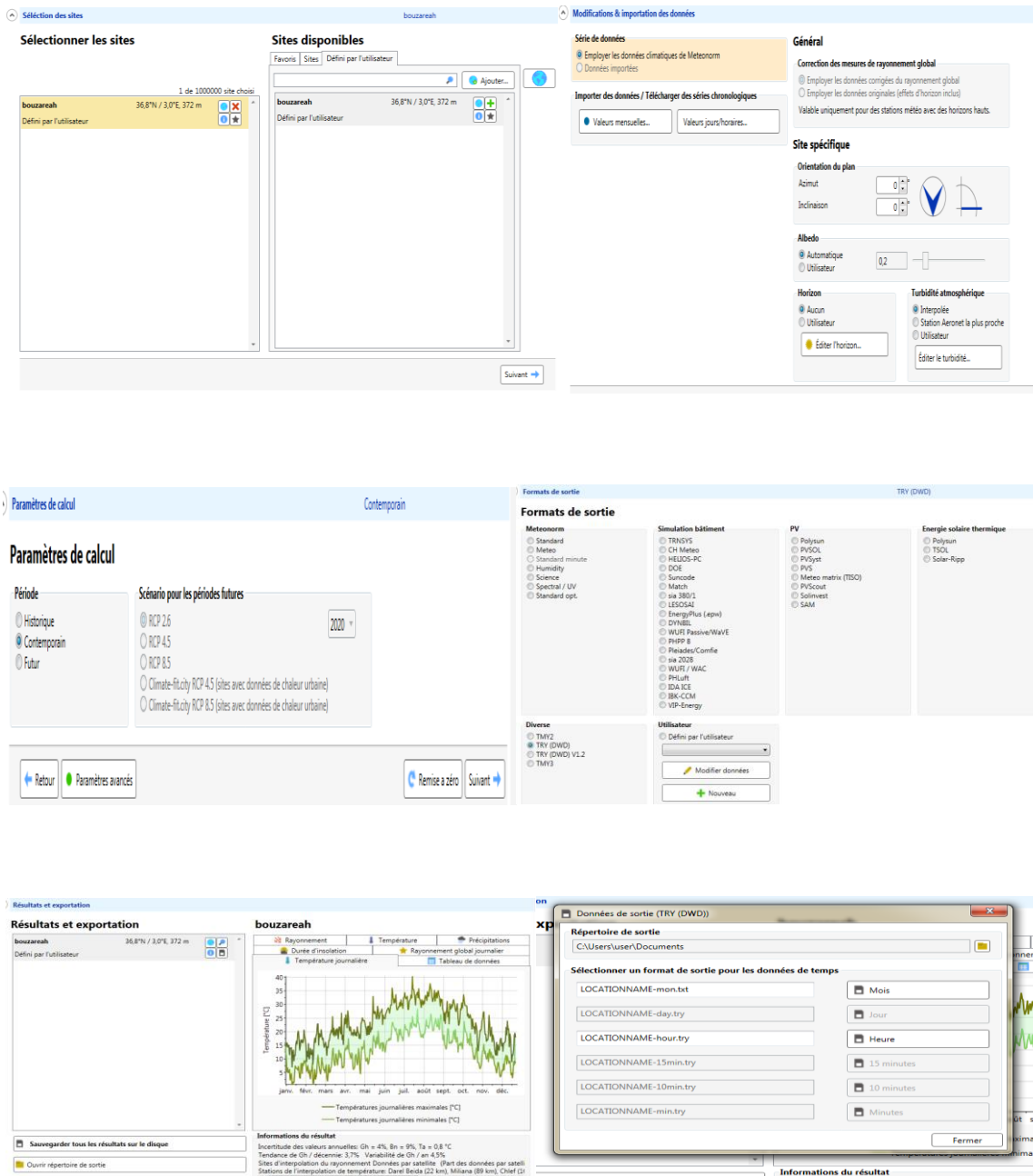


Fig.3. 1-identifications de la station météorologique

Le fichier est alors importé vers pléiade

2 : création de composition de parois

Module bibliothèque, onglet composition

On peut choisir la classe des parois : mur, toiture, plancher ..., donnée un nom a la paroi composée. ensuite, il suffit de glisser dans le tableau de droit les éléments ou matériaux constructifs de la paroi qui sont visible à gauche de la fenêtre. pour chaque matériau glisse dans la composition, il faut définir l'épaisseur. Les parois sont définies de l'extérieur vers l'intérieur. Une fois sauvée, la paroi apparait marquée d'un point vert dans la liste de composition.

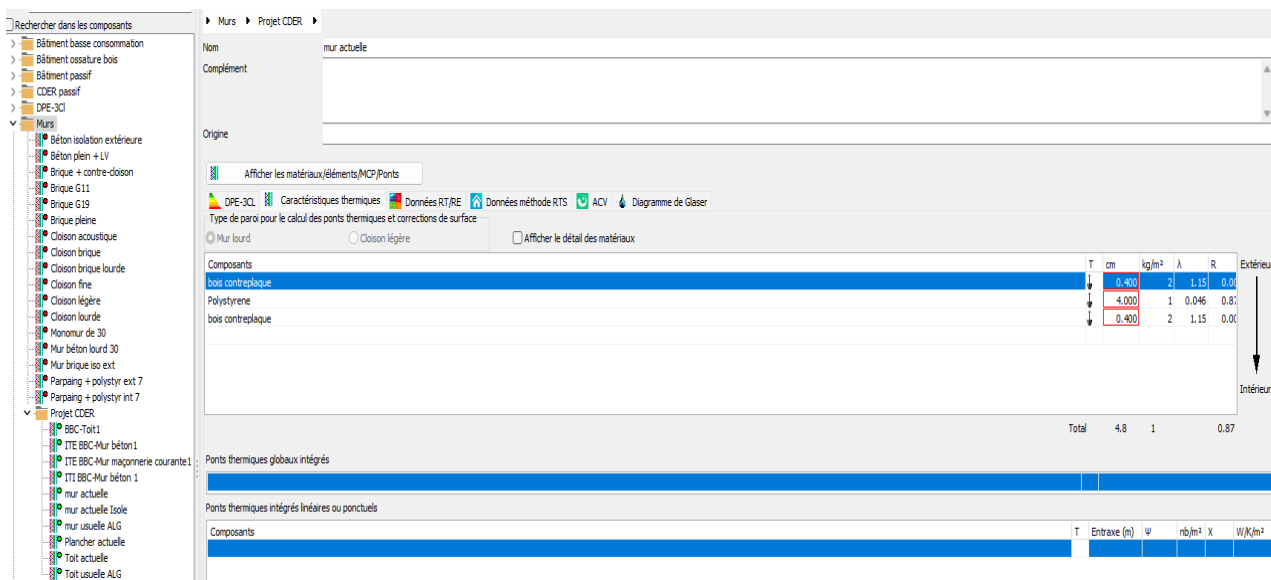


Fig.3. 2- créer les compositions des parois

3-chercher dans la bibliothèque les menuiseries nécessaires. Sauver et envoyer vers le projet chaque menuiserie modifier ou créer.

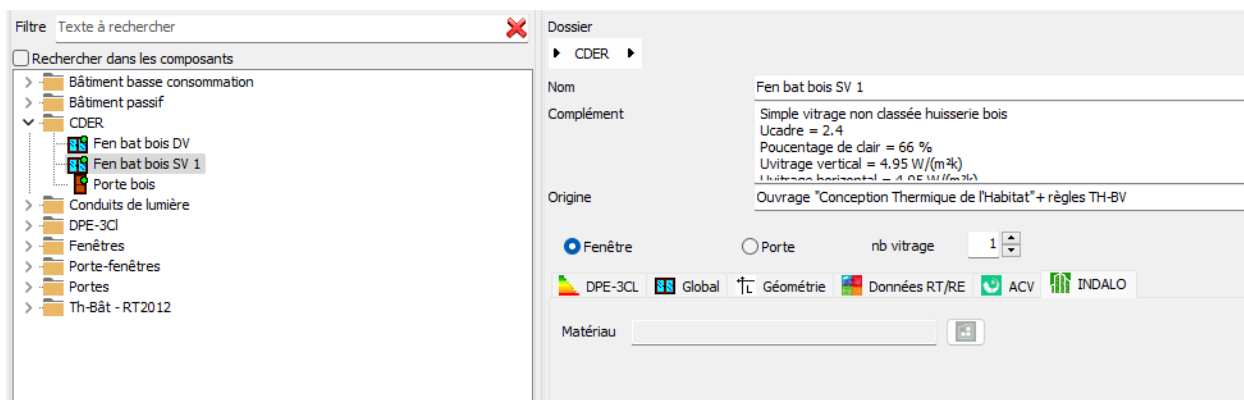


Fig.3. 3- créer les menuiseries nécessaires

4- quitter la bibliothèque en s'assurant au préalable que les parois et menuiserie créés sont enregistrés.

5-lancer moduleur

6- choisir la station dans la liste de situation

7- définir les paramètres par défauts, en se plaçant dans l'onglet donne de construction.

Dans ce tableau sont définies les parois, les menuiseries utilisées par défaut pour construire le local. Cliquer sur <sélectionner> puis choisir dans la liste composition de chaque paroi (elle apparait marquée d'un point vert). Ainsi que les portes et les fenêtres .il faut définir les dimensions par défaut des ouvrants.

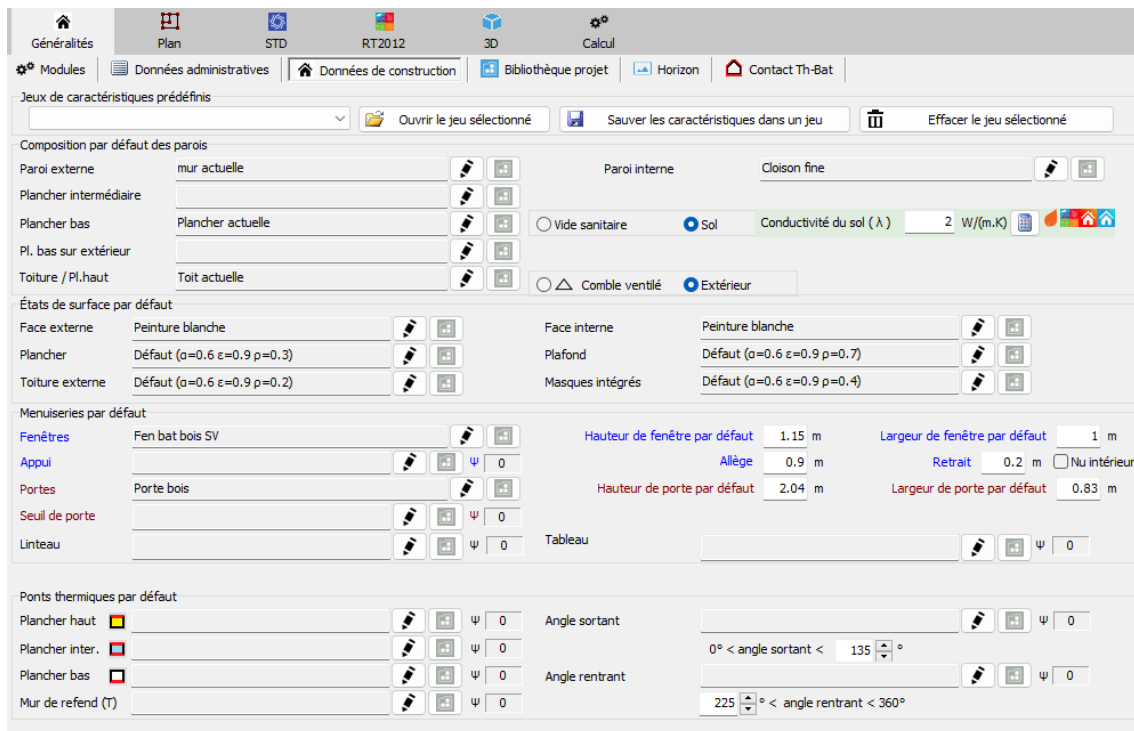


Fig.3. 4- insertion des données de construction

8-construire le bâtiment sous moduleur : pour cela, il faut se placer dans l'onglet <plan> de moduleur

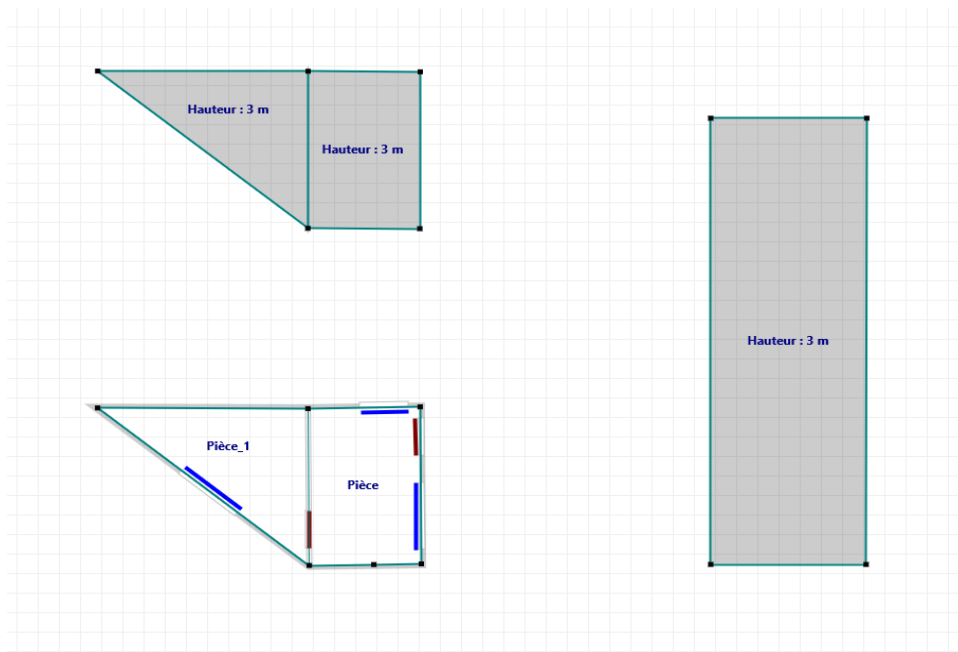


Fig.3. 5 - le plan 2d

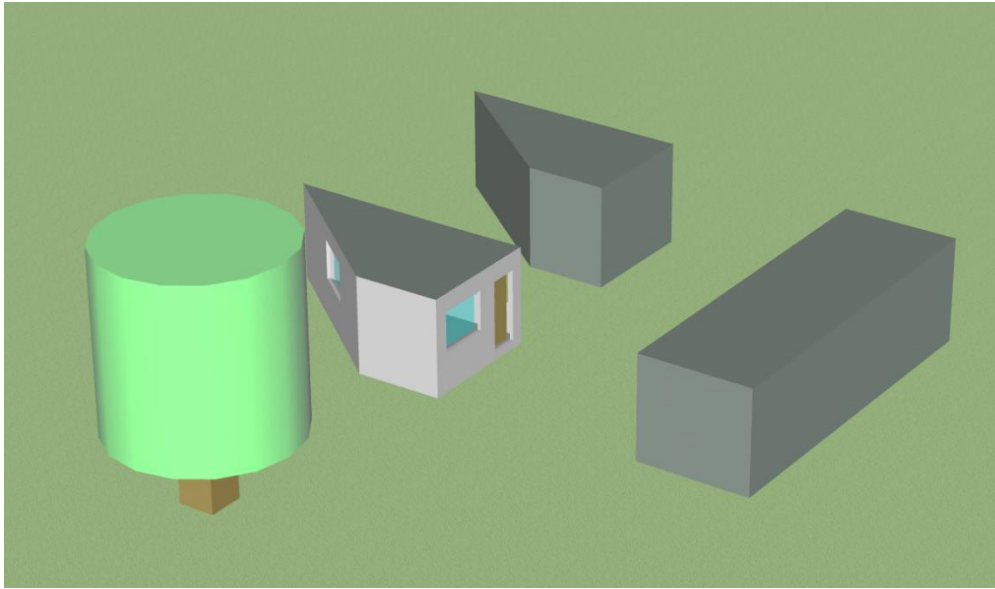


fig.3. 6-le plan 3d

9- définir les scénarios de fonctionnement : des scénarios de ventilation, d'occultation, d'occupation, de consigne de thermostat, de puissance dissipée peuvent être définis.

Projet CDER ▶

occupation 1

élément

nom

type Occupation

relatif(%) à la valeur de base Valeur de base 2 Unité Occupants

jours/semaine Année

jours

S	Nom	Valeur	Unité
<input type="radio"/>		50 %	
<input type="radio"/>	Valeur	100 %	

.....

s

S	Nom	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
<input type="radio"/>	Jour 1	100	100	100	100	100	100	100	100	50	50	50	50	50	50	50	50	50	100	100	100	100	100	100	100

.....

aines

Nom	Lundi	Mardi	Mercredi	Judi	Vendredi	Samedi	Dimanche
Semaine	Jour 1	Jour 1	Jour 1	Jour 1	Jour 1	Jour 1	Jour 1

Fig.3. 7 - définition des scénarios

10- lancer la simulation.

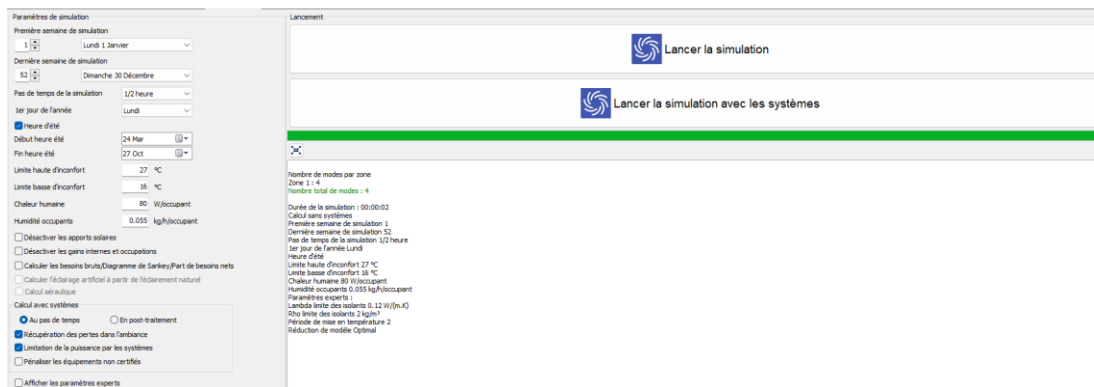


Fig.3. 8- lancement de la simulation

3-4-Simulation du bâtiment et présentation des résultats

3.4.1. Simulation avec composition actuelle

On commence avec la simulation de bâtiment dans son état actuel

Tableau.3. 1-composition des parois (de l'extérieur vers l'intérieur)

Composant	épaisseur (Cm)	Masse volumique (kg/m3)	Conductivité thermique (w/m. °c)	Capacité thermique (j/kg. °c)
Mur extérieur				
Bois contreplaqué	0.4	2	1.15	1.88
Polystyrène	4	1	0.046	0.87
Bois contreplaqué	0.4	2	1.15	1.88
Toiture				
Zinc	0.5	33	113	0.39
Lame d'air > 1.3 cm	1.50	0	0.094	0.16
Roof mate SL 50	4	1	0.029	1.38
Placoplatre ba13	1.50	13	0.375	0.04
Plancher bas				

		(kg/m ³)	(w/m. °c)	(j/kg. °c)
Hourdis de 12 en béton	12	156	1.091	0.13
Béton lourd	5	115	1.75	0.03
Mortier	5	100	1.15	0.04
Carrelage	2	46	1.7	0.03

3.4.1.1. Simulation sans consignes de chauffage et climatisation

La simulation est réalisée avec les scénarios suivants :

Scenario d'occupation :

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

Le vestiaire est occupé par 2 personnes

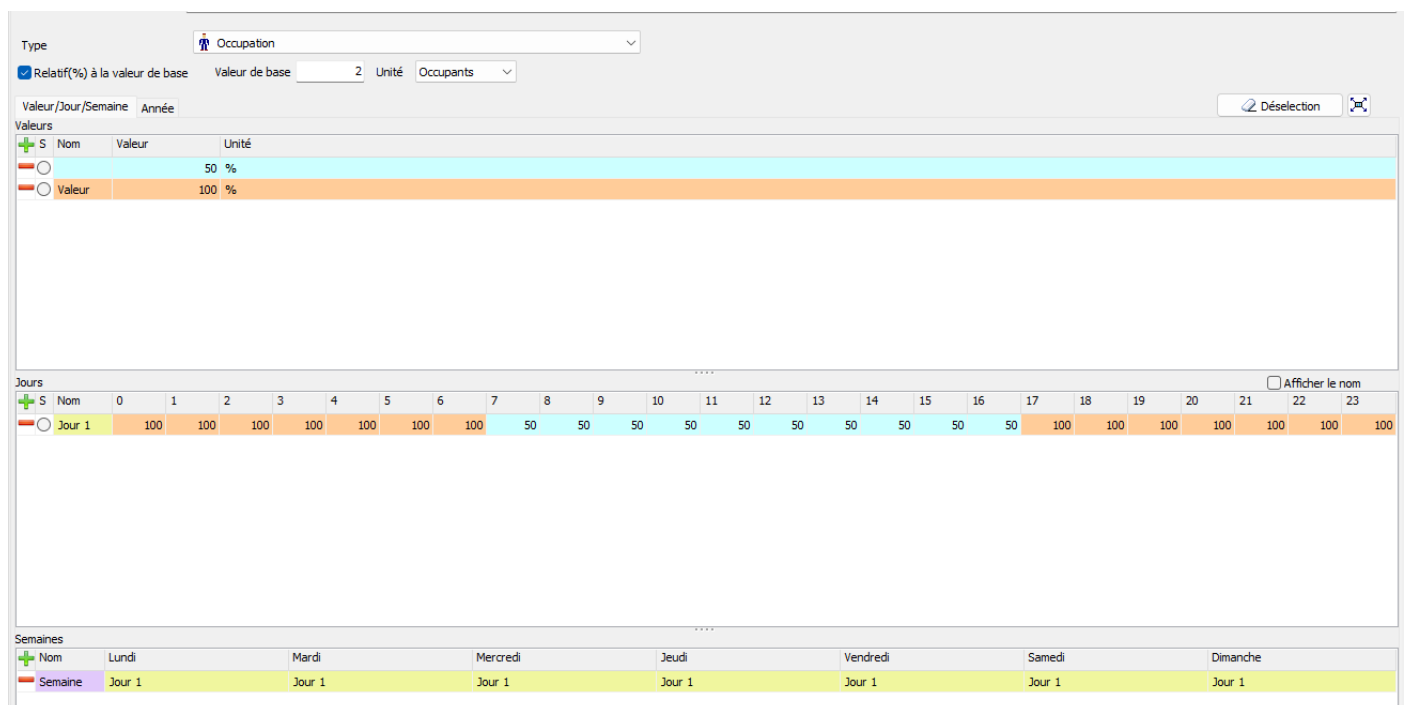


Fig.3. 9-scenario d'occupation proposé

Scenario de puissance dissipée

Le scénario proposé pour notre zone :

- 2 lampes : 40 watts
- 1 réfrigérateur : 100 watts

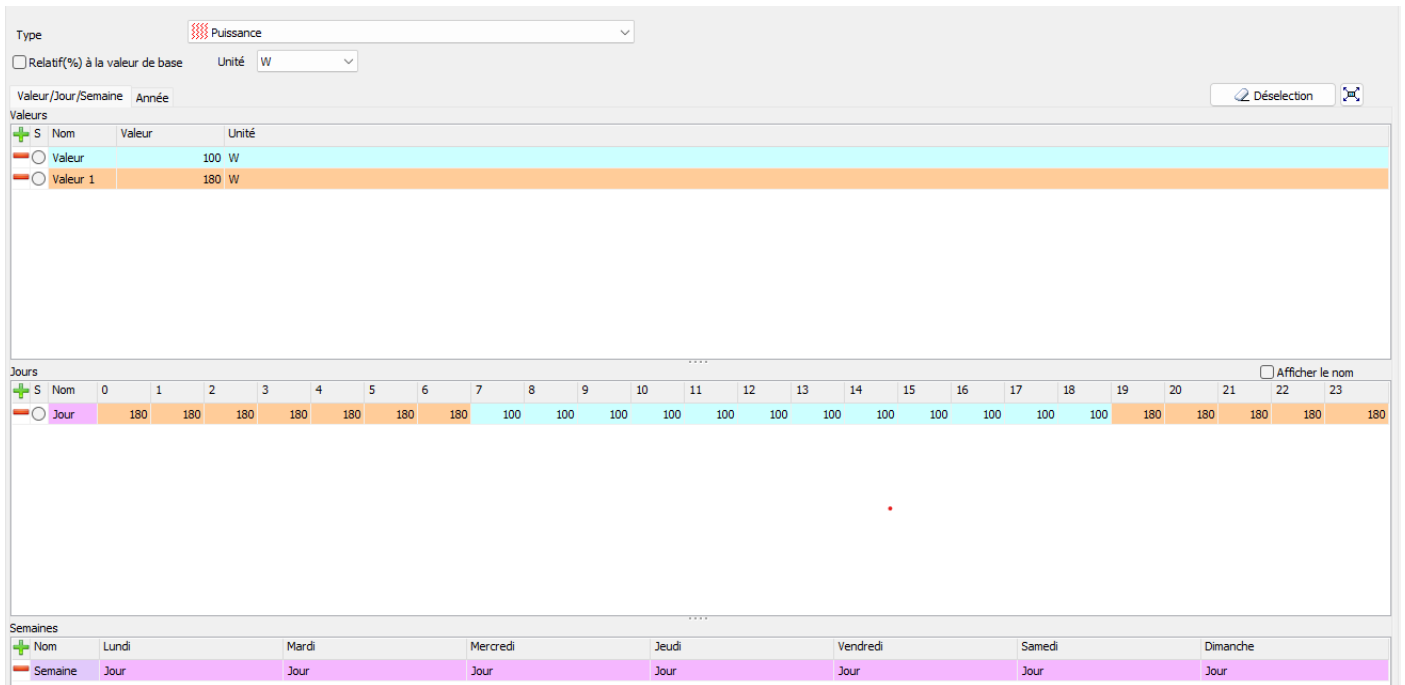


Fig.3. 10-scenario de puissance dissipé

Scenario ventilation par défaut d'étanchéité des ouvertures :

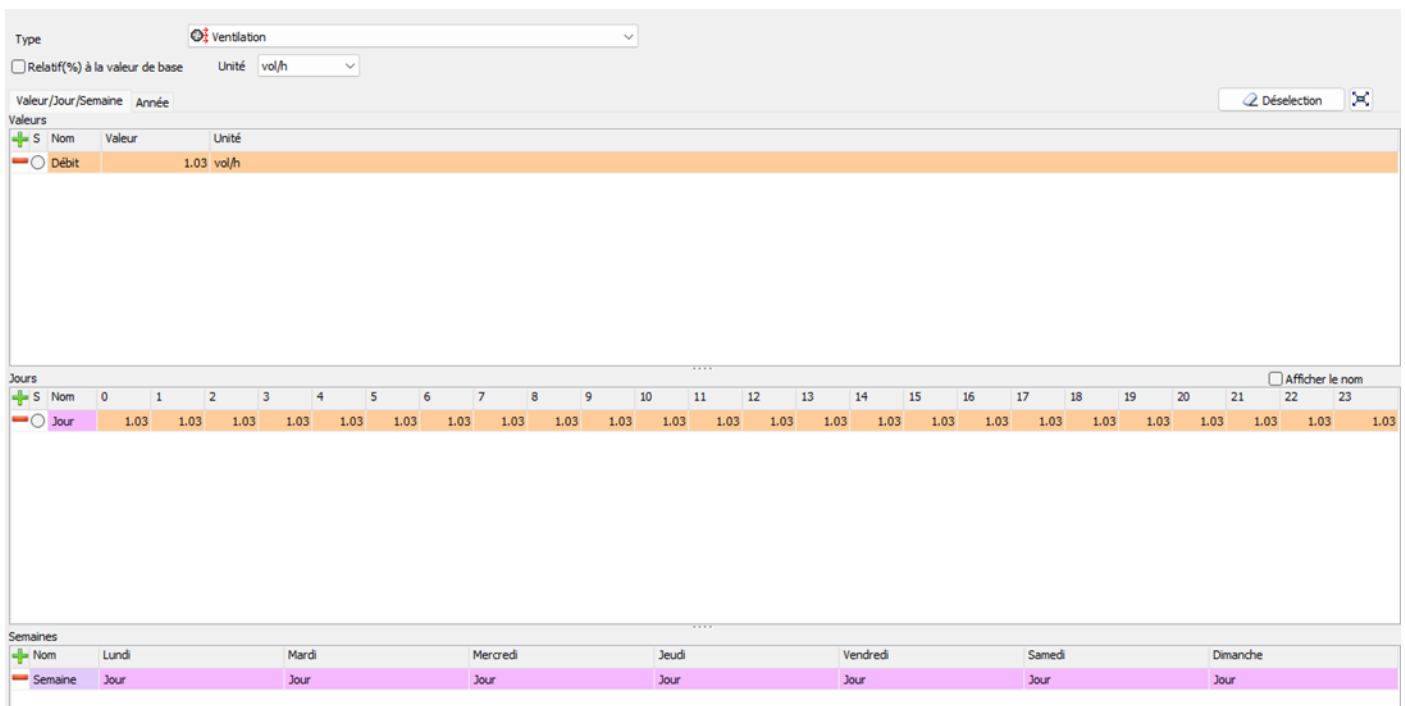


Fig.3. 11- scenario par défaut d'étanchéité

Après la simulation on obtient les résultats suivants

La figure suivante représente l'évolution des températures annuelle dans le bâtiment alors que les figure (3.11) et (3.12) représentent respectivement l'évolution des températures pour la semaine la plus chaude (comprise entre le 24 et le 29 juillet) et la semaine la plus froide (comprise entre le 9 et le 14 janvier)

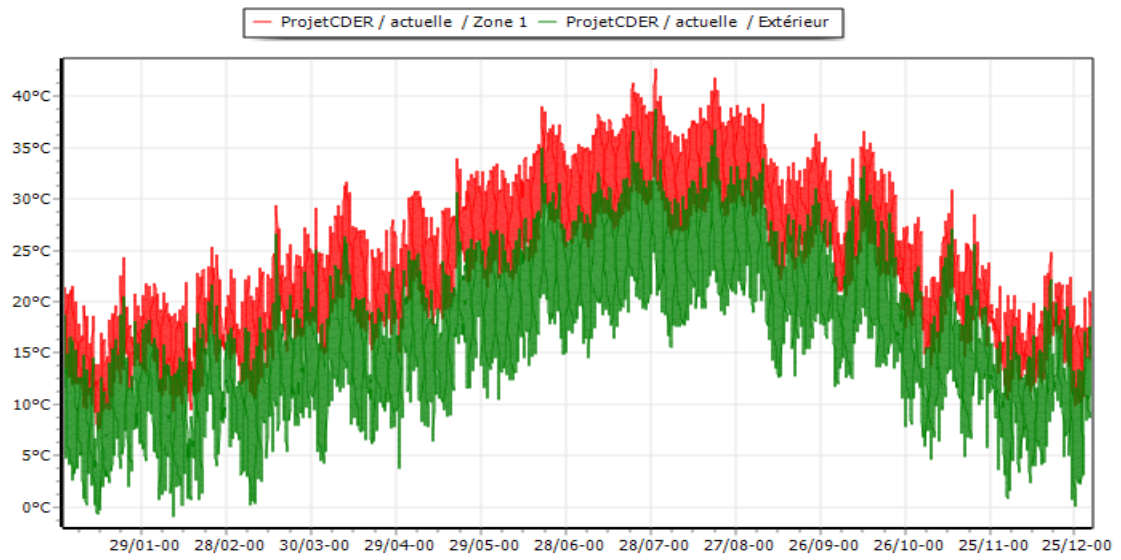


Fig.3. 12- évolution des températures durant l'année

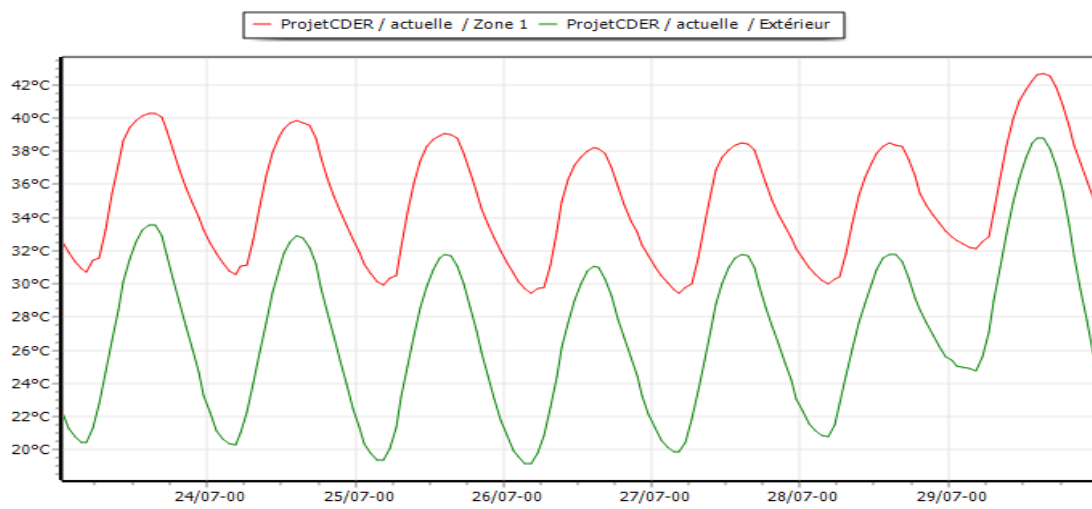


Fig.3. 13- évolution des températures pour la semaine la plus chaude

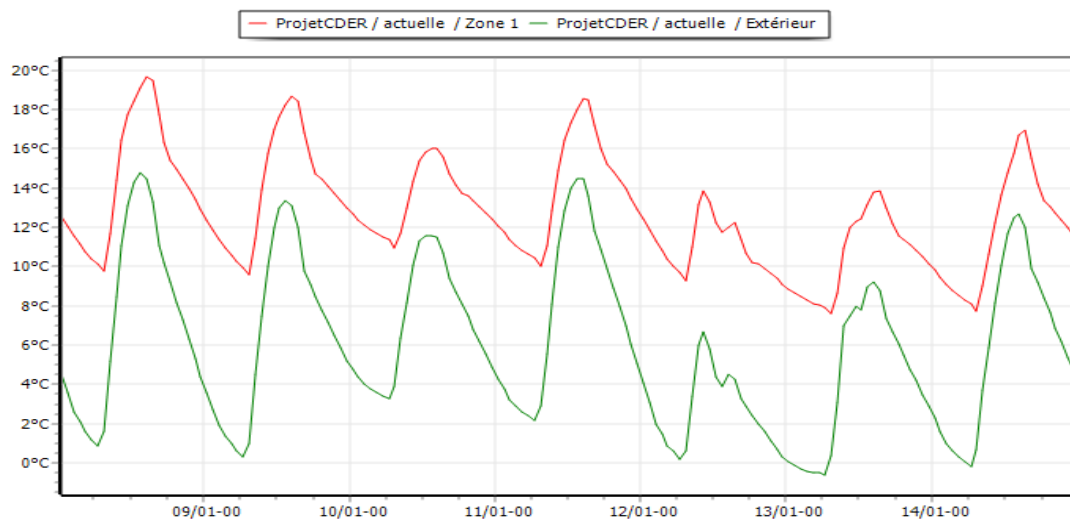


fig.3. 14- évolution des températures pour la semaine la plus froide

Il est important de souligner que des températures extérieures varient entre 2°C à 39°C annuellement, alors que la température à l'intérieure de bâtît est beaucoup supérieure entre 8°C à 41°C comme le montre la figure (3.12). La figure (3.13) représentant la semaine la plus chaude montre une différence de 8°C entre l'extérieur et l'intérieur. Tandis que la figure (3.14) pour la semaine la plus froide montre une différence de 6° entre l'extérieur et l'intérieure qui atteint les 1°C ce qui est inacceptable pour le confort de l'occupant.

Dans ce qui suit nous allons proposer des solutions pour améliorer le confort thermique

3.4.1.1.1. Amélioration de la performance du bâtît

Pour améliorer les performances de bâtît nous allons procéder à la ventilation nocturne et au remplacement du simple vitrage par le double vitrage et nous proposons une isolation par l'extérieur.

A) Ventilation nocturne

On procède à la ventilation nocturne qui consiste en l'activation de la ventilation toute la nuit afin de faire circuler de l'air neuf frais dans le local, la ventilation nocturne vise à abaisser la température opérative intérieure atteint au cours de la journée dans les locaux non climatisés.

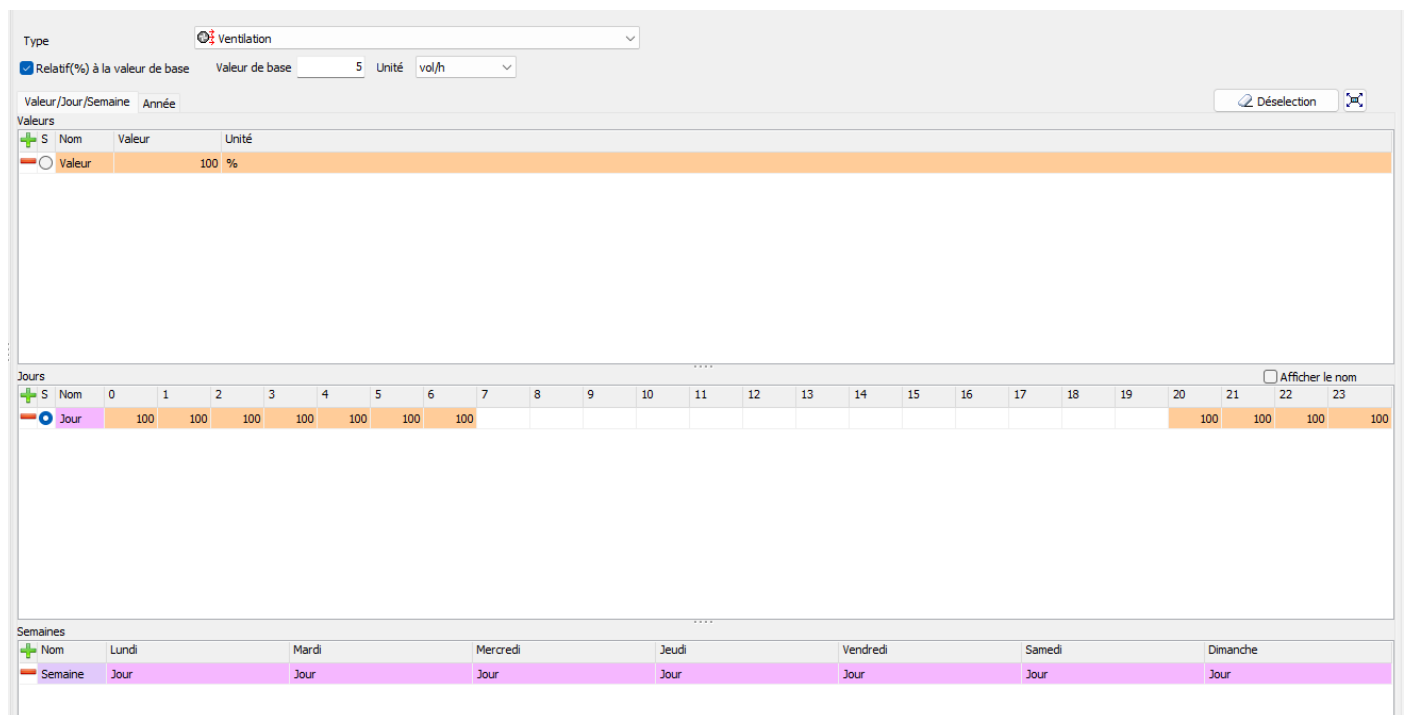


fig.3. 15 - scenario ventilation nocturne

La figure suivante représente l'évolution des températures avec et sans ventilation nocturne

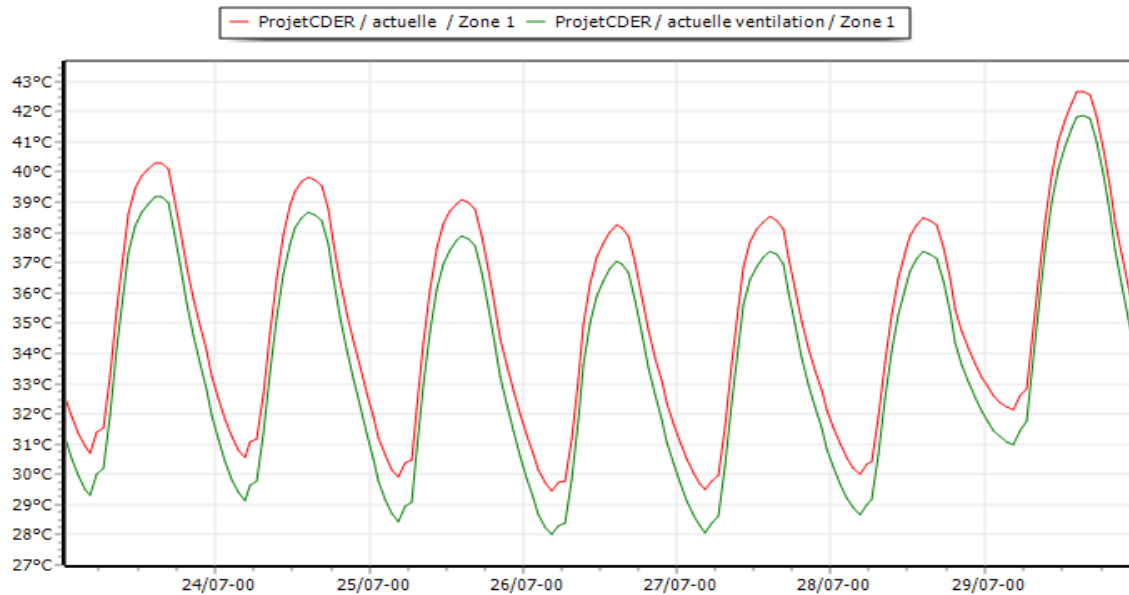


Fig.3. 16- évolution des températures avec et sans ventilation nocturne pour la semaine la plus chaude

Pour le cas de ventilation en été on nous voit à la figure (3.15) pour la semaine la plus chaude une diminution de 0.80°C après la ventilation nocturne ce qui reste toujours insuffisant pour atteindre le confort de l'occupant.

B) Remplacer par le double vitrage

Nous allons dans ce qui suit remplacer les fenêtres simple vitrage par des fenêtres pvc double vitrage

Tableau.3. 2-menuiserie

Composant	Masse volumique (kg/m ³)	Conductivité thermique (w/m. °c)	Capacity thermique J/kg.
Fenêtre sv bois	15	0.23	2160
Fenêtre dv pvc	25	1.1	1674
Porte	15	0.23	2160

Après la simulation on obtient le graphe suivant.

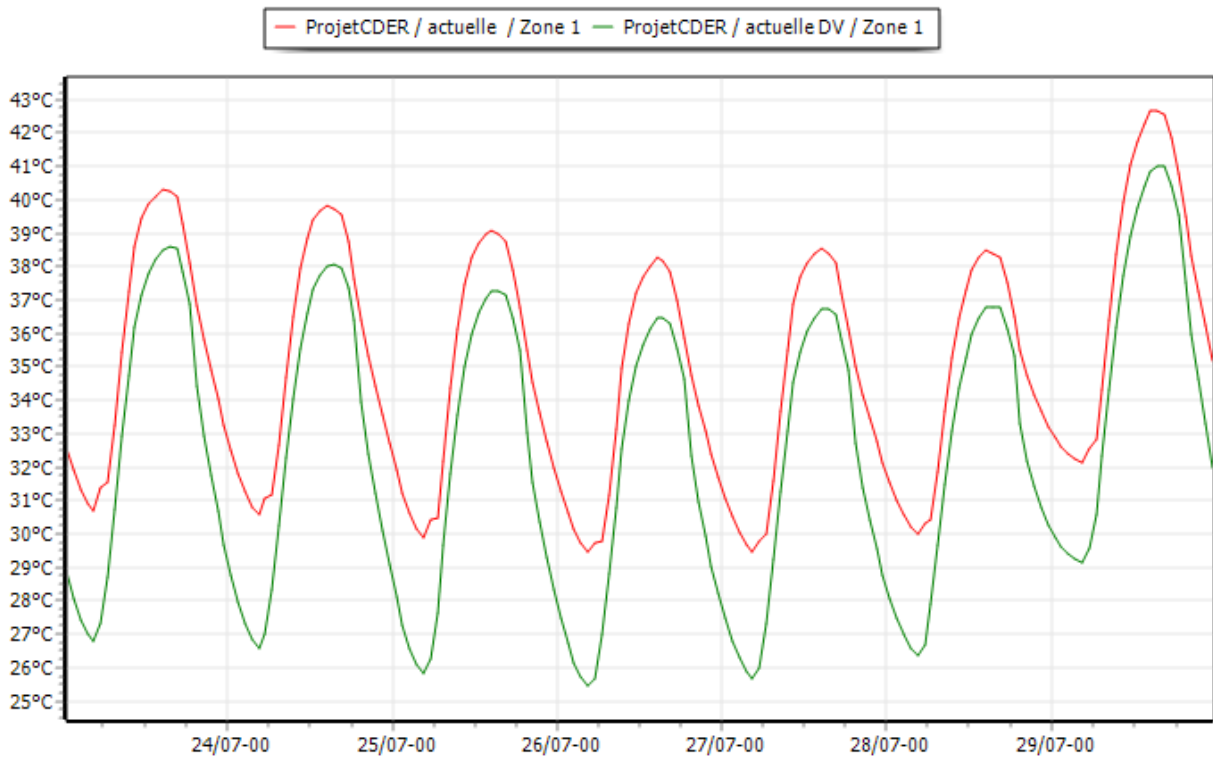


Fig.3. 17-différence de température entre la composition actuelle et avec double vitrage

La figure (3.16) représente l'évolution des températures dans la semaine la plus chaud entre la composition actuelle et après l'application du double vitrage, on remarque une diminution de 1,6°C de la température et c'est un changement utile mais pas suffisant pour atteindre le confort thermique.

C) Isolation par l'extérieur

Nous proposons une isolation par l'extérieure avec du polystyrène de 5 cm d'épaisseur comme le montre le tableau 3.6. Il est à noter que la simulation est réalisée avec des fenêtres double vitrage.

Tableau.3. 3-composition de paroi avec isolation extérieure

Composant	épaisseur (Cm)	Masse volumique (kg/m3)	Conductivité thermique (w/m. °c)	Capacité thermique (j/kg. °c)
Polystyrène	5	1	0.046	0.87
Bois contreplaqué	0.4	2	1.15	0
Polystyrène	4	1	0.046	0.87
Bois contreplaqué	0.4	2	1.15	0

La figure suivante représente l'évolution des températures annuelle dans le bâti alors que les figure (3.18) et (3.19) représentent respectivement l'évolution des températures pour la semaine la plus chaude(comprise entre le 24 et le 29 juillet) et la semaine la plus froide(comprise entre le 9 et le 14 janvier)

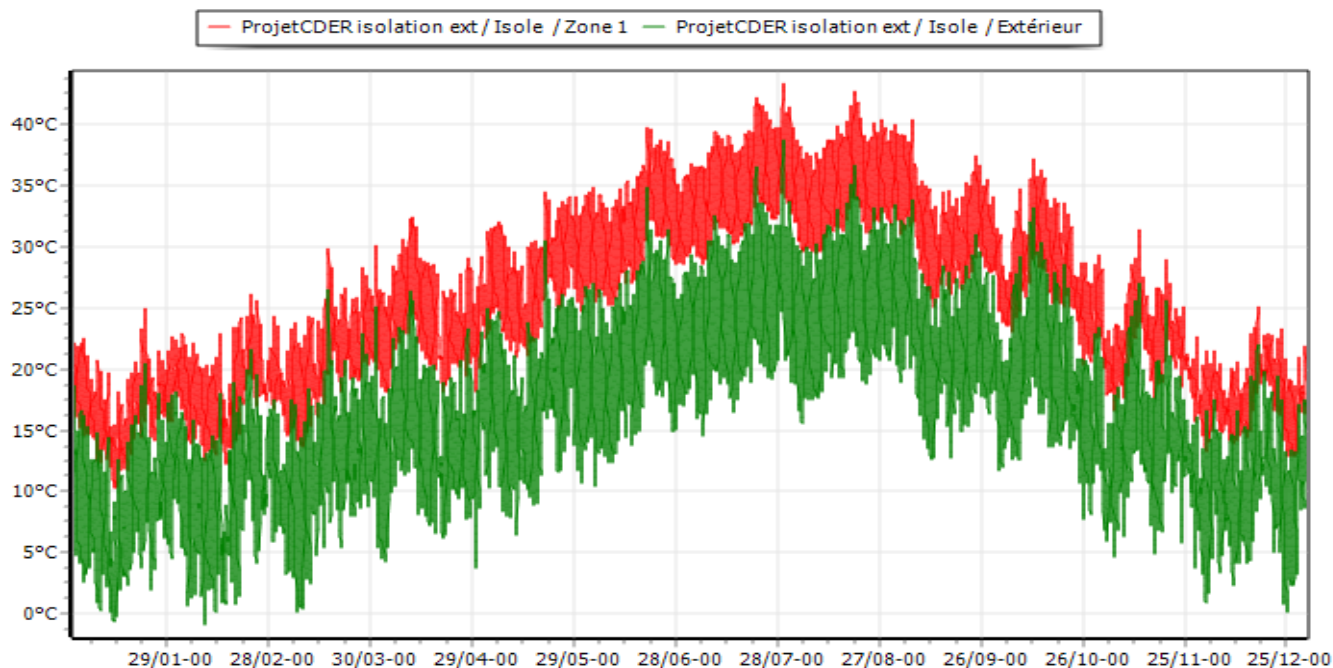


Fig.3. 18- évolution des températures durant l'année

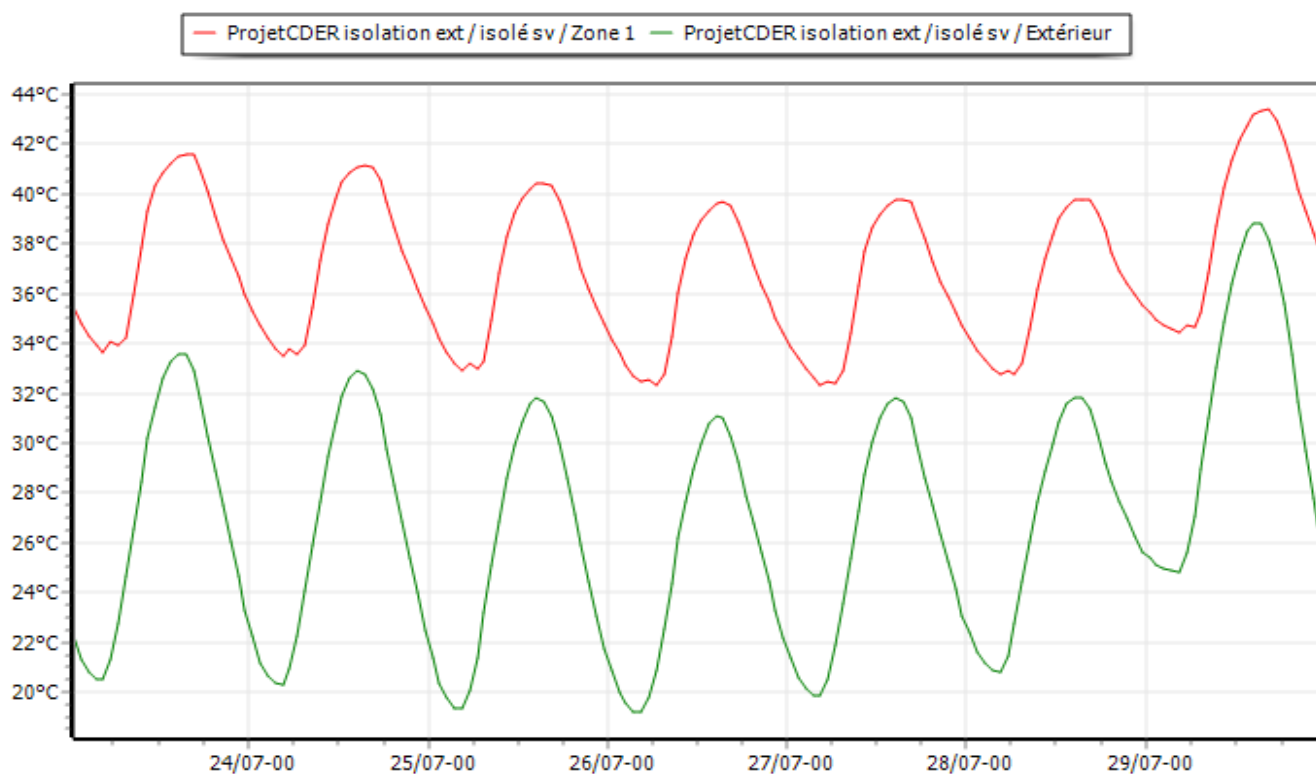


Fig.3. 19- évolution des températures durant la semaine la plus chaude

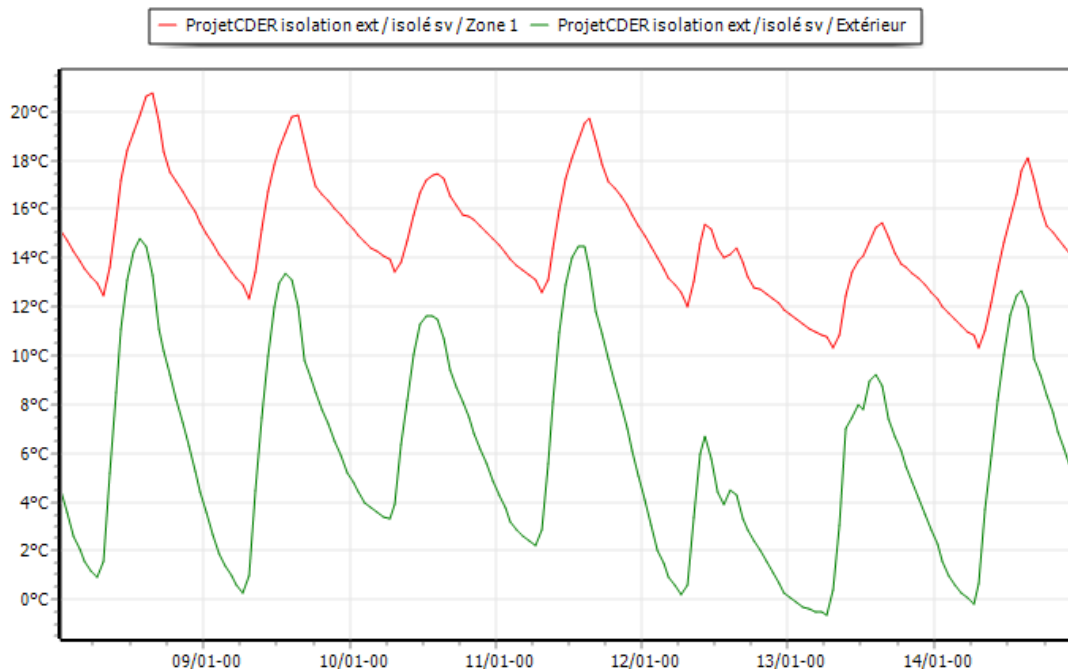


Fig.3. 20- évolution des températures durant la semaine la plus froid

Les figures 3.18, 3.19 et 3.20 représentent respectivement les températures annuelles, les températures pour la semaine la plus chaude et les températures de la semaine la plus froide

Donc d’après les résultats on dit que après l’application de l’isolation extérieure, on ne remarque pas un changement notable des températures ni en l’été ni en hiver, les températures dans la semaine la plus chaude et la semaine la plus froide varient presque de la même manière que pour le cas actuel. Cela ne sert pas notre objectif d’obtenir de meilleurs résultats.

3.4.1.2. Simulation avec consignes de chauffage et climatisation

Nous procédons dans ce qui suit à la simulation en imposant des consignes de températures en hiver de 20 °C et en été de 24 °C

Scenario de chauffage :

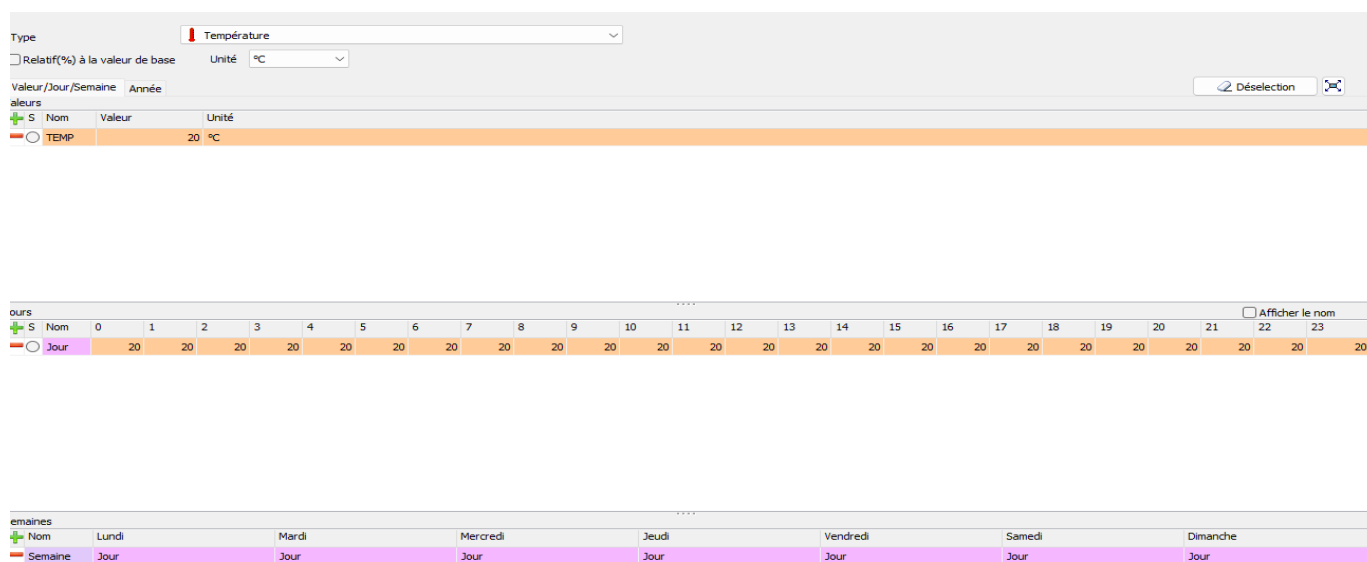


fig.3. 21-scenario de chauffage

Scenario de climatisation :

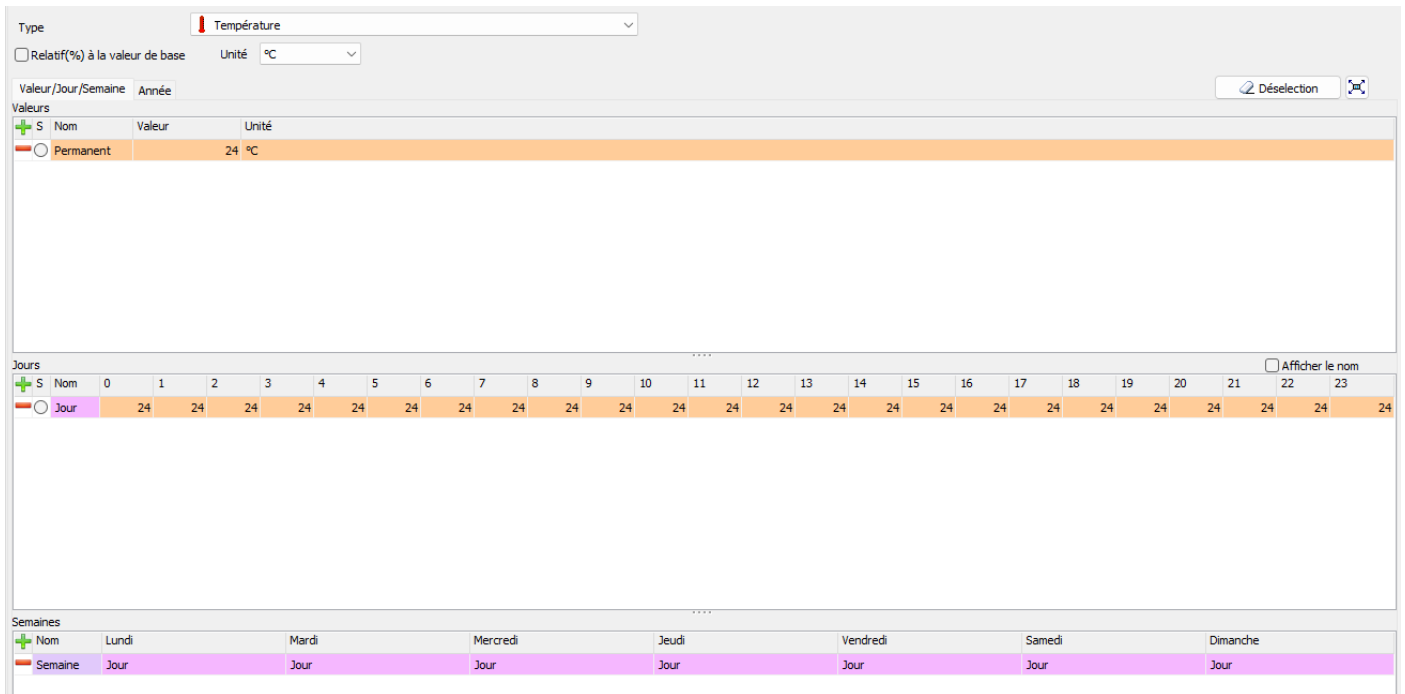


fig.3. 22- scenario de climatisation

Après la simulation on obtient les résultats suivants :

Les figures suivantes représentent les puissances (3.22) et les besoins de chauffage et climatisation (3.23) pour la composition actuelle

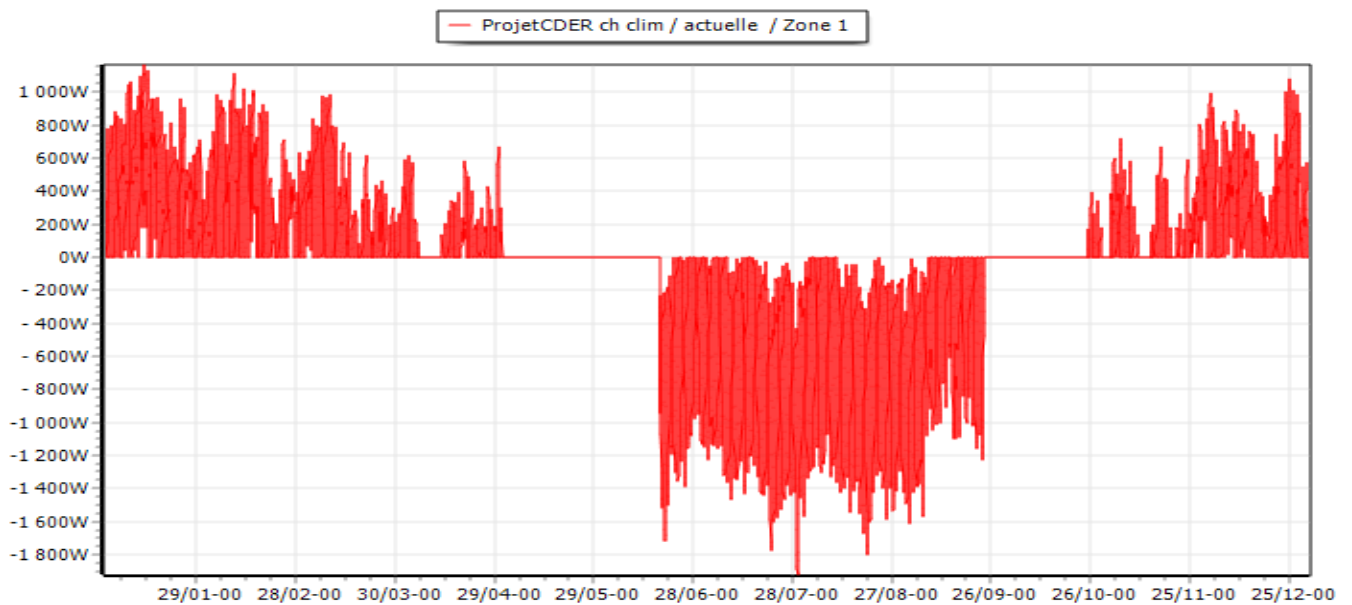


fig.3. 23-puissance de chauffage et climatisation dans l'état actuel

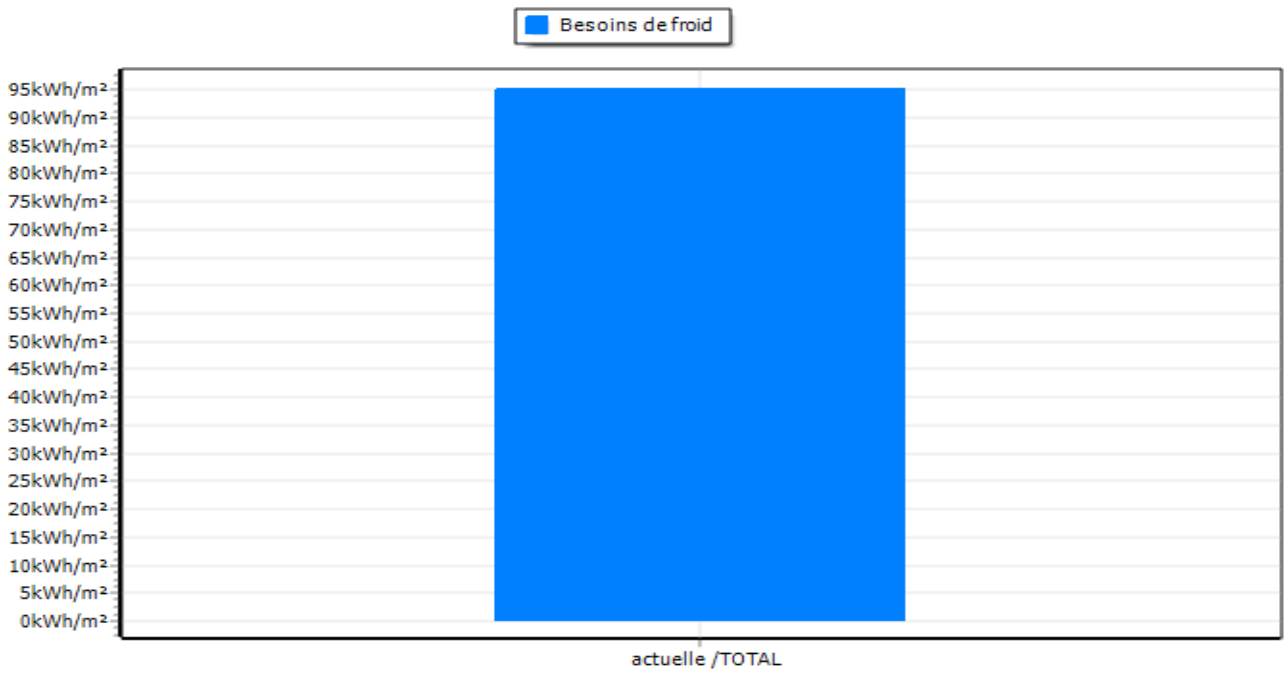
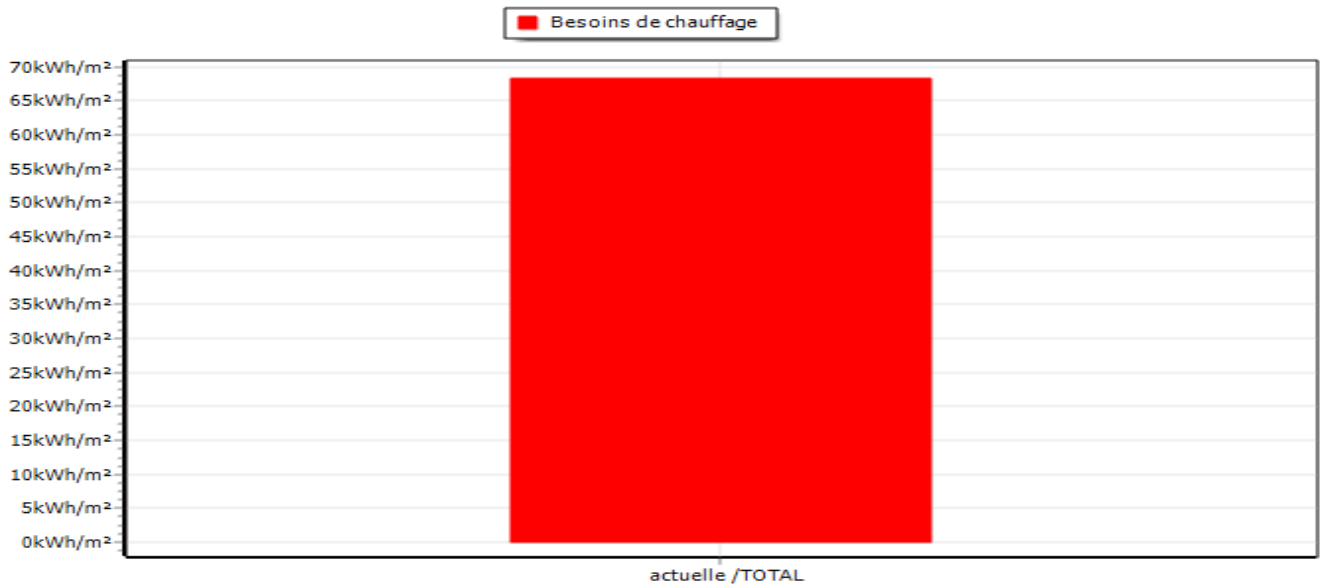


fig.3.24-besoins de chauffage et climatisation dans l'état actuel

Les figures (3.22) et (3.23) respectivement représentant la puissance et les besoins du chauffage et climatisation dans l'état actuelle et par l'observation on dit que nos besoins chauffage et climatisation sont Significativement élevés, ce qui constitue une augmentation de la facture énergétique.

On simule le cas actuel avec **double vitrage**

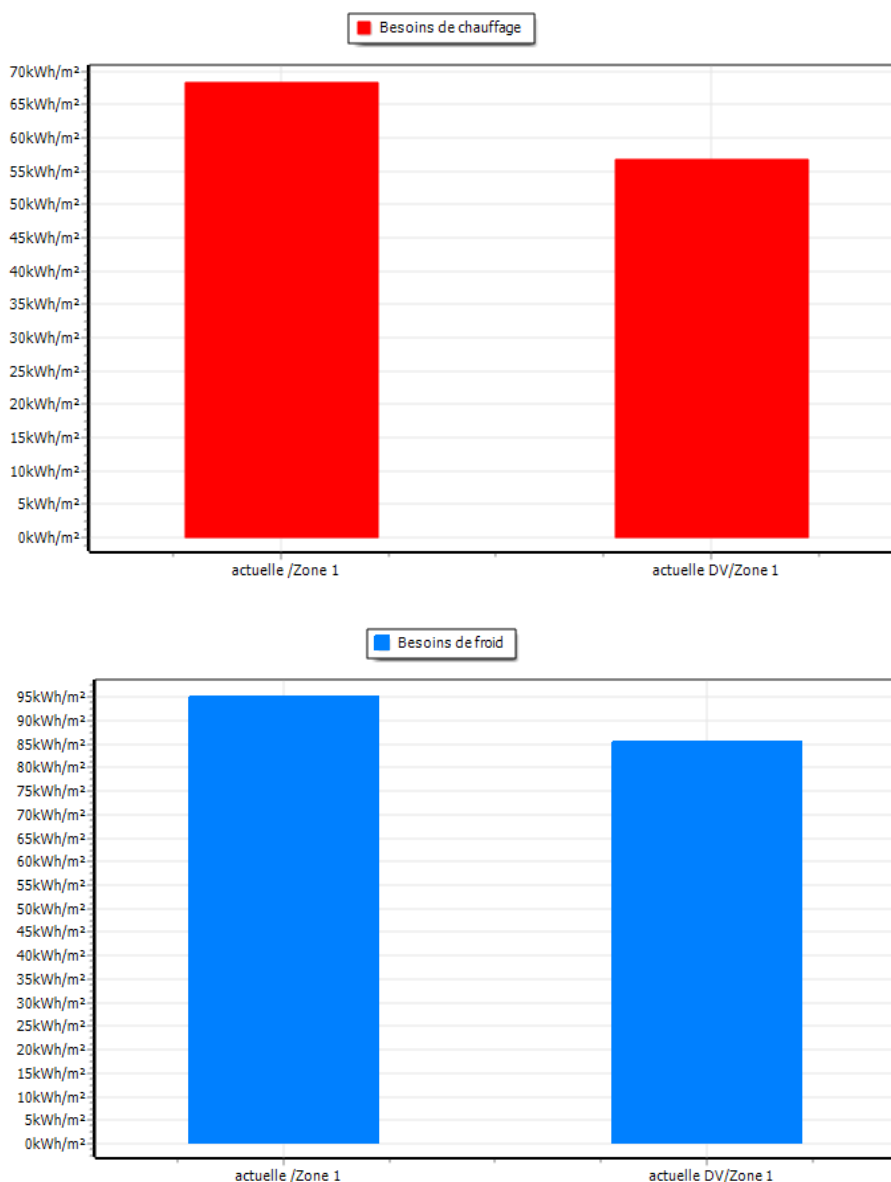


fig.3. 25-différence de besoin de chauffage et climatisation pour l'état actuel et avec double vitrage

Dans la figure (3.24) qui représente une comparaison entre les besoins actuelle et après l'application du double vitrage On voit qu'il y a une diminution notable des besoins spécialement en été. Le double vitrage joue un rôle dans l'amélioration des performances du bâtiment mais on ne peut pas dire qu'on a atteint le confort thermique de l'occupant en été.

Nous allons simuler le cas actuel amélioré par le double vitrage et l'isolation extérieure avec différentes épaisseurs de polystyrène pour déterminer l'épaisseur optimum.

Tableau.3. 4-les besoins de chauffage et climatisation pour l'isolation externe avec variation paramétrique

Epaisseur de l'isolant	de	4 cm	6 cm	8 cm	10 cm	12 cm
Besoins de chauffage kWh/m ²	de	23	17	13	10	8
Besoins de climatisation kWh/m ²	de	81	80	80	79	79

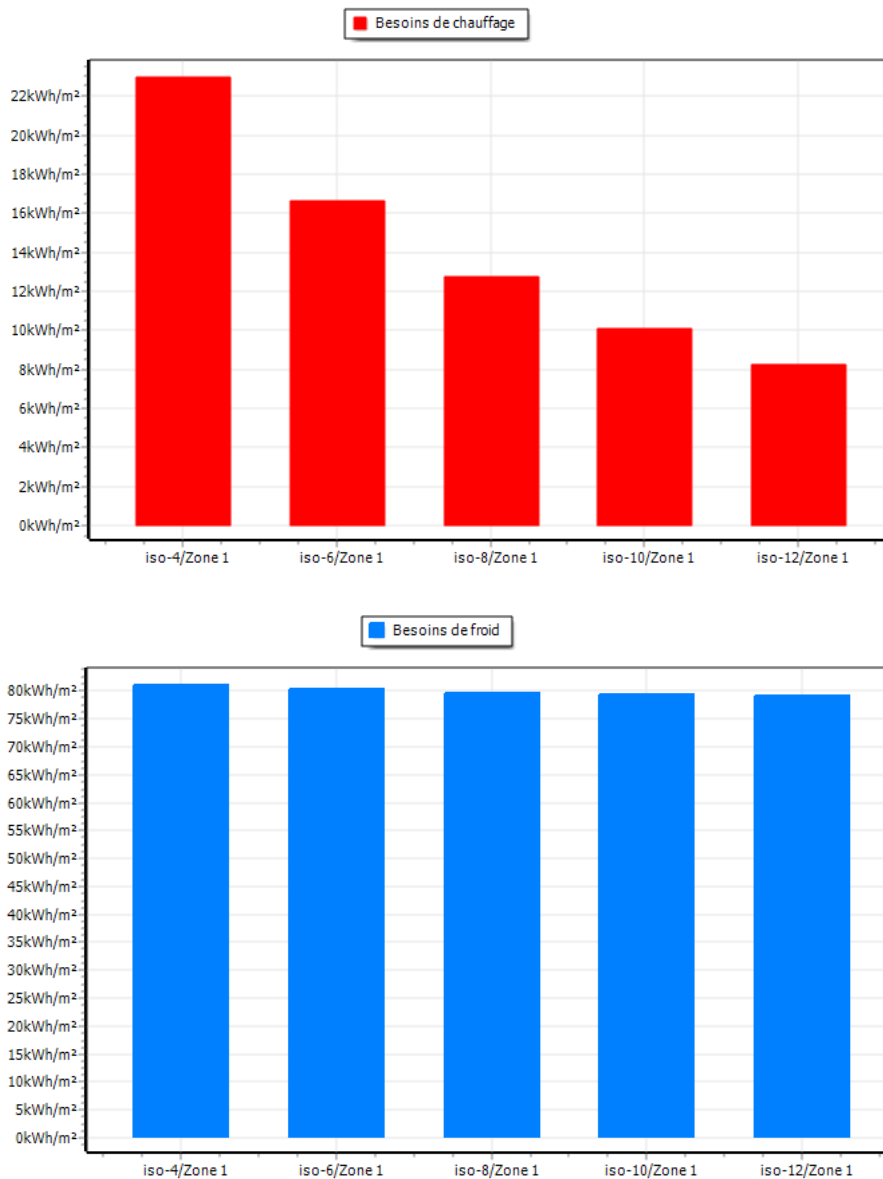


Fig.3. 26-les besoins de chauffage et climatisation pour l'isolation externe avec variation paramétrique (de 4 à 12cm)

On constate de la figure (3.25) qui représente les besoins de chauffage et climatisation avec une variation de l'épaisseur du polystyrène de 4cm à 12cm, On a enregistré une diminution considérable des besoins en chauffage de l'ordre 15kWh/m² ce qui ne rapproche de notre objectif. Les besoins en climatisation sont également légèrement diminués estimer de 2 kWh/m², Cela nous donne un résultat satisfaisant pour l'hiver Et nous réduit nos besoins en chauffage considérablement.

3.4.2. Proposition d'un bâtiment performant :

Après étude de notre cas dans sa composition actuelle et après avoir proposé les différentes solutions nous allons supposer la solution de démolition totale du bâti et son remplacement par une construction de composition basse consommation usuelle en Algérie comme réaliser pour le projet haute performance énergétique Eco bat [15]

Dans les tableaux suivants sont représentés la composition des différentes parois

Tableau.3. 5-composition du mur extérieur

Composant	épaisseur (Cm)	Masse volumique (kg/m3)	Conductivité thermique (w/m. °c)	Capacité thermique (j/kg. °c)
Plâtre courant	2	20	0.35	0.06
Brique creuse de 10 cm	10	69	0.476	0.23
Polystyrène	4	1	0.046	0.87
Brique creuse de 10 cm	10	69	0.476	0.23
Plâtre courant	2	20	0.35	0.06

Tableau.3. 6-composition de la toiture

Composant	épaisseur (Cm)	Masse volumique (kg/m3)	Conductivité thermique (w/m. °c)	Capacité thermique (j/kg. °c)
Carrelage	2	46	1.7	0.01
Mortier	5	100	1.15	0.04
Polystyrène	4	1	0.046	0.87
Béton lourd	4	92	1.75	0.02
Hourdis de 16 en béton	16	208	1.23	0.13
Enduit plâtre	2	30	0.35	0.06

Tableau.3. 7-composition de plancher

Composant	épaisseur (Cm)	Masse volumique (kg/m3)	Conductivité thermique (w/m. °c)	Capacité thermique (j/kg. °c)
Carrelage	2	46	0.750	0.01
Polystyrène	2	1	0.039	0.51
Béton	4	92	1.750	0.02
Hourdis	16	208	1.231	0.13
plâtre	2	30	0.350	0.06

3.4.2.1 Simulation sans consigne de thermostat :

Après la simulation on obtient les resultats suivant :

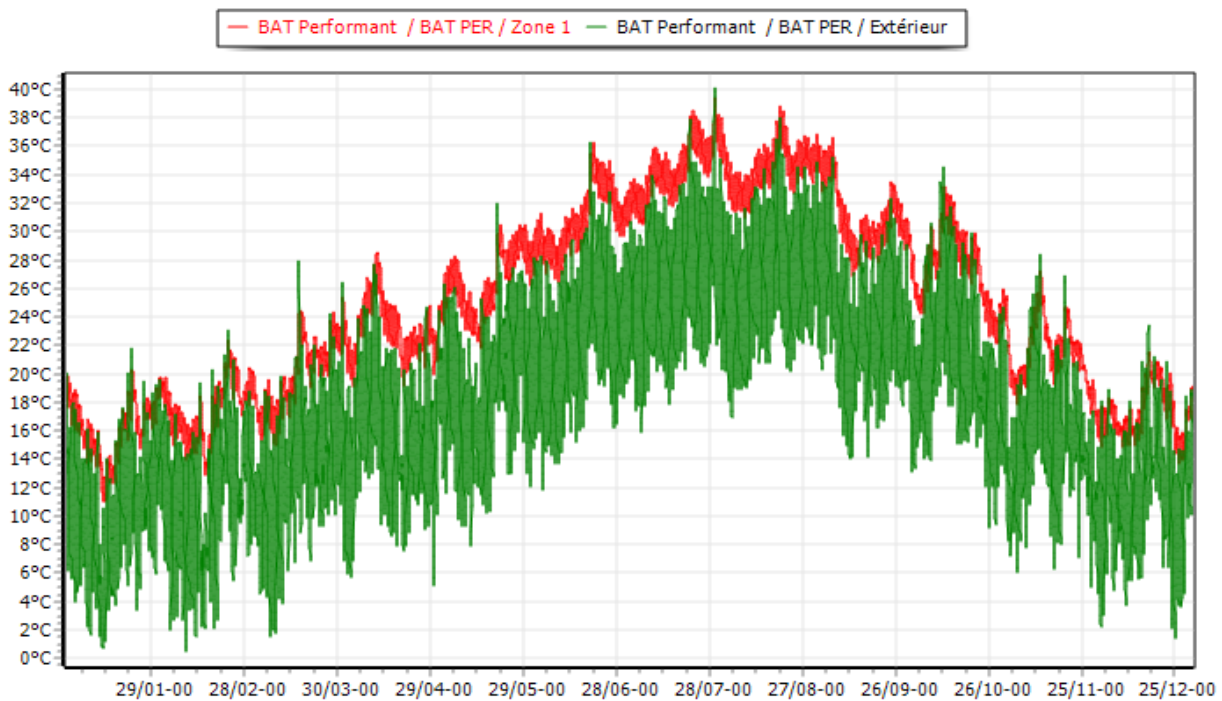


Fig.3. 27- évolution de température durant l'année

Avec cette composition on constate d'après la figure 3.27 qu'on atteint des températures acceptables en hiver mais insuffisante pour assurer le confort de l'occupant puisque les températures varient entre 12°C et 20°C

Cependant en été les températures intérieures varient durant l'année pendant les mois d'été entre 28°C (Mai) et 37°C (Juillet) alors que les températures extérieures varient elles entrent 26°C et 40°C ce qui est

insuffisant pour assurer le confort thermique pendant cette saison d'où le besoin de système de chauffage et climatisation

3.4.2.2 Simulations avec consigne de thermostat :

Dans ce qui suit nous allons simuler le bâtiment pour différentes épaisseurs d'isolant pour les différentes parois pour en déterminer la composition optimale me permettant de réaliser le maximum d'économie d'énergie

On a fait varier les épaisseurs de l'isolant pour la toiture et le mur extérieur (de 4 à 12 cm) simultanément avec la simulation sur pleaide variation paramétrique

besoins de chauffage et climatisation

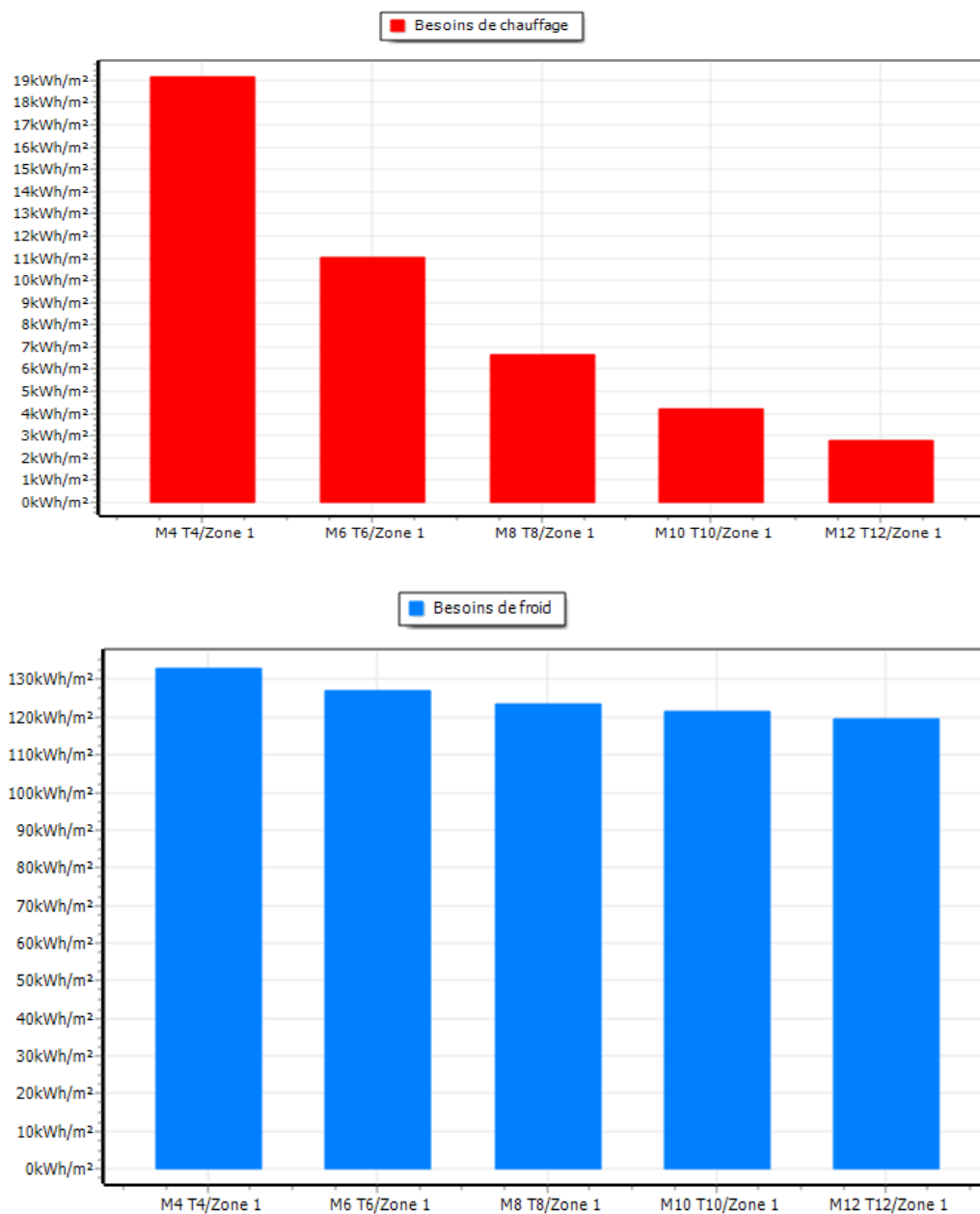


Fig.3. 28- besoin de chauffage et climatisation avec variation paramétrique de l'isolant de mur et de toiture (de 4 à 12 cm)

En souligne à la figure (3.27) qui représente les besoins de chauffage et climatisation avec cette composition qu'il Ya des défirrent résultats en revanche a isolation extérieure où l'on a des données un peu meilleures en termes de besoins en hiver, mais moins performantes en ventilation il n'y a encore qu'une légère différence même âpre avoir la variation paramétrique

3.4.3. Simulation avec composition proposé par le logiciel pléiade :

Nous proposons dans ce qui suit des compositions de construction dites BBC (bâtiment basse consommation) Et bâtiment passif propose par le logiciel pléiade et largement utilise en Europe qu'on applique pour notre cas d'étude

3.4.3.1. Bâtiment basse consommation

Nous allons simuler sans consigne de thermostats pour voir l'évolution des températures pour différentes compositions de BBC de l'extérieur à l'intérieur

Simulation sans consigne de thermostat

A) Evolution des températures pour différentes compositions proposées

Mur BBC1

Tableau.3. 8- bbc mur béton

Composant	épaisseur (Cm)	Masse volumique (kg/m3)	Conductivité thermique (w/m. °c)	Capacité thermique (j/kg. °c)
Isolant générique	20	2	0.04	5
Béton lourd	16	368	1.75	0.09

Tableau.3. 9-toiture

Composant	épaisseur (Cm)	Masse volumique (kg/m3)	Conductivité thermique (w/m. °c)	Capacité thermique (j/kg. °c)
Laine de verre	26	3	0.041	6.34
Plâtre gypse	1	12	0.42	0.02

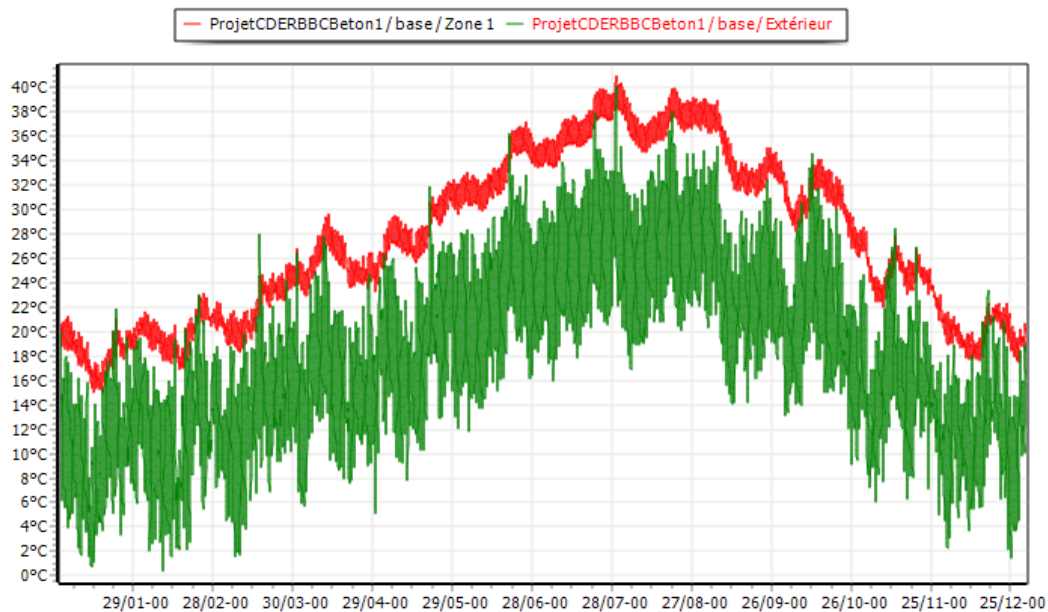


Fig.3. 29-Evolution De Température annuelle pour la composition BBC1

Mur BBC 2

Tableau.3. 10-mur maçonnerie courant

Composant	épaisseur (Cm)	Masse volumique (kg/m3)	Conductivité thermique (w/m. °c)	Capacité thermique (j/kg. °c)
Isolant générique	20	2	0.04	5
Parpaing de 20	20	260	1.053	0.19

Tableau.3. 11-toiture

Composant	épaisseur (Cm)	Masse volumique (kg/m3)	Conductivité thermique (w/m. °c)	Capacité thermique (j/kg. °c)
Laine de verre	26	3	0.041	6.34
Plâtre gypse	1	12	0.42	0.02

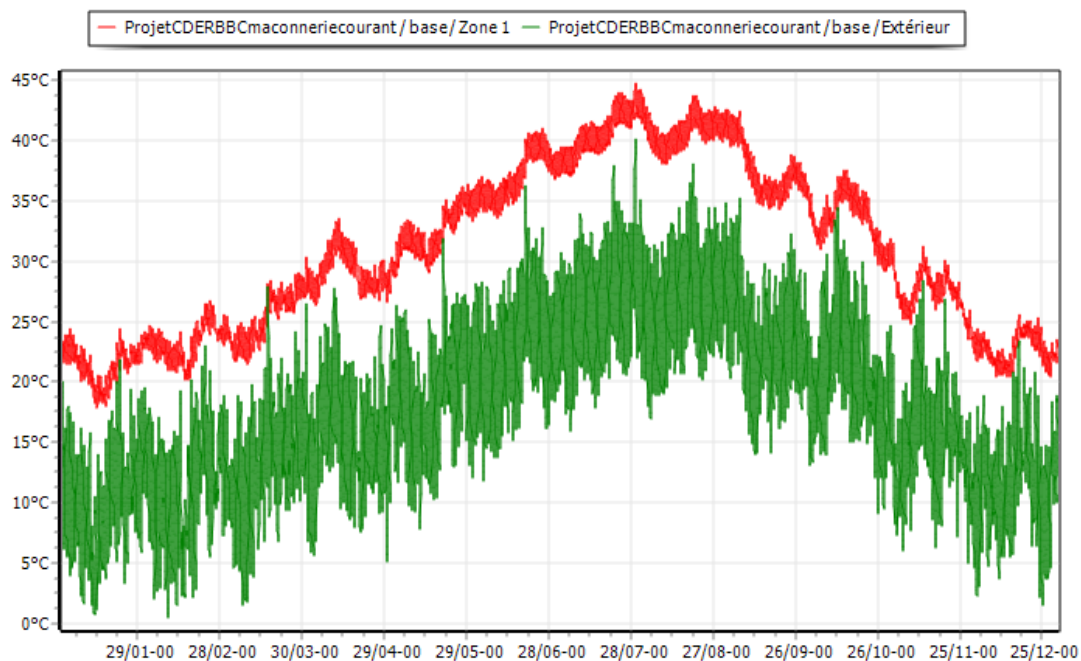


fig.3. 30-Evolution de temperature annuelle pour la composition BBC2

Mur BBC 3

Tableau.3. 12-bbc mur béton

Composant	épaisseur (Cm)	Masse volumique (kg/m3)	Conductivité thermique (w/m. °c)	Capacité thermique (j/kg. °c)
Béton lourd	16	368	1.75	0.09
Isolant générique	20	2	0.04	5
Lame d'air>1.3 cm	1.5	0	0.094	0.16
Placoplatre BA 13	1.3	11	0.325	0.04

tableau.3. 13-toiture

Composant	épaisseur (Cm)	Masse volumique (kg/m3)	Conductivité thermique (w/m. °c)	Capacité thermique (j/kg. °c)
Laine de verre	26	3	0.041	6.34
Plâtre gypse	1	12	0.42	0.02

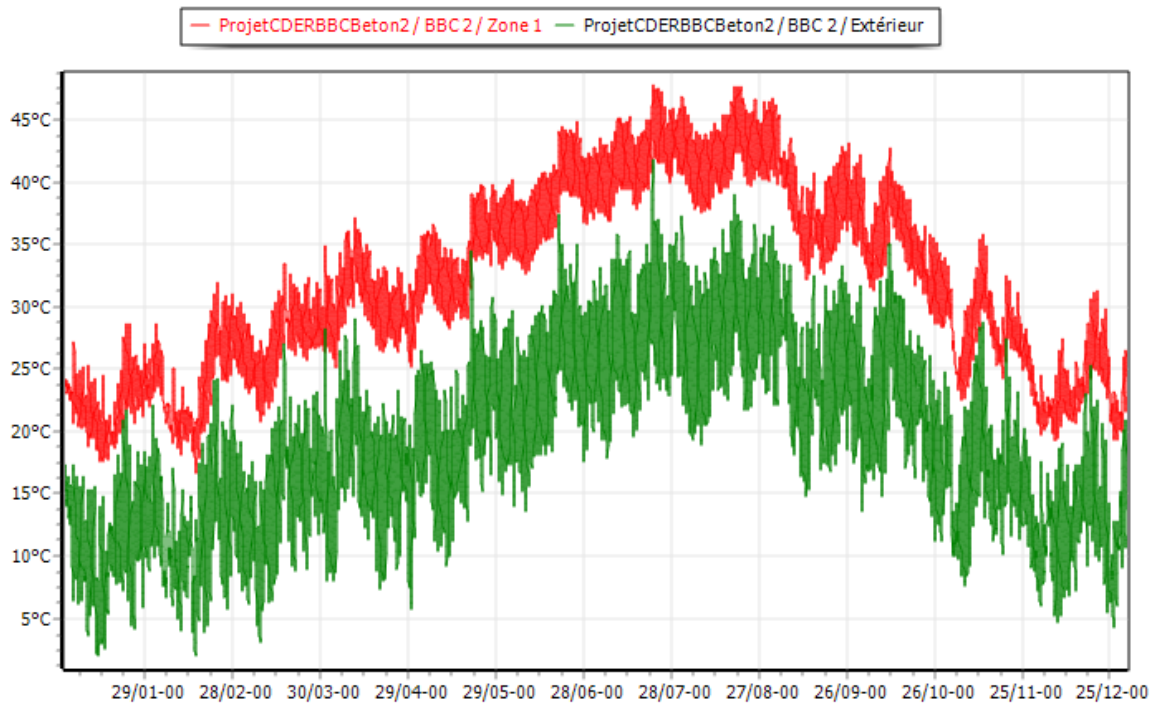


fig.3. 31-Evolution de temperature annuelle pour la composition BBC3

Les figures 3.28, 3.29 et 3.30 représentent respectivement l'évolution de température pour la composition BBC1, BBC2 et BBC3 on constate qu'en hiver la composition BBC1 les températures varient entre 16°C et 26°C, la composition BBC2 entre 17°C et 30°C et la composition BBC3 varie entre 16°C et 30°C et sont des températures acceptables en hiver pour assurer le confort de l'occupant

Par contre en été les températures intérieures varient durant l'année pendant les mois d'été entre 30°C (mai) et 41°C (juillet) pour la composition BBC1, entre 30°C et 44°C pour la composition BBC2 et varie entre 35°C et 47°C pour la composition BBC3 alors que les températures extérieures varient elles entrent 26°C et 40°C ce qui est insuffisant pour assurer le confort thermique pendant cette saison d'où le besoin de système de climatisation.

Simulation avec consignes de thermostat :

B) détermination des besoins énergétique pour différente compositions de basse consommation

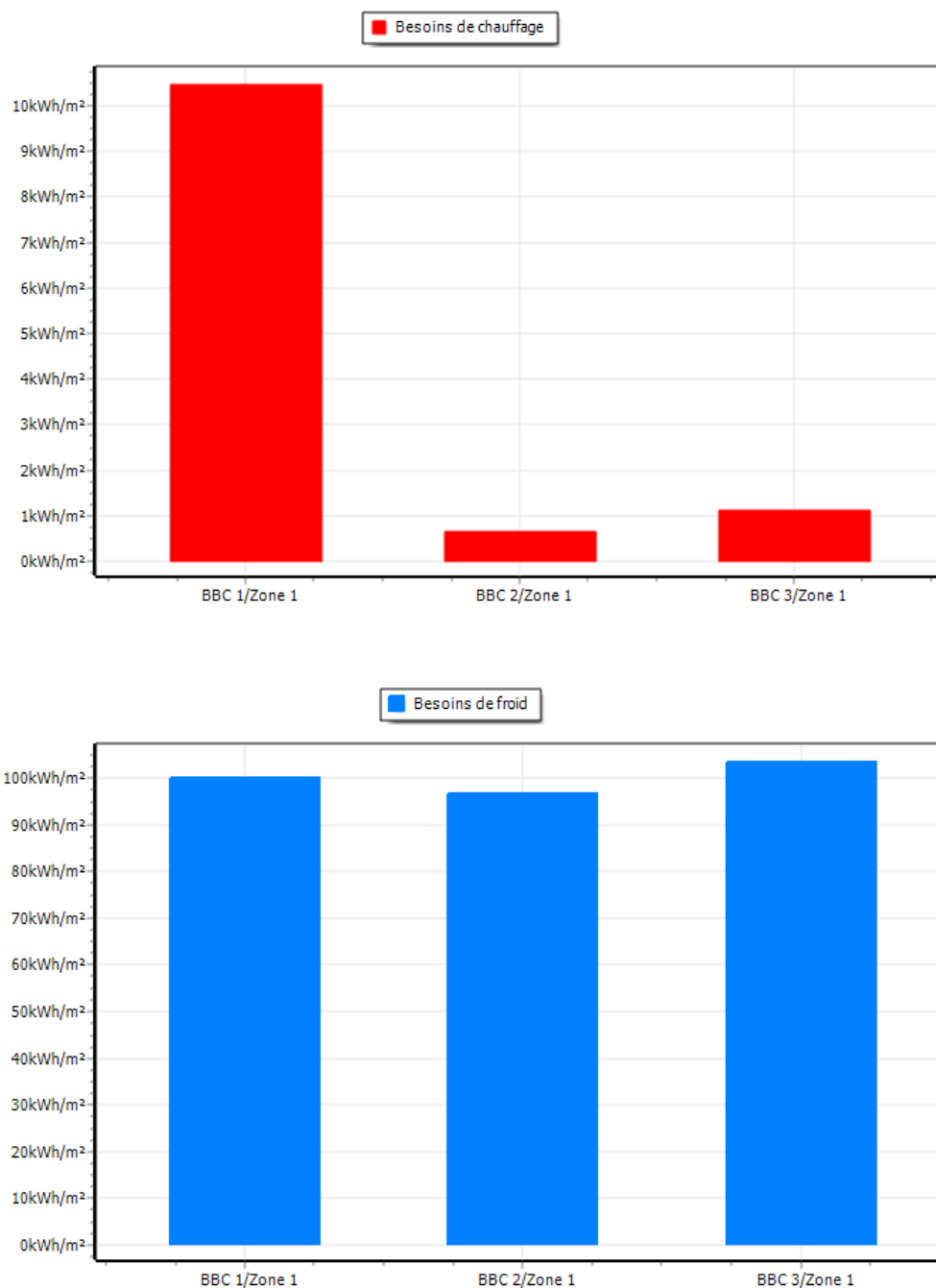


fig.3. 32-différence entre besoin de chauffage et climatisation de bbc1 bbc2 bbc3

La figure 3.31 représente la différence entre les besoins de chauffage et climatisation pour les trois compositions on constate une diminution très importante de besoins de chauffage qui atteindrent 1 kWh/m² dans la composition de BBC2 et BBC3 contrairement aux besoins de climatisation qui atteindrent 110 kWh/m² et on remarque une légère différence de 10kwh/m² ce qui est loin pour les besoins de confort

3.4.3.2 bâtiment passif

Tableau.3. 14-mur béton

Composant	épaisseur (Cm)	Masse volumique (kg/m3)	Conductivité thermique (w/m. °c)	Capacité thermique (j/kg. °c)
Isolant générique	25	2	0.04	5
Béton lourd	16	368	1.75	0.09

Tableau.3. 15-toiture

Composant	épaisseur (Cm)	Masse volumique (kg/m3)	Conductivité thermique (w/m. °c)	Capacité thermique (j/kg. °c)
Laine de verre	40	5	0.041	9.76
Plâtre gypse	1	12	0.42	0.02

Simulation sans consignes de thermostat :

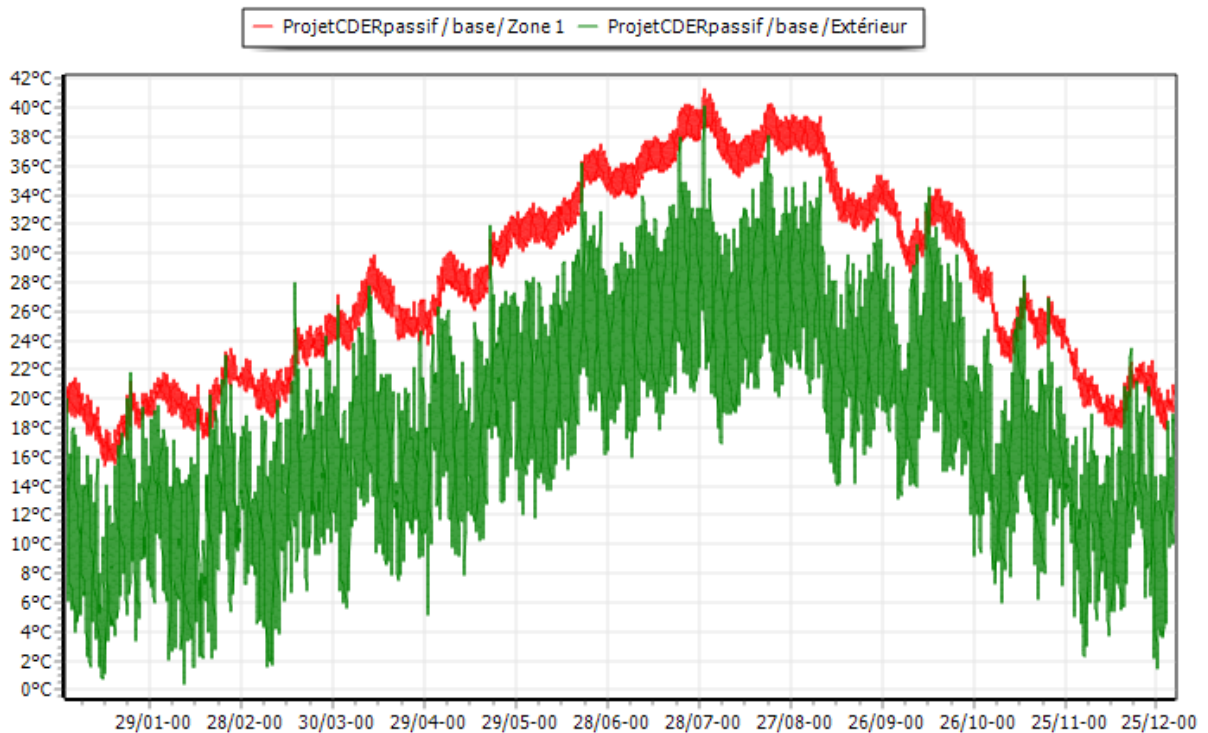


fig.3. 33- Evolution de température annuelle pour la composition passive

La figure 3.32 représente l'évolution de température pour la composition passive on constate qu'on atteint des températures acceptables en hiver pour assurer le confort de l'occupant puisque les températures varient entre 16°C et 20°C

En été les températures intérieures varient durant l'année pendant les mois d'été entre 30°C(Mai) et 41°C (Juillet) alors que les températures extérieures varient elles entrent 26°C et 40°C ce qui est insuffisant pour assurer le confort thermique pendant cette saison d'où le besoin de système de climatisation

Simulation avec consignes de thermostat :

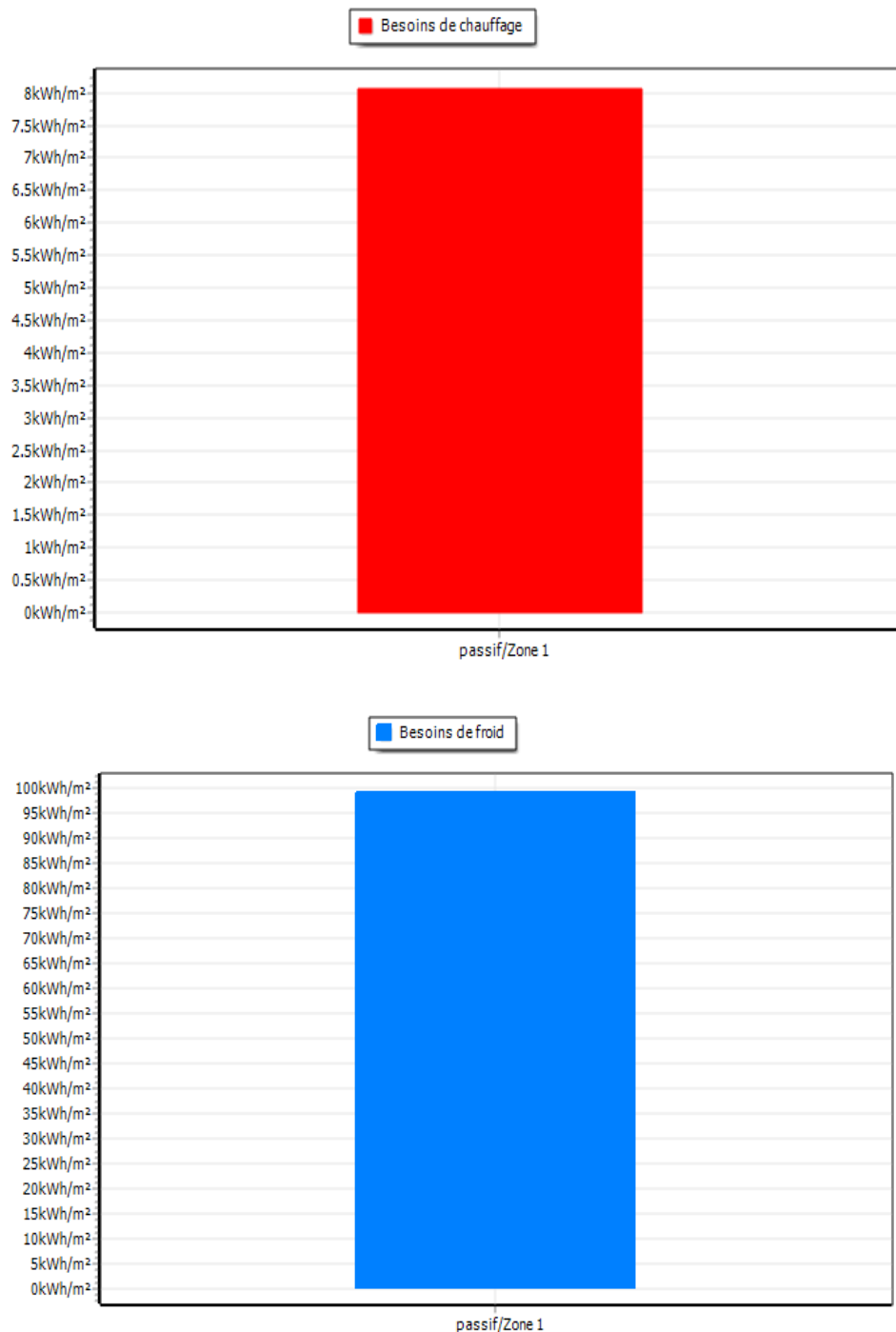


fig.3. 34-les besoins de chauffage et climatisation pour la composition passive

Dans la figure 3.33 on constate que les besoins de chauffage sont à 8kwh/m² alors que les besoins de climatisation atteignent les 100kwh/m²

Donc finalement on dit que les différentes compositions de bâtiment basse consommation et le bâtiment passif ne conviennent pas pour notre local dans la période d'été à cause des températures et les besoins de climatisation élevé dans cette saison. (Les climats et les besoins sont différents pour L'Algérie et l'Europe)

Dans ce qui suit on va faire une comparaison de besoins de chauffage et climatisation pour les compositions étudiée



fig.3. 35- les besoins de chauffage et climatisation pour les compositions étudiée

Basse/Total : Les besoins en état actuelle

Iso12/Total : Les besoins en isolation extérieur avec d'épaisseur 12cm

M12T12 : Les besoins en bâtiment performant avec d'épaisseur de 12cm pour la toiture et les parois

BBC1 : Les besoins en composition basse consommation 1

BBC2 : Les besoins en composition basse consommation 2

BBC3 : Les besoins en composition basse consommation 3

Passif /Totale : Les besoins en composition bâtiment passif

la figure (3.34) représente les besoins de chauffage et climatisation pour toutes les compositions étudiées. On constate qu'on a enregistré une diminution considérable des besoins en chauffage de l'ordre 65kWh/m² par rapport au cas actuelle ce qui ne rapproche de notre objectif. Les besoins en climatisation sont diminués jusqu'à 80kwh/m² dans le cas de l'isolation extérieur de 12 cm.

Conclusion :

Les résultats de la simulation thermique réalisée avec le logiciel pléiade visent tous à favoriser la composition de l'isolation extérieure de 12 cm d'isolant et double vitrage car ce dernier répond à nos attentes, qui étaient de modéliser et réduire au maximum possible les consommations ainsi que la facture énergétique annuelle réelle de ce projet.

3.5. Le cout d'investissement

Tableau 3.16. composition actuelle améliorée

Comme dernière étape nous étudions le cout financier du projet en introduisant le coût des matériaux utilisés

Composant	Prix unitaire	Epaisseur cm/nombre	Coût d'un 1 m ²
Polystyrène expansé	400DA/m ² (1*1*0.05)	12+4	2800DA
Fenêtres double vitrage	34000DA	3	102000DA
Bois contreplaqué	1450DA/m ²	0.8	1270DA

pour les deux compositions qui nous ont donné les meilleurs résultats donc le moins de besoins énergétiques (composition double vitrage avec isolation extérieure de 12 cm d'épaisseur et composition d'un bâtiment performant) et en les comparant pour obtenir le meilleur cas favorable thermiquement et économiquement.

1. composition actuelle double vitrage avec isolation extérieur de 12cm d'épaisseur

Tableau.3.17. Cout de double vitrage et isolation extérieur

	La surface m ²	Cout totale
Fenêtres double vitrage	2.5m ²	102000Da
Les murs	56.71m ²	230809.00DA
	Montant total	332809.00DA

2. Composition bâtiment performant avec isolation 12cm

Tableau.3.18. Cout des parois du mur

Composant	Prix unitaire	Epaisseur cm/nombre	Coût d'un 1 m ²
Plâtre courant	470Da/m ²	2	470DA
Brique creuse de 10 cm	450DA/m ²	10	450DA
Polystyrène	400DA/m ² (1*1*0.05)	12	2100DA

Tableau.3.19. Cout des parois de la toiture

Composant	Prix unitaire	Epaisseur cm/nombre	Coût d'un 1 m ²
Carrelage	1350DA/m ²	2	1350DA
Mortier	2050DA/m ²	5	2050
Polystyrène	400DA/m ² (1*1*0.05)	12	2100DA
Béton lourd	2800DA/m ²	4	2800DA
Hourdis de 16 en béton	13000DA/kg	3	13000DA
Enduit plâtre	40DA/kg	2	60DA

Tableau.3.20. Cout des parois du plancher

Composant	Prix unitaire	Epaisseur cm/nombre	Coût d'un 1 m ²
Mate SL 50	670DA/m ²	4	670DA
Placoplatre	850DA/m ²	1.5	850DA
zinc	600DA/m ²	0.5	600DA

Tableau.3.21. Tableau récapitulatif

	La surface m ²	Cout totale
Les murs	56.71m ²	171264.00DA
La plancher	15.91m ²	33296.00DA
La toiture	15.91m ²	172007.00DA
	MONTANT TOTAL	376567.00DA

Après avoir examiné et analysé les tableaux ci-dessus, qui représentent le calcul du coût approximatif des matériaux du bâtiment, nous remarquons que la composition bâtiment basse consommation usuelle en Algérie et ce qu'on a appelé bâtiment performant nous revient plus chère en cout de rénovation par rapport à la composition actuelle améliorée avec isolation extérieure et double vitrage et beaucoup plus en tenant compte des couts de démolition, forage et construction des poutres .

Donc en conclusion on peut dire que d'un point de vue économique et financier que l'isolation extérieure avec double vitrage comme rénovation reste le meilleur choix à faire.

Conclusion générale

Ce projet consiste à rénover et réhabiliter un bâtiment (poste de garde) qui se trouve au centre de développement des énergies renouvelables CDER, dans la commune de Bouzareah dans la wilaya d'Alger.

L'étude vise à déterminer les différentes consommations annuelles de chauffage et de climatisation avec la composition actuelle réelle, pour ensuite la faire comparer les besoins énergétiques du même local en changeant la composition et les matériaux utilisés qui constituent la composition : actuelle en isolation extérieure, bâtiment base consommations et bâtiment passif.

Les résultats de la simulation thermique réalisée avec le logiciel pléiade confirment que la composition bbc (bâtiment base consommations) répond à nos attentes, qui étaient de modéliser et réduire au maximum possible les besoins de chauffage et climatisation ainsi que la facture énergétique annuelle de ce projet.

La simulation nous a montré que la variation des températures intérieures du bloc en bbc varie d'une manière presque continue de 12°C à 15°C (semaine la plus froide du 9 au 14 janvier).

Les températures pour le cas le plus défavorable qui est la composition actuelle varient entre 7°C et 17°C, tandis que pour la semaine la plus chaude (du 24 au 29 juillet), la température du bloc en bbc varie aussi d'une manière presque continue allant de 31° à 37°, pour une variation allant de 30° à 43° pour le cas le plus défavorable.

Nous sommes arrivés à déterminer que la composition avec l'isolation extérieure est plus performante en termes de performances thermique et économique comparé aux compositions bâtiment performant et composition passif, arrivant à une différence moyenne dépassant les 1400 kWh en consommation énergétique annuelle comparé aux compositions actuelles, soit un rapport de 50% par rapport au cas actuel, 14% pour le cas passif, des chiffres très importants dans le terme d'économie d'énergie.

En conclusion, cette étude nous a permis d'obtenir des résultats favorisant la composition avec isolation extérieure sur tous les points abordés, son efficacité sur le plan thermique est de loin la plus performante et la mieux appropriée en termes d'efficacité thermique et énergétique et en terme financier qui se trouve être la composition actuelle améliorée avec isolation extérieure et double vitrage

Références

- [1] consommation énergétique finale en Algérie. Chiffres clés année 2015. (Edition 2017). Agence nationale pour la promotion et la rationalisation de l'utilisation de l'énergie. Apure. [Http://www.aprue.org.dz](http://www.aprue.org.dz)
- [2] énergies nouvelles, renouvelables et maîtrise de l'énergie. Ministère algérien de l'énergie. [Http://www.energy.gov.dz](http://www.energy.gov.dz)
- [3] erdal aydin, dirk brounen, l'impact de la politique sur la consommation d'énergie résidentielle. *Energie* 169 (2019) 115-129
- [4] hikmat ali, rifqa hashlamun stratégies de rénovation des enveloppes pour les bâtiments scolaires publics en jordanie. *Journal of building engineering* 25 (2019) 100819
- [5] chaham alaloucha, saleh al-saadia, husam alwaerb, kamel al-khaled potentiel d'économie d'énergie pour les bâtiments résidentiels dans les climats chauds : le cas d'oman. *Villes et société durables* 46 (2019) 101442
- [6] amaia uriarte, iñigo garai, andrew ferdinando, aitor erkoreka, olatz nicolas, eneritz barreiro, panneaux d'isolation sous vide dans les solutions de construction pour la rénovation éco énergétique des bâtiments. Deux études de cas en espagne et en suède. *Energy & buildings* 197 (2019) 131–139
- [7] ahmed rashwan, lamis el gizawi, sherief sheta évaluation de l'effet de l'intégration des enveloppes de bâtiments avec des modèles paramétriques sur les performances d'éclairage naturel dans les espaces de bureaux en climat chaud et sec. *Alexandria engineering journal* (2019)
- [8] belgherras, s.m.a. bekkouche, t. Benouaz, n. Benamrane analyse prospective de l'efficacité énergétique d'un atelier agricole sous conditions climatiques sahariennes. *Énergie et bâtiments* 145 (2017) 342–353
- [9] m.k. cherier, t. Benouaz, s.m.a. bekkouche, m. Hamdani, quelques concepts solaires passifs en habitat par ventilation naturelle étude de cas : climat sec en algérie ghardaia. *études de cas en génie thermique* 12 (2018) 1–7
- [10] m. Hamdani, s.m.a. bekkouche, t. Benouaz, r. belarbi, m.k. cherier l'étude ventilation naturelle à l'aide de fenêtres de bâtiments : cas d'évaluation de la faisabilité de l'utilisation de la demande de chaleur à l'extérieur. *energy procedia* 139 (2017) 475-480
- [11] s. sami-mecheri, d. semmar, a. hamid, détermination des besoins énergétiques des logements basse energie et intégration d'une installation de chauffe-eau solaire située en algérie. *energy procedia* 74 (2015) 854 – 863
- [12] s.m.a. bekkouche, t. Benouaz, m.k. cherier, m. Hamdani, n. Benamrane, m.r. yaiche, résistances thermiques des matériaux de construction locaux et leur effet sur le cas des températures intérieures d'un bâtiment situé dans la région de ghardaia. *construction et matériaux de construction* 52 (2014) 59–70
- [13] : pléiade version 5.22.7.1 licences étudiant <http://www.izuba.fr/logiciel/pleiadescomfie>.
- [14] Alain M Viaro et Arlette Ziegler : Livre « HABITAT TRADITIONNEL DANS LE MONDE ».
- [15] programme ecobat qui prévoit la construction de 600 logements de haut performance energetique par l'APRUE
- [16] DTR C3.2 (2016)