RépubliqueAlgérienne Démocratique et Populaire

MinistredelʼEnseignementSupérieuretlaRechercheScientifique

UNIVERSITESAADDAHLEBDEBLIDA01

FacultédesSciencesettechnologies

DépartementdesEnergiesRenouvelables

Mémoireenvuedelʼobtentiondudiplômede Master

Spécialité : Energie Renouvelable

Option : Habitat Bioclimatique

THEME

AMELIORATION DELA PERFORMANCEENERGETIQUED'UNEECOLE PRIMAIRE (CAS D'ETUDECOLLO_SKIKDA)

Réaliserpar:**Encadré par :**

Ayoub BenguibaPr. DJAFFAR SEMMAR

Cheniguer Farouk

Remerciements

Je voudrais dans un premier temps remercie dieu le tout puissant de m'avoir donné la santé la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

Je remercie mes chers parents.

Ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide de l'encadrement de Monsieur DJAFFAR SEMMAR, je le remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur, et sa disponibilité durant la préparation de ce mémoire.

Mes remerciements s'adresse au monsieur chef d'option ABDELKADER HAMID pour son aide pratique, son soutien moral et ses encouragements.

Mes remerciements s'adressent également à tous mes professeurs pour la qualité de l'enseignement qu'ils m'ont prodigué au cours de ces cinq anspassées à l'université de Blida.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail en signe de respecte, reconnaissance et de remerciements a mon père, que dieu ait pitié de lui, pour tout ce qu'il a sacrifie pour que j'atteigne ce que j'ai atteint maintenant. A ma mère qui m'a donné le vrai amour et le vrai soutien moral. A tous mes frères pour votre soutien et vos encouragements. A tous ma famille, mes amis et surtout à mon binôme cheniguer farouk pour l'effort fourni pour réaliser ce que nous avons réalisé.

Dédicace

Je dédie ce travail a mes chers parents, et ma chère mère pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes étudeset leur soutien moral, a mon grand frère siefe edine a toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire, spécialement a mes proches amis que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fuit de votre soutien infaillible, merci d'être toujours là pour moi.

الملخص:

تركز هذه الأطروحة على دراسة وتحليل كيفية تحسين الأداء الطاقوي لمدرسة ابتدائية من خلال تطبيق تقنيات العزل الحراري. يهدف البحث إلى تحقيق تحسين في كفاءة استخدام الطاقة وتقليل الاعتماد على مصادر الطاقة التقليدية وتحسين الراحة الحرارية داخل المبنى

تبدأ الأطروحة بتقديم نظرة عامة عن أهمية الأداء الطاقوي من حيث استهلاك الطاقة واحتياجات التدفئة والتبريد. يتم دراسة أهمية تطبيق التقنيات الحديثة للعزل الحراري للحفاظ على درجات الحرارة المرغوبة وتقليل الاستهلاك الطاقوي الزائد
.
ثم يتم التركيز على استكشاف تقنيات العزل الحراري المختلفة وتحليل الفوائد المحتملة والتحديات المرتبطة بها. يتم استعراض أنواع المواد العازلة المختلفة وطرق تطبيقها في المدرسة الابتدائية. يتم تقديم دراسة للتأثيرات المتوقعة على استهلاك الطاقة والتكاليف والراحة الحرارية بعد تطبيق تقنيات العزل الحراري.

بعد ذلك، يتم تحليل البيانات المتاحة حول استهلاك الطاقة وتكاليف التدفئة والتبريد في المدرسة الابتدائية. يتم احتساب التوقعات المالية والاقتصادية لتطبيق تقنيات العزل الحراري وتقديم تقديرات للعائد على الاستثمار وفوائد تحسين الأداء الطاقوي.
الكلمات المفتاحية: الادأء الطاقوي– الراحة الحرارية-- العزل الحراري – استهلاك الطاقة -- التدفئة و التبريد

Résumé

Cette thèse porte sur l'étude et l'analyse de la manière d'améliorer la performance énergétique d'une école primaire grâce à l'application de techniques d'isolation thermique. La recherche vise à améliorer l'efficacité énergétique, à réduire la dépendance aux sources d'énergie traditionnelles et à améliorer le confort thermique à l'intérieur du bâtiment.

La thèse commence par un aperçu de l'importance de la performance énergétique en termes de consommation d'énergie et de besoins de chauffage et de refroidissement. L'importance d'appliquer des technologies modernes d'isolation thermique pour maintenir les températures souhaitées et réduire la consommation d'énergie excessive est à l'étude
.
L'accent est ensuite mis sur l'exploration de différentes technologies d'isolation thermique et l'analyse des avantages potentiels et des défis qui leur sont associés. Les différents types de matériaux isolants et leur application à l'école primaire sont passés en revue. Une étude des effets attendus sur la consommation d'énergie, les coûts et le confort thermique après l'application de techniques d'isolation thermique est présentée.

Ensuite, les données disponibles sur la consommation d'énergie et les coûts de chauffage et de climatisation à l'école primaire sont analysées. Des projections financières et économiques pour l'application de techniques d'isolation thermique sont calculées et des estimations du retour sur investissement et des avantages de l'amélioration de la performance énergétique sont calculées.

Mots clés : performance énergétique - confort thermique - isolation thermique - consommation d'énergie - chauffage et refroidissement

Abstract

This thesis deals with the study and analysis of how to improve the energy performance of a primaryschoolthrough the application of thermal insulation techniques. The researchaims to improveenergyefficiency, reducedependence on traditionalenergy sources and improve thermal comfortinside the building.

The thesisbeginswith an overview of the importance of energy performance in terms of energyconsumption and heating and coolingneeds. The importance of applying modern thermal insulation technologies to maintaindesiredtemperatures and reduce excessive energyconsumptionisunderconsideration
.
The focus isthenplaced on exploringdifferent thermal insulation technologies and analyzing the potentialbenefits and challenges associatedwiththem. The different types of insulatingmaterials and their application in primaryschool are reviewed. A study of the expectedeffects on energyconsumption, costs and thermal comfortafter the application of thermal insulation techniques ispresented.

Next, available data on energyconsumption and heating and coolingcosts in the primaryschool are analyzed. Financial and economic projections for the application of thermal insulation techniques are calculated and estimates of return on investment and benefits of improvedenergy performance are calculated.

Keywords energy : performance - thermal comfort - thermal insulation - energyconsumption - heating and cooling

1 Sommaire

INTRODUCTIONGENERALE 1

Chapitre I : Généralité et état de l'art 4

1.1 Efficacité énergétique 5
1.1.1 Avantages de l'efficacité énergétique 5
1.2 La haute qualité environnementale HQE 5
1.3 Programme national d'efficacité énergétique 6
1.4 Types bâtiments à efficacité énergétique 6
1.4.1 L'écoconstruction 6
1.4.2 Les maisons Basse consommation 6
1.4.3 Les maisons passives 7
1.4.4 Les maisons à énergie positive 8
1.5 La conception bioclimatique 9
1.5.1 L'orientation et l'implantation 9
1.5.2 L'architecture et la forme 10
1.5.3 La distribution intérieure 11
1.6 Le choix des matériaux 11
1.6.1 Critères des choix des matériaux de construction et d'isolation 12
1.7 L'isolation thermique 12
1.8 L'importance de les énergies renouvelables sur l'efficacité énergétique 12
1.9 La construction bioclimatique 11
1.10 L'architecture bioclimatique 11
1.11 Le confort thermique 11
1.11.1 Les six paramètres qui influents sur le confort thermique 12
1.12 La consommation énergétique en Algérie 13
1.13 La ventilation naturelle et ventilation mécanique 13
1.14 Etat de l'art 14
1.14.1 Mémoires consultés 14
1.15 Conclusion 16

2 ChapitreII :Présentation ducasd'étude. 17

2.1 Introduction 18
2.2 Présentationdecasd'étude 18
2.2.1 Présentationdelawilaya 18
2.2.2 Situation géographique de Skikda-: 18
2.2.3 Présentation de la commune de Collo 19
2.2.4 Situation géographique de Collo 19

2.2.5 Données climatologiques 19
2.2.6 Classification de la ville de Collo selon la classification thermique de DTR (C3-2) des communes de l'Algérie 22
2.3 Tableau surfacique des espaces étudiés 28
2.4 La composition des éléments constructifs 29
2.4.1 Compositionsdesmursextérieurs : 29
2.4.2 Compositionsdesmursintérieurs 29
2.4.3 Composition du plancher intermédiaire 30
2.4.4 Composition du plancher bas 30
2.4.5 Compositiondelatoiture 31
2.4.6 Les compositions des ouvertures 31
2.5 Calcul du bilan thermique 34
2.5.1 Avant l'isolation : 34
CalculsdesdéperditionsderéférenceselonDTR: 34
3 Chapitre III :Logicielsetétapes desimulation. 39
3.1 Introduction : 40
3.2 Les outils informatiques utilisés : 40
3.2.1 Pleiades 40
3.2.2 Bibliothèque 40
3.2.3 Modeleur 40
3.2.4 BIM ..... Erreur ! Signet non défini.
3.2.5 Éditeur ..... Erreur ! Signet non défini.
3.2.6 Résultats 41
3.2.7 ACV ..... Erreur ! Signet non défini.
❖ **Sous Pléiades BIBLIOTHEQUE** 42
- **Composistion des parois** 42
- **Type d'ouvertures** 45

❖ **Sous pléiades MODULEUR** 49
❖ **Création de la station météorologique** 51
- **Génération du fichier horaire** 53

❖ **Création des scénarios** 55
- Scénarios d'occupation 55
- Scenario de consigne de thermostat 57
- Scénario de puissance dissipée 57
- **Scénario de ventilation** 59
- **Scénario d'infiltration avec consigne de thermostat** 60

❖ **Lancement de la simulation** 61
- **Les solutions passives de l'architecture bioclimatique choisies** 61

3.3 Conclusion 63

4 CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSIONS 64

1. INTRODUCTION 65
2. Variante 01 65
- ✓ **Simulation sans consigne de thermostat** 65
- ✓ **Simulation avec consigne de thermostat** 67

3 . Variante 02 70
- ✓ **Simulation sans consigne de thermostat avec isolation** 70
- ✓ **Simulation avec consigne de thermostat avec isolation** 73

4 . Récapitulation des résultats 75
5 . Evaluation énergétique de notre cas d'étude 76
6 . Conclusion 77

5 Chapitre V : étude technico économique 78

1. Introduction 79
2. Le panneau de liège 79
2.1 Descriptif 79
2.2 Avantages de l'isolation avec le liège 80
2.3 Inconvénients de l'isolation avec le liège 80
2.4 Prix et épaisseur de liège 81
3. Conclusion 81

CONCLUSION GENERALE 813

Liste des figures

Figure 0-1 Schéma d'une habitation respectant les normes bioclimatiques.

Figure 0-2 Schéma d'une maison a basse consommation.

Figure 0-3Schéma d'une maison passive.

Figure 0-4 Une maison a énergie positive.

Figure 0-5 orientation d'une maison

Figure 0-6 la variation de compacité suivant la taille, la forme et le mode de contact des volumes construits

Figure 0-7 la distribution des espaces dans une maison bioclimatique.

Figure 0-8 les paramètres du confort thermique

Figure 2-1 Carte de localisation de la wilaya de SKIKDA Carte des limites de la wilaya de SKIKDA

Figure 2-2 Géolocalisation sur la carte : Algérie (nord) Localisation de la commune de Collo dans la Wilaya

Figure 2-3 Durée d'ensoleillement à Collo

Figure 2-4 Température en °C à Collo

Figure 2-5 Classification de la ville de Collo, source DTR C3-2.

Figure 2-6 La situation du cas étudié

Figure 2-7 plan architecturelle de l'ecolle

Figure 3-1 composition des murs extérieurs pour les classes

Figure 3-2 composition des murs extérieurs pour Bureau

Figure 3-3 composition des murs intérieurs

Figure 3-4 composition de plancher haut pour les classes

Figure 3-5 composition de plancher haut pour Bureau

Figure 3-6 composition de plancher intermédiaire pour les classes

Figure 3-7 composition des plancher bas pour les classes

Figure 3-8 composition des plancher bas pour Bureau

Figure 3-9 caractéristique de Fenêtre PVC des classes

Figure 3-10 caractéristique de Fenêtre PVC pour Bureau

Figure 3-11 Caractéristique des Fenêtre en bois des classes

Figure 3-12 Caractéristique des portes en bois des classes

Figure 3-13 Caractéristique de porte en PVC du Bureau

Figure 3-14 Caractéristique de porte en métal du Bureau

Figure 3-15 Caractéristique de porte en métal de l'escalier

Figure 3-16 Représentation de plan RDC sur Pléiades Moduleur

Figure 3-17 Représentation 3D de RDC

Figure 3-18 Représentation de plan premier étage sur Pléiades Moduleur

Figure 3-19 Représentation 3D de premiere étage

Figure 3-20 Logiciel Méténorm v8.1

Figure 3-21 Choix de site

Figure 3-22 Site de Collo

Figure 3-23 Génération de fichier météonorm

Figure 3-24 Enregistrement du fichier météonorm

Figure 3-25 Génération du fichier horaire

Figure 3-26 Température journaliéres maximales et minimales

Figure 3-27 Rayonnement diffus et global durant l'année sur site de Collo
Figure 3-28 Scénario d'occupation pour la 1 ére zone
Figure 3-29 Scénario d'occupation pour la 2 eme zone
Figure 3-30 Scénario de chauffage avec consigne de thermostat
Figure 3-31 Scénario de la puissance dissipée de la zone 1
Figure 3-32 Scénario de la puissance dissipée de la zone 2
Figure 3-33 Scénario de ventilation naturelle sans consigne de thermostat (les classes)
Figure 3-34 Scénario de ventilation naturelle sans consigne de thermostat (Bureau)
Figure 3-35 Scénario d'infiltration avec consigne de thermostat (Les classes)
Figure 3-36 Scénario d'infiltration avec consigne de thermostat (Bureau)
Figure 3-37 composition du mur extérieur avec l'isolation (les classes)
Figure 3-38 composition du mur extérieur avec l'isolation (Bureau)
Figure 3-39 composition de la plancher haut avec l'isolation (Les classes)
Figure 3-40 composition de la plancher haut avec l'isolation (Bureau)
Figure 3-41 Evolution de la température de chaque zone pendant la semaine la plus froid
Figure 3-42 Evolution de la température de chaque zone pendant la semaine la plus chaud
Figure 3-43 Evolution de la température de chaque zone pendant la semaine la plus froide
Figure 3-44 Evolution de la température de chaque zone pendant la semaine la plus chaud
Figure 3-45 Histogramme des Besoins en Chauffage.
Figure 3-46Evolution de la température de chaque zone pendant la semaine la plus froide
Figure 3-47 Evolution de la température de chaque zone pendant la semaine la plus chaud
Figure 3-48 Evolution de la température de chaque zone pendant la semaine la plus froide
Figure 3-49 Evolution de la température de chaque zone pendant la semaine la plus chaud
Figure 3-50 Histogramme des Besoins en Chauffage.
Figure 3-51 Etiquette du classement énergétique
Figure 0-1 isolation extérieur avec le liège

Liste des tableaux

Tableau 1 situation géographique Skikda
Tableau 2 situation géographique Collo
Tableau 3 Tableau surfacique des espaces étudiés
Tableau 4 Compositions des murs extérieurs.
Tableau 5 Compositions des murs intérieurs.
Tableau 6 Composition du plancher intermédiaire
Tableau 7 Composition du plancher bas.
Tableau 8 Composition de la toiture.
Tableau 9 la composition des menuiseries.
Tableau 10 Tableau 9 les compositions constructifes de bureau
Tableau 11 composition des menuiseries de bureau
Tableau 12 Les zones climatiques d'un logement individuel, source DTR C3-2
Tableau 13 Les températures de chaque zone pour le cas initial sans consigne de thermostat
Tableau 14 Besoins de chauffage de chaque zone pour le cas initial avec consigne de thermostat

Tableau 15 Les températures de chaque zone sans consigne de thermostat avec isolation .....
Tableau 16 : Besoins de chauffage de chaque zone avec isolation avec consigne de thermostat.....
Tableau 17 prix et épaisseurs de liège.....

INTRODUCTIONGENERALE

Actuellement, les enjeux énergétiques constituent, en effet, des préoccupations majeures omniprésentesdans les débats portant sur le développement urbain. Face à la demande, qui est en perpétuelle montée, del'énergie qui s'appuie principalement sur les ressources fossiles qui sont devenues de plus en plus rares et tendent vers l'épuisement,l'humanité s'est orientée au développement de nouvelles approches visant à réduire cette consommation écologiquement irresponsable.

Plusieurs stratégies sont envisagées pour faire face à ces problèmes, y compris réduire la consommation d'énergie et utiliser une énergie propre, renouvelable et local. C'est dans cet esprit que les acteurs internationaux s'engagent à mettre en place un objectif à atteindre. A cet égard, on peut citer l'exemple du Conseil européen de 2008, un seuil précis a été établi dans un laps de temps relativement court : une réduction de 20 % consommation d'énergie, une réduction de 20 % des émissions de gaz à effet de serre, et équivalent à 20% d'énergies renouvelables dans la consommation d'énergie 2020.

L'industrie de la construction est l'un des plus gros consommateurs d'énergie au monde et visiblement préoccupé par ces nouvelles stratégies de réduction de consommation d'énergie pour minimiser l'impact sur l'environnement. En Algérie Les industries résidentielles et tertiaires représentent 40 % de la consommation finale d'énergie Il constitue donc le gisement le plus important en termes d'économies d'énergie.

Concevoir et construire des bâtiments à faible consommation d'énergie est l'un des objectifs fondamentaux de l'architecture pour minimiser la charge environnementale projet de construction. Dans cette optique, certaines méthodes sont progressivement développées pour caractériser et évaluer la performance énergétique des bâtiments dont les labels : Bâtiments Basse Consommation BBC, Bâtiments à énergie Zéro, bâtiments à énergie positive, bâtiments HPE ; ces derniers Nous sommes intéressés et c'est l'objet de nos recherches actuelles.

Il y a deux aspects complémentaires à rechercher dans l'approche de HPE. D'un côté, Amélioration de la qualité thermique et énergétique des enveloppes architecturales. D'autre part, améliorer les performances du système énergétique (chauffage, Refroidissement, éclairage, appareils électroménagers, etc.). De ce point de vue, notre recherche tend à réduire la consommation d'énergie pour minimiser l'impact des projetsd'architecture sur l'environnement, en se basant sur l'approche HPE.

Problématique

On résume deux problèmes principaux pour avoir un bâtiment dans les normes de la construction bioclimatique.

Peut- on réduire la consommation énergétique tout en préservant le confort thermique
?

Comment peut-on réduire la consommation énergétique pour le chauffaged'école ?

L'objectif de travail

- Le but de notre travail est d'améliorer la performance énergétique de l'école
- Réduire la consommation de carburant

Hypothèses

L'isolation peut être une solution adéquate pour améliorer la performance dudépartement des énergies renouvelables.

Intégration du système photovoltaïque peut être une solution pour réduire la consommation Énergétique pour l'éclairage du département.

Plan De travail

Ce mémoire est structuré sous formes de cinq chapitres qui se succèdent et se complètent.

Chapitre 1 : Généralité et état de l'art

Ce chapitre introduit le sujet de recherche avec des informations générales sur l'énergie et la consommation d'énergie.

Chapitre 2 : présentation du cas d'étude

Ce chapitre présente notre cas d'étude donc une présentation de la maison sa situation géographique, les matériaux de construction, les données climatologiques du site.

Chapitre 3 : modélisation

Afin d'étudier le comportement thermique de notre cas d'étude on a opté pour l'utilisation du logiciel « pléiade confie 2.3 » qui sert à calculer d'une façon précise les flux thermique de l'école.

Chapitre 4 : Résultats et discussion

Ce chapitre présente les résultats de la modélisation du projet et discussion des résultats.

Et enfin pour clôturer notre travail une conclusion générale.

Chapitre 5 : étude technico-économique une fois réalisée nous donnera un aperçu du contexte économique dans lequel évoluera l'investissement dans l'isolation.

Et enfin pour clôturer notre travail une conclusion générale.

Chapitre I : Généralité et état de l’art

1.1 Efficacité énergétique

L’efficacité énergétique est le rapport entre ce que produit le dispositif ou le système, et ce qu’il absorbe comme énergie. Elle est d’autant meilleure que le système énergétique utilise le moins d’énergie possible, de la production d’eau chaude sanitaire, de la climatisation, et de toute sorte de besoin énergétique. Consommer moins et mieux pour le même confort thermique, tel est l’objectif de tout concept d’efficacité énergétique.[1]

1.1.1 Avantages de l'efficacité énergétique

De nos jours, il est devenu primordial de bâtir des « bâtiments efficaces » au point de vue énergétique et de rénover les « bâtiments existants » qui sont considérablement énergivores et qui ne prétendent plus aux exigences des nouvelles réglementations**.**

L’amélioration de l’efficacité énergétique est l’un des moyens les plus constructifs et les moins coûteux de relever les défis des prix élevés de l’énergie, de la sécurité et de l’indépendance énergétiques, de la pollution atmosphérique et du changement climatique mondial. Les nombreux avantages de l'efficacité énergétique comprennent

Environnemental :

- une efficacité accrue peut réduire les émissions de gaz à effet et autres polluants, ainsi que la consommation d'eau.

Économique :

- l'amélioration de l'efficacité énergétique coûte généralement moins cher que d'investir dans la nouvelle génération des bâtiments.
- L’efficacité énergétique peut également stimuler l'économie locale.

1.2 La haute qualité environnementale HQE

La haute qualité environnementale est une marque commerciale déposée par l’association HQE, s’inscrit dans le concept du développement durable visant à protéger les ressources naturelles. Elle consiste à maîtriser les impacts de la construction sur l’environnement. Un "bâtiment HQE" répond à une attente environnementale, au sens de qualité de vie, à la fois pour les usagers et pour la collectivité. Il doit être harmonieux avec son paysage, doit intégrer les services urbains (assainissement et écoulement des eaux pluviales, collecte sélective des déchets, réseaux de chaleur, bonne desserte en transports collectifs…), réduire les consommations de ressources naturelles (matériaux, énergie, eau…) et des rejets (gaz à effet de serre…). Critères de labellisation L’écoconstruction ; L’éco-gestion ; Le confort ; La santé.[2]

1.3 Programme national d'efficacité énergétique

Le but de ce programme est de produire les mêmes services en utilisant le moins d'énergies possible, en utilisant aussi des énergies propres et durables Ce programme comprend l'encouragement de :

- La création d'une industrie locale de fabrication de lampes performantes.
- Production de chauffe-eau solaires.
- Production des isolants thermiques.
- Tout cela par l'encouragement de l'investissement local ou étranger.[3]

1.4 Types bâtiments à efficacité énergétique

1.4.1 L'écoconstruction

Combinaison des mots « écologie » et « construction », la notion d'écoconstruction est née dans les années soixante pour définir des bâtiments qui minimisent leurs besoins, ainsi que leur impact sur le site et sur l'environnement. Ces bâtiments sont intégrés le plus respectueusement possible dans leur milieu, et mettent en œuvre des ressources naturelles et locales (matériaux, entreprises, mais aussi soleil, eau, sol, etc.). Ils font appel à des matériaux abondamment et facilement disponibles, renouvelables, et non polluants : pierre, terre, bois, paille, etc..[4]

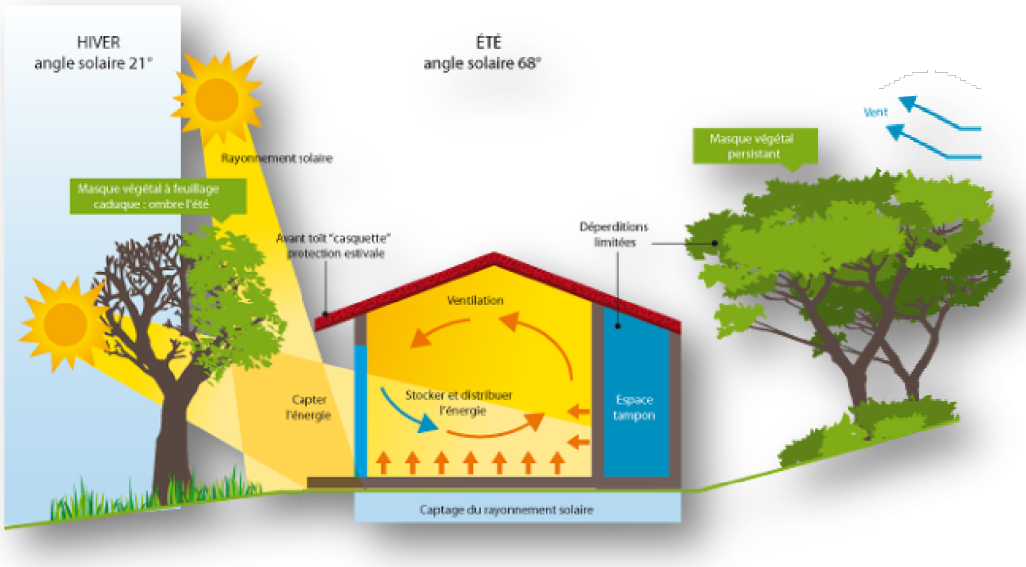


Figure 0-1 Schéma d'une habitation respectant les normes bioclimatiques.[5]

1.4.2Les maisons Basse consommation

Le concept de bâtiment basse consommation (BBC) met l'accent sur les économies d'énergie et l'aspect thermique. Selon certains, le plus important est de commencer par améliorer l'enveloppe du bâtiment pour limiter les déperditions thermiques. Elle comprend également un contrôle de l'étanchéité à l'air, qui doit être inférieur à 0,6 m3 par heure et par mètre carré. ces objectifs peuvent être atteints sans difficulté et à des coûts raisonnables avec des techniques et des matériaux actuels éprouvés.

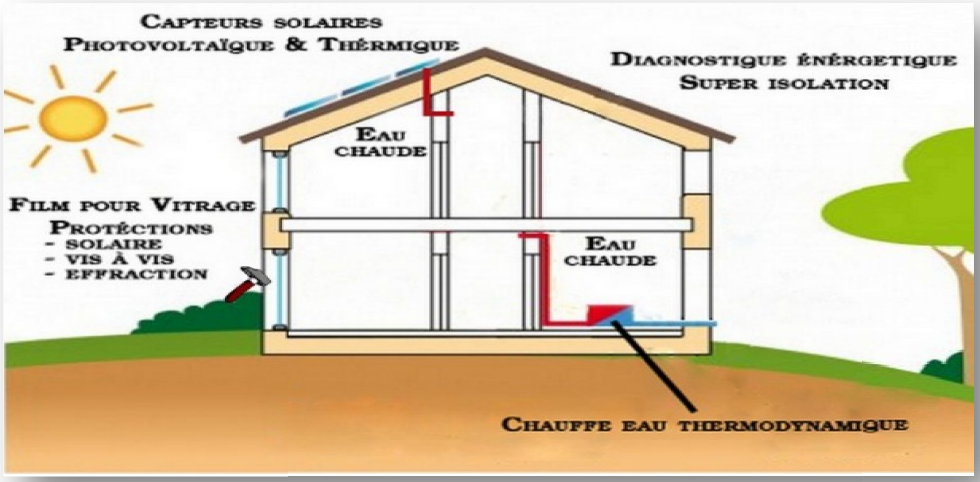


Figure 0-2 Schéma d'une maison a basse consommation.[6]

.

1.4.3 Les maisons passives

C'est en Allemagne qu'a été développé le concept de « Passiv-Haus ». Comme le label BBC français, il concerne des maisons à très faible consommation d'énergie, dont les performances, fixées par le Passiv-haus de Darmstadt, sont une consommation de 15 kWh/m2 /an pour le chauffage, une consommation en énergie primaire inférieure à 120 kWh/m2 /an et une excellente étanchéité à l'air. Ces résultats sont rendus possibles par une isolation renforcée et des apports en chauffage passif. Mais la norme Passiv-haus et le label suisse Minergie-P (sensiblement équivalent) insistent tous deux sur la sur isolation. La limite de cette démarche réside dans le coût élevé des grandes épaisseurs d'isolants, des vitrages très performants et des équipements techniques. Il est en outre nécessaire de prévoir un appoint en chauffage pour pallier un manque d'ensoleillement de plusieurs jours.[7]

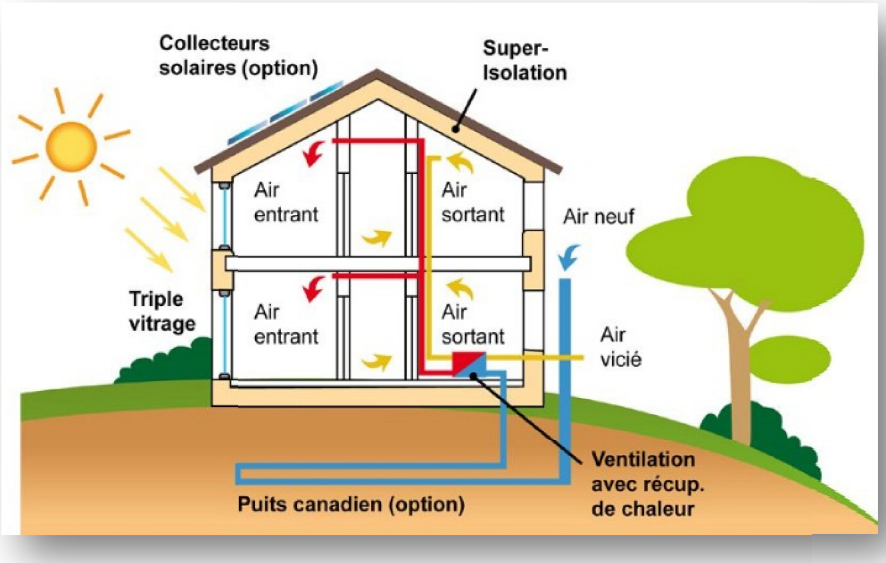


Figure 0-3Schéma d'une maison passive. [8]

1.4.4 Les maisons à énergie positive

Elles produisent plus d'énergie qu'elles n'en consomment grâce à des équipements de production d'électricité (panneaux solaires, éoliennes, etc.). Le principe généralement appliqué est de revendre l'électricité produite à la société de production à un prix avantageux, ce qui permet d'éviter les problèmes de stockage et d'acheter l'électricité du réseau en cas de besoin.

Figure 0-4 Une maison a énergie positive.[9]

1.5 La conception bioclimatique

Dans l'architecture bioclimatique, la forme et l'orientation du bâtiment ainsi que le climat local, la topographie et le paysage existant sont pris en compte lors du processus de conception. Des techniques passives de refroidissement, de chauffage et d'éclairage sont également appliquées.

La conception bioclimatique s'adapte aux conditions environnementales du lieu plutôt que d'y travailler. L'utilisation d'isolation thermique, d'énergie renouvelable, de surfaces réfléchissantes et de couleurs pour l'ombrage ne sont que quelques-unes des techniques passives de chauffage, de refroidissement et d'éclairage appliquées dans l'architecture bioclimatique. L'intégration et le fonctionnement sans faille de ces techniques se traduiront par :

- ✓ Consommation d'énergie réduite ;✓Développement durable ;
- ✓ Impact environnemental moindre
- ✓ Un confort optimal pour les occupants du bâtiment.[10]

1.5.1 L'orientation et l'implantation

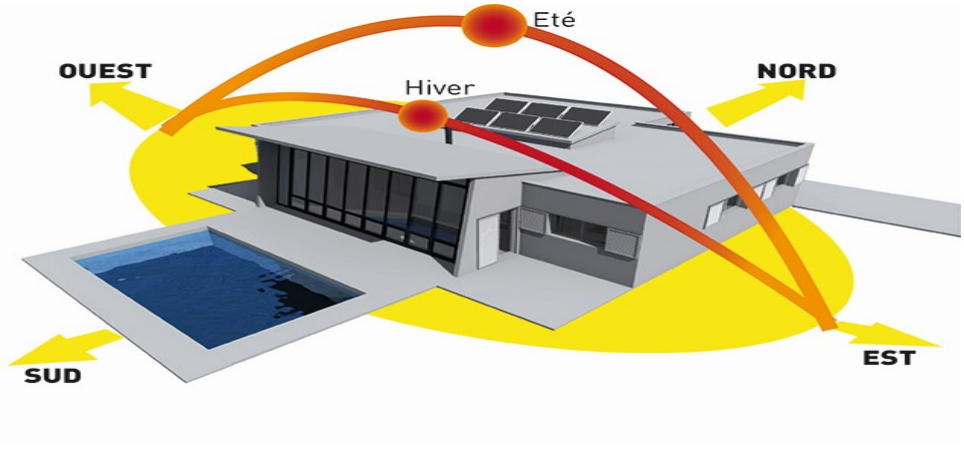


Figure 0-5 orientation d'une maison

L'objectif est de récupérer au maximum les apports solaires passifs en hiver et de les réduire en été pour respecter le confort d'été.la bonne règle : le maximum

de fenêtres sera orienté au sud.

Mieux vaut éviter les expositions directes est et ouest qui suivent la courbe du soleil qui occasionne le plus souvent des « surchauffes » et un inconfort visuel. Au nord, il faudra limiter les ouvertures afin de minimiser les déperditions thermiques du bâtiment. De manière générale il est conseillé de respecter un ratio de surface vitré environ 20% de la surface habitable repartie comme suit : 50% au sud, de 20à 30% à l'est, 20% à l'ouest et de 0 à 10% au nord.

Cette règle est très importante car la bonne maitrise des apports solaire peut représenter un gain gratuit de 15 à 20% de besoins d'énergie (réduction de la consommation). [10]

1.5.2 L'architecture et la forme

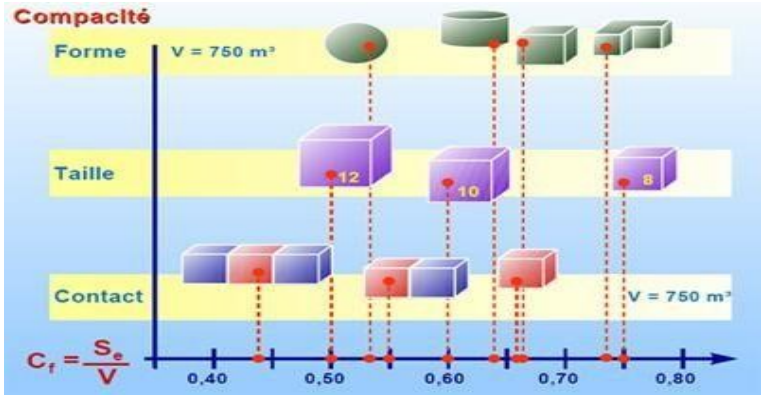


Figure 0-6 la variation de compacité suivant la taille, la forme et le mode de contact des volumes construits

La compacité d'un bâtiment est mesurée par le rapport entre la surface des parois extérieures et la surface habitable. Plus ce coefficient est faible, plus le bâtiment sera compact. La surface de l'enveloppe étant moins importante, les déperditions thermiques sont réduites.

Elle varie suivant la forme, la taille et le mode de contacts des volumes construits. En effet, la mitoyenneté et l'habitat collectif favorisera la réduction des surfaces de déperditions une très bonne compacité. [10]

1.5.3 La distribution intérieure

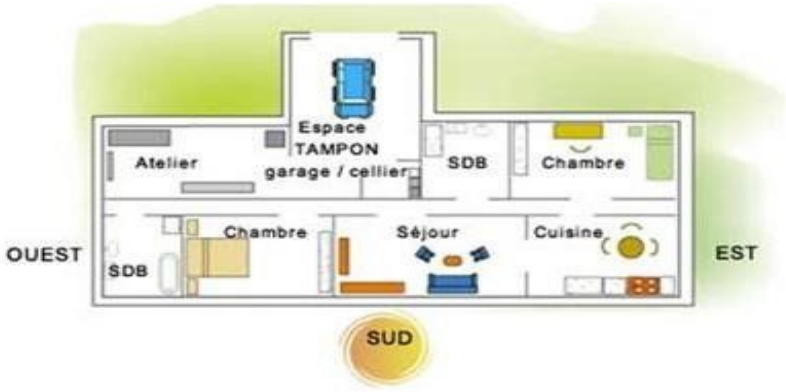


Figure 0-7 la distribution des espaces dans une maison bioclimatique.

Le zonage d'un habitat permet d'adapter des ambiances thermiques appropriées à l'occupation et l'utilisation des divers espaces.

Au nord on aménagera des espaces non chauffés dits « tampons », type garage, cellier, couloirs… ils assurent une protection thermique et contribuent directement aux économies d'énergies et au confort des occupants. [10]

1.6 Le choix des matériaux

Il assure le confort des occupants : en captant la chaleur ou en préservant la fraîcheur et en évitant les sensations de « parois froides » et favorise les économies d'énergies.

Les matériaux de construction et d'isolation sont aujourd'hui très nombreux et divers sur le marché.

Le maître d'ouvrage, en réflexion pour une construction ou une rénovation, est donc amené à faire des choix. Que privilégier lors du choix des matériaux : performance thermique, impact sur la santé, contrainte de mise en œuvre, coût… ?

Au regard de l'urgence de limiter nos émissions de GES (Gaz à effet de serre), isoler sa maison est la priorité, c'est à dire privilégier :

- Une isolation qui génère des bâtiments confortables et économes
- Une isolation conséquente : qui respecte les exigences de performance du

- Des ponts thermiques limités uneétanchéitéàl'airsoignée
- Une isolation durable
- Une isolation qui permette des bâtiments sains
- Une isolation qui utilise des « éco-matériaux » ou matériaux « bio sources ». [10]

1.6.1 Critères des choix des matériaux de construction et d'isolation

La qualité thermique d'un isolant peut être exprimée par différents critères et unités physiques :

La Conductivité thermique lambda) : c'est la propriété qu'ont les corps de transmettre la chaleur par conduction, convection et rayonnement.

- Plus le est petit, plus le matériau n'est isolant. Exprimé en watt par mètre kelvin (en W/m.°C)
- La Résistance thermique (R) : C'est la résistance du matériau au passage de la chaleur.
  Exprimé en m2 kelvin par watt
- R = e/ (m².°C/W)
- Le coefficient de transmission thermique U : Exprimé en watt par m2 kelvin
- U = 1/ R (W/m².°C)

Plus U est faible, plus la paroi est performante. [10]

1.7 L'isolation thermique

L'isolation thermique du bâtiment décrit les moyens mis en œuvre pour assurer l'isolation thermique de l'enveloppe d'un bâtiment. Isoler, en limitant les déperditions thermiques du corps par rayonnement et permet d'augmenter ce qu'on appelle le confort thermique...[11]

1.8 L'importance de les énergies renouvelables sur l'efficacité énergétique

L'énergie renouvelable joue un rôle fondamental dans l'amélioration de l'efficacité énergétique. En utilisant des sources d'énergie propres et renouvelables telles que l'énergie solaire, éolienne, hydraulique et géothermique, nous pouvons maximiser la production d'énergie tout en minimisant les pertes et les gaspillages. Les technologies renouvelables offrent des rendements élevés et une utilisation efficace des ressources naturelles, réduisant ainsi la dépendance aux combustibles fossiles et les émissions de gaz à effet de serre. L'intégration de ces sources d'énergie dans nos systèmes énergétiques permet de promouvoir une utilisation plus durable et responsable de l'énergie, contribuant ainsi à la préservation de

l'environnement, à la sécurité énergétique et au développement économique. En investissant dans les énergies renouvelables, nous créons un avenir énergétique plus propre, plus durable et plus efficace.[12]

1.9 La construction bioclimatique

Par exemple, une maison bâtie au pied d'une butte sera isolée du vent et sera moins exposée au froid en hiver. En revanche, si le séjour ou les chambres bénéficient d'une exposition plein sud, leurs besoins en éclairage et en chauffage seront moindres.

La construction bioclimatique ne répond pas à un cahier des charges précis, comme c'est le cas pour les constructions BBC (basse consommation) ou celles bénéficiant du label PassivHaus. Les règles de construction varient en effet selon le climat de la zone de construction, selon la géographie du lieu (en plaine, en montagne, près d'un plan d'eau, dans une région venteuse... [13]

1.10 L'architecture bioclimatique

La conception architecturale bioclimatique s'inscrit dans la problématique contemporaine, liée à l'aménagement harmonieux du territoire et à la préservation du milieu naturel. Cette démarche, partie prenante du développement durable, optimise le confort des habitants tout en minimisant l'impact du bâti sur l'environnement. Cet ouvrage fait suite aux 2 premiers tomes du guide de l'architecture bioclimatique : "Connaître les bases" et "Construire avec le climat". Les connaissances précédemment développées sont appliquées, dans ce tome 3, aux contextes des climats chauds. L'approche bioclimatique intervient de façon interdépendante à tous les niveaux de la construction et de la vie du bâtiment. Après restitution des données physiques liées aux différents climats chauds, les modes de transferts énergétiques sont exposés ainsi que les paramètres techniques concrets qu'ils induisent dans la construction. Les critères de conception évoluent ensuite graduellement, de l'insertion du projet dans le site à son fonctionnement propre. [14]

1.11 Le confort thermique

Le confort thermique dans les environnements bâtis en général et plus précisément dans les environnements internes des logements collectifs est devenu une question quotidienne pour les architectes et les techniciens, ce qui a engendré de larges études dans la littérature scientifique, comme l'attestent Rizzo et al. (2004). Ce vieux concept a été discuté depuis les années 1930 (Taleghani et al. 2013), mais avant que nous abordions ce concept du confort thermique en général, il est impératif qu'il soit clairement défini, afin de pouvoir l'évaluer dans la présente recherche. À ce titre, plusieurs pistes de

réflexion ont été menées par la littérature scientifique afin de pouvoir définir le confort thermique d'une manière bien précise. Conformément aux normes internationales (ASHRAE55 1992)
; ISO7730 1994), les chercheurs ont généralement défini ce concept comme la

condition de l'esprit qui exprime la satisfaction de l'environnement thermique (Fanger 1973 ; Hensen 1990 ; Castilla et al. 2014). De même, Prakash et Ravikumar (2015) sont arrivé à définir cette notion comme l'état de l'esprit qui exprime la satisfaction de l'environnement thermique (Prakash et Ravikumar 2015). En effet, ces deux citations illustrent l'idée selon laquelle le confort thermique reste un aspect essentiel concernant la satisfaction des occupants envers leur environnement (Schellen et al. 2012). En outre, on trouve ainsi que d'autres chercheurs définissent le confort thermique d'une manière un peu différente. À titre d'exemple, Hensen (1991) signale que le confort thermique est un état dans lequel il n'y a pas d'impulsions qui conduit à corriger l'environnement de l'occupant par son comportement.[15]

1.11.1 Les six paramètres qui influents sur le confort thermique

Le confort thermique est traditionnellement lié à 6 paramètres :

1. Le métabolisme, qui est la production de chaleur interne au corps humain permettant de maintenir celui-ci autour de 36,7°C. Un métabolisme de travail correspondant à une activité particulière s'ajoute au métabolisme de base du corps au repos.
2. L'habillement, qui représente une résistance thermique aux échanges de chaleur entre la surface de la peau et l'environnement.
3. La température ambiante de l'air Ta.
4. La température moyenne des parois Tp.
5. L'humidité relative de l'air (HR)
6. La vitesse de l'air, qui influence les échanges de chaleur par convection. Dans le bâtiment, les vitesses de l'air ne dépassent généralement pas 0,2 m/s. [16]

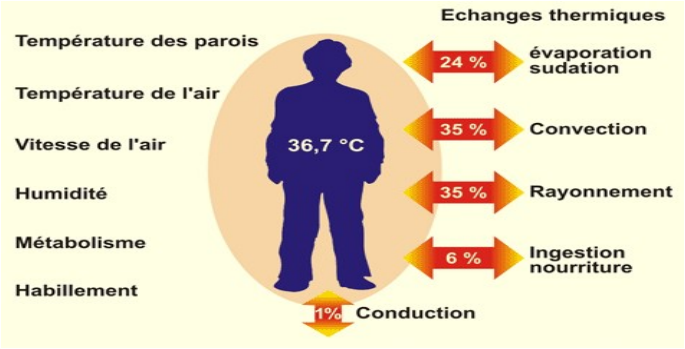


Figure 0-8 les paramètres du confort thermique

1.12 La consommation énergétique en Algérie

L'Algérie, pays producteur et exportateur de pétrole et de gaz a connu une nouvelle politique nationale des hydrocarbures. L'état a permis le financement d'un vaste programme industriel, social et économique.

Après l'indépendance l'Algérie a connu une forte croissance démographique qui a engendré une demande excessive en matière d'énergie, et cela est dû à l'amélioration du niveau de vie de la population ainsi qu'aux activités industrielles.

Le secteur du bâtiment au niveau national est le premier consommateur d'énergie avec plus de40 % du bilan de consommation énergétique annuel réalisé par l'APPRUE en 2005, cette Consommation a triplé durant les trois dernières décennies, et d'après les prévisions elle va se multiplier encore d'ici l'an 2025, cette dernière a impulsé chez les chercheurs algériens cette fois, l'idée de repenser la construction de demain et aussi penser à une nouvelle politique énergétique.

1.13 La ventilation naturelle et ventilation mécanique

Le système de ventilation d'un habitat peut être naturel ou mécanique. Le premier fonctionne est créant une circulation naturelle de l'air par une grille d'entrée et une grille de sortie. Le système mécanique implique l'intervention d'un moteur qui sera à l'origine de cette circulation. Placé à l'extraction de l'air, à la pulsion ou aux deux extrémités, le ventilateur créera la dépression nécessaire au déplacement de l'air dans les locaux [18]

1.14 Etat de l'art

1.14.1 Mémoires consultés

-Etude thermique d'un hôpital production d'eau chaud sanitaire (cheriefsihem 2020/2021) :

Cette recherche a approuvé que l'intégration des solutions passives entre autre l'intégration de l'isolation dans la toiture (laine de roche) a permis de réduire la consommation énergétique pour chauffage et climatisation et production d'eau chaude sanitaire.[19]

-Etude thermique dynamique d'une mosquée avec l'intégration du système photovoltaïque (Beltoum Amine et Chaibeddourabdelmalek 2019/2020) :

L'objectif de cette recherche a eu comme objectif l'amélioration de la performance énergétique d'une mosquée située à Blida ,des solutions passives ont été proposées et qui ont permis de réduire 40% de la consommation énergétique aussi l'intégration du système PV a permis deréduire laconsommation pour l'électricité.[20]

- **Amélioration de l'efficacité énergétique du centre de recherche CRAPC (LaifaKheireddine et Yamnaine Yacine 2019-2020).**

Une recherche a été entreprise sur le centre de recherche CRAPC est qui est situé dans la région de
Tipaza et qui a permis de d'améliorer son efficacité énergétique et de réduire la consommation en chauffage et climatisation jusqu'à 45.65% grâce à l'intégration de l'isolation .Aussi l'intégration du système PV a permis d'assurer une couverture de 65.5%.[21]

- **Etude Comportement thermique et économie d'énergie dans un appartement avec différentes mesures d'efficacité énergétique dans les six zones climatiques du Maroc (El Hadi Drissi Lamrhari 2018)**

L'objectif de ce travail s'inscrit dans l'optique de mettre à la disposition un guide de conception de bâtiment à consommation d'énergie réduite en matière de chauffage et de refroidissement. Concrètement, Cette étude a étudié l'impact de nombreux paramètres techniques, architecturaux et météorologiques d'un appartement sur sa performance énergétique et son confort thermique. Les paramètres étudiés sont: l'isolation thermique de l'enveloppe, l'orientation, le niveau de l'étage, le couplage du plancher bas au sol, le coefficient d'absorption du toit et des murs extérieurs et la ventilation mécanique contrôlée. A travers une étude numérique a l'aide du logiciel TRNSYS est réalisée dans les six climats différents du Maroc [22]

Résultats :

- L’isolation thermique du toit exposé est indispensable dans tous les climats ;
- Le double vitrage et l’isolation thermique du plancher sur terre-plein ne sont nécessaires que dans les climats froids ;
- Pour des TGBV(**Taux Global des Baies Vitrées)** dépassant 25%, le double vitrage cause une surchauffe estivale importante s’il n’est pas protégé des rayonnements solaires directs ;
- L’isolation thermique de la façade génère une surchauffe considérable au sein du bâtiment pour les climats entre modérés et chauds. Cependant, la technique de la double cloison avec une lame d’air comme isolant est suffisante pour ces climats ;
- L’orientation de la façade du bâtiment a un impact sur son efficacité énergétique dépendant du climat
- La ventilation mécanique contrôlée est efficace pour réduire la charge de refroidissement mais pas celle du chauffage ;

❖ La Performance Energétique Des Equipements Educatifs A Guelma

L’objectif :Montrer l’importance de l’approche HPE pour une architecture durable.

Résultats :

L’analyse du climat et du microclimat révèle l’importance des différents Changementsclimatiques restrictions et opportunités et entraîner des conseils de Confiscation à suivre, Faire en sorte que les projets immobiliers soient mieux Adaptés au climat.

- Il est nécessaire d’améliorer la qualité thermique, visuelle et sonore de
- L’enveloppe architecturale, par le développement des solutions techniques et Conceptuelles en matière de :
- Choix d’orientation.
- Choix de matériaux (mur végétalisé, béton préfabriqué, béton cellulaire, etc.).
- Amélioration de l’étanchéité et de l’isolation ainsi que la minimisation des pontsThermique (chanvre, fibre de bois, etc.).
- L’utilisation des énergies renouvelables.[23]

1.14.1.1 Article

Simulation De L’effet De L’isolation Thermique Des Bâtiments Cas Du Centre Psychopédagogique Safaa à Oujda.

Guechchati.R, Moussaoui.a, MezrhabAhm, MezrhabAbd.

Le Maroc est un pays très faiblement doté en ressources énergétiques fossiles et dépend à plus de 96 % des importations pour son approvisionnement. Il est donc

nécessaire de réduire les besoins énergétiques tout en améliorant l'efficacité énergétique, notamment dans le secteur du bâtiment. Le but de cet article, est l'étude thermique et énergétique du centre psychopédagogique'SAFAA' qui se situe dans la ville d'Oujda (Maroc). A ce propos, des simulations ont étéeffectuéesàl'aidedulogicieldesimulationducomportementthermiqueenrégimedynami que 'TRNSYS 16'. Ce projet vise l'introductiondes matériaux isolants dans un bâtiment afin d'améliorer le confort thermique et de réduirel'énergieconsommée.

Il en résulte de cette étude, les conclusions suivantes:

- Toutes les solutions proposées permettent de réduire la consommation d'énergie.
- L'isolation de la toiture est nécessaire pour économiser les besoins de chauffage.
- La partie réfectoire et la partie magasin consomment plus d'énergie,
- L'économie en énergie maximale a été obtenue en utilisant l'isolation complète du centre.
- L'isolation de la toiture couplée à l'isolation externe des murs avec 6 cm de polystyrène expansé a été retenue comme solution.[24]

Conclusion

Le rôle premier d'un habitat est de protéger ses occupants des rigueurs du climat extérieur, et d'assurer à ses habitants un climat intérieur agréable et peu dépendant des conditions extérieures. La qualité architecturale participe, aux conditions de confort ou contraire, La qualité du confort dans l'habitat, est une notion à la fois vague et complexe mais surtout relative. Elle revoie à une quantité de dimensions abordées par différents paramètres cités dans ce chapitre.

2 ChapitreII :Présentation ducasd’étude.

2.1 Introduction

On arrive dans ce chapitre à présenter notre cas d'étude sur tous les volés en premier partieon va traiter notre cas d'étude, en plus d'une explication détaillée de l'habitat étudié avec le plan, ses critères géographiques et climatiques et ses conditions de base.

2.2 Présentationdecasd'étude

2.2.1 Présentationdelawilaya

La wilaya de Skikda, située au Nord-est algérien, couvrant une Surface totale de 4137,68 km2. Elle est comprise entre 36°05' et 36°15' de latitude Nord et entre7°15' et 7°30' Est deslongitudes. Localisée entre l'Atlas Tellien et le littoral méditerranéen,Elle dispose de 140 km de côtes qui s'étalent de la Marsa à l'est jusqu'à Oued Z'hour à l'ouest. Elle est limitrophe avec les wilayas d'Annaba, Guelma, Constantine, Mila et Jijel.

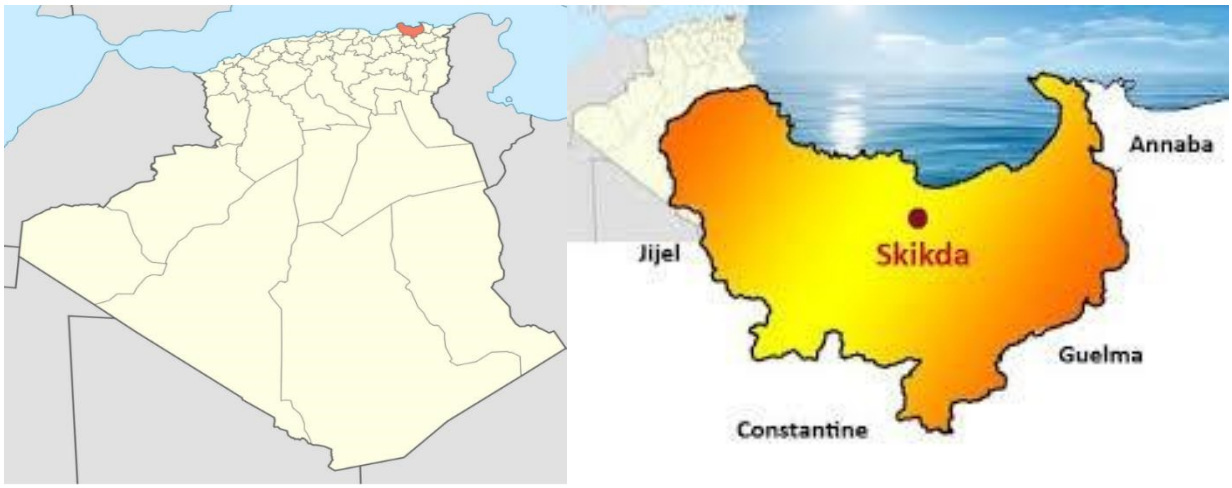


Figure 2-1 Carte de localisation de la wilaya de SKIKDA Carte des limites de la wilaya de SKIKDA[25]

2.2.2 Situation géographique de Skikda-:

Latitude	Longitude	Altitude	Climat
36°52′34″ Nord	6°54′33″ Est	24 m	possède un climat tempéré méditerranéen à été chaud et sec (Csa) selon la classification de Köppen-Geiger

Tableau 1 situation géographique Skikda[26]

2.2.3 Présentation de la commune deCollo

La ville de Collo Nord-est algérien se localise entre 6° et 7° de l'Est méridien et entre 36° et 37° Nord, elle fait partie du massif de Collo ; une chaîne de l'Atlas Tellien oriental, qui se située dans la partie Ouest de la wilaya de Skikda, son territoire communal est limité au Nord par la mer méditerranée sur une façade maritime de 8.7 km, à l'est par la commune de karkera (Daïra deTamalous) au Sud par la commune de Beni-Zid, à l'Ouest par la commune deZitouna[27]

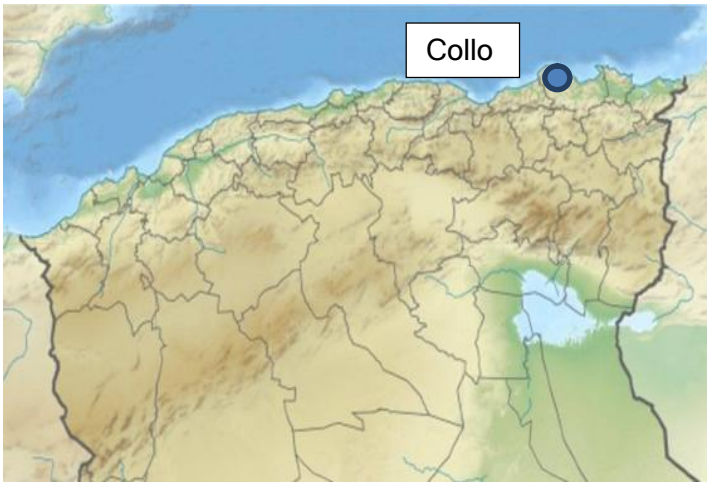


Figure 2-2 Géolocalisation sur la carte : Algérie (nord)

Localisation de la commune de Collo dans la Wilaya De SKIKDA

2.2.4 Situation géographique de Collo

Latitude	Longitude	Altitude	Climat
37° 0′ 23″ Nord	6° 33′ 39″ Est	26 m	Climat méditerranéen avec été chaud (Classification de Köppen : Csa)

Tableau 2situation géographique Collo[26]

2.2.5 Données climatologiques

Climat habituelleàCollo- :Collo possède un climat tempéré méditerranéen à été chaud et sec (Csa) selon la classification de Köppen-Geiger. Sur l'année, la température moyenne à Collo est de 18.5°C et les précipitations sont en moyenne de 680.3mm.

À titre de comparaison à Alger, la température moyenne annuelle est de 19.7°C et les précipitations sont en moyenne de 672.3mm. [28]

Durée d'ensoleillement à Collo

En Juillet, le plus grand nombre d'heures d'ensoleillement quotidien est mesuré à Collo en moyenne. En Juillet, il y a en moyenne 12.34 heures d'ensoleillement par jour et un total de 382.44 heures d'ensoleillement en Juillet.

En Janvier, le nombre d'heures d'ensoleillement quotidien le plus bas est mesuré à Collo en moyenne. En Janvier, il y a en moyenne 6.21 heures d'ensoleillement par jour et un total de 192.51 heures d'ensoleillement.

Environ 3254.88 heures d'ensoleillement sont comptées à Collo tout au long de l'année. Il y a en moyenne 106.86 heures d'ensoleillement par mois[28]

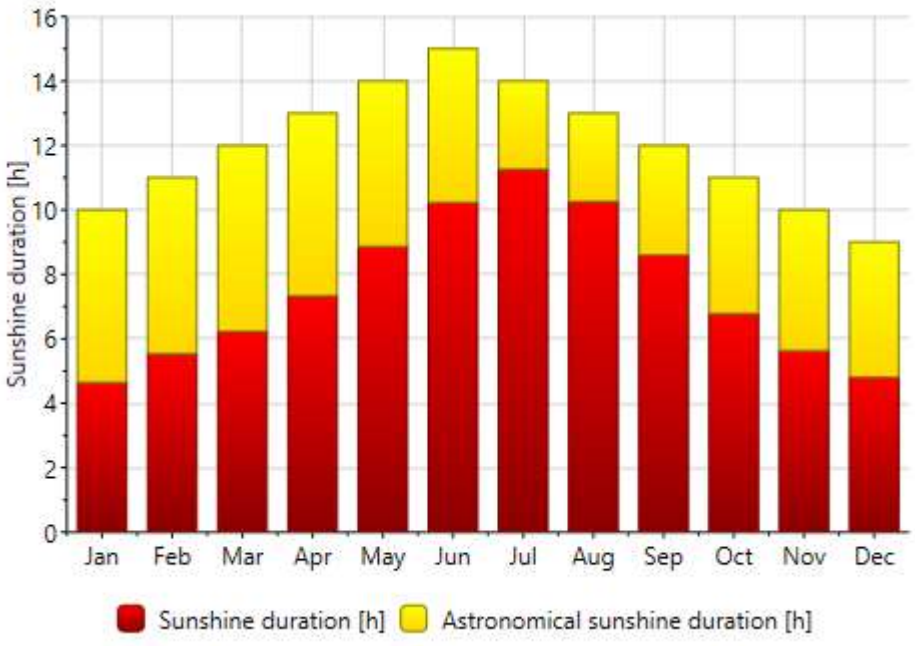


Figure 2-3 Durée d'ensoleillement à Collo

Températures maximales et minimales à Collo

Au mois de Aout, la température moyenne est de 25.9 °C. Aout est de ce fait le mois le plus chaud de l'année. Au mois de Février, la température moyenne est de 9.9 °C. Février est de ce fait le mois

le plus froid de l'année.[28]

	Température moyenne (°C)	Température minimale moyenne (°C)	Température maximale (°C)
Janvier	10	6.6	13.7
Février	9.9	6.3	13.8
Mars	12.2	8.1	16.5
Avril	14.6	10.4	19
Mai	18	13.8	22.3
Juin	22.4	17.9	26.9
Juillet	25.6	20.9	30.6
Août	25.9	21.5	30.9
Septembre	22.9	19.4	27.1
Octobre	19.7	16.2	23.9
Novembre	14.5	11.2	18.1
Décembre	11.3	8	14.8

Figure :Températures maximales et minimales à Collo. [28]

Température en °C à Collo :

Au mois de Aout, la température moyenne est de 25.9 °C. Aout est de ce fait le mois le plus chaud de l'année. Au mois de Février, la température moyenne est de 9.9 °C. Février est de ce fait le mois le plus froid de l'année.

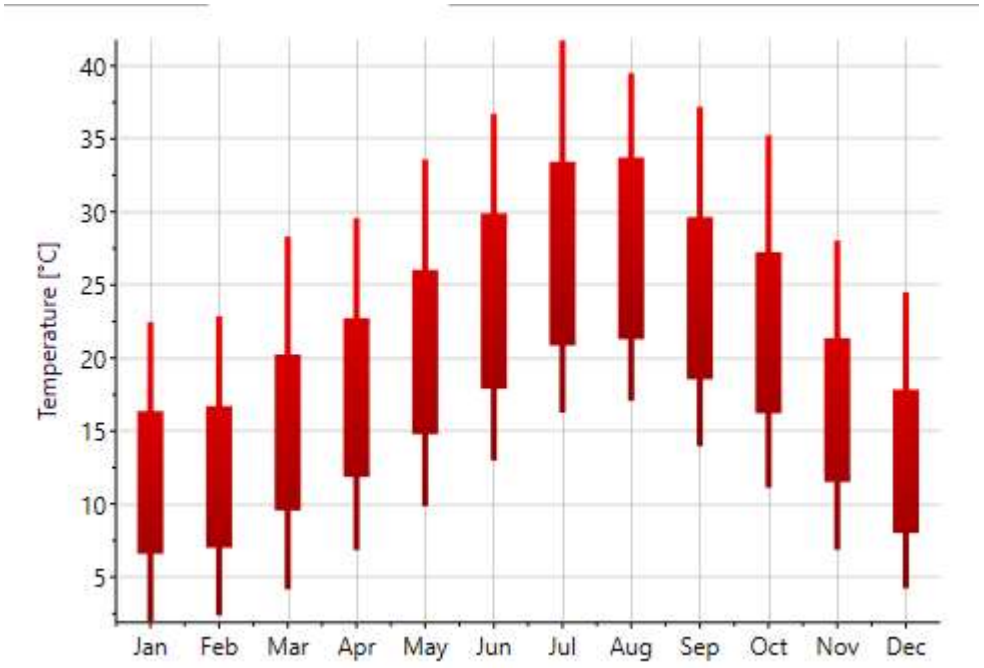


Figure 2-4Température en °C à Collo

2.2.6 Classification de la ville de Collo selon la classification thermique de DTR (C3-2) des communes de l'Algérie

21 SKIKDA	**Groupe de Communes 1 :** Ain Zouit - Benazouz - Cheraia - Collo - Djendel Saadi Mohamed - El Hadaik - El Marsa - Fil Fila - Hamadi Krouma - Kanoua - Kerkera - Kheneg Mayoum - Ouled Attia - Skikda - Tamalous - Zitouna **Groupe de Communes 2 :** Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes 1.	A B

Figure 2-5 Classification de la ville de Collo, source DTR C3-2.

2.2.7 La situation du cas étudié

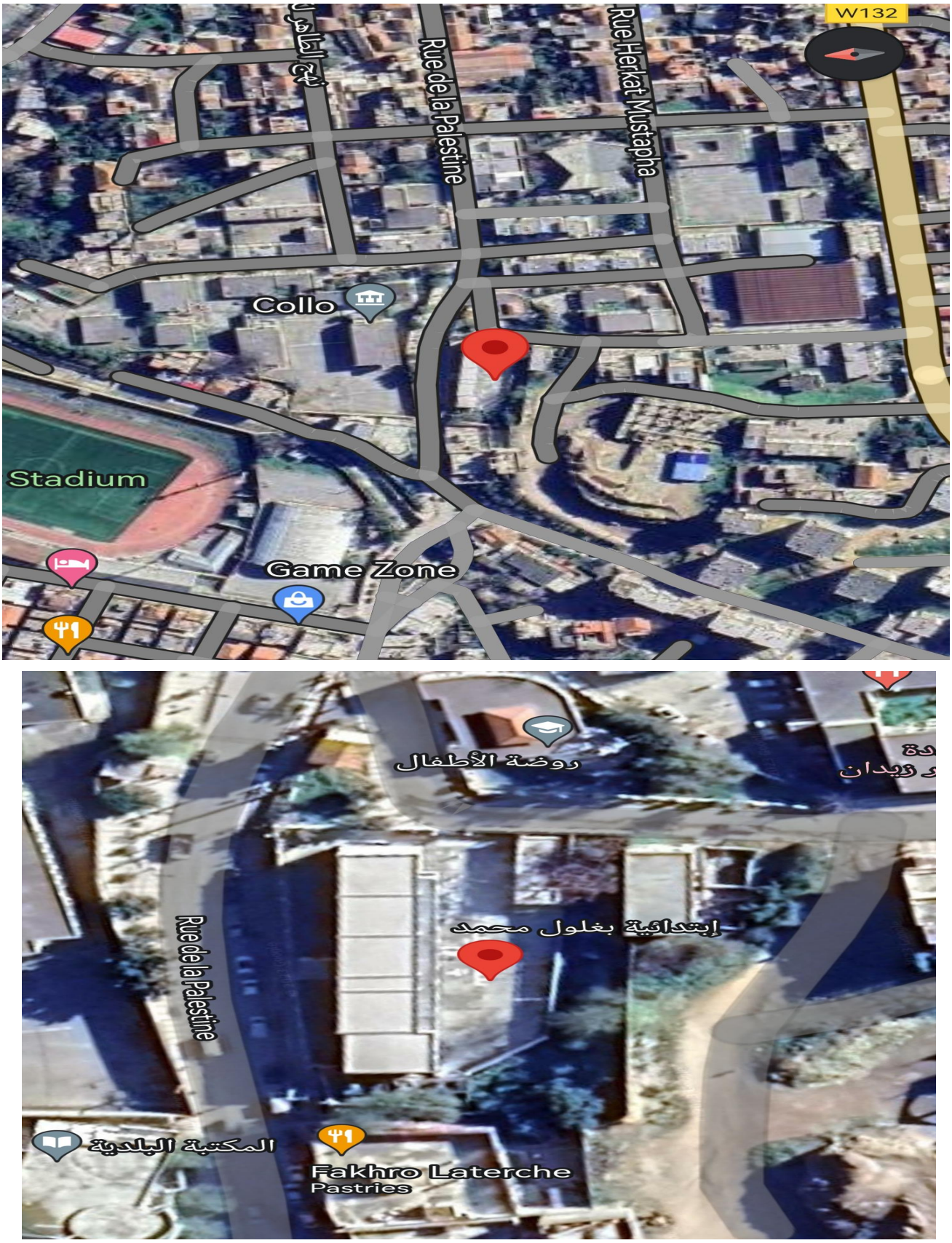
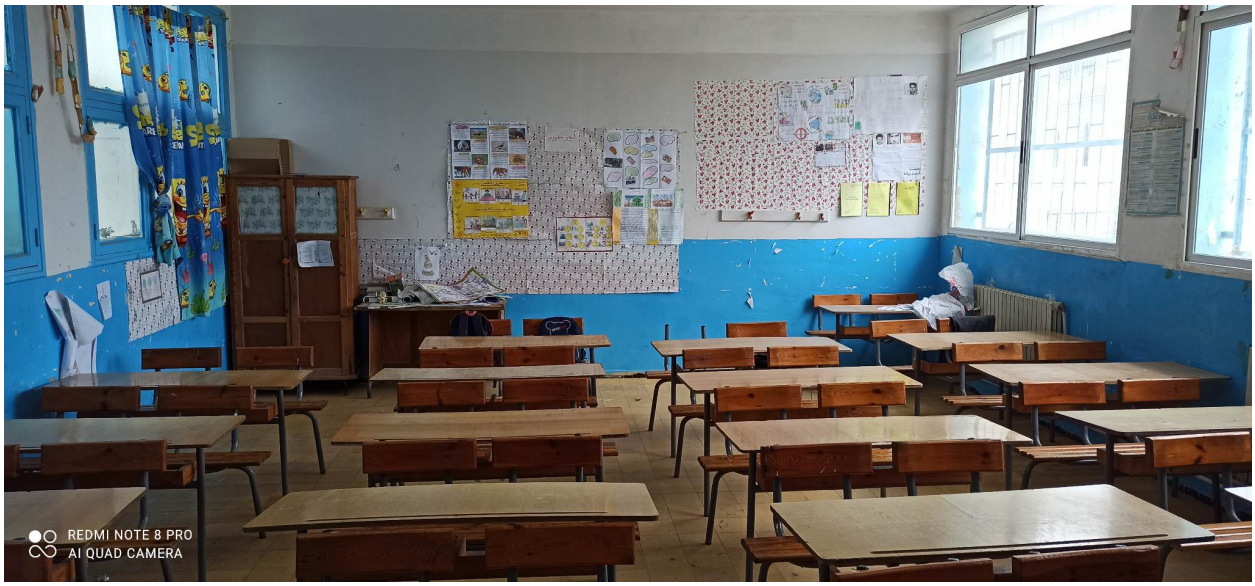


Figure 2-6 La situation du cas étudié[29]

Figure 2-7 plan de masse de l'ecolle



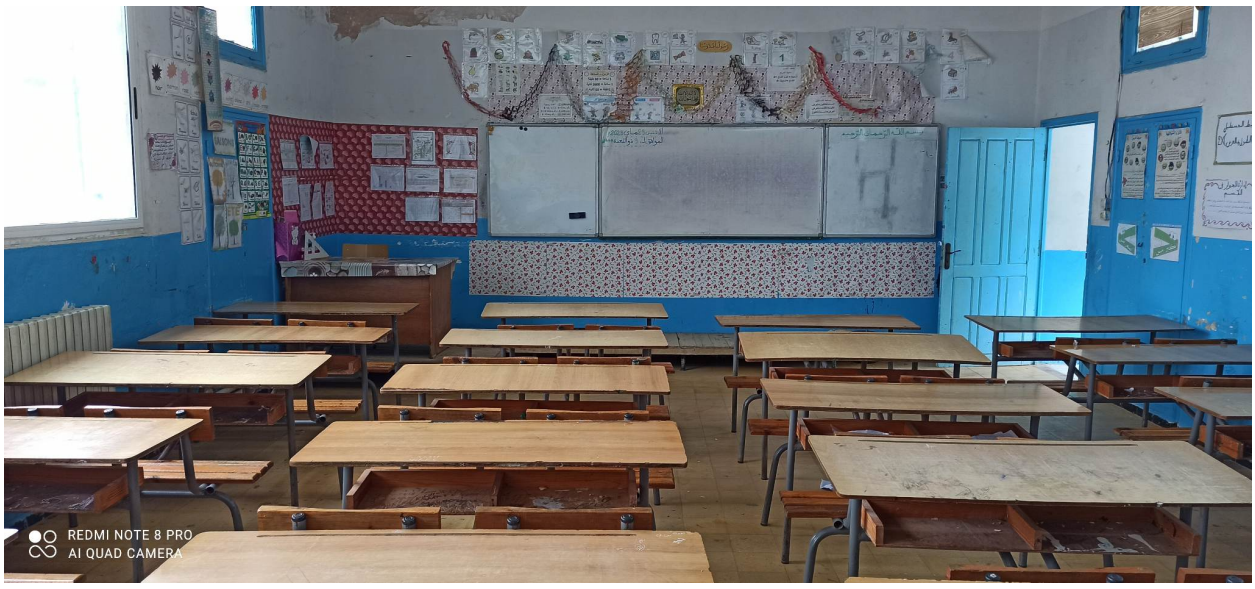


FIGURE : LES CLASSE DE RDC

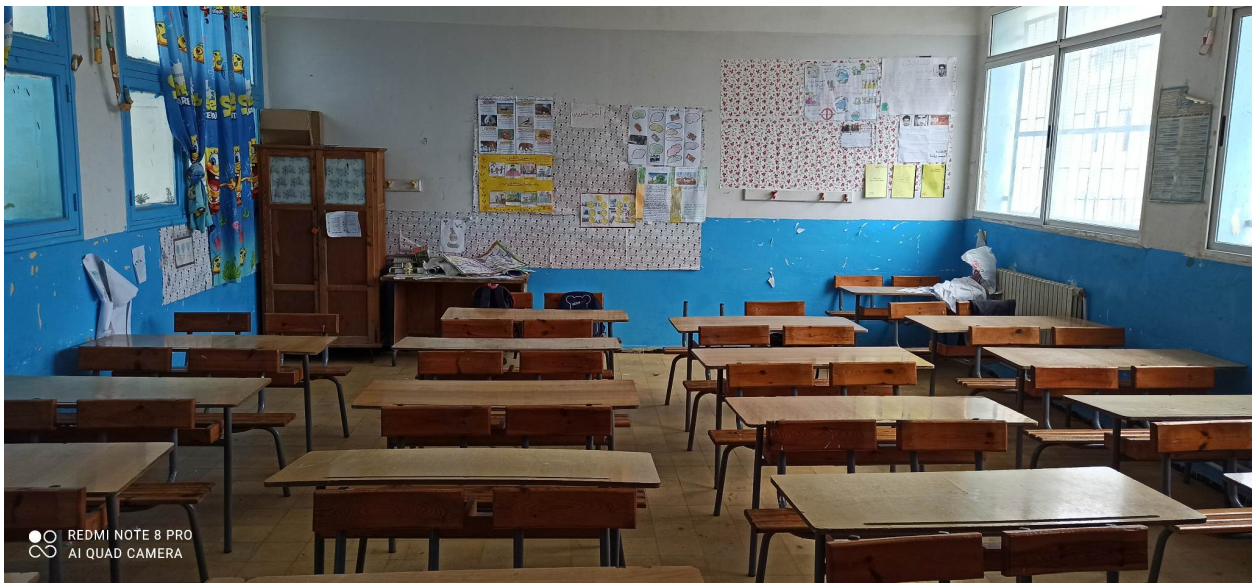
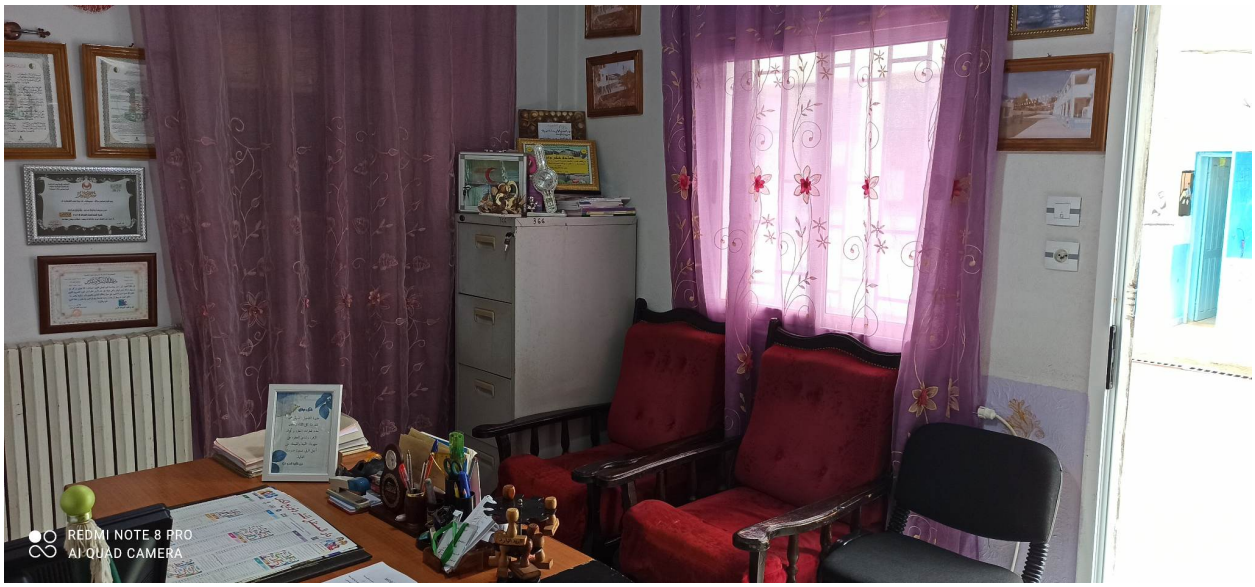


Figure : Les classes de 1erétage



Figuer : l’intérieur du bureau

2.3 Tableau surfacique des espaces étudiés

Escape	Surface en m^2
Bureau	12
Classe 01	72
Classe 02	72
Classe 03	72
Classe 04	72
Classe 05	72
Classe 06	72
Classe 07	72
Classe 08	72
Classe 09	72
Totale	660

Tableau 3 Tableau surfacique des espaces étudiés

2.4 La composition des éléments constructifs

- **CLASSES**

2.4.1 Compositionsdesmursextérieurs :

Tableau 4 Compositions des murs extérieurs.

Composants	Epaisseur (m)	**Conductivité thermique λ (w/m.c^o)**	**Résistances Thermique R (m.c^o/w)** R= e / λ	**Coefficient de transmission surfacique K (w/m^2.c^o)**
Ciment	0.01	1.4	0.007	$1/h_i+1/h_e$= 0.17
Brique creuse	0.15	0.48	0.31	m^2.^{o}c/w
Lame d'air	0.05		0.16	K= 0.95
Brique creuse	0.15	0.48	0.31	
Ciment	0.01	1.4	0.007	
Enduit plâtre	0.03	0.35	0.086	

2.4.2 Compositionsdesmursintérieurs

Tableau 5 Compositions des murs intérieurs.

Composants	Epaisseurs (m)	**Conductivité thermique λ (w/m.c^o)**	**Résistances Thermique R (m.c^o/w)** R= e / λ	**Coefficient de transmission surfacique K (w/m^2.c^o)**
Enduit plâtre	0.03	0.35	0.086	$1/h_i+1/h_e$= 0.22
M.ciment	0.01	0.14	0.007	m^2.^{o}c/w
Brique creuse	0.15	0.48	0.31	
Lame d'air	0.05		0.16	K=0.84
Brique creuse	0.15	0.48	0.31	
M.ciment	0.01	0.14	0.007	
Enduit plâtre	0.03	0.35	0.086	

2.4.3 Composition du plancher intermédiaire

Tableau 6 Composition du plancher intermédiaire

Composants	**Epaisseurs (m)**	**Conductivité thermique λ (w/m.c°)**	**Résistances Thermique R (m.c°/w)** R= e / λ	**Coefficient de transmission surfacique K (w/m².c°)**
Carrelage	0.02	1.70	0.01	$1/h_i+1/h_e$= 0.34
M.Ciment	0.02	1.4	0.014	$m^2.^oc/w$
Béton lourd	0.05	1.75	0.028	
Hourdi en béton	0.16	1.23	0.13	K=1.62
M.ciment	0.01	1.4	0.007	
Enduit plâtre	0.03	0.35	0.086	

2.4.4 Composition du plancher bas

Tableau 7 Composition du plancher bas

Composants	**Epaisseurs (m)**	**Conductivité thermique λ (w/m.c°)**	**Résistances Thermique R (m.c°/w)** R= e / λ	**Coefficient de transmission surfacique K (w/m².c°)**
Carrelage	0.02	1.70	0.01	$1/h_i+1/h_e$= 0.34
M.Ciment	0.02	1.4	0.014	$m^2.^oc/w$
Béton lourd	0.06	1.75	0.034	
				K=2.51

2.4.5 Compositiondelatoiture

Tableau 8 Composition de la toiture.

Composants	**Epaisseurs**	**Conductivité thermique λ (w/m.c°)**	**Résistances Thermique R (m.c°/w)** R= e / λ	**Coefficient de transmission surfacique K (w/m².c°)**
Béton lourd Hourdis en béton M .ciment Enduit plâtre	0.05 0.16 0.01 0.03	1.75 1.23 1.4 0.35	0.028 0.13 0.007 0.086	$1/h_i+1/h_e$= 0.22 $m^2.^oc/w$ K= 2.12

2.4.6 Les compositions des ouvertures

Tableau 9 la composition des menuiseries.

Menuiserie	Dimension	Type de vitrage	Nature de menuiserie	K (W/c°m²)
Porte	Longueur=2.10 m Largeur =1m Surface=2.10 m^2	Opaque	Bois	3.5
Fenêtre	Longueur =2/0.5m Largeur =1.5/0.8 m Surface=3/0.4m^2	Simple vitrage /	Métal Bois	5.8 5

➢ BUREAU

Tableau 10 Tableau 9 les compositions constructifes de bureau

	Composants	**Epaisseurs**	**Conductivité thermique λ (w/m.c°)**	**Résistances Thermique R (m.c°/w)** R= e / λ	**Coefficient de transmission surfacique K (w/m².c°)**
Compositiondelatoiture	Béton lourd Hourdis en béton M .ciment	0.05 0.16 0.01	1.75 1.23 1.4	0.028 0.13 0.007	$1/h_i+1/h_e=$ 0.22 $m^2.°c/w$ K=2.59
Composition de la planche bas	Carrelage M.Ciment Béton lourd	0.02 0.02 0.06	1.70 1.4 1.75	0.01 0.014 0.034	$1/h_i+1/h_e=$ 0.34 $m^2.°c/w$ K=2.51
Composition des murs	M.ciment Brique creuse M .ciment	0.01 0.15 0.01	1.4 0.48 1.4	0.007 0.13 0.007	$1/h_i+1/h_e=$ 0.17 $m^2.°c/w$ K=3.18

Menuiserie	Dimension	Type de vitrage	Nature de menuiserie	K (W/c°m²)
Porte	Longueur=2 m Largeur = 0.90m Surface=1.8 m^2	Opaque Simple vitrage	Métal Métal	5.8 5.8
Fenêtre	Longueur = 1 m Largeur =1 m	Simple vitrage	Métal	5.8

	Surface=1 m^2			

Tableau 11 composition des menuiseries de bureau

Sachant que :

E : l'épaisseur de la couche de matériau. (m).

λ : la conductivité thermique du matériau. (w/m c°)

$1/h_i$ et $1/h_e$: Les résistances thermiques d'échanges superficiels intérieurs et extérieurs (m2C°/W)

K : coefficient de transmission surfacique. (W/°C m2)

R_{total} : Résistance superficiel total (m2 c°/w)

R: Résistance superficiel de chaque Paroi (m2 c°/w).

2.5 Calcul du bilan thermique

2.5.1 Avant l'isolation :

CalculsdesdéperditionsderéférenceselonDTR**:**

Source : [de DTR]

- **Les déperditions totales**

$$D = \sum Di = (DT)i + (DR)i[W/°C]$$

- D_i [W/°C] représente les déperditions totales du volume « i ».
- $(D_T)_i$[W/°C] représente les déperditions transmission d'un volume.
- $(D_R)_i$[W/°C] représente les déperditions renouvellement d'air totales

- **Les Déperditions par transmission d'un volume :**

$$(DT)i = (Ds)i + (Dli)i + (Dsol)i + (Dlnc)i[W/°C]$$

- (Ds) I : déperditions surfaciques par transmission à travers les parois
- (Dli) I : Déperditions linéiques.
- (Dsol) i : Déperditions par transmission à travers les parois en contact avec le sol
- (Dlnc) i= déperditions à travers les parois en contact avec locaux non chauffée.

- **Déperditions par renouvellement d'air :**

$$(DR)i = (DRV)i + (DRS)i[W/°C]$$

- **Vérification des déperditions de référence :**

Vérificationréglementaire

LesdéperditionspartransmissionD$_T$de l'établissementdoiventvérifier :

$$D_T < 1,05 \times D_{réf} \text{[W/°C]}$$

Où:

- D_T(enW/°C)représentelesdéperditionspartransmissiondulogement,
- $D_{réf}$(enW/°C)représentelesdéperditionsderéférence.

➢ **Calculdesdéperditionsderéférence**

Lesdéperditionsderéférence$D_{réf}$sontcalculéesparlaformulesuivante:

$$D_{réf} = a \times S_1 + b \times S_2 + c \times S_3 + d \times S_4 + e \times S_5 \quad \text{[W/°C]}$$

LesS_i(enm²)représententlessurfacesdesparoisencontactavecl'extérieur.

S_1la toiture, S_2le plancherbas,ycomprislesplanchersbassurlocauxnonchauffés S_3lesmurs,S_4lesportes.S_5lesfenêtresetlesporte-fenêtre.S_1,S_2,S_3sontcomptéesdel'intérieurdeslocaux,S_4etS_5sontcomptéesen prenantlesdimensionsdupourtourdel'ouverturedanslemur; lescoefficientsa,b,c,dete,(enW/m².°C),sontdonnésdansletableau. Ilsdépendentdela naturedulogementetdelazoneclimatique, Selon le tableau suivant :

Tableau 12 Les zones climatiques d'un logement individuel, source DTR C3-2

Zone	Logement en immeuble collectif				
	a	B	c	d	e
A	1,10	2,40	1,20	3,50	4,50
B	0.90	2,40	1,20	3,50	4,50
B'	0.90	2,40	1,20	3,50	4,50
C	0.85	2,40	1,20	3,50	4,50
D	2,40	3,40	1,40	3,50	4,50
D'	2,40	3,40	1,40	3,50	4,50

La surface des classesest 360m^2

La surface du bureau est 12 m^2

Larégion:Collo(wilayadeSKIKDA).

Selon DTR c'est la zone A :

a=1.10,b=2.40,c=1.20,d=3.50,e=4.50

La surface de la toiture : 360

La surface de plancher : 360

La surface des murs : 678

La surface des ouvrants : 134.1

$D_{réf}$ =1.10×360+2.40×360+ 1.2×543.9+3.50×18.9+4.5×115.2

$D_{réf}$ =2497.23 [W/°C]

1.05×Dréf = 2622.09 W/°C

- **Calcul des déperditions surfaciques par transmission à travers les parois**

$D_{Surfaciques}$ =K×S

K : coefficient de transmission surfacique (W/ m2. °C)

S : surface intérieur de la paroi (m2)

Déperdition à travers les murs :

$Dmur = Kmur \times Smur$

D_{mur}= 0.95×447.9=425.50 W/°C

Déperdition à travers le plancher bas :

$D\ plancher\ bas = Kplancher\ bas \times Splancher\ bas$

$D_{plancher\ bas}$=2.51×360=903.6 W/°C

Déperdition à travers la toiture :

$Dtoiture = Ktoiture \times Stoiture$

$D_{toiture}$=2.12×360=763.2 W/°C

Déperditions à travers les fenêtres :

$D = Kfenêtres \times Sfenêtres$

$D_{fenêtres}$=5 × 61.2 + 5.8 × 54=619.2 W/°C

Déperditions à travers les portes :

$Dportes = K\ portes \times S\ portes$

D_{portes}=3.5×18.9=66.15 W/°C.

Donc $D_{Surfaciques}$ = 2777.65 W/°C

Déperditions à travers les ponts thermiques :

Déperditions linéique=20% des déperditions surfaciques

$D_{linéiques}$= 0.2×2777.65 = 555.53W/°C

$D\ totale = Dsurfaciques + Dlinéiques$

D_{totale}=3333.18 W/°

Vérification de la conformité du aux exigences de DTR

1.05× $D_{référence}$ =2622.09W/°C

D_{totale}=3333.18 W/°C

$D\ totale > 1.05 \times Dréférence$

Les classes nevérifie pas les exigences recommandées par le DTR.

Nous allons proposer une isolation des murs extérieurs par panneau en liège qui estun isolant naturel idéal pour l'isolation thermiqueainsi que ses nombreux avantages :

- Simplicité de mise en œuvre.
- Renouvelable et recyclable.
- pas de dégagement toxique en cas d'incendie.
- imputrescible.
- insensible aux micro-organismes.
- pas d'effet négatif connu sur la santé.
- arrêt des champs magnétiques (en panneaux).

BILAN THERMIQUE DU BUREAU :

a=1.10,b=2.40,c=1.20,d=3.50,e=4.50

La surface de la toiture : 12 m^2

La surface de plancher : 12 m^2

La surface des murs : 42 m^2

La surface des ouvrants : 3.8 m^2

$D_{réf}$ =1.10×12+2.40×12+ 1.2×38.2+3.50×1.8+4.5×2

$D_{réf}$ =103.14 [W/°C]

1.05×Dréf = 108.3 W/°C

- **Calcul des déperditions surfaciques par transmission à travers les parois**

$D\ Surfaciques\ = K \times S$

K : coefficient de transmission surfacique (W/ m2. °C)

S : surface intérieur de la paroi (m2)

Déperdition à travers les murs :

$Dmur = Kmur\ \times Smur$

D_{mur}= 3.18×38.2=121.47 W/°C

Déperdition à travers le plancher bas :

$D\ plancher\ bas\ = Kplancher\ bas\ \times\ Splancher\ bas$

$D_{\text{plancher bas}}$=2.51×12=30.12 W/°C

Déperdition à travers la toiture :

$Dtoiture = Ktoiture \times Stoiture$

$D_{toiture}$=2.59×12=31.08 W/°C

Déperditions à travers les fenêtres :

$D = Kfenêtres \times Sfenêtres$

$D_{fenêtres}$=5.8 × 2 =11.6 W/°C

Déperditions à travers les portes :

$Dportes = K\ portes \times S\ portes$

D_{portes}=5.8×1.8 =10.44 W/°C.

Donc $D_{Surfaciques}$ = 204.71 W/°C

Déperditions à travers les ponts thermiques :

Déperditions linéique=20% des déperditions surfaciques

$D_{\text{linéiques}}$= 0.2×204.71 = 40.94W/°C

$D\ totale = Dsurfaciques + Dlinéiques$

D_{totale}=245.65 W/°C

Vérification de la conformité du aux exigences de DTR

1.05× $D_{référence}$ =108.3 W/°C

D_{totale}=245.65 W/°C

$D\ totale > 1.05 \times Dréférence$

Conditions pas vérifier le bureau n'est pas règlementaire thermiquement

3 Chapitre III :Logicielsetétapes desimulation.

3.1 Introduction :

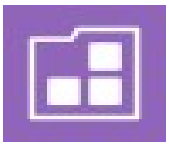
Dans le but d'évaluer notre cas d'étude nous avons opté pour la modélisation thermique dynamique sous logiciel **Pléiade Comfie 2.3** qui permet d'évaluer durant toute l'année avec prise en considération des conditions climatiques ainsi que les caractéristiques thermo physiques des éléments constructifs.

3.2Les outils informatiques utilisés :

3.2.1 Pleiades

Pleiades est un logiciel complet pour l'écoconception des bâtiments et des quartiers.
À partir d'une saisie graphique ou d'une maquette numérique, différents types de calculs sont accessibles : simulation thermique et énergétique dynamique, vérification réglementaire, dimensionnement des équipements, qualité de l'air intérieur ou analyse statistique. Au-delà des aspects énergétiques, l'analyse du cycle de vie évalue les impacts du bâtiment sur l'environnement .[30]
Il contient plusieurs icones :

3.2.2 Bibliothèque



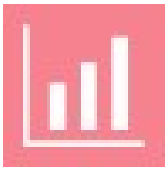
Pleiades Bibliothèque donne accès à la bibliothèque générale de Pleiades, c'est-à-dire à l'ensemble des éléments utilisables par les différents composants de Pleiades. Les objets contenus dans cette bibliothèque ne sont pas liés à un projet en particulier mais peuvent être importés dans plusieurs projets ou variantes.
La bibliothèque de Pleiades est entièrement personnalisable : au fur et à mesure des études réalisées, l'utilisateur peut la faire évoluer en y ajoutant de nouveaux éléments. Cette bibliothèque est autonome et propre à l'ordinateur sur lequel elle se trouve. Elle peut donc être utilisée pour constituer n'importe quel projet sur l'ordinateur en question.[30]

3.2.3 Modeleur

Pleiades Modeleur est conçu pour faciliter la saisie de bâtiments. Il permet de définir l'ensemble des paramètres géométriques du bâtiment, d'attribuer à chacune des parois ses caractéristiques thermiques, de réaliser le zonage et d'attribuer rapidement les scénarios d'utilisation et les paramètres propres aux différents calculs proposés par Pleiades. Cette saisie peut être réalisée à partir d'un fond de plan (image ou fichier Autocad) ou bien à partir de l'import d'une maquette numérique aux formats gbXML, IFC (2x3 ou 4) ou encore à partir du logiciel Revit via son plugin Pleiades.
Il permet de visualiser la saisie en trois dimensions et de calculer l'éclairement naturel et le Facteur de Lumière du Jour (FLJ) à l'intérieur des bâtiments saisis.
l permet enfin de lancer les calculs de STD/SED, RE 2020, RT 2012, RT-ex, Energie-Carbone, QAI INDALO ou de dimensionnement ou d'exporter le modèle thermique vers l'éditeur. Lors du lancement d'un calcul depuis le modeleur, l'outil effectue deux opérations successives :
un export vers Pleiades Éditeur (c'est-à-dire qu'il génère une maquette thermique du bâtiment sous forme arborescente),
puis le lancement du calcul depuis cette maquette "Éditeur"
Lorsque que le calcul a abouti, le logiciel conserve les fichiers aux formats Modeleur et Éditeur. Il est donc possible de rouvrir ce projet avec chacune de ces deux interfaces : Modeleur et Éditeur.[30]

3.2.6 Résultats

Les résultats des calculs lancés à partir du Modeleur, le BIM ou l'Éditeur sont visualisés dans le composant Résultats.[30]



❖ **Sous Pléiades BIBLIOTHEQUE**

- **Composition des parois**

Mur extérieurs

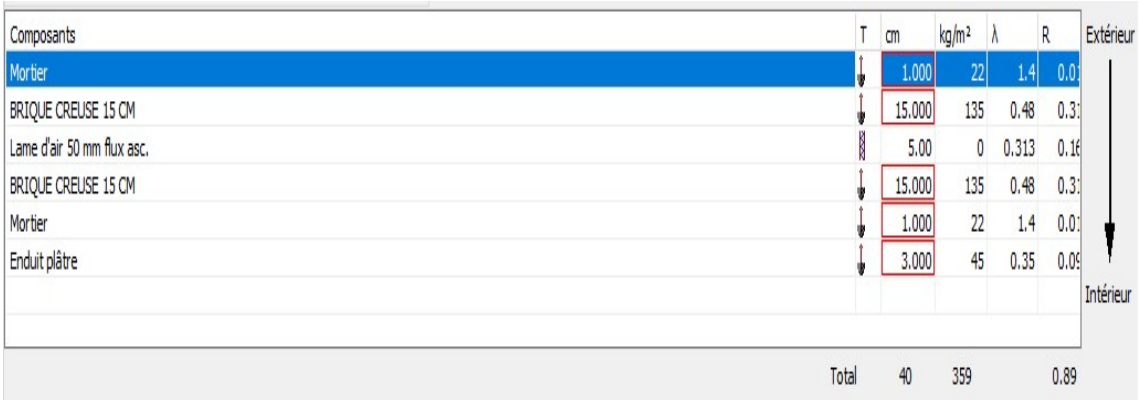


Figure 3-1 composition des murs extérieurs pour les classes

Figure 3-2 composition des murs extérieurs pour Bureau

Mur intérieurs

Figure 3-3 composition des murs intérieurs

Plancher haut

Composants	T	cm	kg/m²	λ	R
Béton lourd		5.000	115	1.75	0.03
Hourdis de 16 en béton		16.00	208	1.231	0.13
Mortier		1.000	22	1.4	0.01
Enduit plâtre		3.000	45	0.35	0.09
Total		25	390		0.26

Extérieur

Intérieur

Figure 3-4 composition de plancher haut pour les classes

Composants	T	cm	kg/m²	λ	R
Béton lourd		5.000	115	1.75	0.03
Hourdis de 16 en béton		16.00	208	1.231	0.13
Mortier		1.000	22	1.4	0.01
Total		22	345		0.17

Extérieur

Intérieur

Figure 3-5 composition de plancher haut pour Bureau

Plancher intermédiaire

Composants	T	cm	kg/m²	λ	R
Carrelage		2.000	46	1.7	0.01
Mortier		2.000	44	1.4	0.01
Béton lourd		5.000	115	1.75	0.03
Hourdis de 16 en béton		16.00	208	1.231	0.13
Mortier		1.000	22	1.4	0.01
Enduit plâtre		3.000	45	0.35	0.09
Total		29	480		0.28

Extérieur

Intérieur

Ponts thermiques globaux intégrés

Figure 3-6 composition de plancher intermédiaire pour les classes

Plancher bas

Figure 3-7 composition des plancher bas pour les classes

Figure 3-8 composition des plancher bas pour Bureau

- **Type d'ouvertures**

Fenêtre

Fenêtre PVC

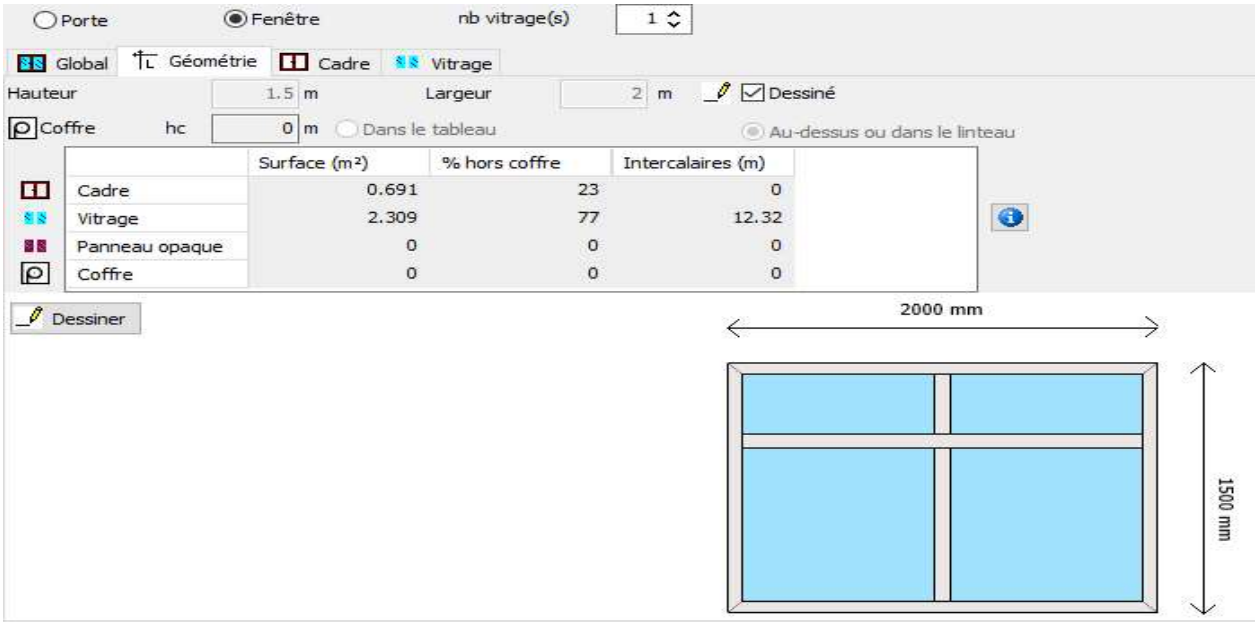


Figure 3-9 caractéristique de Fenêtre PVC des classes

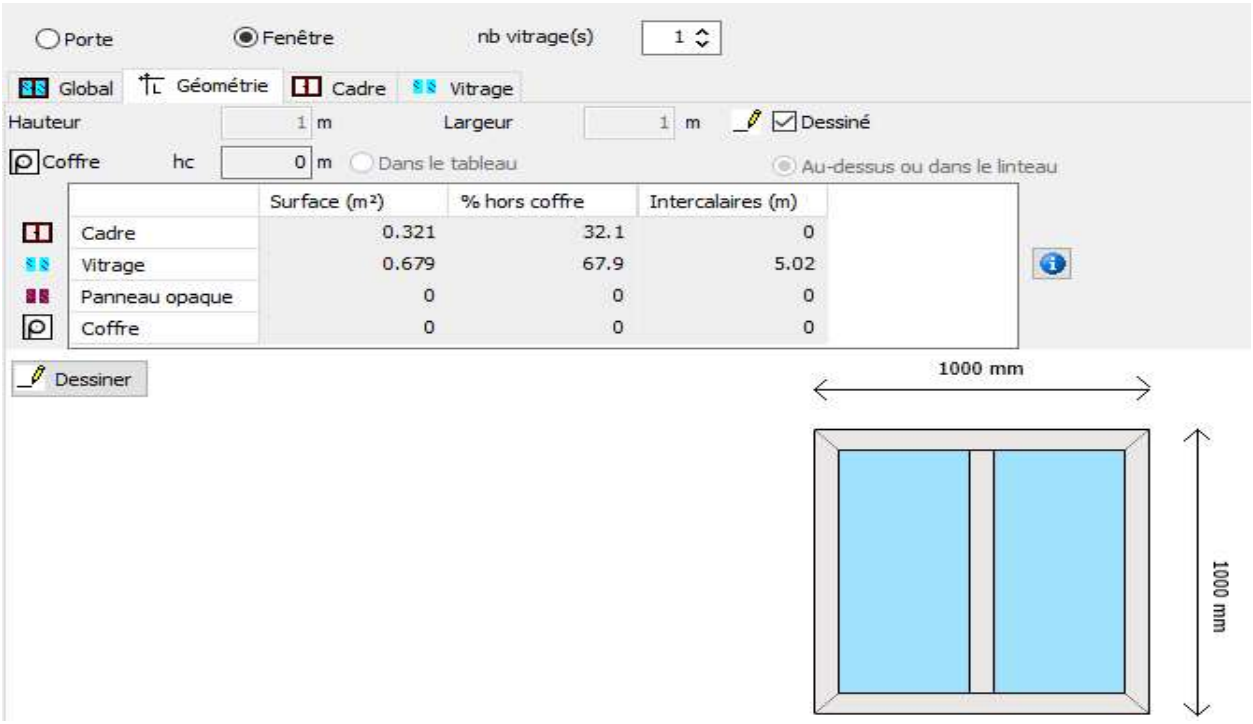


Figure 3-10 caractéristique de Fenêtre PVC pour Bureau

Fenêtre bois classes

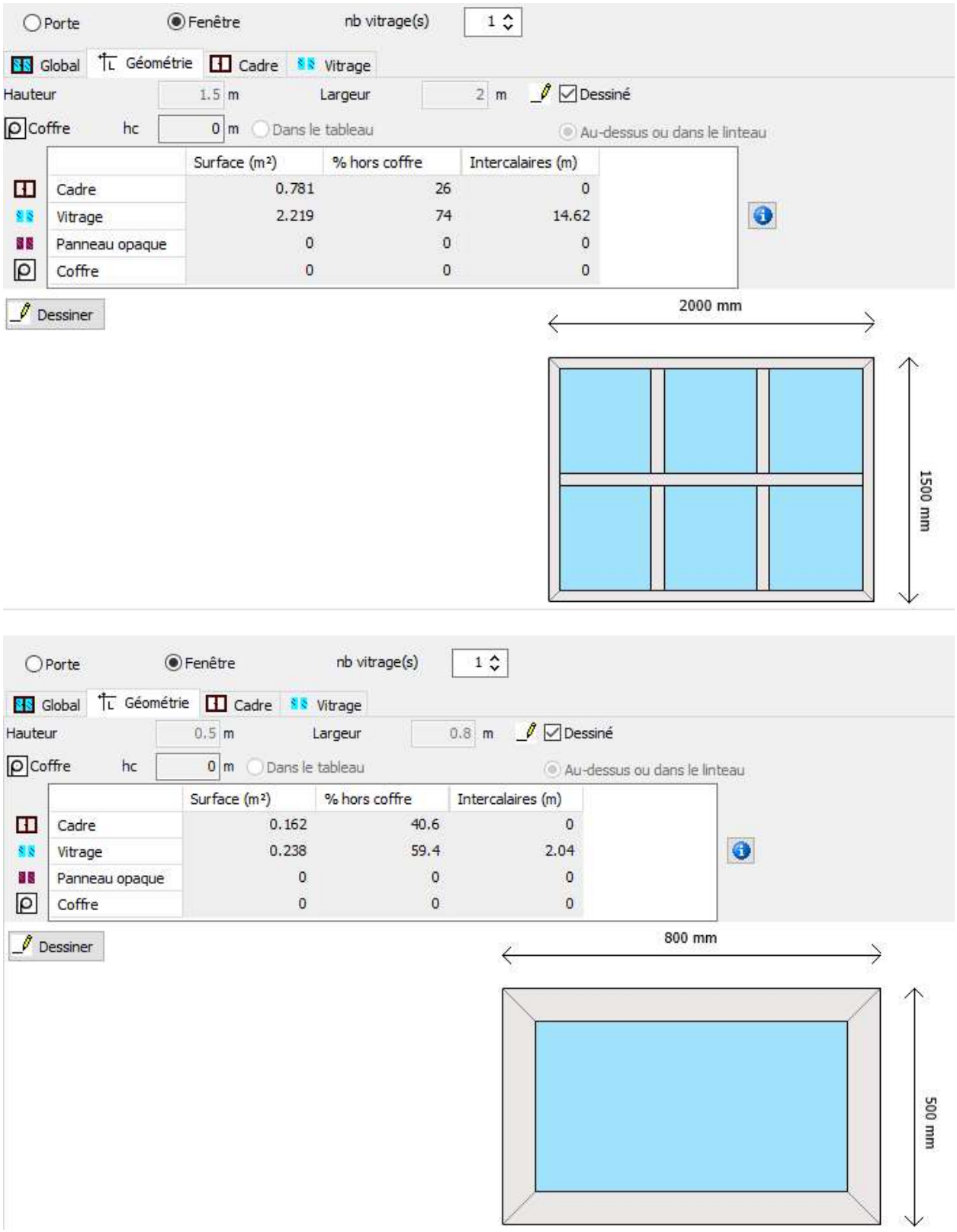


Figure 3-11 Caractéristique des Fenêtre en bois des classes

Portes

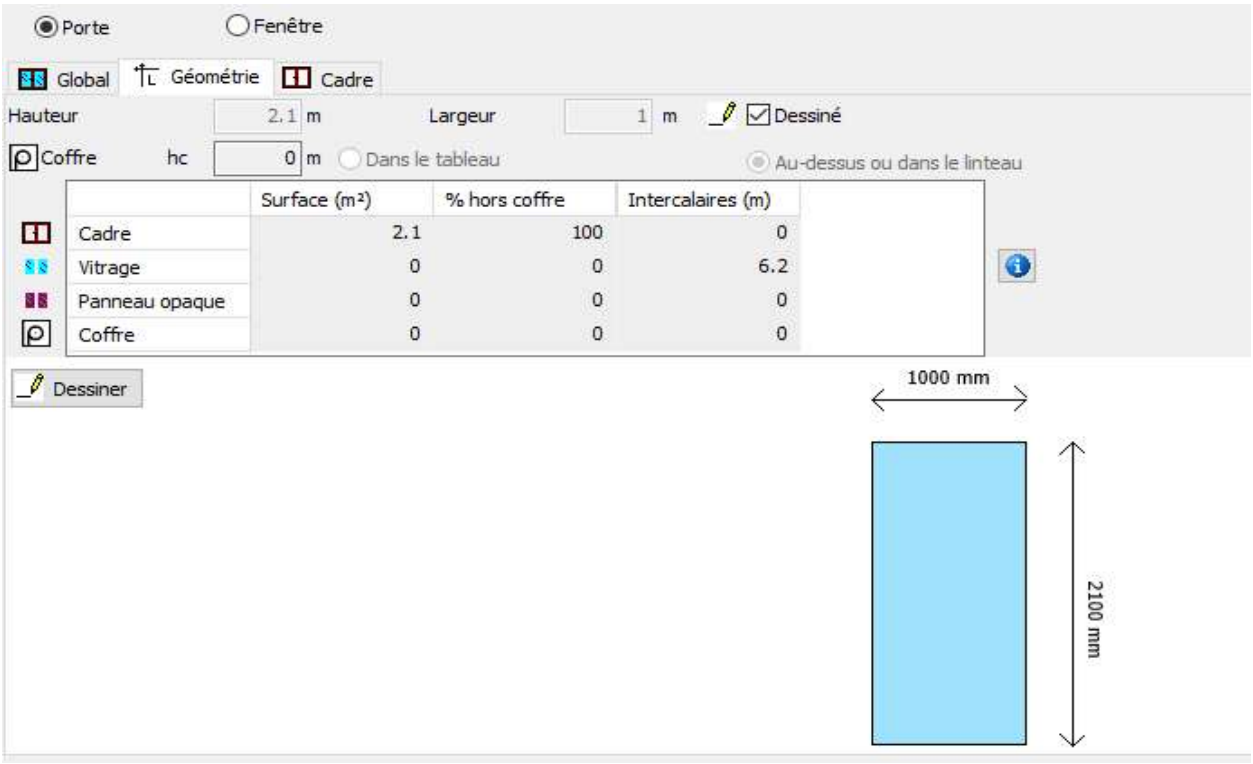


Figure 3-12 Caractéristique des portes en bois des classes

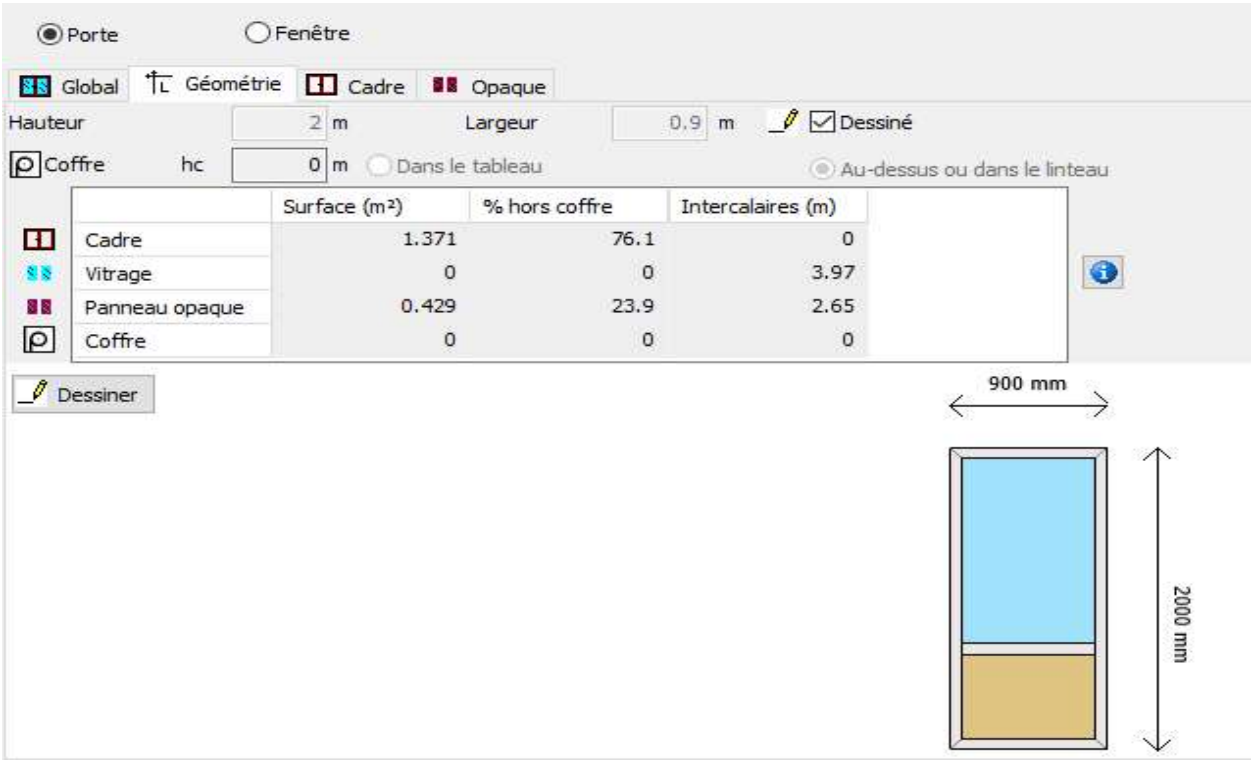


Figure 3-13 Caractéristique de porte en PVC du Bureau

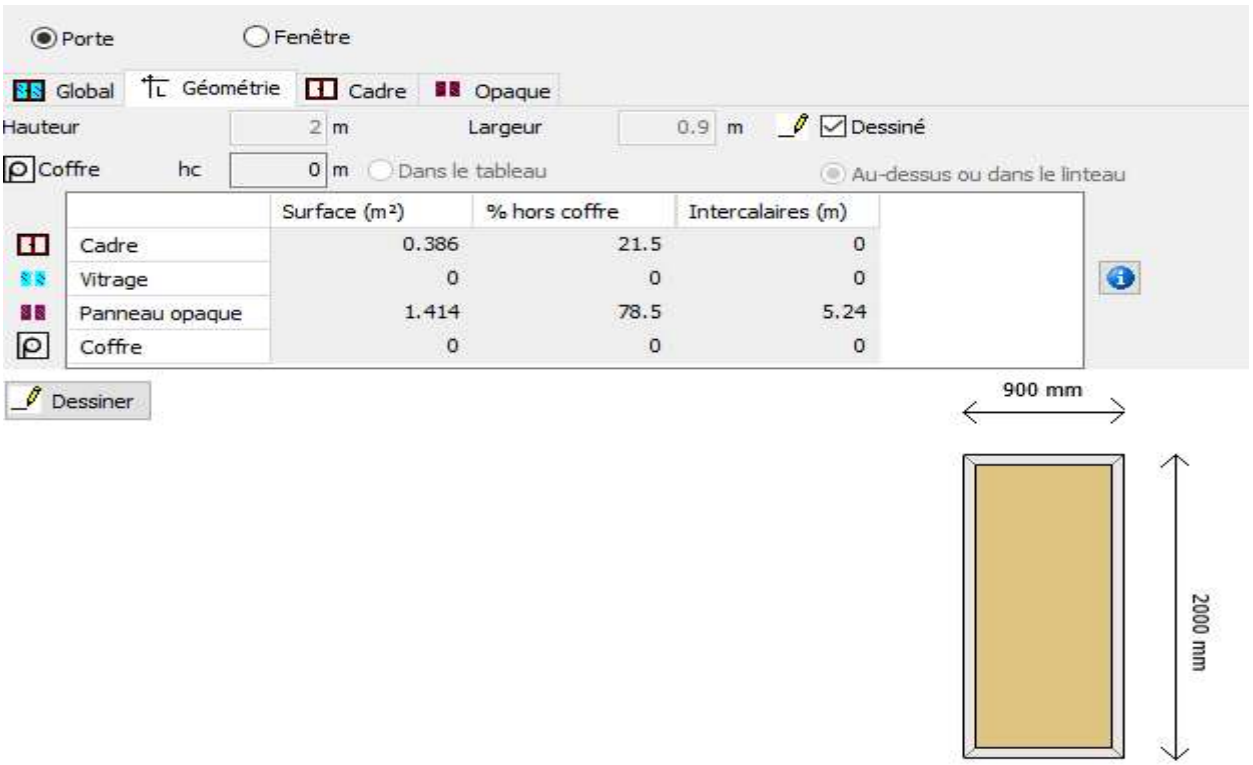


Figure 3-14 Caractéristique de porte en métal du Bureau

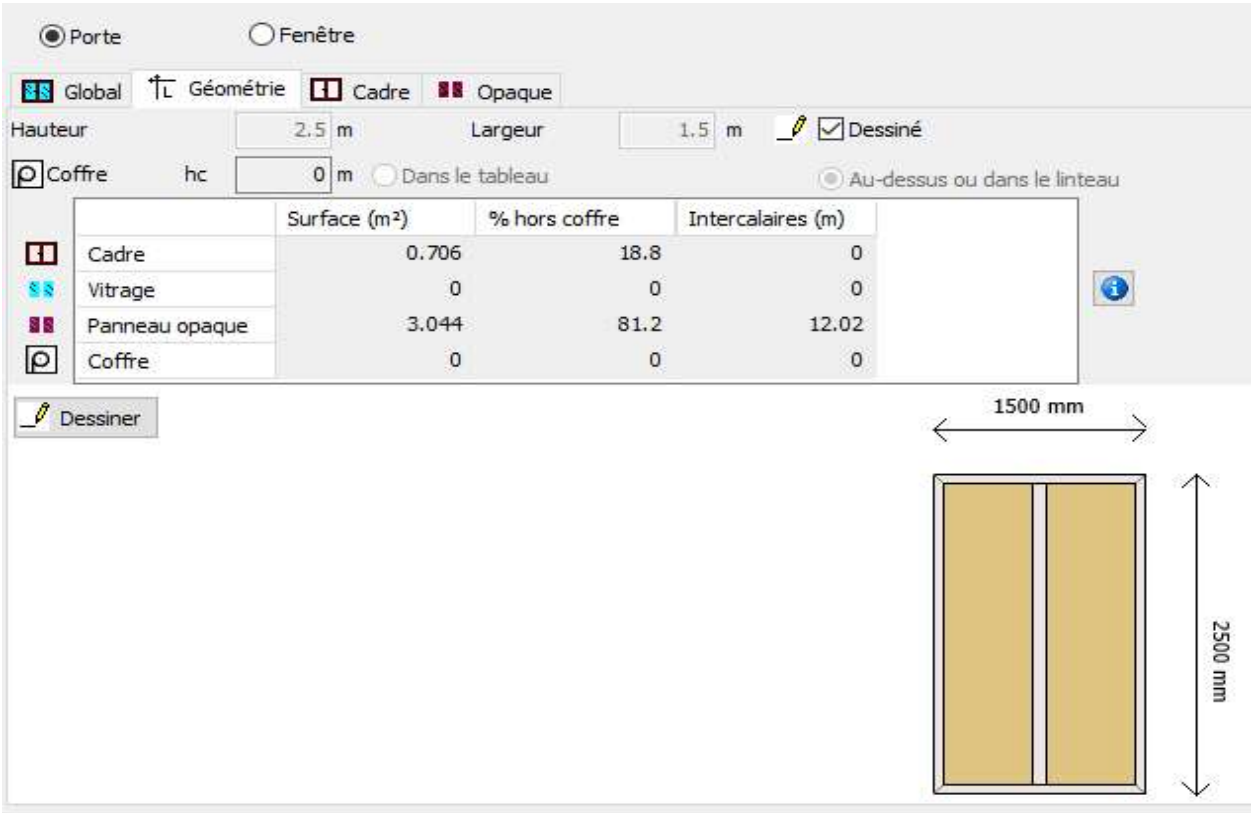


Figure 3-15 Caractéristique de porte en métal de l'escalier

❖ **Sous pléiades MODULEUR**

Etape 1 : Nom du projet

Etape 2 : Caractéristique du projet

Etape 3 : Dessin du plan avec échelle

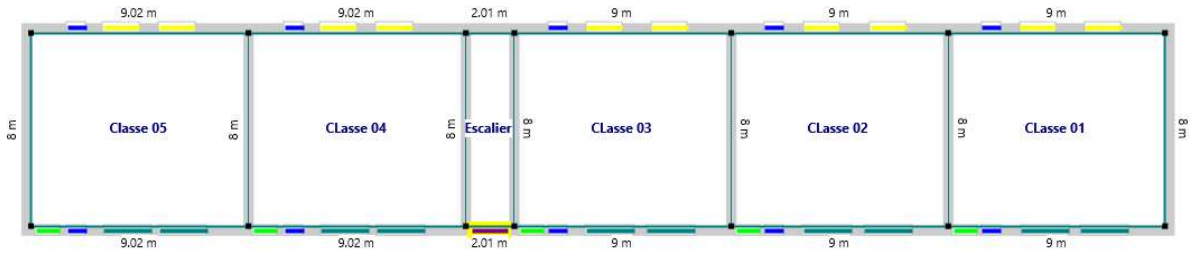
Etape 4 : Définir l'orientation

Etape 5 : La sélection des mur et ouvrants insérés et les placer sur le plan

Etape 6 : Identification de différentes zones thermique :

- Zone 01 : Classes 1,2,3,4,5,6,7,8,9
- Zone 02 : Bureau
- Zone 03 : Escalier

Etape 7 : Identification des usages des pièces du bâtiment tertiaire selon l'utilisation



Activer Windows
Accédez aux paramètres pour activ

Figure 3-16 Représentation de plan RDC sur Pléiades Moduleur

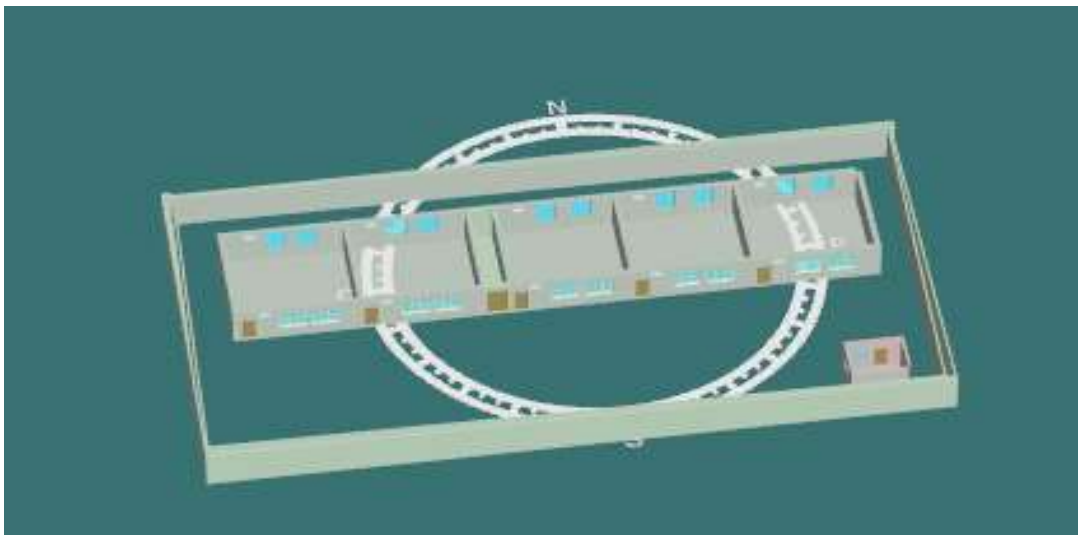


Figure 3-17 Représentation 3D de RDC

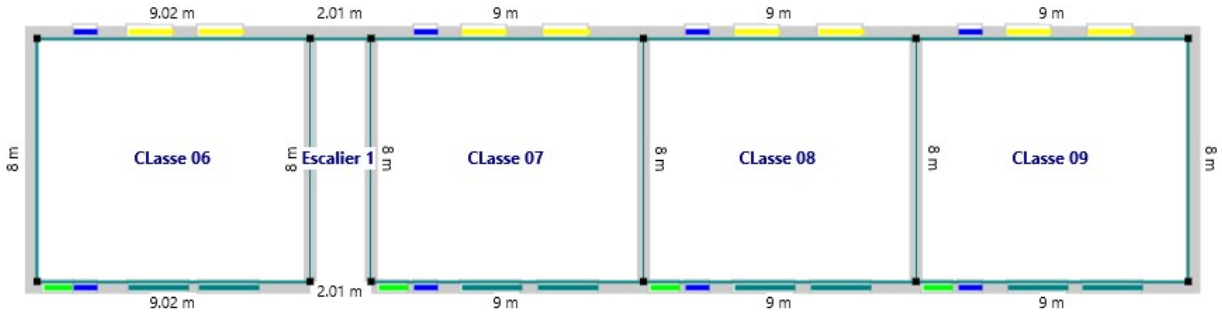


Figure 3-18 Représentation de plan premier étage sur Pléiades Moduleur

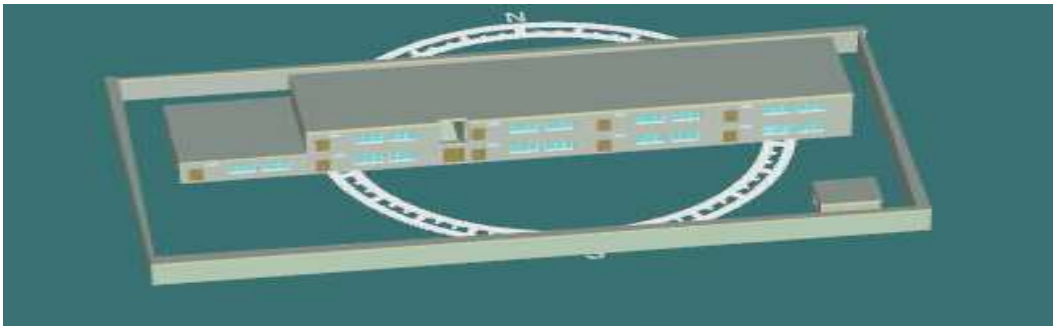


Figure 3-19 Représentation 3D de premiere étage

❖ Création de la station météorologique

Dans le logiciel Météonorm :

Etape 1 : Tout d'abord il faut le choix de site

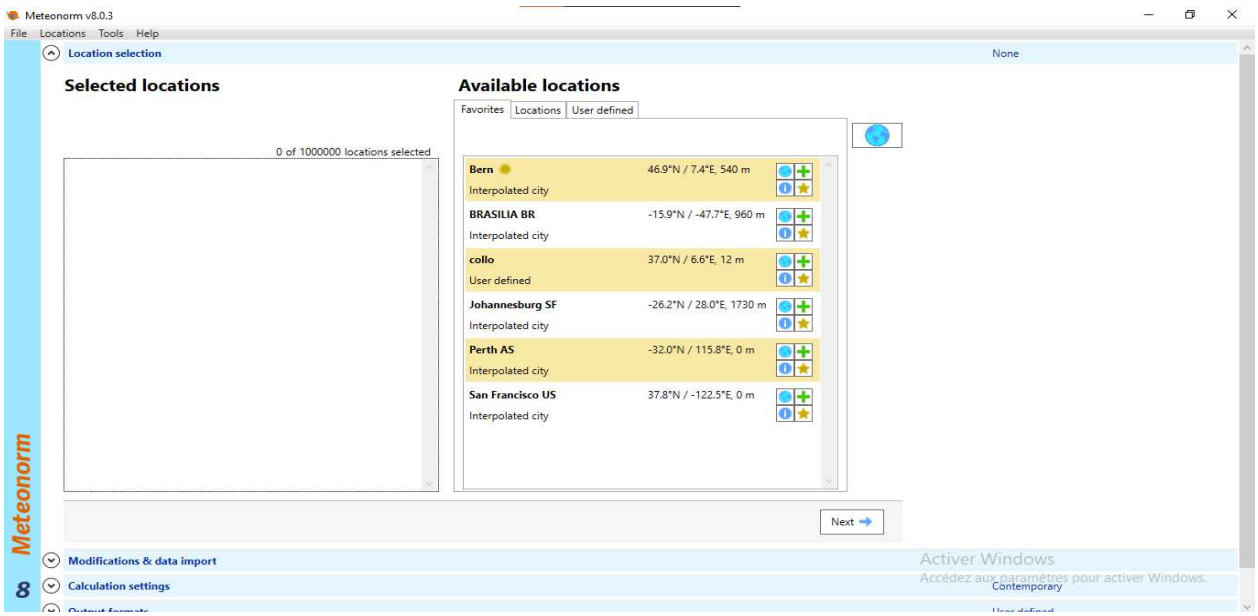


Figure 3-20 Logiciel Météonorm v8.1

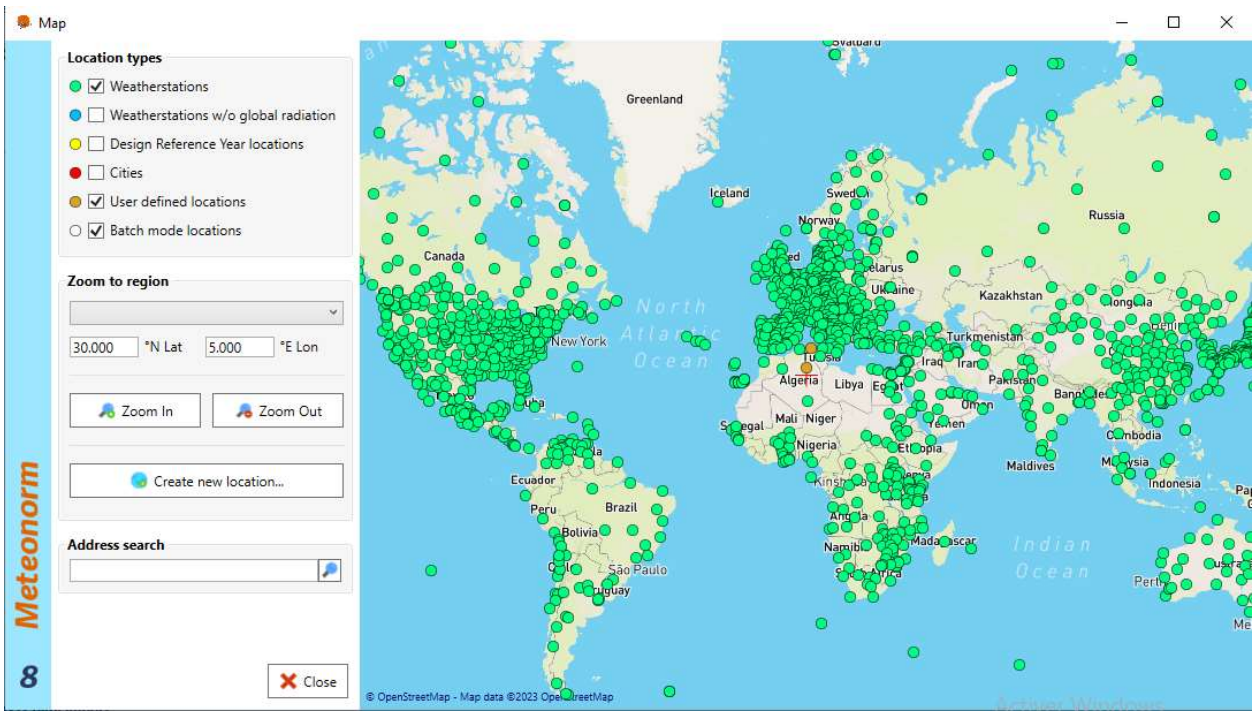


Figure 3-21 Choix de site

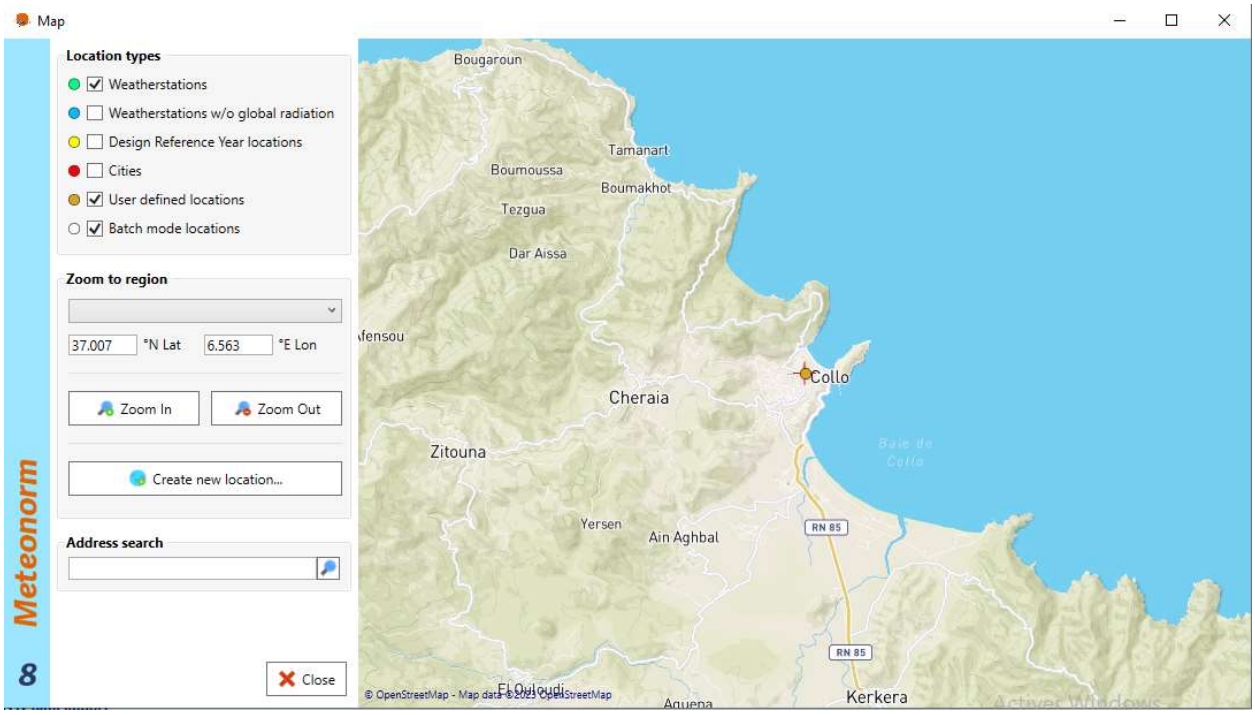


Figure 3-22 Site de Collo

Etape 2 : Au moment du choix du format du sortie, il faut sélectionner « Pléiades/Comfie » et on met suivant

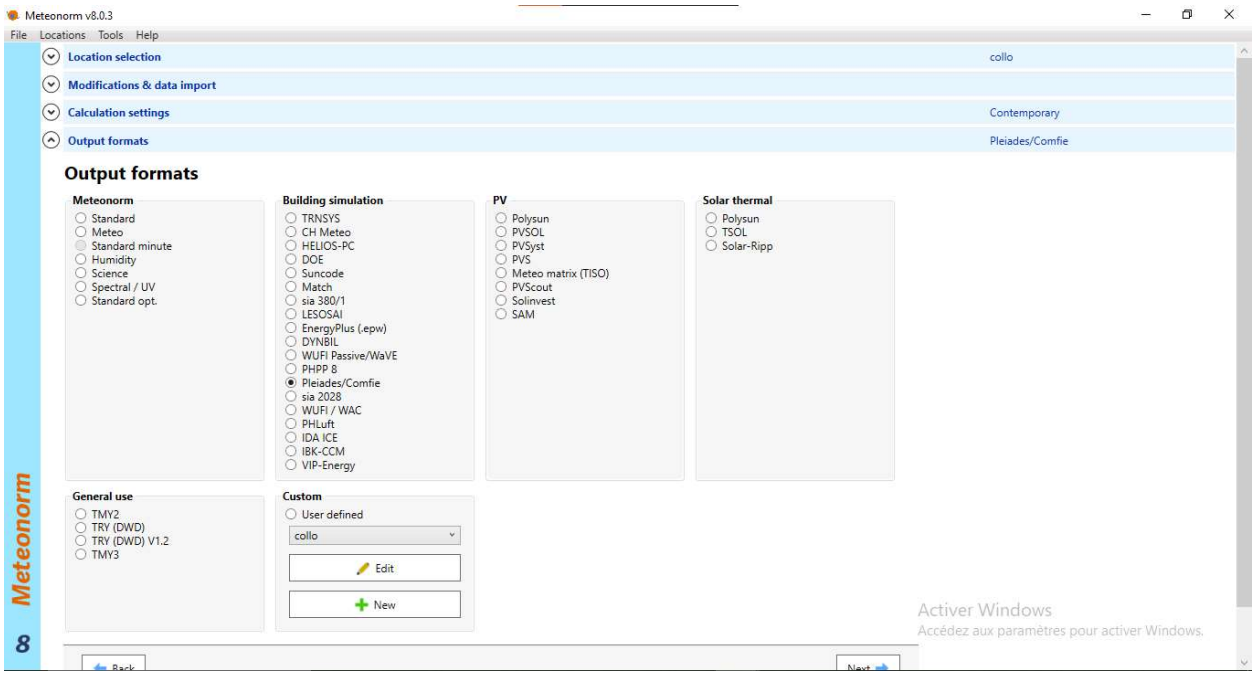


Figure 3-23 Génération de fichier météonorm

Etape 3 : Laisser se faire la génération puis cliquer sur sauvgarder tous les résultats sur le disque Clique enfin sur Heur pour sauvgarder le fichier horaire à l'emplacement indiqué

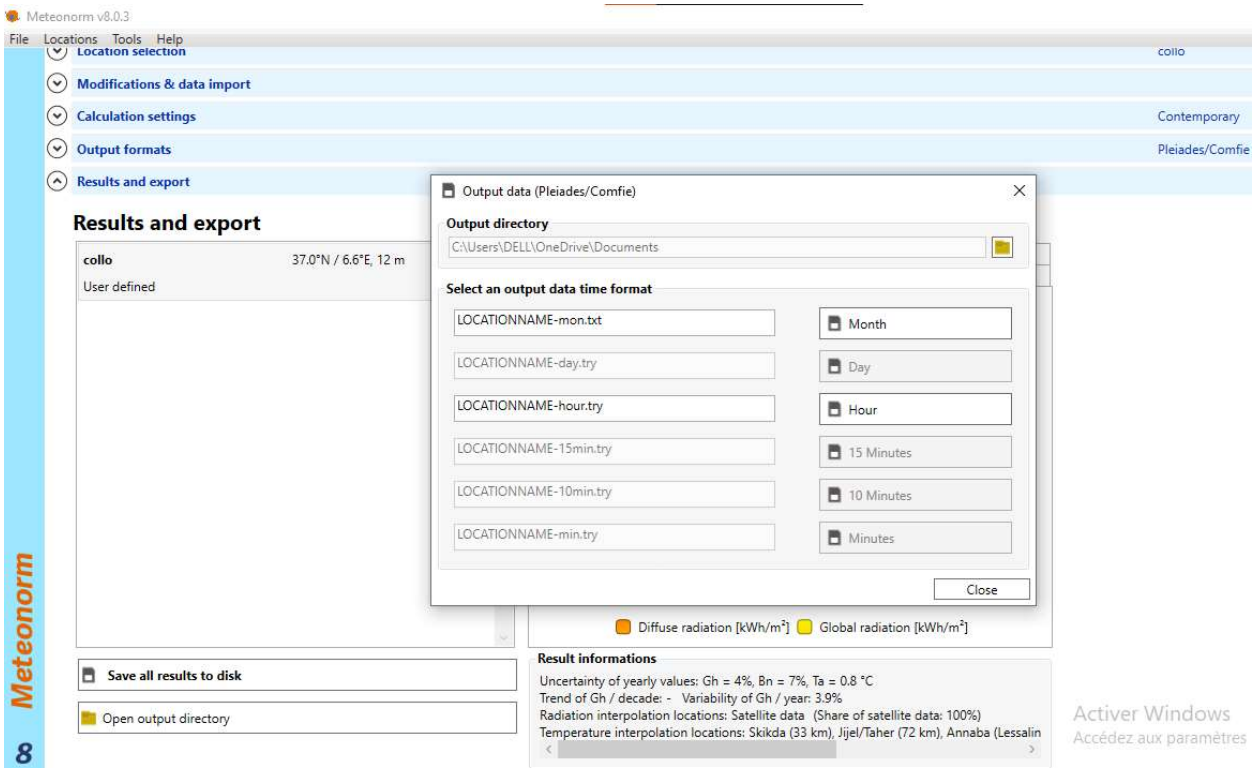


Figure 3-24 Enregistrement du fichier météonorm

- **Génération du fichier horaire**

Dans Pléiades, aller dans "STD Comfie" > Onglet "Projet" > Dans l'arborescence, cliquez sur le "Projet" > Ongle "Site" > Bouton "Créer une nouvelle station" : cela ouvre le module MeteoCalc
Dans l'onglet site météo on clique sur nouvelle station avec météo calque station météocalc

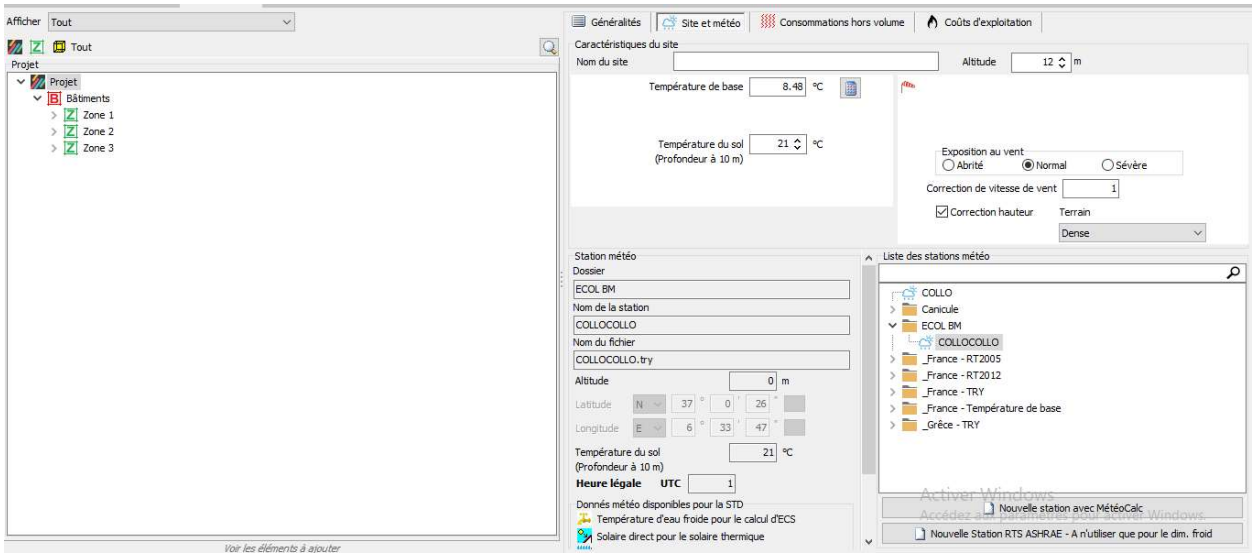
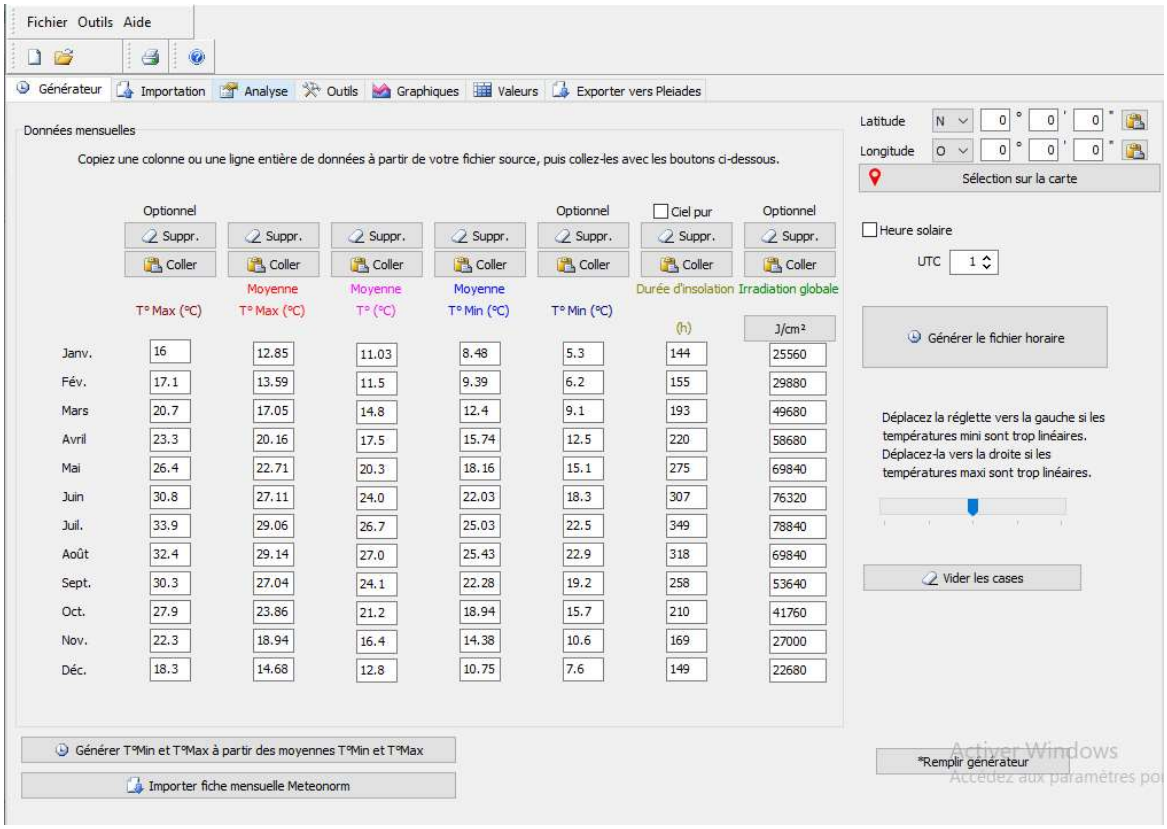


Figure 3-25 Génération du fichier horaire

On clique sur ouvrir un fichier et on ouvre le fichier généré avec Météonorm 8



	T° Max (°C)	Moyenne T° Max (°C)	Moyenne T° (°C)	Moyenne T° Min (°C)	T° Min (°C)	Durée d'insolation (h)	Irradiation globale J/cm²
Janv.	16	12.85	11.03	8.48	5.3	144	25560
Fév.	17.1	13.59	11.5	9.39	6.2	155	29880
Mars	20.7	17.05	14.8	12.4	9.1	193	49680
Avril	23.3	20.16	17.5	15.74	12.5	220	58680
Mai	26.4	22.71	20.3	18.16	15.1	275	69840
Juin	30.8	27.11	24.0	22.03	18.3	307	76320
Juil.	33.9	29.06	26.7	25.03	22.5	349	78840
Août	32.4	29.14	27.0	25.43	22.9	318	69840
Sept.	30.3	27.04	24.1	22.28	19.2	258	53640
Oct.	27.9	23.86	21.2	18.94	15.7	210	41760
Nov.	22.3	18.94	16.4	14.38	10.6	169	27000
Déc.	18.3	14.68	12.8	10.75	7.6	149	22680

On génére fichier horaire en cliquant sur générer le fichier horaire

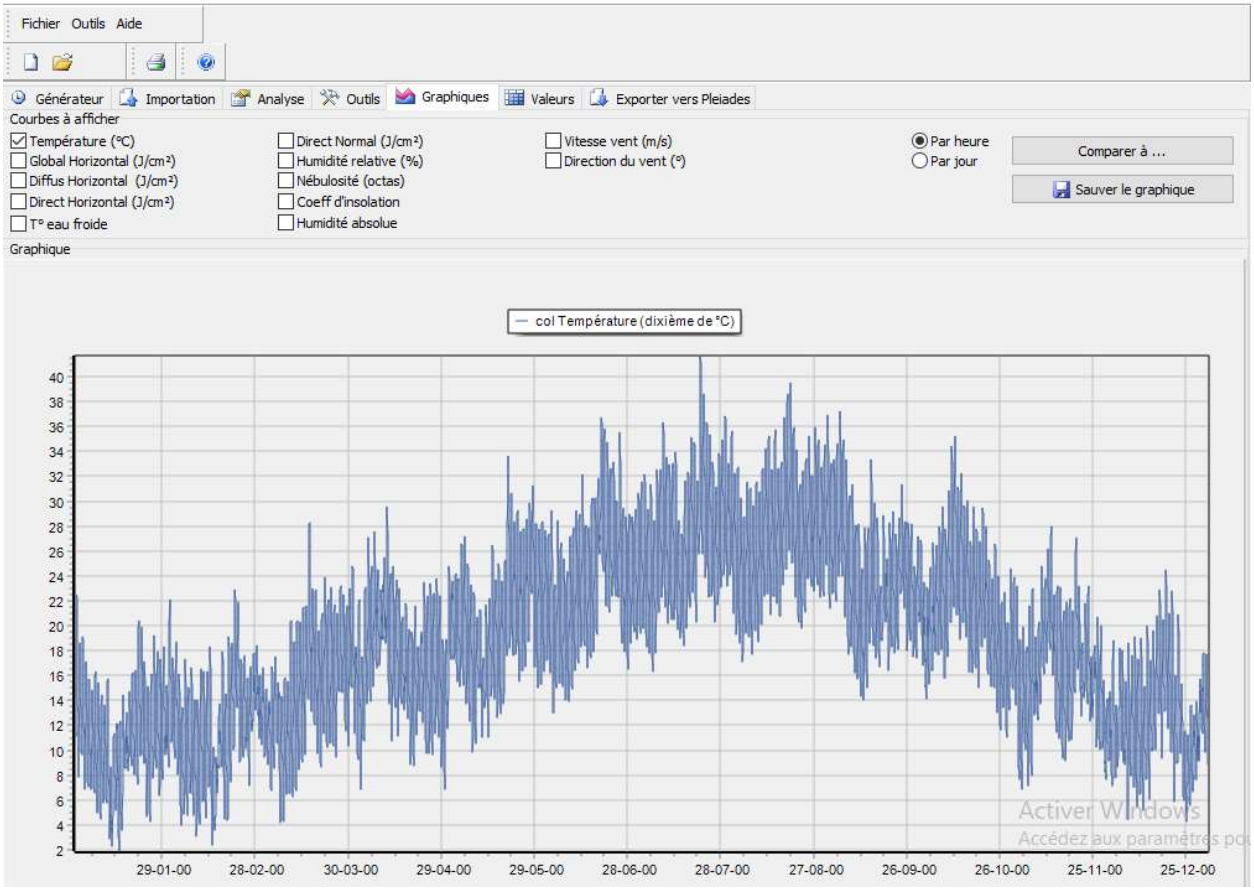


Figure 3-26 Température journaliéres maximales et minimales

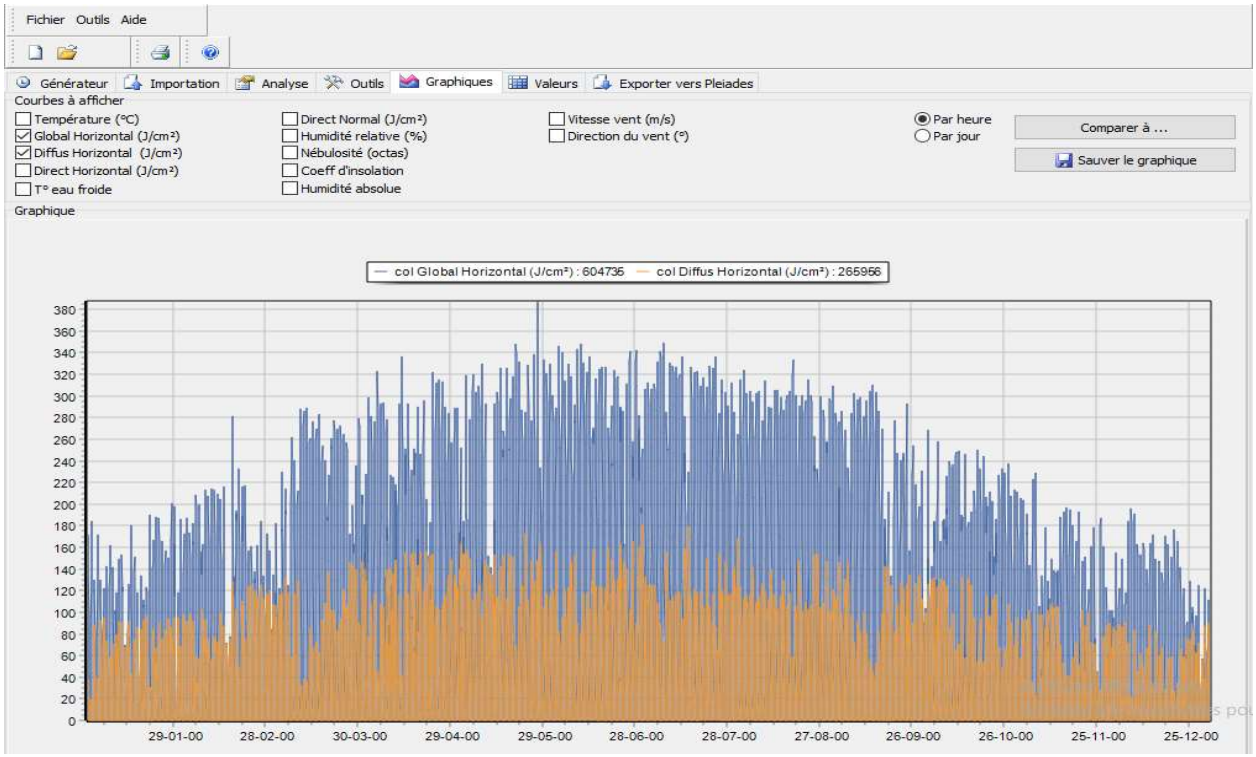


Figure 3-27 Rayonnement diffus et global durant l'année sur site de Collo

❖ Création des scénarios

- Scénarios d'occupation

Ils sont définis par ZONE thermique en STD et permettent de : Définir le nombre d'occupants à une heure donnée de la semaine.
Calcule de la puissance dissipée et l'humidité dégagée par chaque occupant. Par défaut,ces valeurs sont respectivement 80 W sensible et 0.055 kg eau/h.
Pour notre cas de simulation, nous allons créer et affecter des scénarios d'occupation différents pour chaque zone selon l'occupation de l'espace par heure

Scénario d'occupation pour la 1 ére zone :

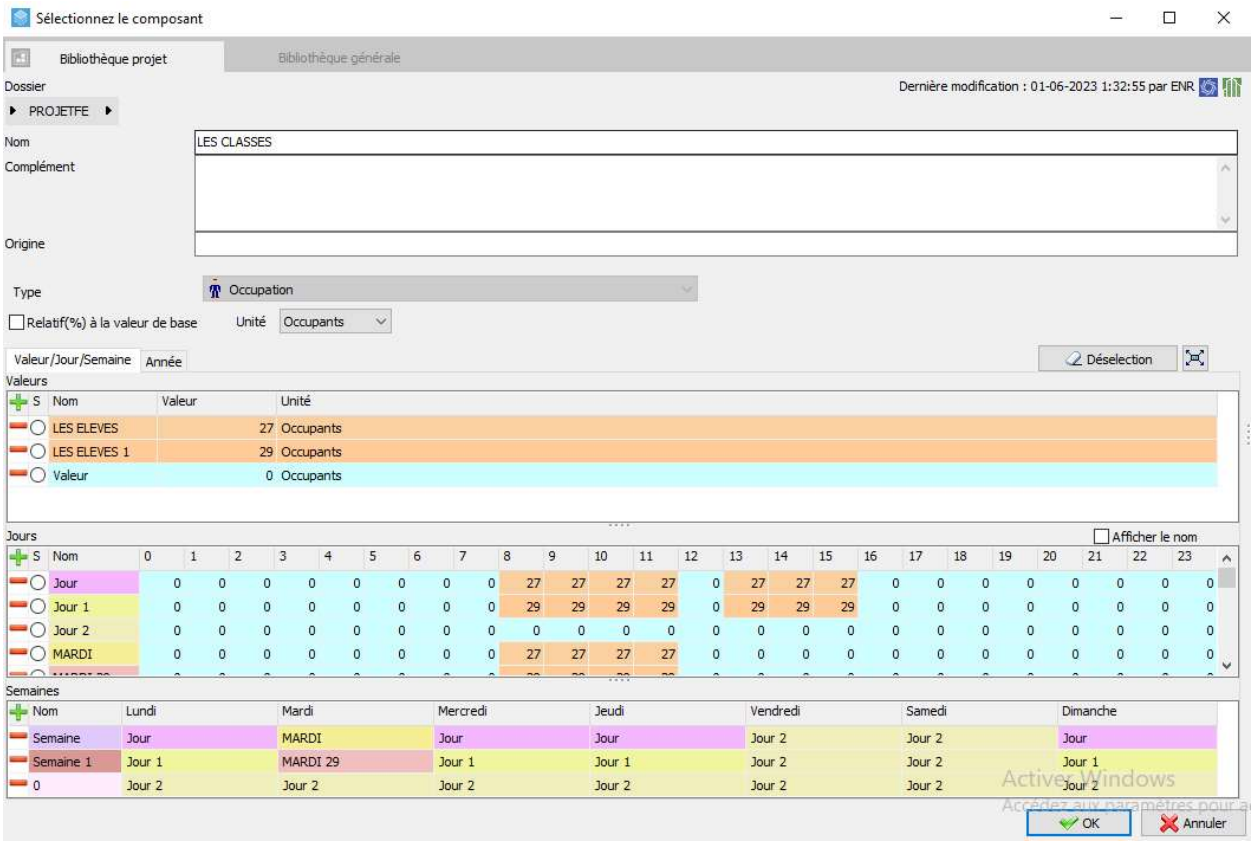


Figure 3-28 Scénario d'occupation pour la 1 ére zone

Scénario pour la 2 eme zone :

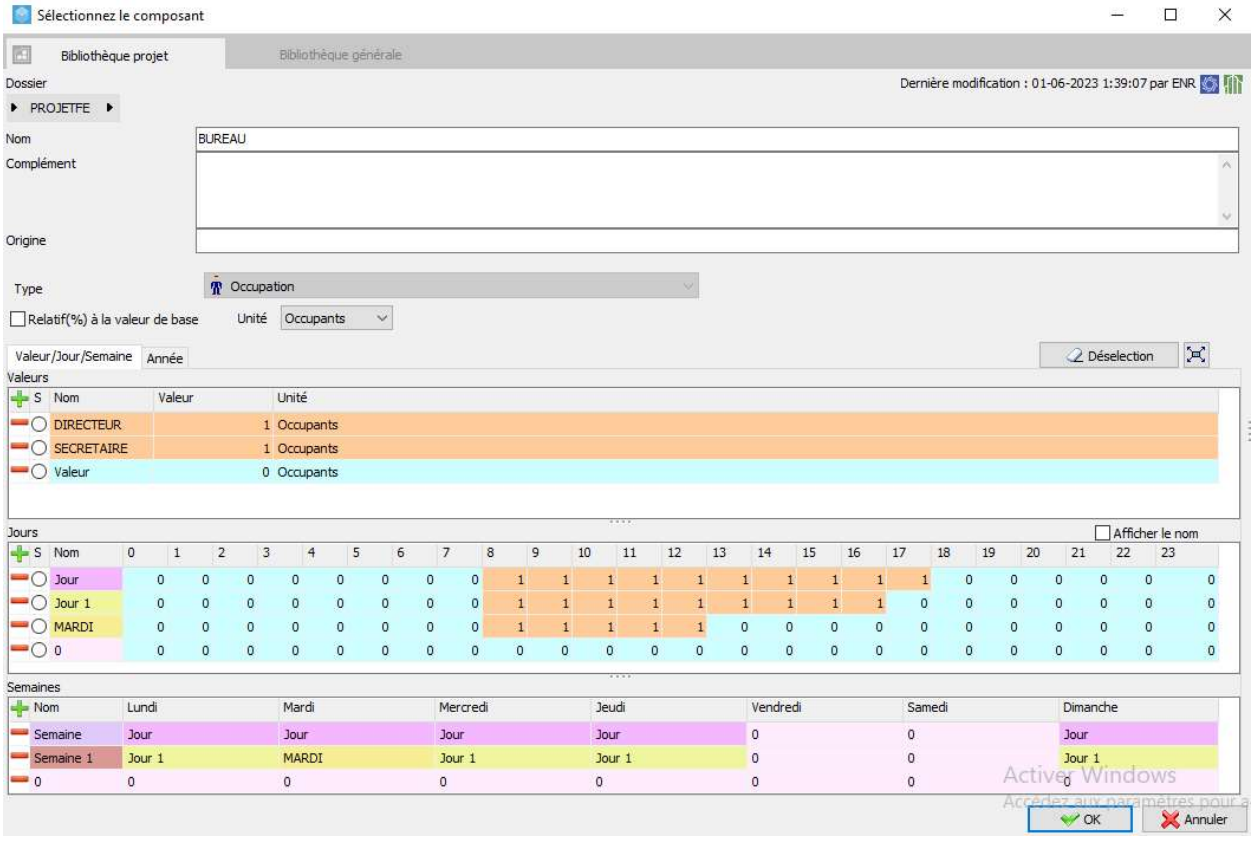


Figure 3-29 Scénario d'occupation pour la 2 eme zone

- Scenario de consigne de thermostat

Ils sont définis par ZONE thermique en STD

Le scénario de température peut servir de consigne pour le chauffage ou pour La climatisation

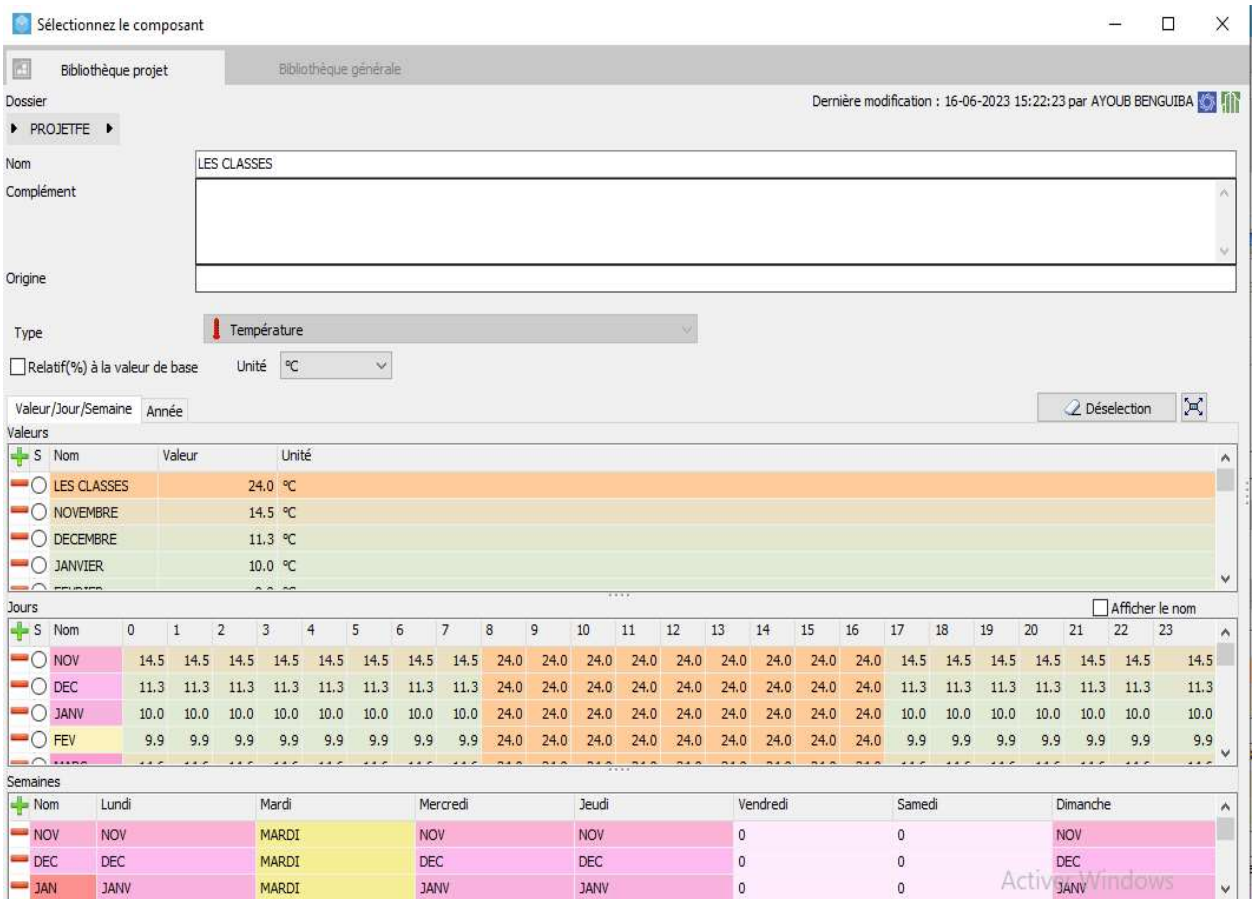


Figure 3-30 Scénario de chauffage avec consigne de thermostat

- Scénario de puissance dissipée

Les appareils électrique et les points lumineux du logement dégagent de la chaleur et pourcela on devait induire un scenario de puissance dissipée de chaque zone à fin de les rajouté à la chaleur dégagée par les occupants

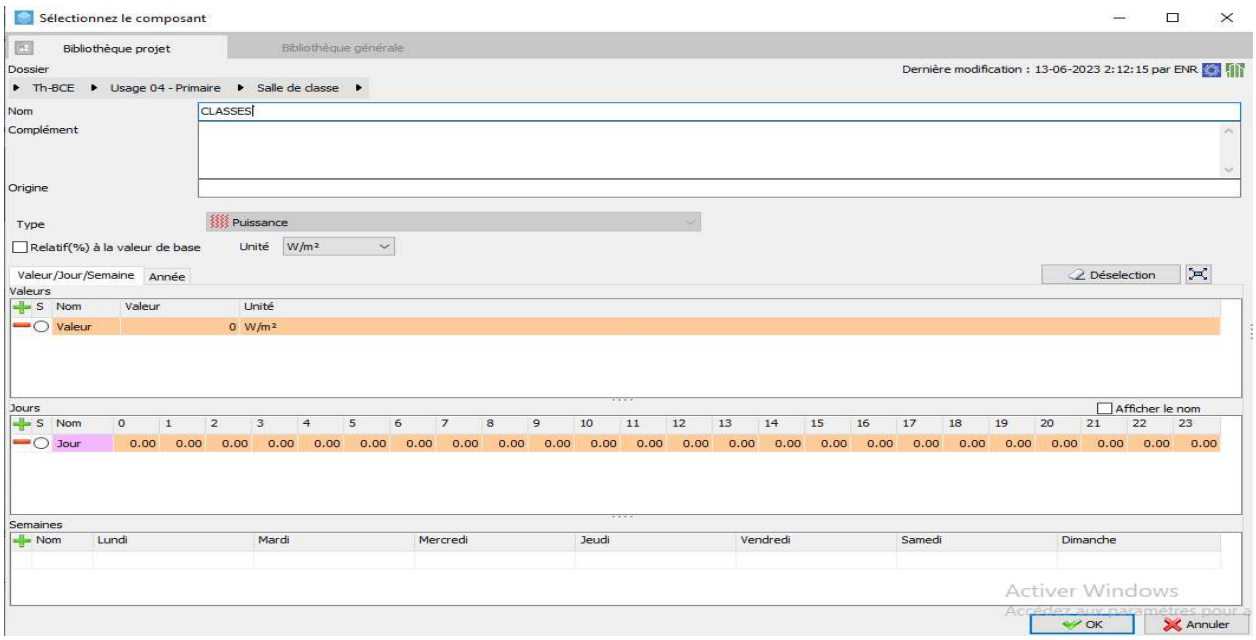


Figure 3-31 Scénario de la puissance dissipée de la zone 1

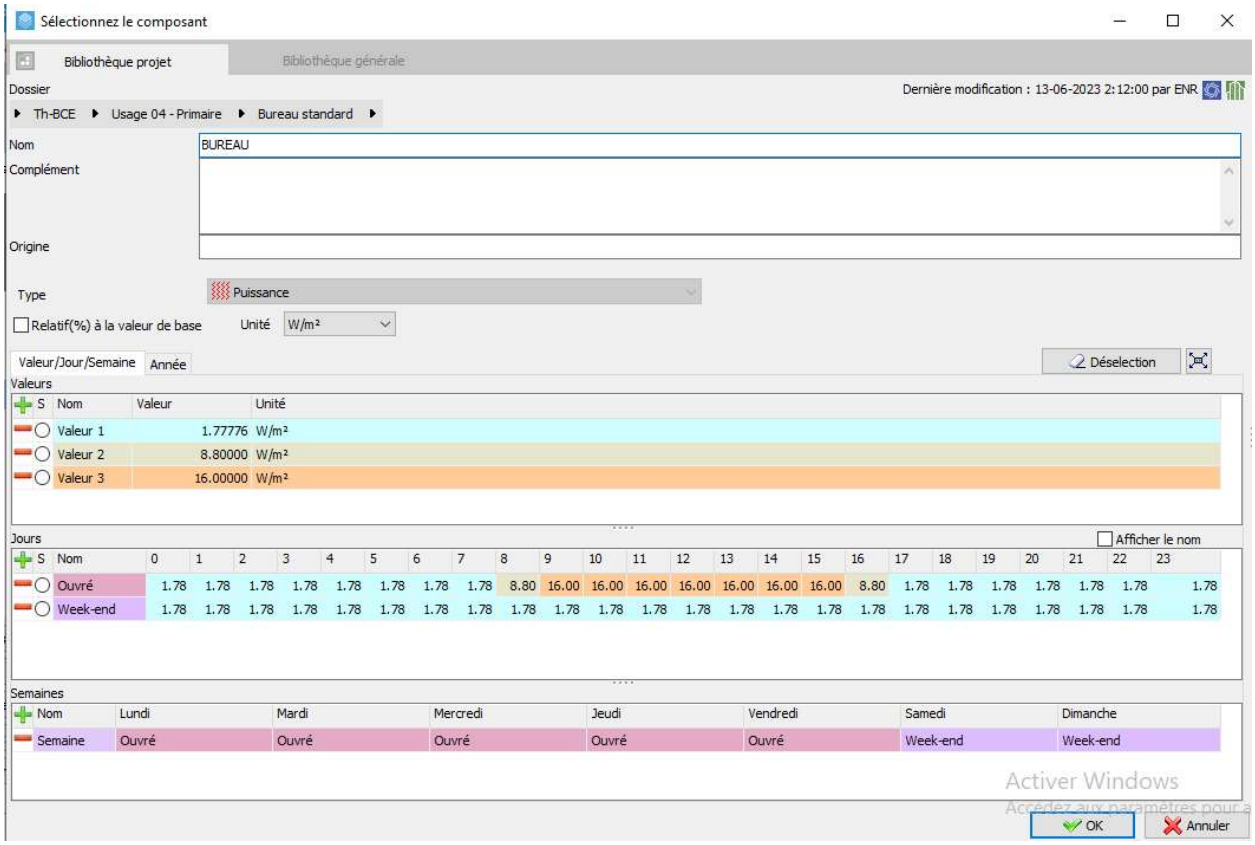


Figure 3-32 Scénario de la puissance dissipée de la zone 2

- **Scénario de ventilation**

Pour cette étude, on propose un taux de renouvellement d'air standard de 0.6 du volume habitable.

Scénario de ventilation naturelle sans consigne de thermostat

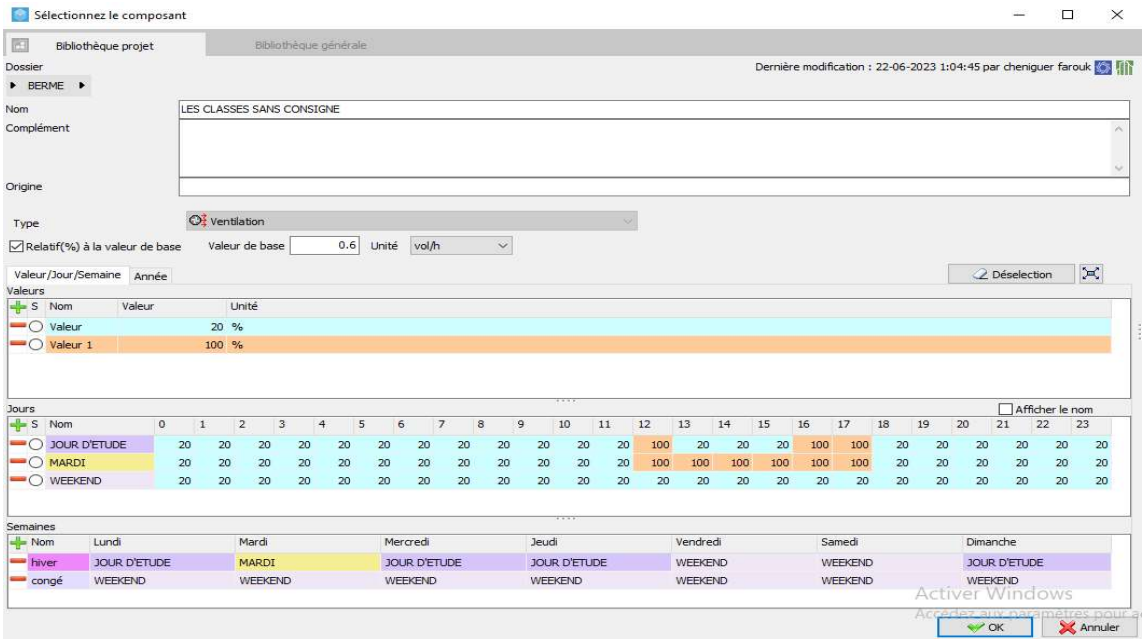


Figure 3-33 Scénario de ventilation naturelle sans consigne de thermostat (les classes)

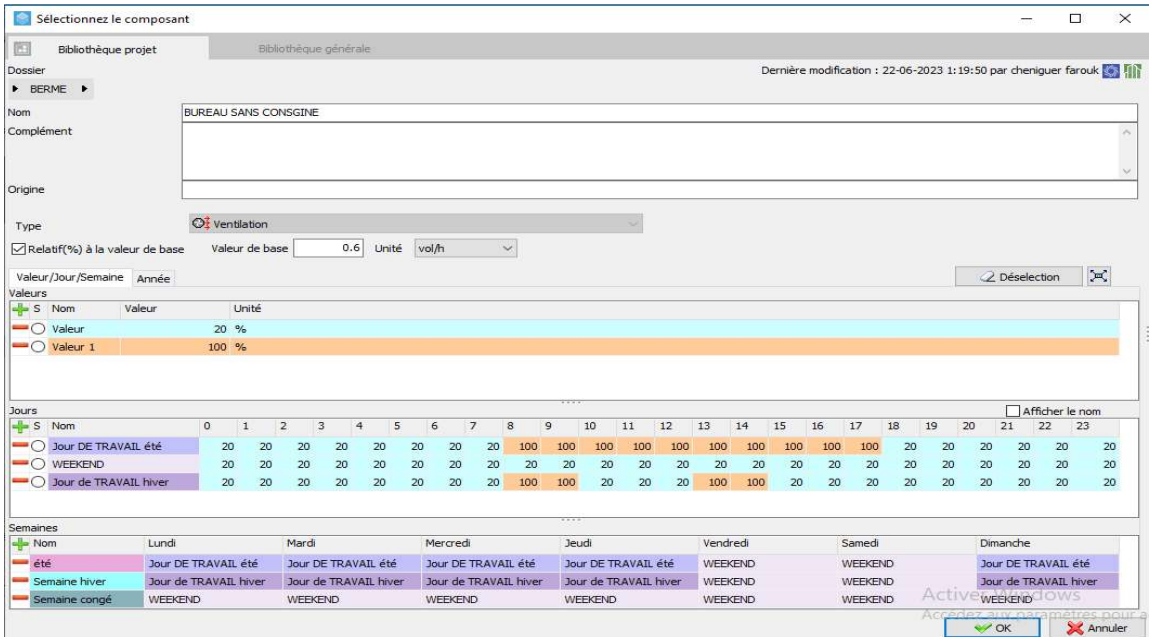


Figure 3-34 Scénario de ventilation naturelle sans consigne de thermostat (Bureau)

- **Scénario d'infiltration avec consigne de thermostat**

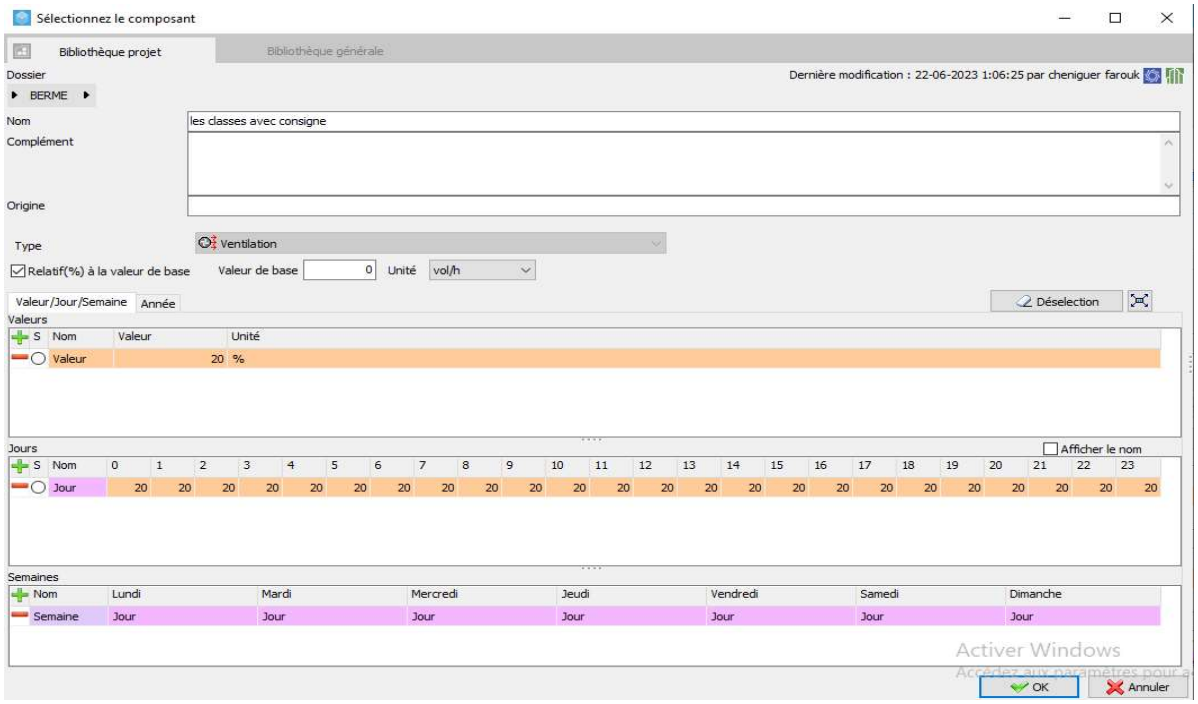


Figure 3-35 Scénario d'infiltration avec consigne de thermostat (Les classes)

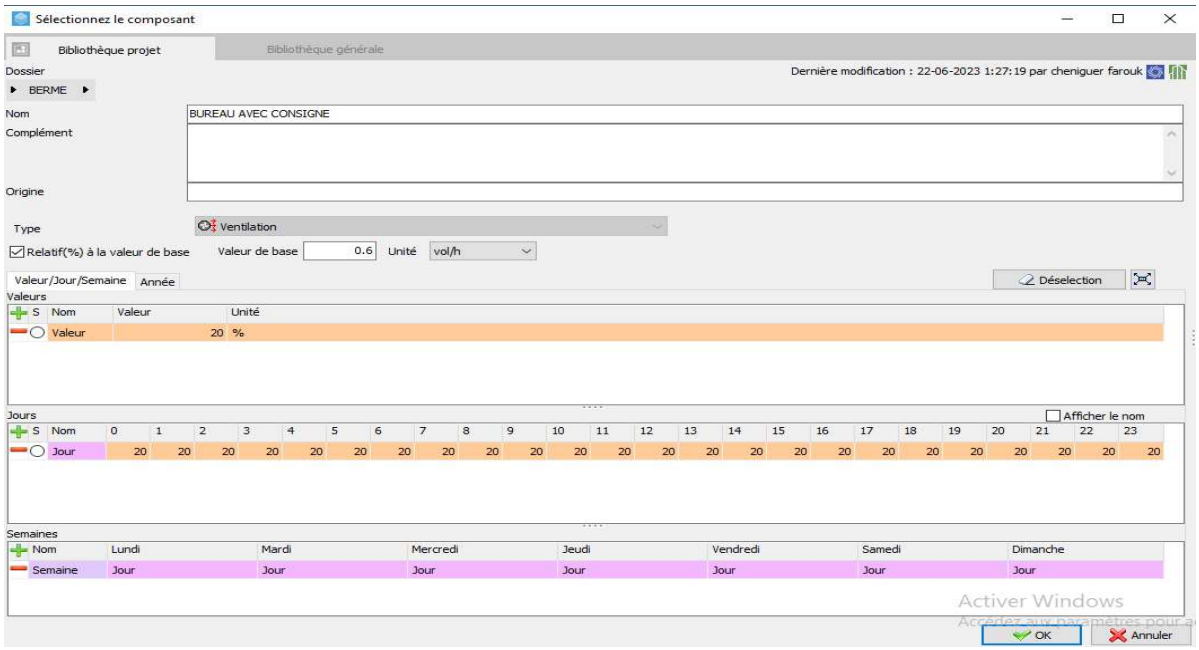


Figure 3-36 Scénario d'infiltration avec consigne de thermostat (Bureau)

❖ **Lancement de la simulation**

- **Les solutions passives de l'architecture bioclimatique choisies**

L'intégration d'isolation

Isoler thermiquement un bâtiment permet tout d'abord d'offrir un confort de vie à ses occupants puisque la température est maintenue à un niveau agréable.

Mais, l'isolation thermique permet aussi de limiter le gaspillage énergétique. En effet, cette technique permet de réduire la consommation d'énergie – que ce soit pour alimenter le chauffage ou la climatisation. Dès lors, l'isolation thermique permet de réduire les factures d'énergie et donc de réaliser des économies.
Donc on a proposé les Panneaux de liège comme un isolant.

Les critères du choix de l'isolant

- Le liège est l'une des matériaux d'isolation courant en Algérie.
- Moins de risque d'irritation allergique.
- Cout faible de ce matériau (il est fabriqué par une usine dans la commune de Collo).
- Il se distingue par sa facilité d'installation, permettant une mise en place aisée dans les murs.
- Renouvelable et recyclable.
- arrêt des champs magnétiques (en panneaux)
- La conductivité thermique déclarée du liège varie de 0.038 à 0.043 W/(m.K) mais il existe sur le marché des isolants en liège expansé pur dont le lambda est certifié à 0.040 W/(m.K). Les épaisseurs variant de 30mm avec R = 0.75 m2.K/W à 200mm avec R= 5 m2.K/W.

Composition du mur extérieur avec l'isolation

Composants	T	cm	kg/m²	λ	R
Panneau de liège		4.000	5	0.04	1.00
Mortier		1.000	22	1.4	0.01
BRIQUE CREUSE 15 CM		15.000	135	0.48	0.31
Lame d'air 50 mm flux asc.		5.00	0	0.313	0.16
BRIQUE CREUSE 15 CM		15.000	135	0.48	0.31
Mortier		1.000	22	1.4	0.01
Enduit plâtre		3.000	45	0.35	0.09
Total		44	364		1.89

Extérieur

Intérieur

Figure 3-37 composition du mur extérieur avec l'isolation (les classes)

Composants	T	cm	kg/m²	λ	R
Panneau de liège		4.000	5	0.04	1.00
Mortier		1.000	22	1.4	0.01
BRIQUE CREUSE 15 CM		15.000	135	0.48	0.31
Mortier		1.000	22	1.4	0.01
Total		21	184		1.33

Extérieur

Intérieur

Figure 3-38 composition du mur extérieur avec l'isolation (Bureau)

Composition de la plancher haut avec l'isolation

Figure 3-39 composition de la plancher haut avec l'isolation (Les classes)

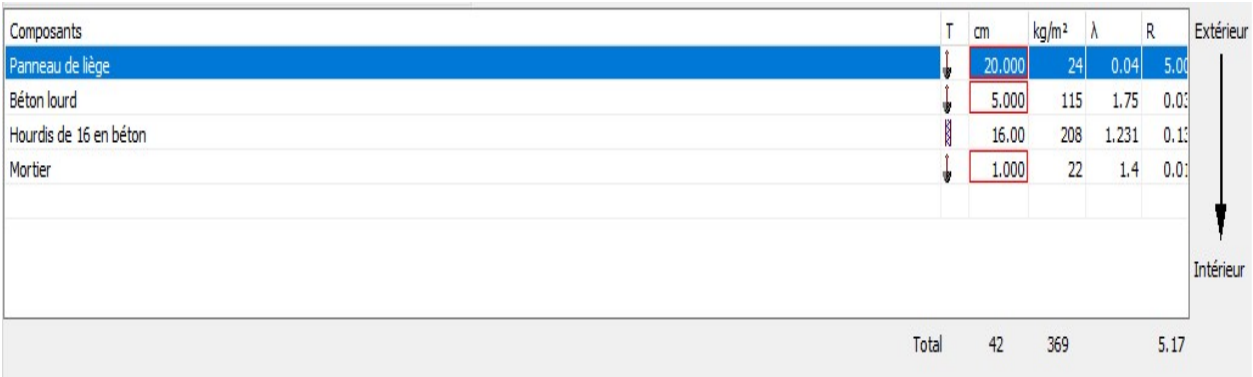


Figure 3-40 composition de la plancher haut avec l'isolation (Bureau)

Lancement de la simulation

3.3 Conclusion

Dans ce chapitre on a présenté les scénarios de déroulements des activités des occupants ainsi que nous avons définis la simulation thermique dynamique, et le fonctionnement du logiciel, Dans le chapitre suivant, nous présentons les résultats et discussions obtenus après le lancement des simulations.

4 CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSIONS

1.INTRODUCTION

En raison du cout et des durées expérimentales, la simulation st un moyen efficace pour mettre au point et étudier le comportement thermique des bâtiments en régime variable. Mais il est nécessaire de savoir ce que l'on cherche pour utiliser l'outil de façon optimal.

Ce chapitre présente les résultats obtenus après simulation, avec consigne et sans consigne dans les deux périodes estivale et hivernale.

- **Variante 01 :** simulation du cas initial.
- **Variante 02 :** simulation avec l'intégration de l'isolation dans les murs extérieur et le plancher haut.

2.Variante 01

- ✓ **Simulation sans consigne de thermostat**

- **Résultat de simulation**

Nous avons obtenu les résultats suivant :

Tableau 13 Les températures de chaque zone pour le cas initial sans consigne de thermostat

	T Min (Cº)	T Moy (Cº)	T Max (Cº)
Les classes	9.9	23.8	36.8
Escalier	6.6	21.8	38.8
Bureau	6.9	22.1	38.5
Total	**6.6**	**23.6**	**38.8**

Visualisation graphique

- **Semaine la plus Froid**

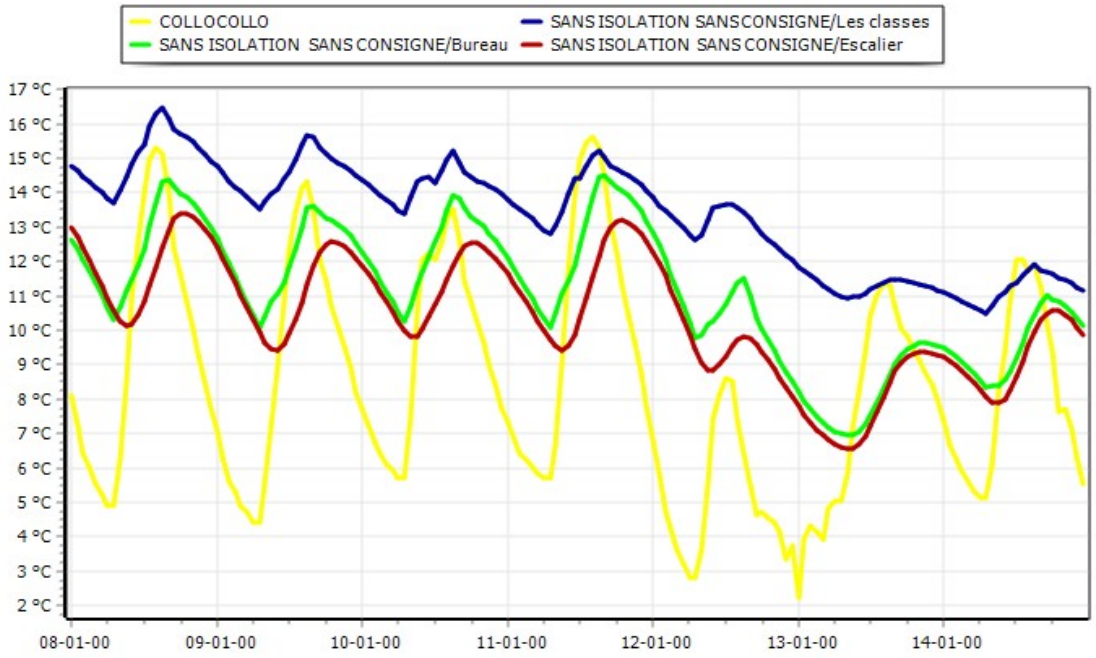


Figure 3-41 Evolution de la température de chaque zone pendant la semaine la plus froid

Interprétation

D'après la visualisation graphique de la figure, nous avons remarqué que le profil de température augmente progressivement avec le temps.

Pendant la semaine la plus froide, nous constatons que les températures à l'extérieur varient de 2.4 C° à 15.9 C°.
Pour la zone 01 qui représente les classes, les températures varient de 10.5 C° à 16.5 C° ; Cette dernière est égale à celle de l'extérieur mais n'est pas conforme à la plage du confort (20 C° ; 24 C°).

Pour la zone 02 qui représente le bureau, les températures varient de 6.9 C° à 14.5 C° ; cette dernière est inférieure à celle de l'extérieur est cette zone est aussi plus frais que la zone 01 car la zone 01elle est déjà bien isolés par des matériaux d'isolation est aussi la zone 02 n'est pas conforme à la plage du confort (20 C° ; 24 C°).

Pour la zone 03 représentant l'escalier, les températures varient de 6.5 C° à 13.5 C° ; cette dernière est plus inferieur que les autre zone est l'extérieur car la zone 3 est ouvert sur l'extérieur donc n'est pas conforme à la plage du confort (20 C° ; 24 C°).

- **Semaine la plus chaud**

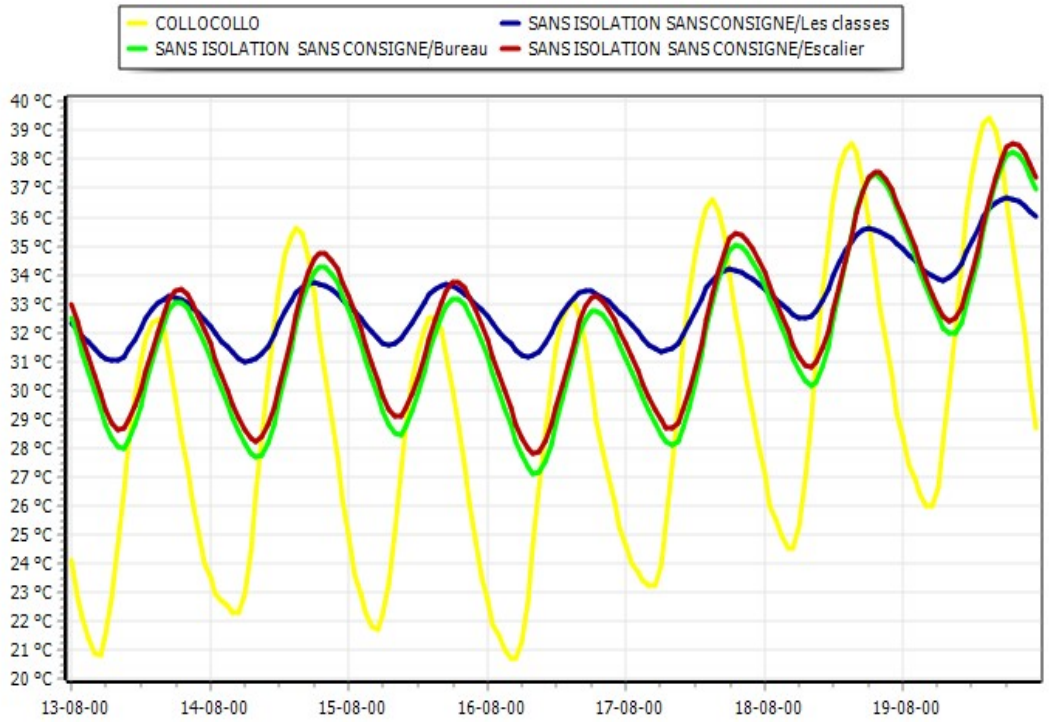


Figure 3-42 Evolution de la température de chaque zone pendant la semaine la plus chaud

Interprétation

D'après la visualisation graphique de la figure, nous avons remarqué que le profil de température augmente progressivement avec le temps.

Pendant la semaine la plus chaud, nous constatons que les températures à l'extérieur varient de 20.9 C° à 39.5 C°.
Pour la zone 01 qui représente les classes, les températures varient de 31 C° à 36.5 C° ; Cette dernière est égale à celle de l'extérieur mais n'est pas conforme à la plage du confort (20 C° ; 24 C°).

Pour la zone 02 qui représente le bureau, les températures varient de 27.4 C° à 38.4 C° ; cette dernière est inférieure à celle de l'extérieur est cette zone est aussi plus chaud que la zone 01 car la zone 01elle est déjà bien isolés par des matériaux d'isolation est aussi la zone 02 n'est pas conforme à la plage du confort (20 C° ; 24 C°).

Pour la zone 03 représentant l'escalier, les températures varient de 27.9 C° à 38.9 C° ; cette dernière est plus supérieure que les autres zones est l'extérieur car la zone 3 est ouverte sur l'extérieur donc n'est pas conforme à la plage du confort (20 C° ; 24 C°).

- ✓ **Simulation avec consigne de thermostat**

- **Résultat de simulation**

Nous avons obtenu les résultats suivant :

Visualisation graphique

- **Semaine plus froide**

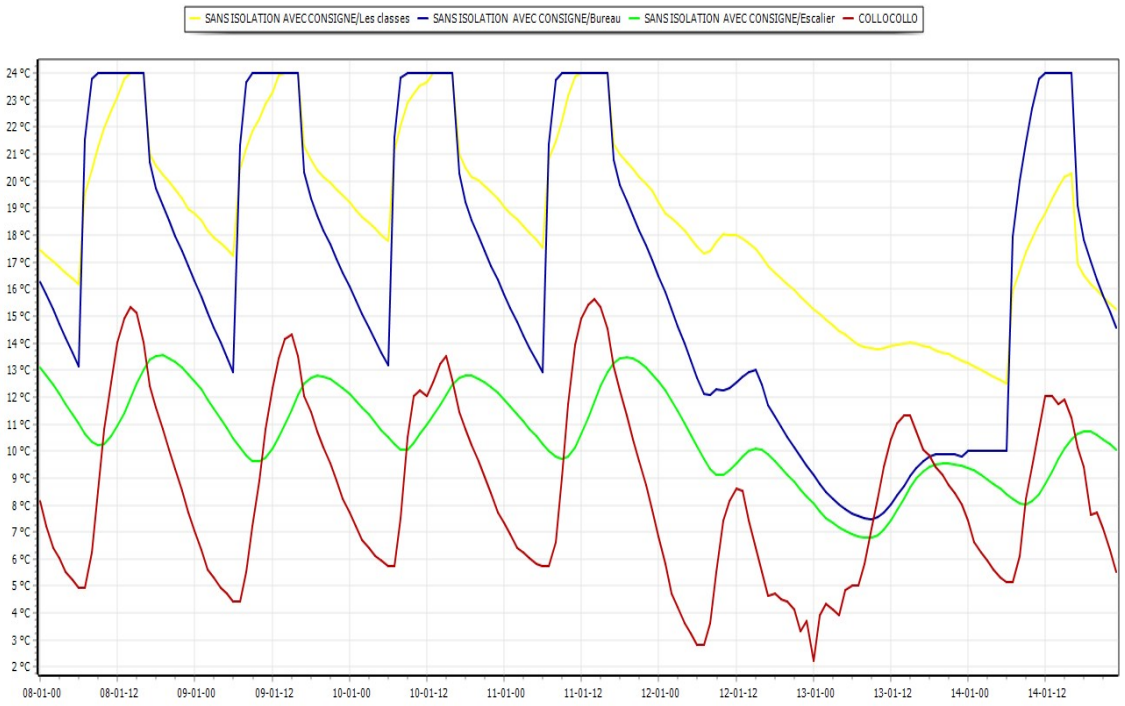


Figure 3-43 Evolution de la température de chaque zone pendant la semaine la plus froide

- **Semaine la plus chaud**

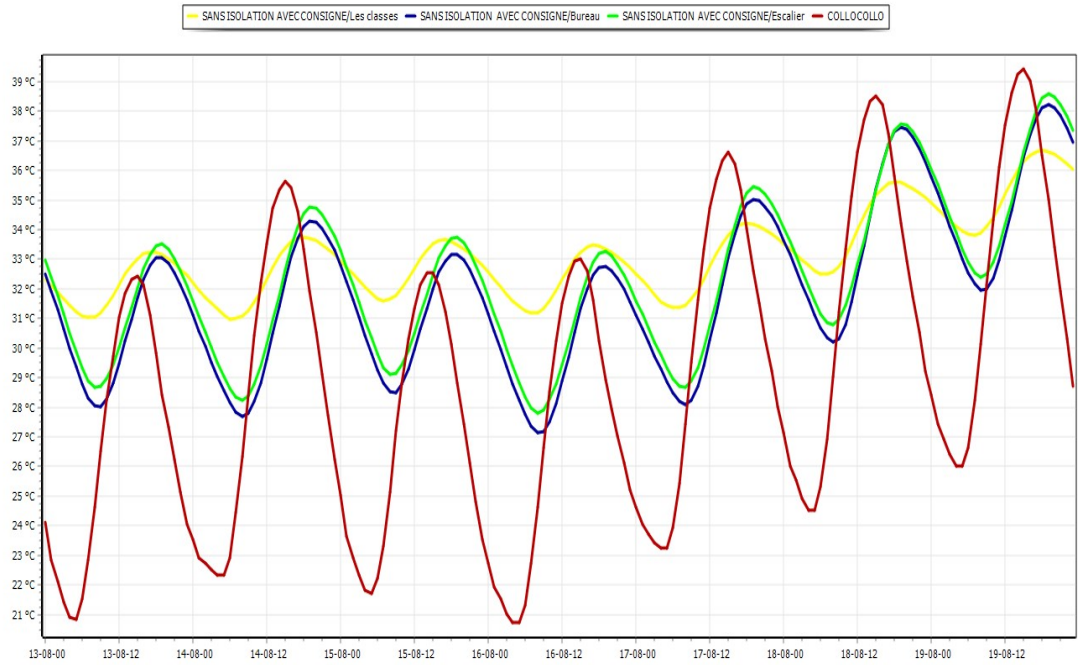


Figure 3-44 Evolution de la température de chaque zone pendant la semaine la plus chaud

Interprétation

Après l'intégration de la consigne thermostat 24 C° pour le chauffage, nous avons constaté que le confort est atteint, est qui a été assuré par une puissance de chauffage de 43337 W, les besoins en chauffage de chaque zone présentés sur le tableau suivants :

Tableau 14 Besoins de chauffage de chaque zone pour le cas initial avec consigne de thermostat

Zone	Besoins Chauffage kWh	Besoins Chauffage kWh/m^2	Puissance Chauffage W
Les classes	21714	35	40145
Bureau	1309	106	3192
Escalier	0	0	0
TOTAL	**23337**	**36**	**43337**

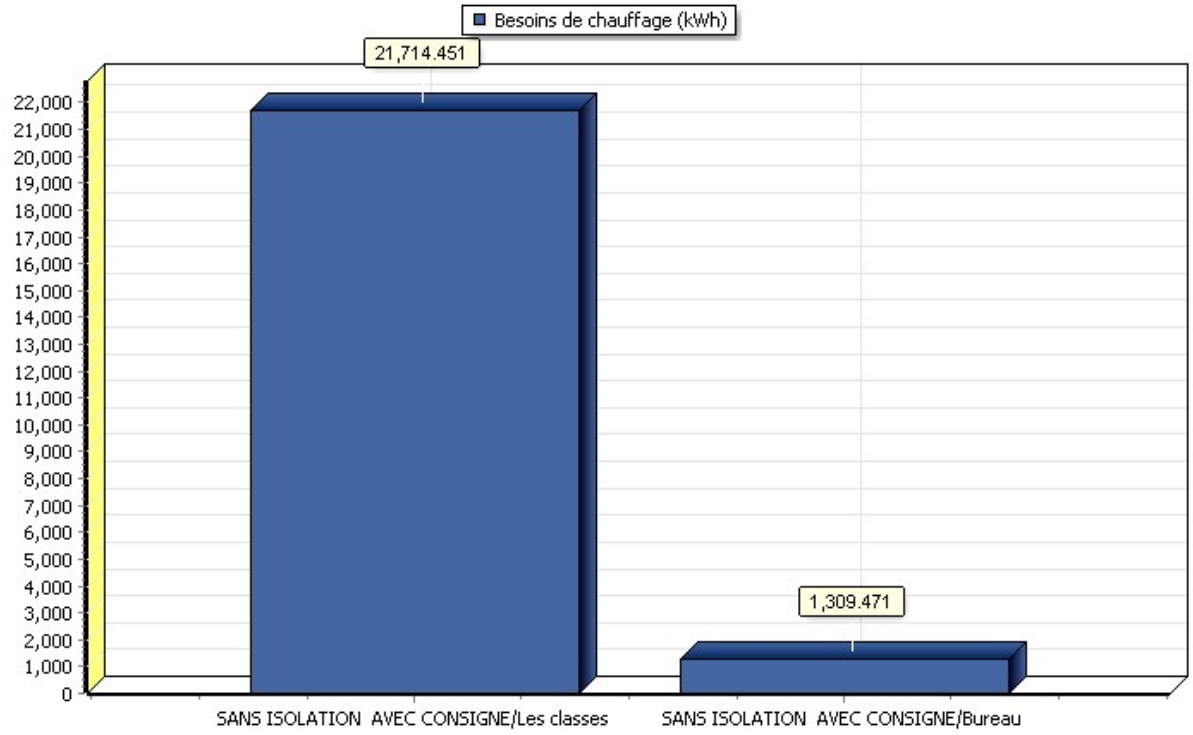


Figure 3-45 Histogramme des Besoins en Chauffage

On a constaté que les besoins en chauffage dans la zone 01 (les classes) estimés à 21714,451 kWh et dans la zone 02 (bureau) 1309,471 kWh.

3 .Variante 02

- ✓ **Simulation sans consigne de thermostat avec isolation**

- **Résultat de simulation**

Nous avons obtenu les résultats suivant :

Tableau 15 Les températures de chaque zone sans consigne de thermostat avec isolation

	T Min (Cº)	T Moy (Cº)	T Max (Cº)
Les classes	12.8	24.4	34.4
Escalier	6.9	21.7	38.3
Bureau	11.4	23.1	34.0
Total	**6.9**	**24.1**	**38.3**

Visualisation graphique

- **Semaine la plus froide**

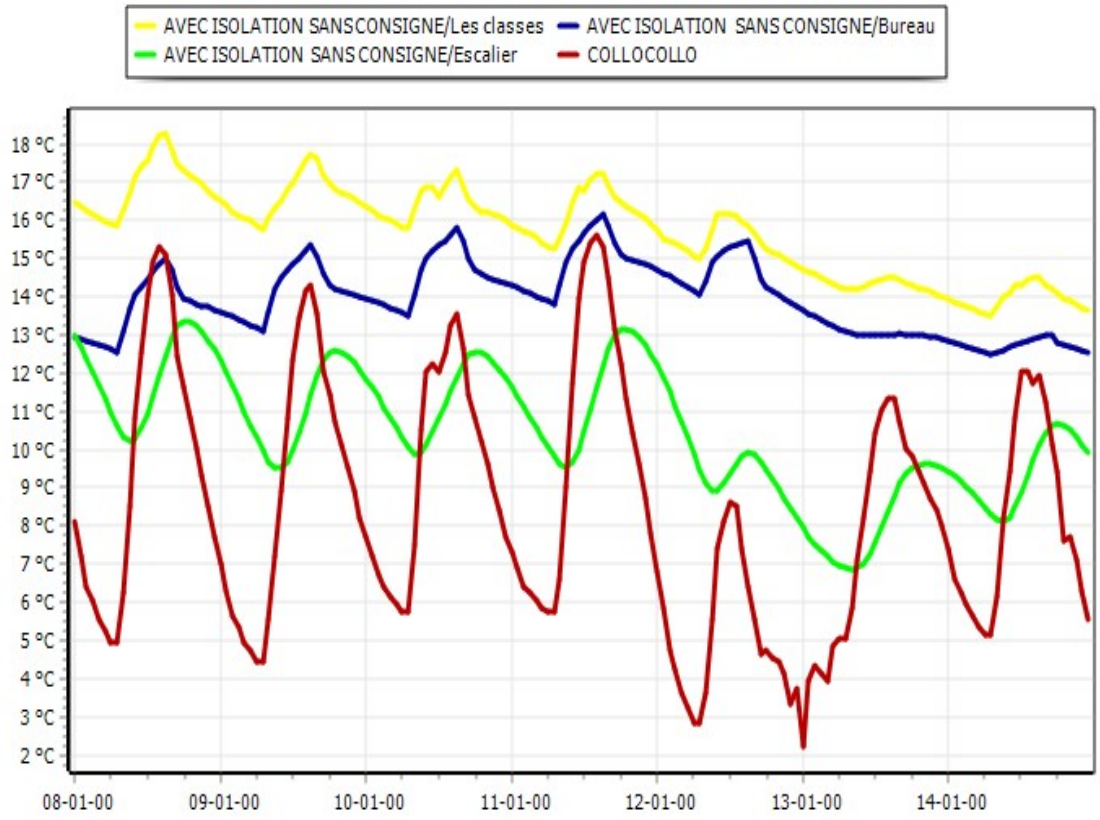


Figure 3-46Evolution de la température de chaque zone pendant la semaine la plus froide

Interprétation

D’après la visualisation graphique de la figure, nous avons remarqué que le profil de température augmente progressivement avec le temps.

Pendant la semaine la plus froide, nous constatons que les températures à l’extérieur varient de 2.4 C° à 15.9 C°.
Pour la zone 01 qui représente les classes, les températures varient de 13.5 C° à 18.5 C°.

Pour la zone 02 qui représente le bureau, les températures varient de 12.5 C° à 16.4 C° ; cette dernière est plus frais que la zone 01 cela et du aux apports solaires reçus sur la toiture de la zone 01 et due à la position de chaque pièce.

Pour la zone 03 représentant l’escalier, les températures varient de 7 C° à 13.5 C° ; cette dernière est plus inferieur que les autre zone car la zone 3 est ouvert sur l’extérieur.

- **Semaine la plus chaude**

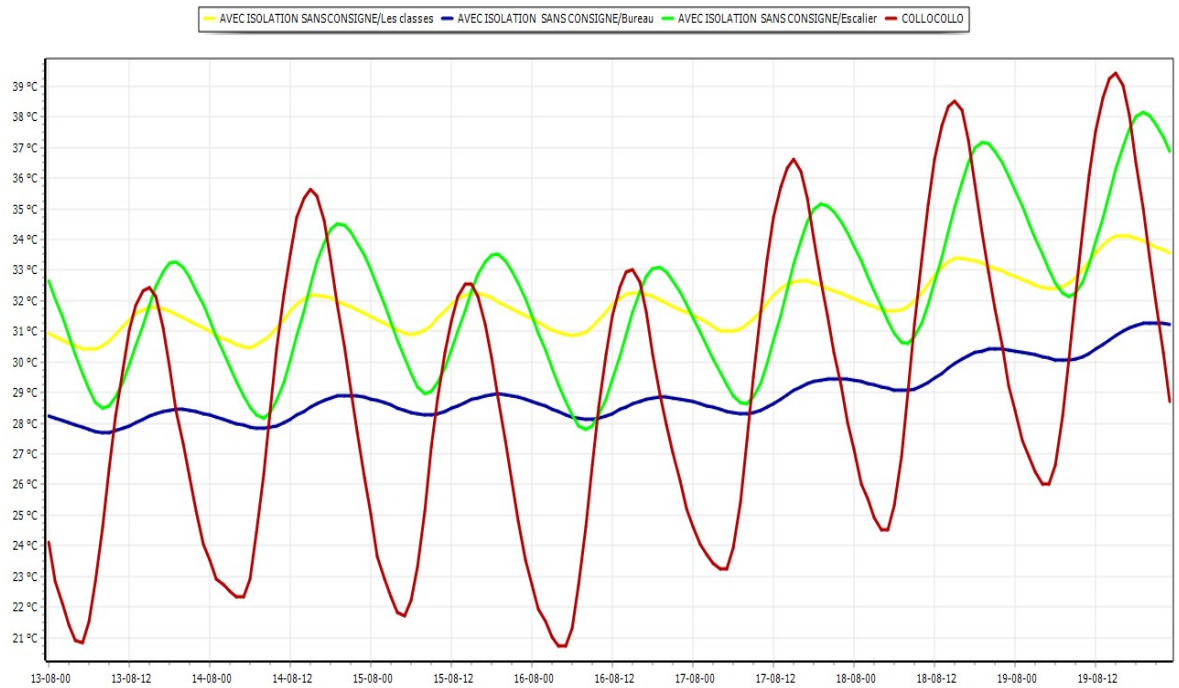


Figure 3-47 Evolution de la température de chaque zone pendant la semaine la plus chaud

Interprétation

D’après la visualisation graphique de la figure, nous avons remarqué que le profil de température

augmente progressivement avec le temps.

Pendant la semaine la plus froide, nous constatons que les températures à l'extérieur varient de 20.9 C° à 39.5 C°.
Pour la zone 01 qui représente les classes, les températures varient de 30.5 C° à 34 C°.

Pour la zone 02 qui représente le bureau, les températures varient de 27.9 C° à 31.5 C°.

Pour la zone 03 représentant l'escalier, les températures varient de 28 C° à 38.4 C° ; cette dernière est plus supérieure que les autres zones car la zone 3 est ouverte sur l'extérieur.

- ✓ **Simulation avec consigne de thermostat avec isolation**

- **Résultat de simulation**

Nous avons obtenu les résultats suivant :

Visualisation graphique

- **Semaine la plus froide**

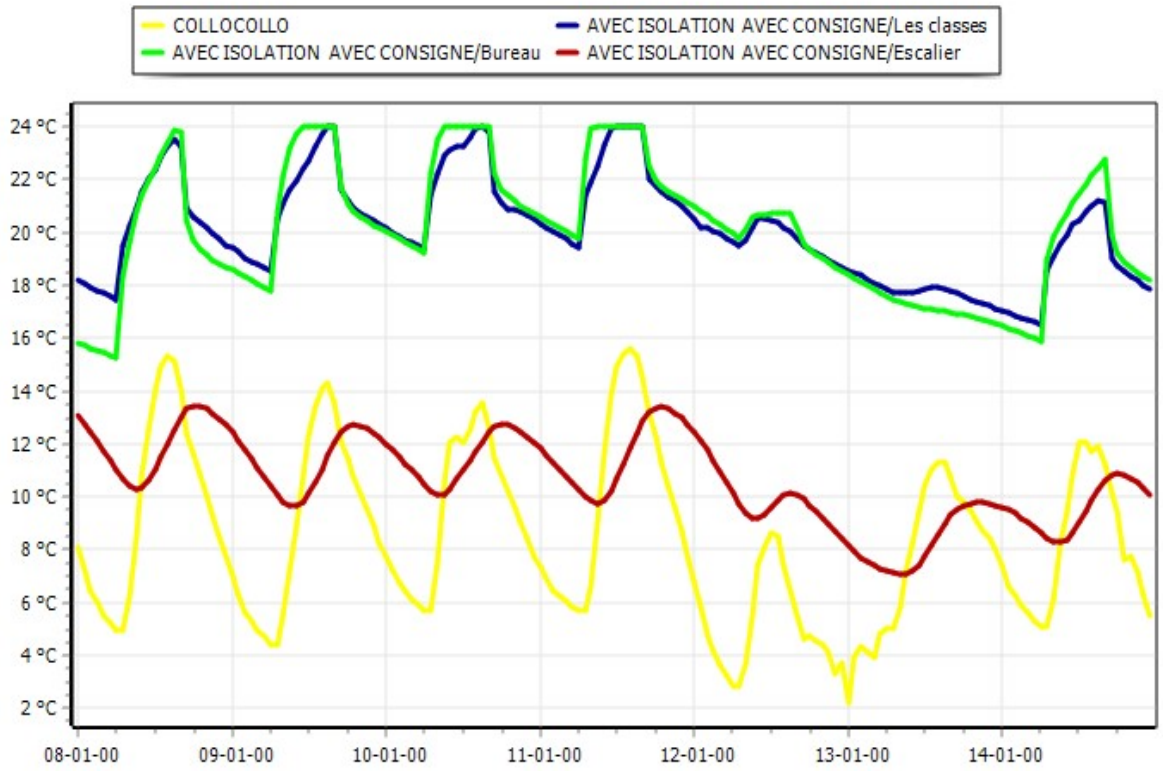


Figure 3-48 Evolution de la température de chaque zone pendant la semaine la plus froide

- **Semaine la plus chaude**

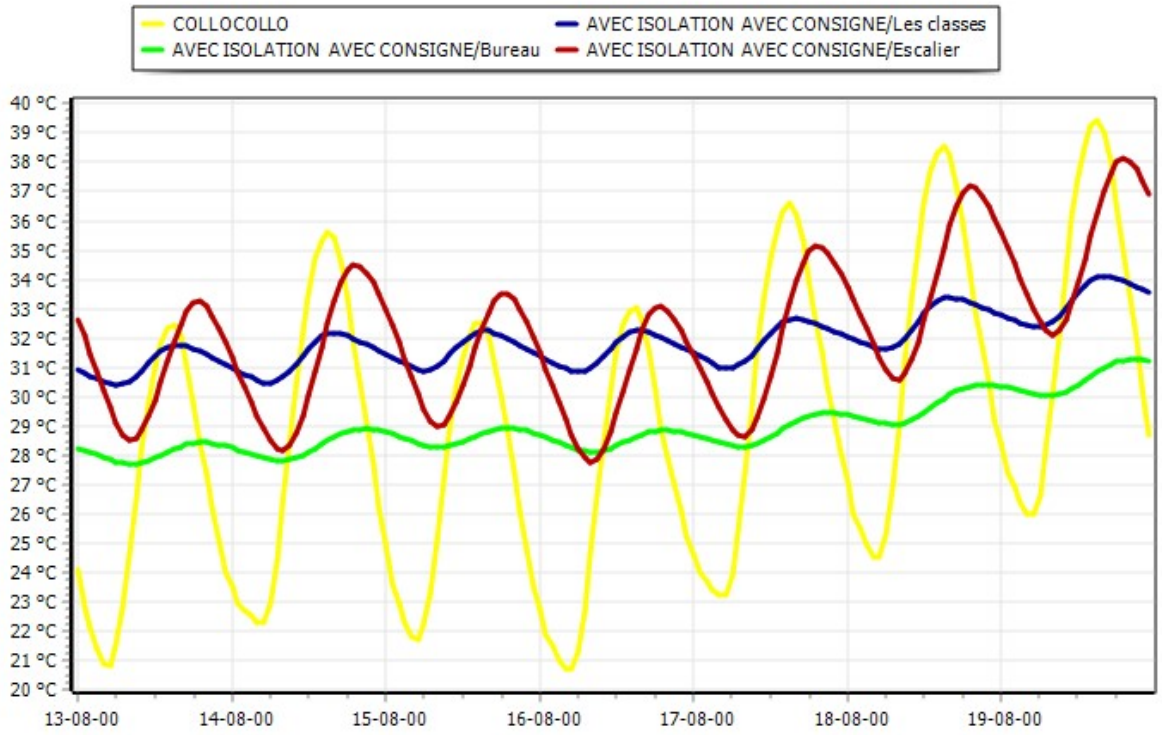


Figure 3-49 Evolution de la température de chaque zone pendant la semaine la plus chaud

Interprétation

Après l'intégration de la consigne thermostat 24 C° pour le chauffage, nous avons constaté que le confort est atteint, est qui a été assuré par une puissance de chauffage de 24840 W, les besoins en chauffage de chaque zone présentés sur le tableau suivants :

Tableau 16 : Besoins de chauffage de chaque zone avec isolation avec consigne de thermostat

Zone	Besoins Chauffage kWh	Besoins Chauffage kWh/m^2	Puissance Chauffage W
Les classes	11553	18	23682
Bureau	460	37	1158
Escalier	0	0	0
TOTAL	**12012**	**19**	**24840**

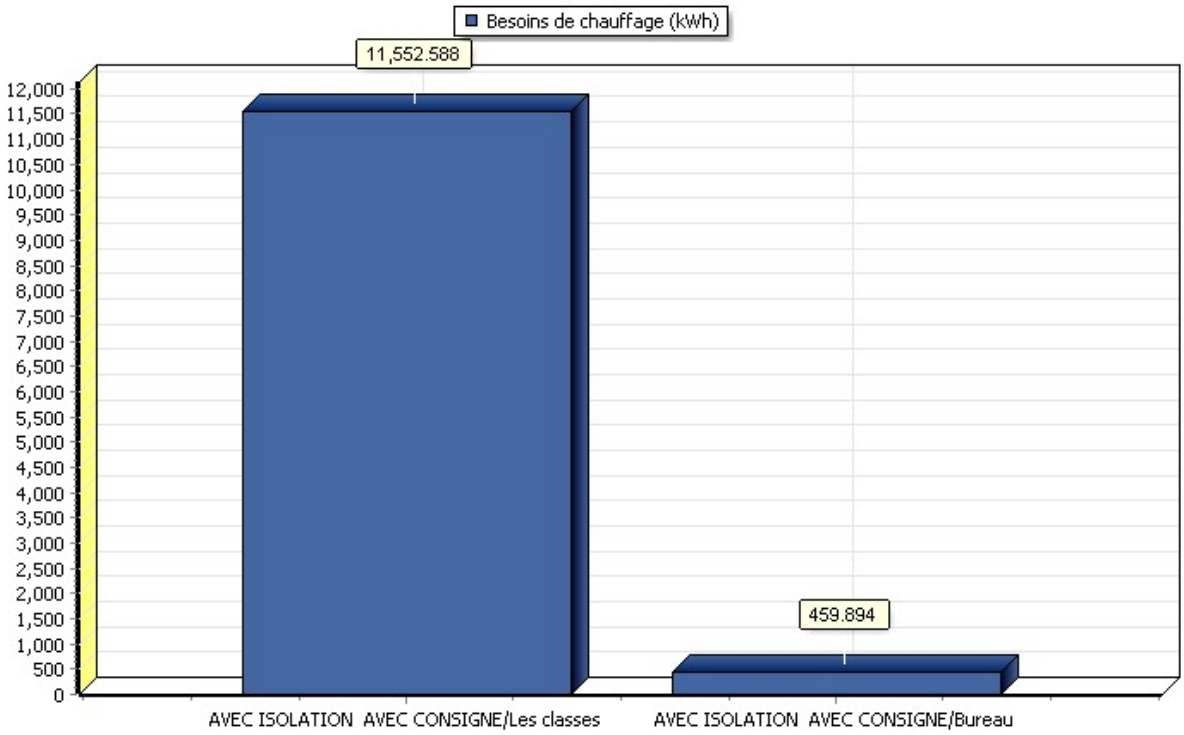


Figure 3-50 Histogramme des Besoins en Chauffage

4 .Récapitulation des résultats

On va comparer les besoins en chauffage avec et sans isolation, les résultats sont affichés sous forme d'histogrammes :

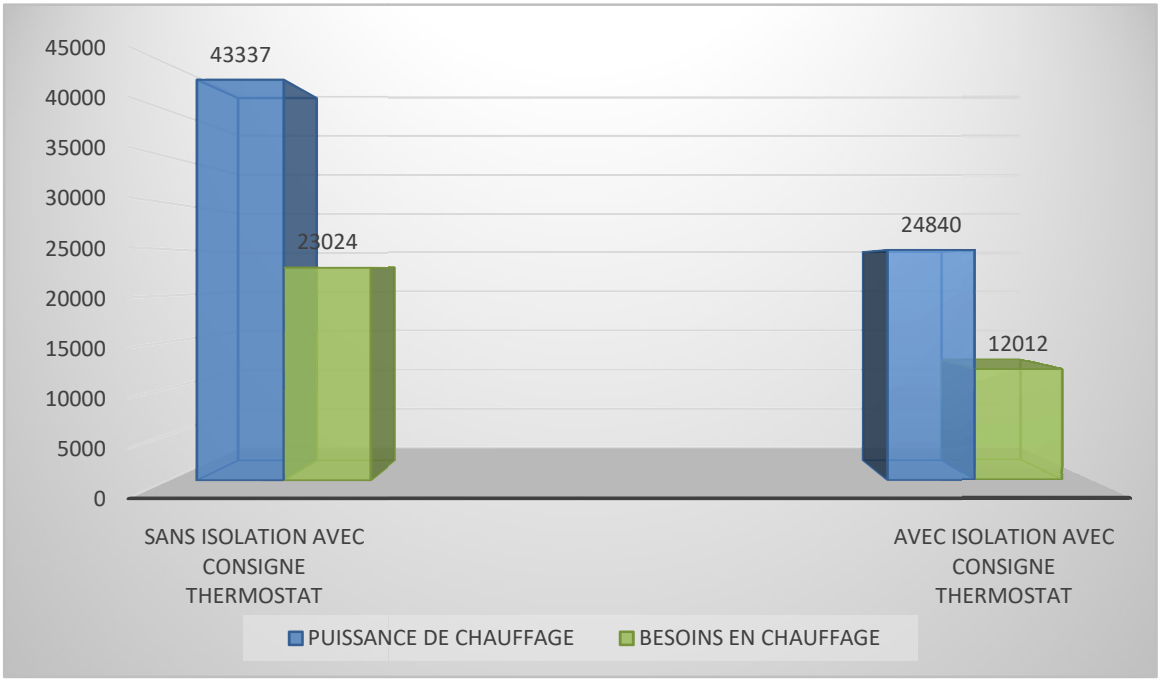


Figure : Histogramme de Besoin en Chauffage et puissance de chauffage pour les deuxvariantes

Remarque :

Apres comparaison des résultats obtenus, nous avons constaté que grâce à l'intégration de l'isolation, nous avons pu réduire la consommation énergétique de notre cas d'étude : le taux de réduction est estimé à 57%.

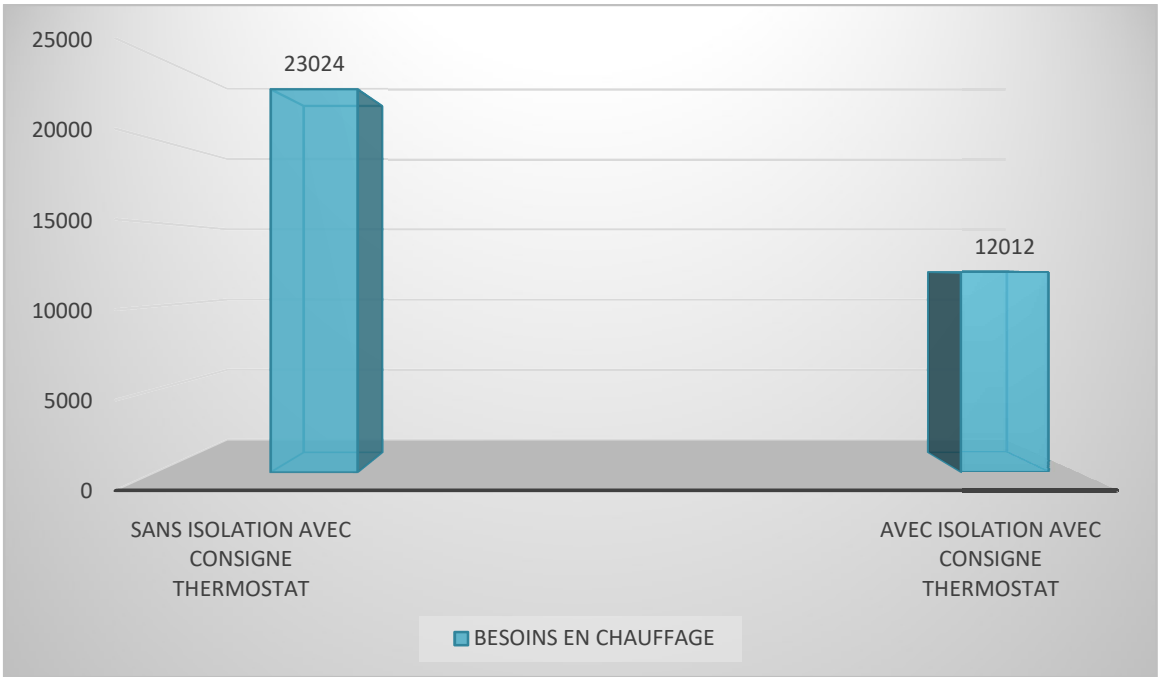


Figure : Histogramme des Besoins en Chauffage pour les deux variantes

Interprétation

On remarque que les besoins de chauffage sont supérieurs ce qui est logique en sachant que l'école implantée dans une zone qui a un hiver long et froid. On conclut qu'après l'intégration des consignes thermostats hiver, on a atteint un confort thermique dans cet habitat, un confort qui a été renforcé après avoir intégré une isolation thermique au niveau des murs extérieurs et le plancher haut avec le liège.

Et c'est ainsi qu'on a réussi à réduire les consommations énergétiques en chauffage du cas étudié.

5 .Evaluation énergétique de notre cas d'étude

En a

Les besoins totales = les besoins de chauffage

Variante 01

36 kWh <50

Variante 02

19 kWh <50

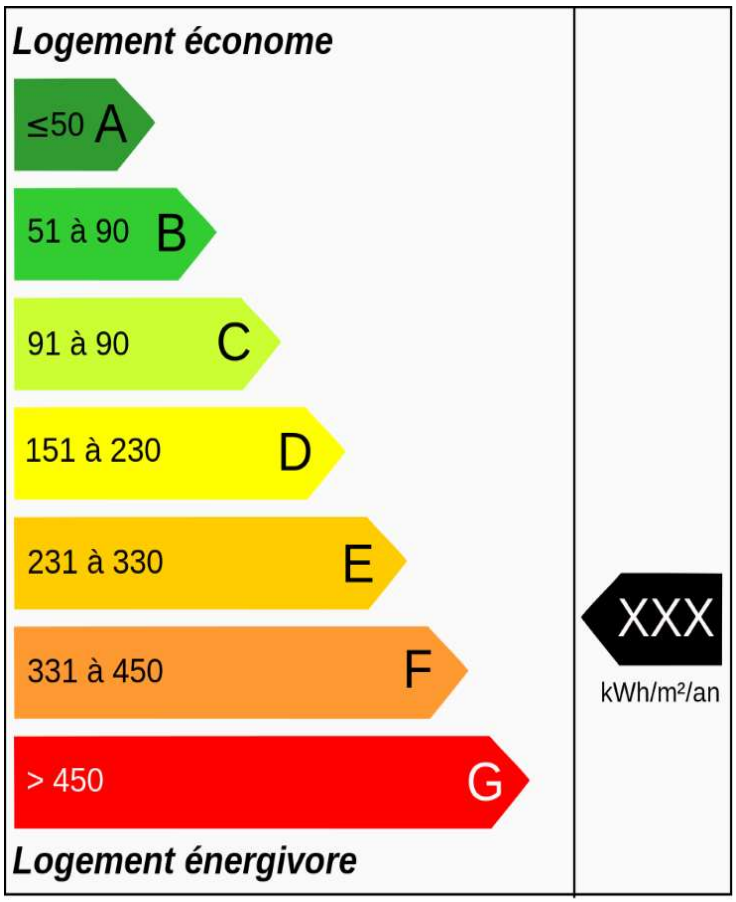


Figure 3-51 Etiquette du classement énergétique

Apres comparaison des résultats obtenus par rapport aux normes exigées par l'étiquette énergétique qui permet d'évaluer et classer le bâtiment tertiaire, nous avons déduit que notre cas d'étude était classe dans la catégorie A avec une consommation de 36 kWh/$m^{2,}$ mais grâce à l'intégration de l'isolation lors de notre étude, le bâtiment reste à la classe A mais avec une diminution de la consommation 19 kWh.

6 . Conclusion

Apres les résultats obtenus pour les besoins de chauffage dans notre cas d'étude, ont montré que le liège en tant qu'isolant pour les murs extérieur et la plancher bas a permis de réduire les besoins énergétique de notre cas d'étude de 57%.

5 Chapitre V : étude technico économique

1. Introduction

Dans cette étude comparative économique entre les panneaux de liège et de polystyrène. Dans un contexte où la durabilité et l'efficacité énergétique sont de plus en plus prioritaires, le choix du matériau d'isolation pour les bâtiments revêt une importance cruciale. Cette étude vise à analyser les aspects économiques liés à l'utilisation des panneaux de liège et de polystyrène dans le domaine de l'isolation thermique.

2. Le panneau de liège

2.1 Descriptif

Le liège est récolté tous les 9 ans sur le chêne-liège qui pousse dans les régions méditerranéennes et a une durée de vie de 150 ans. La matière première est réduite en granules puis expansé à la vapeur (environ 300°C) en four autoclave, les granules se dilatent et s'agglomèrent entre eux grâce à la résine qu'ils contiennent. L'aggloméré est ensuite découpé au format voulu.[31]

Figure 0-1 isolation extérieur avec le liège[30]

2.2 Avantages de l'isolation avec le liège

- Durabilité et durée de vie : Le liège est un matériau naturellement durable et résistant. Il a une longue durée de vie et conserve ses propriétés isolantes pendant de nombreuses années, ce qui en fait un choix durable.
- Isolation thermique efficace : Le liège est un excellent isolant thermique, offrant de bonnes

  performances en termes de réduction des pertes de chaleur et de maintien d'une

  température intérieure stable. Il contribue ainsi à réduire les besoins de chauffage et de

  climatisation et à réaliser des économies d'énergie.
- Isolation acoustique : Le liège est également un isolant acoustique efficace. Il absorbe les vibrations et réduit la transmission du bruit, ce qui améliore le confort acoustique à l'intérieur des bâtiments. Il peut être particulièrement bénéfique dans les environnements où l'atténuation du bruit est importante.
- Résistance à l'humidité et respirabilité : Le liège est naturellement résistant à l'humidité et repousse l'eau, ce qui en fait un choix adapté pour les zones humides ou sujettes à l'humidité. Il est également respirant, ce qui permet à l'humidité de s'évaporer, évitant ainsi la condensation et les problèmes liés à l'humidité.
- pas d'effet négatif connu sur la santé
- arrêt des champs magnétiques (en panneaux)

2.3 Inconvénients de l'isolation avec le liège

- Coût initial : Le liège peut être plus coûteux que d'autres matériaux isolants, ce qui peut représenter un investissement initial plus élevé. Cependant, il convient de considérer les économies à long terme sur les coûts énergétiques et la durabilité du matériau..
- Sensibilité aux dommages physiques : Le liège peut être plus sensible aux dommages physiques, tels que les impacts ou la compression, par rapport à certains autres matériaux isolants. Une attention particulière doit être accordée lors de l'installation et de l'utilisation pour éviter les dommages potentiels.
- Sensibilité au feu : Bien que le liège ait une certaine résistance au feu, il peut brûler et se décomposer lorsqu'il est exposé à des températures élevées. Il est recommandé d'utiliser des revêtements ignifuges pour améliorer sa résistance au feu.

- Disponibilité limitée : Le liège peut ne pas être aussi largement disponible que d'autres matériaux isolants sur certains marchés. Cela peut entraîner des contraintes d'approvisionnement et des coûts supplémentaires liés à l'importation du matériau.

2.4 Prix et épaisseur de liège

Voici dans le tableau quelques références produits et l'épaisseur correspondante à chaque usage.

Tableau 17 : prix et épaisseurs de liège

Caractéristique technique			**Pouvoir isolant**		**Confort d'été**	**prix**
marque	utilisation	Epaisseur (cm)	R (m².k/w)		Selon paroi	Au m²(DA)
isocor	Mur extérieur	4	1	+	brique	880
		10	2.5	++		2200
		20	5	+++		4400

Pour une surface de 678 m² des murs extérieur pour une épaisseur de 4 cm et pour une surface 360 m^2 de toiturepour une épaisseur de 20 cm de panneau de liège. Le prix de 4 cm de liège est 880 DA et de 20 cm de liège est 4400 DA Donc :

Le prix de l'isolation avec le liège est : 2180640 DA

Sachant qu'un litre de mazout libère 10.641 kWh avant l'isolation les besoins de chauffage de notre cas d'étude est 23024 kWh qui nécessitent plus de2170 litres de mazout avec un cout de 60971 DA, après l'intégration de le liège en tant qu'isolant pour les murs extérieur et la plancher bas il permis de réduire les besoins énergétique de notre cas d'étude jusqu'au 12012 kWh avec une consommation de 1145 litres de mazout et un cout de 33216 DA.

3. Conclusion

Dans cette étude technico-économique sur l'isolation des murs extérieurs avec des panneaux de liège, nous avons soigneusement étudié les aspects économiques du matériau liège.

L'un des résultats de l'étude indique que le coût de l'isolation à l'aide de panneaux de liège est acceptable, ce qui peut être un facteur déterminant dans certains projets au budget limité.

Cependant, il est important de souligner que le liège est un isolant totalement environnemental, offrant des performances thermiques et acoustiques aussi élevées que le polystyrène. Le liège est également naturellement résistant à l'humidité, ce qui le rend adapté aux zones de la maison soumises à des conditions humides.

Par conséquent, même si d'autres isolants peuvent être plus abordables économiquement, il est nécessaire de prendre en compte d'autres facteurs tels que l'impact environnemental et les performances intrinsèques du matériau. L'utilisation du liège dans les zones exposées à l'humidité peut être une excellente solution alliant efficacité, durabilité et respect de l'environnement.
Il est donc recommandé d'évaluer soigneusement les besoins spécifiques du projet, les priorités budgétaires et les objectifs environnementaux afin de prendre la décision la plus appropriée en matière d'isolation des murs extérieurs.
L'investissement initial dans le liège peut être compensé par les avantages environnementaux, la longévité du matériau et les économies d'énergie à long terme

CONCLUSION GENERALE

Malgré l'essor considérable qua connu le pays en matière de réalisation des bâtiments tertiaire publics, l'intégration de la notion de bioclimatique n'est pas ou rarement prise en charge dans leur conception.

Cet état de fait a fait sortir des insuffisances considérables sur le plan qualitatif de ces constructions, d'où un problème d'inconfort et de surconsommation d'énergie (chauffage).

L'objet des travaux de recherche est d'améliorer l'efficacité énergique de chauffage dans des classes d'une ECOLE PRIMAIREdans la commune de COLLO

Dans la première phase de l'étude nous avons étudié le comportement thermique de bloc à l'aide du logiciel pléiades version 5.23.4.4 qui prend en compte les conditions météorologiques du site étudié, cette étude c'est basé sur la variation des paramètres et des scenarios d'étude.

En fonction d'un scénario d'occupation prédéfini des scenarios de ventilation et de dissipation d'énergie ont été aussi considérés pour les besoins de la simulation.

La simulation a permis de déterminer les besoins de chauffage de notre cas d'étude, D'âpres l'étude d'amélioration on aminimisé les besoins de chauffage de 43337 KWh à 24840 KWh (57%).

D'après l'étude technico économique on conclue qu'une isolation avec le liège malgré le prix de ce dernier est cher que des autres isolants mais le liège est un isolant qui rassemble beaucoup d'avantages, il assure de bonnes performances l'hiver tout en garantissant un excellent confort d'été, Il ne craint ni le tassement, ni l'humidité et permet une très bonne isolation phonique.

Donc pour réduire le cout, Le liège sera l'alternative écologique surtout pour une pose en milieu humide et pour le reste on utilise le polystyrène.

Donc on a atteint nos objectifs qui sont :

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

En conclusion, l'amélioration de la performance énergétique des écoles primaires présente de nombreux avantages. Elle permet de réaliser des économies financières, de réduire l'empreinte carbone et de créer un environnement sain et confortable pour les élèves et le personnel. Cette initiative est non seulement bénéfique pour l'école elle-même, mais aussi pour l'environnement et les futures générations, en encourageant des pratiques durables et en sensibilisant les élèves aux enjeux énergétiques et environnementaux. Il est donc essentiel de poursuivre les efforts visant à améliorer la performance énergétique des écoles primaires, en investissant dans des solutions efficaces et durables pour favoriser un avenir plus écologique et énergétiquement responsable.

REFERENCES

[1]https://www.projetecolo.com/efficacite-energetique-definition-et-exemples-144.html#:~:text=Avantages%20de%20l'efficacit%C3%A9%20%C3%A9nerg%C3%A9tique&text=R%C3%A9duction%20de%20la%20pollution%20environnementale,%C3%A9nerg%C3%A9tique%20envers%20d'autres%20pays

[2] http://www.vedura.fr/guide/ecolabel/haute-qualite-environnementale-hqe.

[3]d'azur, thèse pour l'obtention du grade de docteur en droit université côte.

[4]BERTRAND (A) : « Notre habitat écologique », détails pratiques d'une expérience réussie, Edition Dauphin, 2005.

[5]www.picbleu.fr.

[6]www.astuces-bricolage.net.

[7]Une maison bioclimatique à très haut performance énergétique, janvier 2007.

[8]www.plans.fr/maison-passive.

[9]www.maisons-lelievre.fr.

[10]M. s. Djaafar, «5,» chez cours de l'architecture passive, université de Blida 01 Saad dahleb, 2022

[11]Contribution à l'amélioration de l'efficacité énergétique d'un batiment tertiaire par : Ouechene Abdelkader Diaaeddine.

[12]https://www.un.org/fr/chronicle

[13]https://www.marieclaire.fr/maison/des-maisons-irreprochables-a-energies-renouvelables,1165305.asp

[14]Liébard, Alain ; De Herde, André ; de MYTTENAERE, Krystel ; KANENE, C. Guide de l'architecture bioclimatique, Tome 3: Construire en climats chauds. (2001) (ISBN:978-2-913620-08-7)

[15]BERKOUK Djihed , Évaluation du confort thermique et lumineux dans le logement collectif, Université Mohamed Khider – Biskra, (2017)

[16]G. PORCHER et D. HERNOT - Thermique appliquée aux bâtiments, EPIDA, 1994.

[17]https://www.effinergie.org/

[18]Wikipédia

[19](CHERIEF Sihem) , Etude thermique d'un hôpital et production d'eau chaude sanitaire. Université de Blida 2021.

[20](Chaib- Eddour Abdelmalek et Beltoum Amine) Etude thermique dynamique d'une mosquée avec l'intégration du système photovoltaïque, université de Blida , 2020.

[21](LaifaKheireddine et Yamnaine Yacine 2019-2020). Amélioration de l'efficacité énergétique du centre de recherche CRAPC Blida.

[22]El Hadi Drissi Lamrhari, Comportement thermique et économie d'énergie dans un appartement avec différentes mesures d'efficacité énergétique dans les six zones climatiques du Maroc, université Cadi Ayyad - Maroc (2018).

[23](DEBABGHA CHAKIB)La Performance Energétique Des Equipements Educatifs A Guelma

[24]cerist.articl.dz.

[25] (ANIREF) MONOGRAPHIE WILAYA DE SKIKDA

[26]https://fr.db-city.com/Alg%C3%A9rie--Skikda--Skikda--Skikda

[27] WIKIPEDIA
[28]https://fr.climate-data.org/afrique/algerie/skikda/collo-45689/#climate-table
[29] GOOGLE MAPS
[30]http://www.izuba.fr/
[31]https://conseils-thermiques.org/.