

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SAAD DAHLEB BLIDA -1-
FACULTE DE TECHNOLOGIE



MEMOIRE

Présenté au DEPARTEMENT DES ENERGIES RENOUVELABLES

Pour l'obtention du diplôme de :

MASTER EN ENERGIES RENOUVELABLES

OPTION : ENERGIE RENOUVELABLE ET HABITAT BIOCLIMATIQUE

THEME :

**Amélioration de l'efficacité énergétique du centre de
recherche CRAPC**

Par : LAIFA KHEIREDDINE

YAMNAINE YACINE

Devant le jury composé :

-Mr. SEMMAR	président
-Mr. LAFRI	examineur
-Mr. HAMID et Mme OUKACI	encadreurs

2019-2020

Remerciements

Avant tout, nous tenons à remercier ALLAH, le tout puissant, de nous avoir donné le courage et la volonté pour accomplir ce travail.

Nous tenons à remercier notre encadreuse Mme. OUKACI SOUMIA d'avoir posé un sujet très intéressant et pour ses conseils et remarques.

Et un grand merci pour M. Khalid

Nos respectueux remerciements au président de jury et les membres de jury qui nous font l'honneur de juger ce travail.

Nous tenons à remercier tous ceux qui nous aidés dans ce travail de près ou de loin.

Notre sincère gratitude à tous les enseignants des années précédentes

MERCI A TOUS

Dédicace

Je dédie ce travail :

A mes très chers parents Messaoud et Habiba:

*Jamais je ne saurais m'exprimer quant aux sacrifices et aux dévouements que vous
consacrés à mon éducation et mes études. Les mots expressifs soient-ils restent
faibles pour énoncer ma gratitude hautement profonde.*

*Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect
que j'ai toujours eu pour vous.*

*Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon
bien être.*

A mes frères : Abdennour et Bilal et sa fille Malek

A ma sœur Aicha et ses enfants Akram et Djinan

A mes très chers amis : Moussa, Imad, Islam, Ahmed, Zaki, Imene, Hanaa et Yacine

A toutes la promotion des Energies Renouvelables

*A toute personne m'ayant aidé de près ou de loin, trouve ici l'expression de ma
connaissance*

Par : Laifa Kheireddine

Dédicace

Je dédie ce travail :

A mes très chers parents Aissa et Khadidja

Qui m'soutenu durant ce long parcours

A mes frères Karim, Abdelmadjid, Abdennacer,

Tayeb et Bilal

A mes sœurs Zoulikha et Siham

A mes oncles et mes tantes paternels et maternels

A mes cousins et cousines

A tous mes amis sans exception Zaki, Zoheir, Islam, Nasro, Ibrahim et

Abdessalam, et à toute l'équipe du département de

Des Energies Renouvelables et plus précisément la section Habitat

bioclimatique

A toute personne m'ayant aidé de près ou de loin, trouve ici l'expression de

ma connaissance

Par : Yamnaine Yacine

Résumé :

Notre travail présenté dans ce mémoire, comprend une étude qui a été faite sur le centre de recherche CRAPC, et qui a pour objectif la réduction de la consommation énergétique pour les besoins de chauffage et climatisations, et la production de l'électricité pour l'éclairage extérieur et intérieur du centre.

A ce propos, des simulations ont été effectuées à l'aide du logiciel de simulation thermique dynamique 'Pléiades', dans le but de vérifier l'impact du choix des matériaux constructifs (l'isolant panneau sandwich) pour favoriser le confort pour l'occupant mais de façon qu'il soit rentable.

Intégrer un système actif pour réduire la consommation énergétique pour l'éclairage en utilisant l'énergie solaire photovoltaïque.

ملخص:

يتضمن عملنا المقدم في هذه الأطروحة دراسة تم إجراؤها على مركز أبحاث CRAPC، والتي تهدف إلى تقليل استهلاك الطاقة لاحتياجات التدفئة وتكييف الهواء، وإنتاج الكهرباء من أجل الإضاءة الخارجية والداخلية للمركز.

في هذا الصدد، تم إجراء عمليات المحاكاة باستخدام برنامج المحاكاة الحرارية الديناميكية «Pléiades»، بهدف التحقق من تأثير اختيار مواد البناء (عزل الألواح العازلة) لتعزيز الراحة للمقيم ولكن بحيث يكون مربحًا.

دمج نظام فعال لتقليل استهلاك الطاقة للإضاءة باستخدام الطاقة الكهروضوئية الشمسية.

Abstract :

Our work presented in this thesis includes a study which was carried out on the CRAPC research center, and which aims to reduce energy consumption for heating and air conditioning needs, and the production of electricity for the exterior and interior lighting of the center.

In this regard, simulations were carried out using the dynamic thermal simulation software 'Pleiades', with the aim of verifying the impact of the choice of construction materials (the sandwich panel insulation) to promote comfort for the occupant but so that it is profitable.

Integrate an active system to reduce energy consumption for lighting using solar photovoltaic energy.

Sommaire

Remerciements	
Dédicaces	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction générale	1
Chapitre 01 : Recherche bibliographique et état de l'art	
Introduction	5
1.1. Recherches bibliographiques	5
1.1.1. Définition de la conception bioclimatique	5
1.1.2. Les principes d'une conception bioclimatique	5
1.1.2.1. L'implantation	5
1.1.2.2. L'orientation	6
1.1.2.3. La disposition des espaces	6
1.1.2.4. La forme architecturale	7
1.1.3. La notion de confort thermique	8
1.1.3.1. Les paramètres affectant le confort thermique	8
1.1.3.1.1. Paramètres liés à l'ambiance extérieure	8
1.1.3.1.2. Paramètres liés à l'individu	9
1.1.3.1.3. Paramètres liés aux gains thermiques internes	10
1.1.4. Les phénomènes physique on jeu	11
1.1.4.1. La conduction	11
1.1.4.2. La convection	11
1.1.4.3. Le rayonnement	12
1.1.5. L'isolation thermique	12
1.1.6. Les enjeux de l'isolation thermique des bâtiments	12
1.1.7. L'efficacité énergétique des bâtiments	12
1.1.7.1. Bâtiment à Basse Consommation	13
1.1.7.2. Economie d'énergie dans le bâtiment	13
1.1.7.3. Programme national d'efficacité énergétique	13
1.1.7.4. Plan d'Action en Matière d'Efficacité Energétique	13
1.1.7.5. Programme de développement des énergies renouvelables ..	14
1.2. Etat de l'art	15
Chapitre 02 : Présentation du cas d'étude	
Introduction	24
2.1 Présentation de la ville	24

2.1.1	Données climatiques de la ville de Bou-Ismaïl	24
2.2	Situation du cas étudié	25
2.2.1	Présentation du plan du cas étudié	26
2.2.2	Caractéristiques des différents espaces du cas étudié	27
2.2.3	Matériaux de construction utilisés	30
2.3.	Méthodologie de travail	31

Chapitre 03 : Modélisation thermique dynamique

Introduction	32
3.1.	Présentation générale de logiciel	32
3.1.1.	Pourquoi la simulation thermique dynamique ?	32
3.1.2.	Pléiades + Comfie 5.19.7.3	32
3.2.	Processus d'application des logiciels	33
3.2.1.	Sous Pléiades BIBLIOTHÈQUE	33
3.2.2.	Sous pléiades modeleur	37
3.2.3.	Sous l'outil STD	47
3.3.	Conclusion	47

Chapitre 04 : Résultats discussion de la modélisation

4.	Résultats de la simulation	48
4.1.1.	Résultats de la simulation de la variante 1	48
4.1.2.	Visualisation graphique	49
4.2.1.	Résultats de la simulation de la variante	51
4.2.2.	Visualisation graphique	52
4.3.	Comparaison des résultats.....	53
4.4.	Conclusion.	55

Chapitre05 : Dimensionnement de l'installation PV

Introduction	56
5.1.	Présentation du logiciel PVsyst	56
5.1.1.	Les Options de logiciel PVsyst	56
5.1.1.1.	pré-dimensionnement.....	56

5.1.1.2. Conception du projet	57
5.1.1.3 Bases de données	57
5.1.3.4 Outils	57
5.2. Présentation de projet	58
5.3. Données météorologiques	59
5.4.1 Conception du projet	60
5.4.2 Les étapes pour une conception du projet	60
5.5. Résultats et discussions de la simulation	66
5.5.1. Paramètres du système	66
5.5.1.1. Caractéristiques du champ PV de capteurs	66
5.5.1.2. Caractéristiques du Batterie	67
5.5.2. Profil de charge	67
5.5.3. Performance ratio	68
5.5.4. Les productions normalisées	68
5.5.5. Bilan énergétique	69
Les pertes sur l'année entière	70
5.7. Conclusion	71
Conclusion générale	72
Références bibliographiques	73

Liste des figures :

Introduction générale :

Figure 1 : Structure de la consommation finale par secteur.

Figure : Répartition de la consommation du secteur tertiaire par branche.

Chapitre 1 :

Figure 1.1: Présentation des objectifs à atteindre par une implantation optimale.

Figure 1.2: Présentation une orientation optimal pour un meilleur gain.

Figure1.3: Présentation d'un exemple de zonage d'un bâtiment.

Figure 1.4: Présentation de la compacité d'un bâtiment (s/v).

Figure 1.5 : Valeurs exprimées en Clo des tenues vestimentaires.

Figure 1.6 : Gains thermiques internes d'un espace.

Figure 1.7 : Programme Algérien de développement des énergies renouvelables.

Figure 1.8 : Répartition des logements (projet ECO-BAT).

Figure 1.9 : L'installation photovoltaïque du centre commercial de Serfontana dans le Morbio Inferiore.

Figure 1.10 : L'installation photovoltaïque du centre commercial de Serfontana dans le Morbio Inferiore.

Figure 1.11 : Installation solaire photovoltaïque à Colombie.

Figure 1.12 : Intégration du système PV dans une école à Annaba.

Figure 1.13 : L'éclairage de la cour extérieure.

Chapitre 2 :

Figure 2.1 : Capture de la situation du site.

Figure 2.2 : Plan détaillé du notre choix.

Chapitre 3 :

Figure 3.1 : Différentes éléments et matériaux créés.

Figure 3.2 : Différentes compositions des éléments constructifs sans isolation.

Figure 3.2 : Différentes compositions des éléments constructifs sans isolation.

Figure 3.4 : Différentes compositions des éléments constructifs.

Figure 3.5 : Différentes compositions du plancher bas.

Figure 3.6 : Différentes types d'ouvertures.

Figure 3.7 : Différentes types d'ouvertures.

Figure 3.8 : Plan détaillé de CRAPC.

Figure 3.9 : Plan 3D du projet.

Figure 3.10 : Création de la station météorologique.

Figure 3.11 : Températures journalières maximales et minimales.

Figure 3.12 : Rayonnement diffus et global durant l'année sur site du projet.

Figure 3.13: Insertion des éléments constructifs.

Figure 3.14: Scenario d'occupation pour la 1 ère zone.

Figure 3.15: Différents scenarios de fonctionnement.

Figure 3.16: Scenario d'occupation pour la 7 ème et 8 ème zone.

Figure 3.17 : Scenario de la consigne thermostat (chauffage et climatisation).

Figure 3.18: scenarios de ventilation.

Figure 3.19 : Intégration de la ventilation dans chaque zone.

Figure 3.20 : Différents scenarios de puissance.

Figure 3.21: Différents scenarios de puissance.

Figure 3.22 : Lancement de la simulation.

Chapitre 4 :

Figure 4.1 : Evolution de température pendant la semaine la plus chaude de la variante 1(avec isolation).

Figure 4.2 : Evolution de température pendant la semaine la plus froide de la variante 1(avec isolation).

Figure 4.3 : Evolution de température pendant la semaine la plus chaude de la variante 2(sans isolation).

Figure 4.4 : Evolution de température pendant la semaine la plus froide de la variante 2 (sans isolation).

Figure 4.5: Comparaison des résultats des besoins en chauffage et climatisation.

Figure 4.6 : Etiquette du classement énergétique du bâtiment.

Chapitre 5 :

Figure 5.1 : Menu principal de logiciel PVsyst.

Figure 5.2 : Localisation du CRAPC.

Figure 5.3: Coordonnée géographique de site.

Figure 5.4 : Paramètres climatique de bou Ismail.

Figure 5.5 : Conception du projet.

Figure 5.6 : angle d'orientation.

Figure 5.7 : La consommation journalière.

Figure 5.8 : Nombre d'heure d'utilisation de chaque lampe dans la journée.

Figure 5.9 : Les paramètres pour choisir batterie.

Figure 5.10 : Le choix du module PV.

Figure 5.10 : Simulation.

Figure 5.11 : Caractéristiques du champ de capteurs.

Figure 5.12 : Caractéristiques du Batterie.

Figure 5.13 : Profil horaire.

Figure 5.14 : Indice de performance.

Figure 5.15 : Les productions normalisées.

Liste des tableaux / schémas/ / diagrammes :

Chapitre 1 :

Tableau 1.1 : Les résultats de la simulation.

Schéma1.1 : Facteurs de sensation du confort thermique.

Chapitre 2 :

Tableau 2.1 : Classification de la ville de Bou Ismaïl.

Tableau 2.2 : Caractéristiques climatiques de la région de Bou-Ismaïl.

Tableau 2-3 : Caractéristiques climatiques de la région de Bou-Ismaïl.

Tableau 2.4: Caractéristiques des différents espaces du cas étudié.

Schéma 2.1 : Méthodologie de travail.

Chapitre 4 :

Tableau 4.1 : Résultats de la simulation de la variante 2 (avec isolation).

Tableau 4.2 : Résultats de la simulation de la variante 2 (sans isolation).

Chapitre 5 :

Tableau 5.1: La consommation de l'éclairage extérieur et intérieur.

Tableau (5.2) : Bilan énergétique.

Schéma 5.1 : Schéma simplifié du système avec batterie.

Diagramme 5.1 : Diagramme des pertes sur l'année entière.

Introduction
générale

Introduction générale :

Introduction générale :

L'Algérie amorce une dynamique d'énergie verte en lançant un programme ambitieux de développement des énergies renouvelables (EnR) et d'efficacité énergétique. Cette vision du gouvernement algérien s'appuie sur une stratégie axée sur la mise en valeur des ressources inépuisables comme le solaire et leur utilisation pour diversifier les sources d'énergie et préparer l'Algérie de demain. Grâce à la combinaison des initiatives et des intelligences, l'Algérie s'engage dans une nouvelle ère énergétique durable. [1]

Aujourd'hui, les besoins énergétiques de l'Algérie sont satisfaits, presque exclusivement, par les hydrocarbures, notamment le gaz naturel, énergie la plus disponible. Il n'est donc fait appel aux autres formes d'énergie que lorsque le gaz ne peut pas être utilisé. [1]

A long terme, la reconduction du modèle national de consommation énergétique actuel peut rendre problématique l'équilibre offre-demande pour cette source d'énergie. [1]

L'intégration massive du renouvelable dans le mix énergétique constitue, en ce sens, un enjeu majeur en vue de préserver les ressources fossiles, de diversifier les filières de production de l'électricité et de contribuer au développement durable. [1]

Toutes ces considérations justifient la forte intégration, dès aujourd'hui, des énergies renouvelables dans la stratégie d'offre énergétique à long terme, tout en accordant un rôle important aux économies d'énergie et à l'efficacité énergétique. Ce dernier volet permet, à travers une bonne maîtrise du rythme de croissance de la demande, une meilleure planification des investissements nécessaires à la satisfaction des besoins énergétiques [1]

Avec une population estimée à 42.2 millions d'habitants, La consommation nationale d'énergie a atteint 59,6 M Tep en 2017, reflétant une hausse de 2,1% par rapport à 2016, tirée essentiellement par celle de la consommation finale (+4,1%) .[2]

Par secteur d'activité, l'évolution de la consommation finale en 2017, fait ressortir ce qui suit:

Baisse de la consommation du secteur des "transports" de 1,1% par rapport à l'année précédente à 14,9 M Tep, tirée par celle des carburants routiers, suite à la hausse des prix sur le marché intérieur. [3]

Hausse de la consommation du secteur « Industries et BTP » de 7,6%, passant de 9,2 M Tep à 9,9 M Tep, suite à la hausse de la consommation du sous-secteur des matériaux de construction (+7,5%) et ISMME (45,9%).[3]

Introduction générale :

Croissance de la consommation des «Ménages et autres» de 6,6% pour s'établir à 19,8M Tep, tirée par celle du sous-secteur résidentiel (5,7%) et notamment des besoins en gaz et en électricité induits par l'augmentation du nombre des clients de Sonelgaz . [1].

Notre pays ne déroge pas à la règle et le bâtiment (résidentiel et tertiaire) est le plus grand consommateur d'énergie selon l'APRUE pour les données de 2017 avec un total de 44.% de l'énergie final consommée contre 22% pour l'industrie , 33 pour le transport et 1% pour l'agriculture. [3]

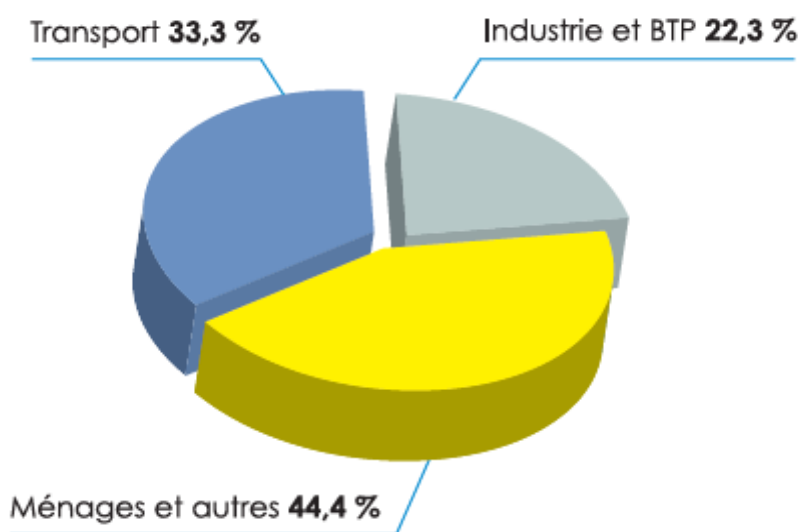


Figure 1 : Structure de la consommation finale par secteur [3]

La consommation électrique du secteur résidentiel a atteint 2139 KTep. Elle représente %43 de la consommation totale d'électricité.

Entre 2007-2017, la consommation d'énergie du secteur a progressé de %8.3/an. Ce sont les produits : l'électricité, le gaz naturel, le GPL, le fuel domestique qui ont contribué à cette croissance avec des TCAM respectifs de : %10.5/an; %11/an; %0.7-/an; %14.3-/an. [2]

Cette consommation se répartie Par branche, le nombre d'infrastructures par activités se répartie comme suit : Commerces: 16%, Tourisme: 3.5%, Communication: 1.8%, services fournis aux ménages 9%, Finances: 0.6%, Agences immobilières : 47.9 ; Auxiliaire de transport : 1.8%, services marchands fournis aux entreprises 0.2% et reste du tertiaire 19.2% [2].

Introduction générale :

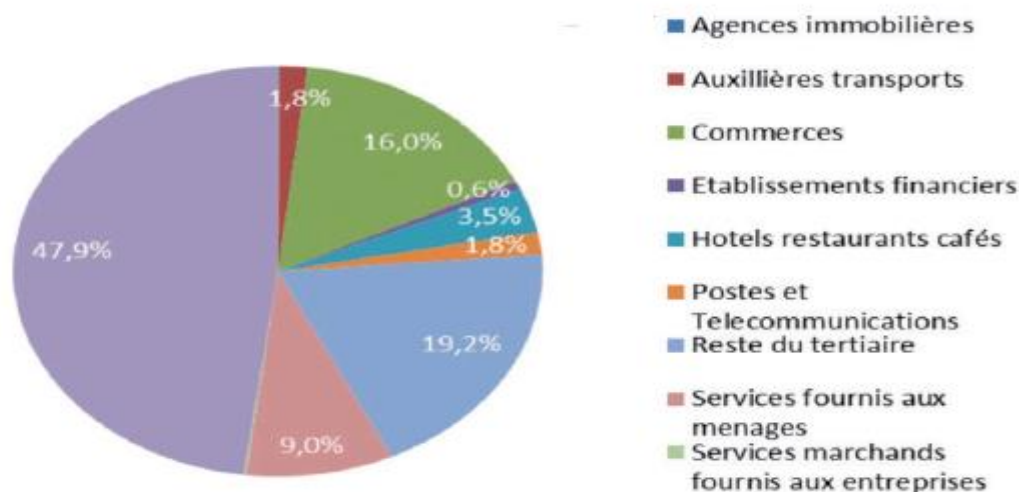


Figure : Répartition de la consommation du secteur tertiaire par branche [2].

La consommation d'énergie plus élevée est due à l'introduction massive d'équipements de chauffage et de climatisation et à une utilisation généralisée des matériels bureautiques et informatiques [2].

Face à cette situation, notre projet qui se traduit par une étude sur le centre de recherche CRAPC pour améliorer son efficacité énergétique.

Parmi les solutions d'amélioration de l'efficacité énergétique, il est d'usage de distinguer les solutions dites « passives » qui consistent à réduire la consommation d'énergie des équipements et des matériaux grâce à une meilleure performance intrinsèque et les solutions dites « actives » selon les énergies renouvelables[4].

Problématique: Comment peut-on améliorer l'efficacité énergétique du centre?

Dans le cadre de cette problématique une recherche a été faite, et qui a pour objectif de trouver les solutions adéquates dite passives et actives afin de réduire la consommation énergétique dans le bâtiment tertiaire (le centre de recherche CRAPC) et de recourir à l'intégration d'un système actif en utilisant une énergie renouvelable inépuisable.

Notre recherche comprend Cinq chapitres :

Le premier chapitre nous permis à travers un état de l'art de tirer les recommandations nécessaires pour notre cas d'étude.

Le deuxième chapitre : contient la présentation de notre cas d'étude.

Introduction générale :

Le troisième chapitre : comprend la simulation thermique à l'aide du logiciel de simulation thermique-dynamique : Pléiades, pour les solutions passives proposées.

Le quatrième chapitre : comprend les résultats après simulation, et une discussion sur le bilan énergétique du bâtiment considéré.

Le cinquième chapitre : on utilise un logiciel de dimensionnement des panneaux solaires qu'est PVSYST.

Chapitre 01

Introduction :

Le secteur du bâtiment est à l'origine d'une grande partie de la consommation énergétique, ainsi que des rejets de gaz à effet de serre. Les périodes d'occupation des bâtiments tertiaires étant régulières et connues, et le confort thermique doit être maintenu durant ces phases d'occupation. [5]

1.1. Recherches bibliographiques :

1.1.1 Définition de la conception bioclimatique :

On parle de conception bioclimatique lorsque l'architecture du projet est adaptée en fonction des caractéristiques et particularités du lieu d'implantation, afin d'en tirer le bénéfice des avantages et de se prémunir des désavantages et contraintes. L'objectif principal est d'obtenir le confort d'ambiance recherché de manière la plus naturelle possible en utilisant les moyens architecturaux, les énergies renouvelables disponibles et en utilisant le moins possible les moyens techniques mécanisés et les énergies extérieures au site. Ces stratégies et techniques architecturales cherchent à profiter au maximum du soleil en hiver et de s'en protéger durant l'été. C'est pour cela que l'on parle également d'architecture «solaire» ou «passive». [6]

1.1.2. Les principes d'une conception bioclimatique: La conception bioclimatique centré autour trois principes essentiel:

1.1.2.1. L'implantation:

L'objectif essentiel c'est d'adapter le projet en fonction de site d'implantation pour assurer un confort d'ambiance de manière la plus naturel possible en tenant en compte les caractéristique du lieu par se bénéficier de ses avantage et se protéger de ses contraintes, le schéma montre les principes de l'implantation d'une construction bioclimatique. [7]

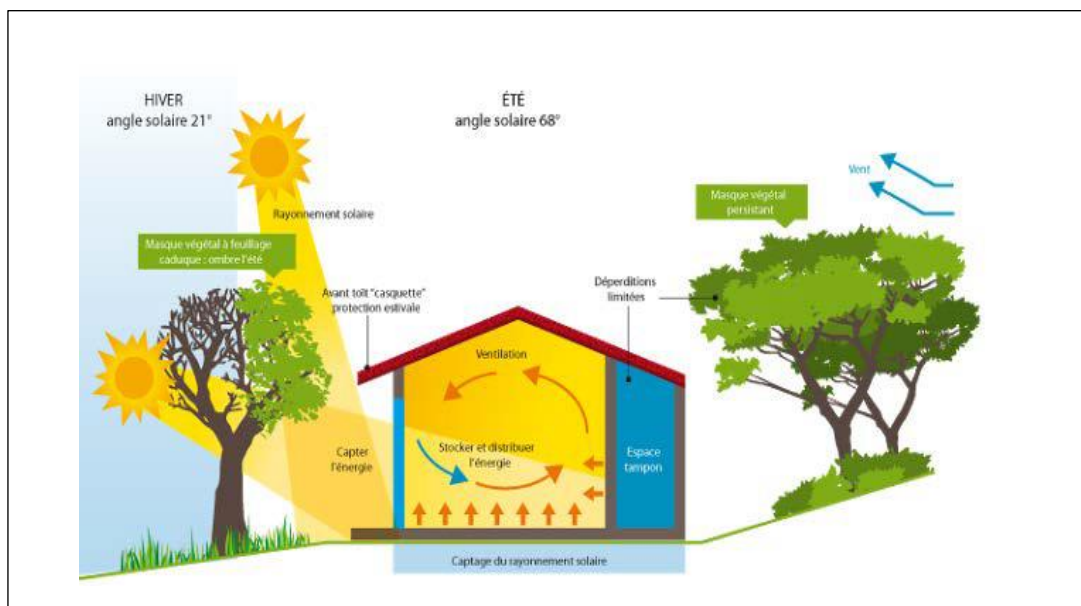


Figure 1.1: Présentation des objectifs à atteindre par une implantation optimale. [7]

1.1.2.2 L'orientation:

L'objectif essentiel est d'adapter le projet en fonction de l'orientation du bâtiment pour assurer un bien être au occupant d'une manière naturel

La maitrise de l'orientation nous permettons d'exploiter la lumière solaire par apport au paramètre de terrain (climat, topographie, ressources naturel, etc.) et à les conditions de l'enveloppe bâtis (surfaces vitré, les matériaux, compacité, etc.).

[7]

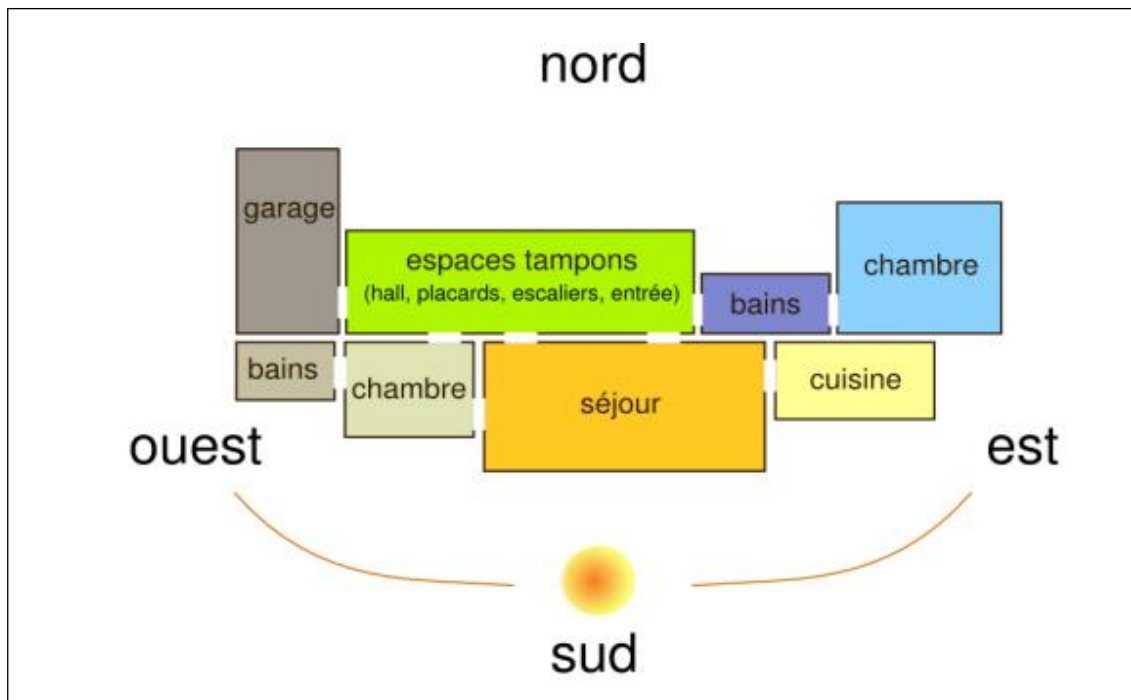


Figure 1.2: Présentation une orientation optimal pour un meilleur gain[7]

1.1.2.3 La disposition des espaces:

La hiérarchisation des espaces assure la transition entre l'extérieur et l'intérieur, Ceci est d'autant plus vrai qu'en climat semi-aride un certain nombre d'activités s'effectuent en extérieur (la cuisson, par exemple). [7]

Les pièces produisant l'air humide et chaud sont placées au niveau de la façade sous le vent afin que leur volume d'air soit directement rejeté vers l'extérieur sans interagir avec les pièces propres (situées du côté de la façade au vent). [7]

Le positionnement du mobilier, le cloisonnement de l'espace et la disposition des pièces devront faciliter l'écoulement de l'air dans la direction souhaité. [7]

La véranda (terrasse couverte) est un espace inévitable en architecture bioclimatique pour climat chaud, constituant des espaces fortement ventilés, protégés de la pluie et du rayonnement solaire. [7]

Alors la distribution des espaces joue un rôle très important au niveau de l'adaptation des ambiances thermiques en tenant en compte le fonctionnement des espaces.

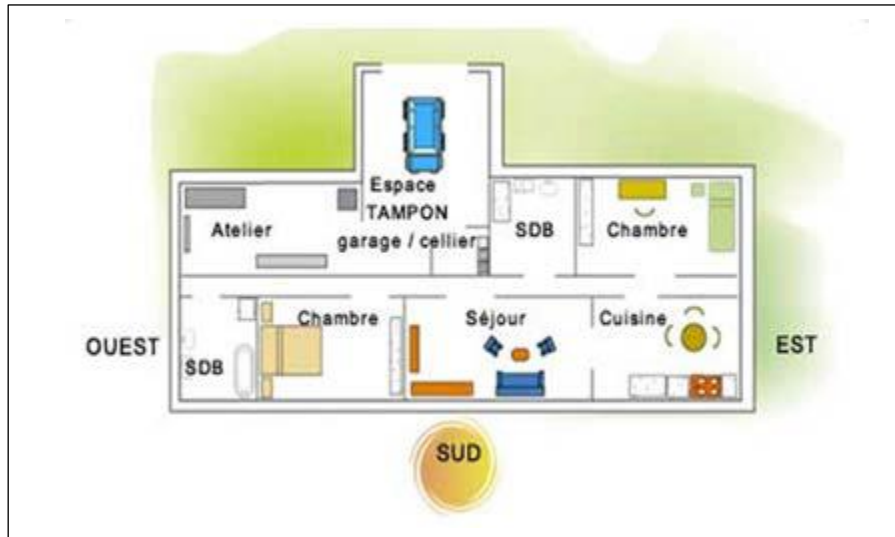


Figure 1.3: Présentation d'un exemple de zonage d'un bâtiment. [7]

1.1.2.4 La forme architecturale:

L'objectif de l'optimisation de la forme c'est de réduire les déperditions thermiques par la compacité du bâtiment, Cette dernière est basée sur un rapport essentiel entre les surfaces des parois extérieur et la surface habitable,

Plus ce coefficient est faible, plus le bâtiment sera compact, 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 déperditives.

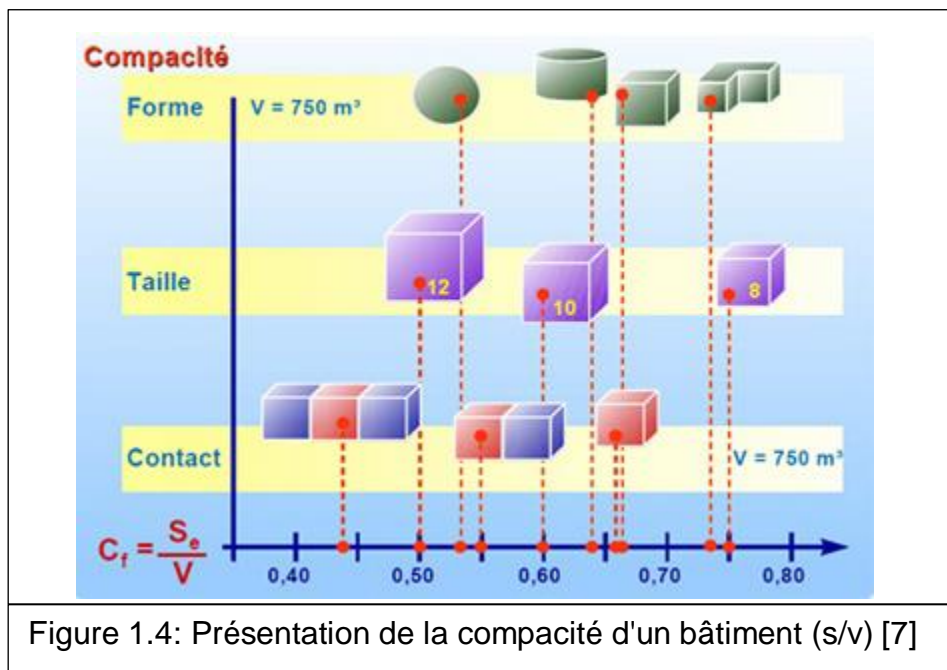


Figure 1.4: Présentation de la compacité d'un bâtiment (s/v) [7]

- la variation de la forme et le mode de contact se reflète sur la compacité du bâtiment
- la mitoyenneté et l'habitat collectif sont préférable par ce plus la surface habitable est réduite le volume du bâtiment va être plus compact alors la déperdition thermique soit plus réduites. [7]

1.1.3. La notion de confort thermique :

La notion de confort thermique, désigne l'ensemble des multiples interactions entre l'occupant et son environnement où l'individu est considéré comme un élément du système thermique. Pour le définir on lui associe plusieurs paramètres, notamment : [8]

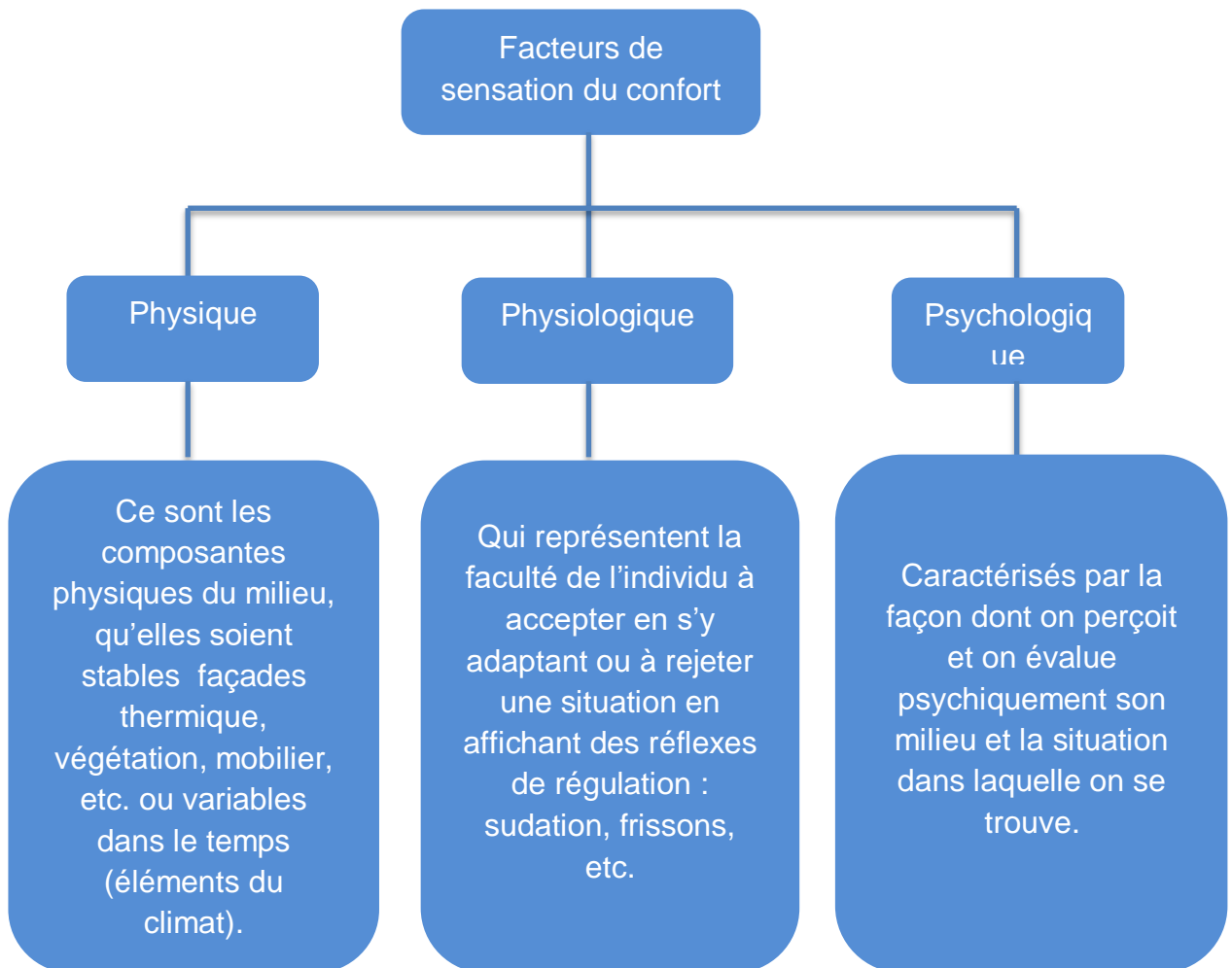


Schéma1.1 : Facteurs de sensation du confort thermique [9]

1.1.3.1. Les paramètres affectant le confort thermique :

La sensation de confort thermique est fonction de plusieurs paramètres :

1.1.3.1.1. Paramètres liés à l'ambiance extérieure :

- **La température de l'air ambiant :**

La température de l'air, ou température ambiante (T_a), est un paramètre essentiel du confort thermique. Elle intervient dans l'évaluation du bilan thermique de l'individu au niveau des échanges convectifs, conductifs et respiratoires. Dans un local, la température de l'air n'est pas uniforme, des différences de températures

d'air se présentent également en plan à proximité des surfaces froides et des corps de chauffe. [10]

- **La vitesse de l'air :**

La vitesse de l'air joue un grand rôle dans les échanges convectifs et évaporatoires, elle intervient dans la sensation de confort thermique de l'occupant dès qu'elle est supérieure à 0,2 m/s¹¹. Toutefois, à l'intérieur des bâtiments, ces vitesses demeurent limitées, ne dépassant pas généralement cette vitesse, sauf en cas de mauvaise conception du bâtiment ou du système d'aération. Elle peut, en revanche, être tenue pour responsable de l'apparition d'inconforts locaux, liés à la présence de courants d'air froids ou chauds localisés. [11]

- **L'humidité relative de l'air :**

L'humidité relative de l'air influence les échanges évaporatoires cutanés, elle détermine la capacité évaporatoire de l'air et donc l'efficacité de refroidissement de la sueur. [12]

Selon Liébard A., entre 30% et 70%, l'humidité relative influence peu la sensation de confort thermique¹². Une humidité trop forte dérègle la thermorégulation de l'organisme car l'évaporation à la surface de la peau ne se fait plus, ce qui augmente la transpiration, le corps est la plupart du temps en situation d'inconfort. [12]

1.1.3.1.2. Paramètres liés à l'individu :

- **La vêtue :**

Les vêtements permettent de créer un microclimat sous-vestimental, à travers leurs résistances thermiques, en modifiant les échanges de chaleur, entre la peau et l'environnement. Leur rôle essentiel est de maintenir le corps dans des conditions thermiques acceptables, été comme hiver. [13]

La vêtue a un rôle primordial d'isolant thermique, notamment en période hivernale et dans toutes les ambiances froides, ce rôle est pris en compte à travers la définition d'un indice de vêtue, exprimé en Clo¹⁴, caractérisant la résistance thermique d'un vêtement (figure 1.5). [13]

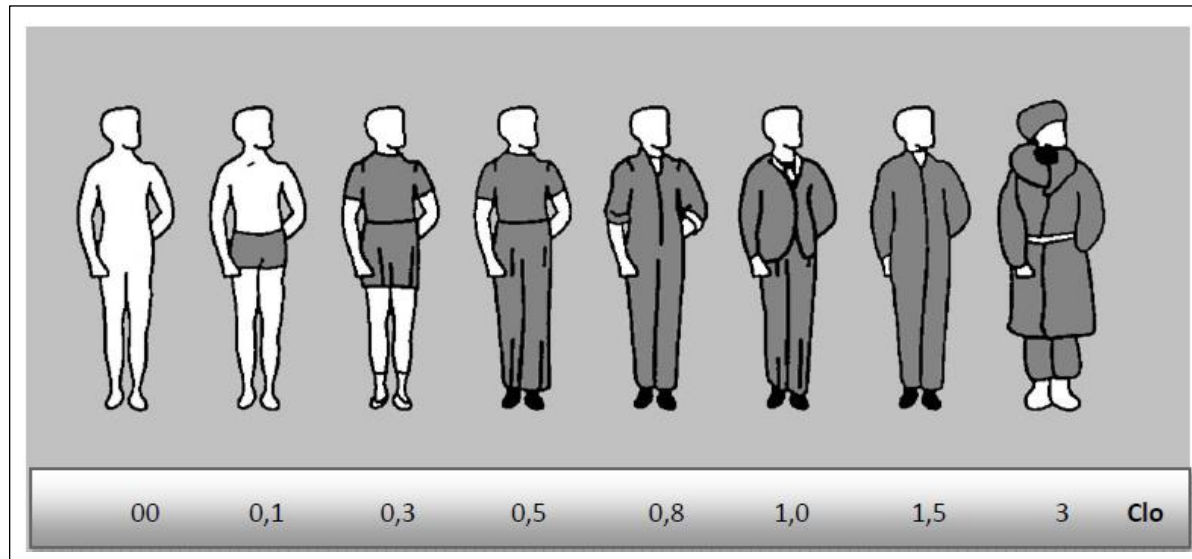


Figure 1.5 : Valeurs exprimées en Clo des tenues vestimentaires [13]

- **L'activité :**

L'activité est un paramètre essentiel pour la sensation thermique de l'individu, définissant directement le métabolisme de l'individu, c'est à dire la quantité de chaleur produite par le corps humain. Dans le cas d'une très forte activité, elle peut être responsable de sensations d'inconfort chaud, même en présence de conditions météorologiques très favorables. Il est à noter toutefois que, dans le cas d'une activité classique de bureau, les plages de variation du métabolisme demeurent limitées. [13]

1.1.3.1.3. Paramètres liés aux gains thermiques internes :

Avec l'essor de la technologie et des besoins électriques (éclairage, électroménager,...), les apports de chaleur internes ont fortement augmenté. Les appareils électriques transforment en effet quasiment toute l'énergie qu'ils consomment en chaleur, Les postes informatiques sont également de vraies sources de chaleur et les occupants constituent eux aussi une autre source d'apports internes par leur métabolisme. [14]

Les apports internes comprennent donc, toute quantité de chaleur générée dans l'espace par des sources internes autres que le système de chauffage.

Ces gains de chaleur dépendent du type du bâtiment, du nombre des utilisateurs et de son usage. [14]

Le confort de l'espace est directement influencé par le taux de ces gains internes (figure 1.6), on peut dire que ces apports sont inévitables dès lors que les locaux sont habités. Il faut noter cependant que ces apports sont variables selon le comportement des occupants, et qu'ils constituent donc un facteur d'aggravation de l'inconfort chaud, sur lequel les moyens d'action architecturaux sont limités.

Seuls, une bonne ventilation et un comportement adéquat de l'occupant peuvent réduire ces apports ou leur influence sur la température intérieure. [14,15]

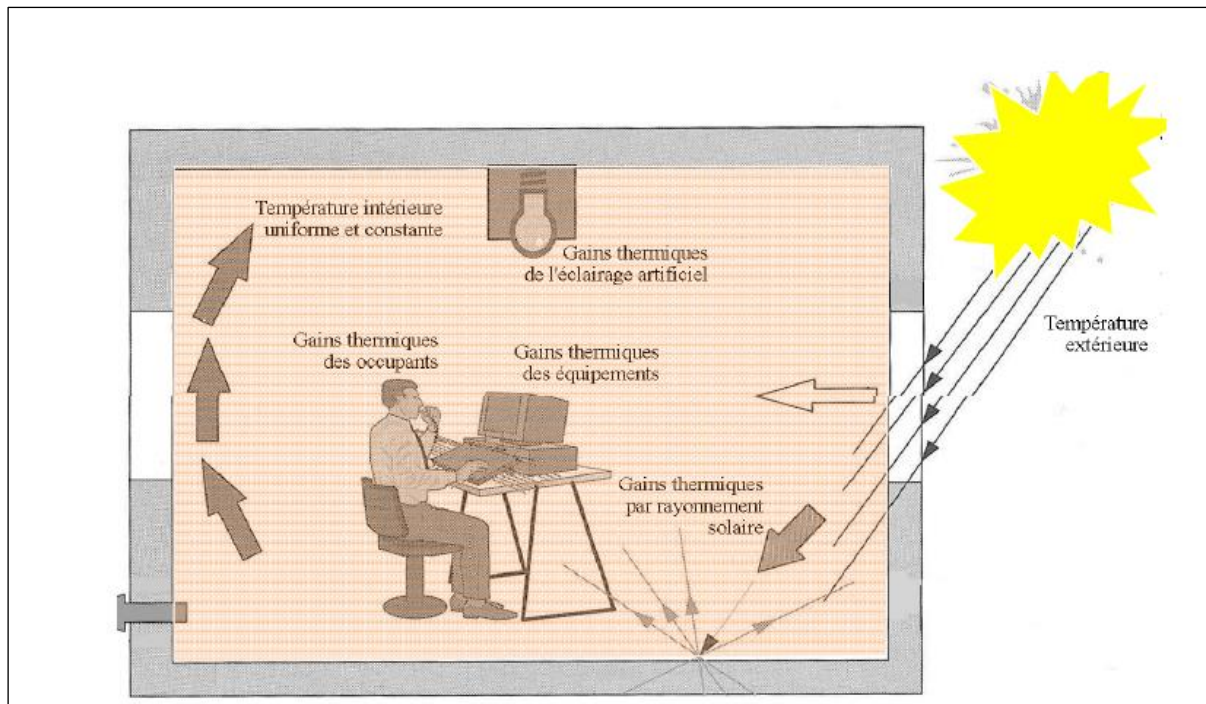


Figure 1.6 : Gains thermiques internes d'un espace [14]

1.1.4. Les phénomènes physique on jeu :

Lorsque deux éléments sont à des températures différentes, un échange de chaleur s'établit jusqu'à ce que les températures des deux éléments soient identiques. La chaleur va toujours du corps chaud vers le corps froid. Dans le domaine du bâtiment, les échanges de chaleur se font principalement selon 3 modes de transmission : la conduction, la convection et le rayonnement. [5]

1.1.4.1. La conduction : C'est la transmission d'énergie de proche en proche dans la partie solide d'un matériau. La chaleur se propage avec plus ou moins de facilité suivant la nature, les caractéristiques (résistances thermiques...) et la géométrie du matériau. Pour éliminer la conduction, il faut éliminer la matière. Le vide ne conduit pas la chaleur [16,17].

1.1.4.2. La convection : Ce mécanisme de transfert de chaleur est propre aux fluides (gaz ou liquide). Au contact d'un élément chaud le fluide, de l'air par exemple, se met en mouvement et se déplace vers l'élément froid au contact duquel il perd sa chaleur créant ainsi un mouvement vertical qui accélère les échanges thermiques entre les 2 éléments. Pour éliminer la convection, il faut immobiliser ou supprimer les fluides. Il n'y a de convection possible ni dans le vide, ni dans un fluide immobilisé [16,17].

1.1.4.3. Le rayonnement : C'est le transfert de chaleur d'un élément à un autre par onde électromagnétique sans contact direct. Ce type de transfert ne nécessite pas de support matériel il peut se produire même dans le vide. Pour éliminer le rayonnement, il faut des écrans opaques au rayonnement, ou des surfaces non émissives (donc réfléchissantes) au rayonnement thermique [16,17]

1.1.5. 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. [5]

1.1.6. Les enjeux de l'isolation thermique des bâtiments :

L'isolation thermique, lorsqu'elle est bien conçue et correctement mise en œuvre, apporte d'autres bénéfices essentiels. C'est aussi en considérant les effets et les sources d'inconfort que l'on mesure ces mêmes autres bénéfices. La consommation d'énergie et les économies d'énergie sont devenues une préoccupation majeure. Plus récemment, cet enjeu est renforcé par des priorités environnementales tout aussi importantes. [5]

1.1.7. L'efficacité énergétique des bâtiments :

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

Cette terminologie est souvent plus largement utilisée pour désigner l'ensemble des technologies et pratiques qui permettent de diminuer la consommation d'énergie tout en conservant le même service final (« faire mieux avec moins »).

L'efficacité énergétique recouvre trois approches qui doivent être combinées pour maximiser les gains qu'elle peut apporter :

- ✓ l'efficacité énergétique passive, axée sur l'enveloppe du bâtiment et l'amélioration de son isolation ;
- ✓ l'efficacité énergétique active, qui combine une amélioration du rendement énergétique des équipements techniques du bâtiment (chaudière, produits blancs et bruns, éclairage, etc.) et une approche systémique et globale de gestion de l'énergie, centrée sur le pilotage automatisé des énergies du bâtiment en fonction de leurs usages ;
- ✓ la transformation du consommateur en consommateur, c'est-à-dire un utilisateur particulier, informé et mobilisé, capable d'optimiser son confort tout en réalisant des économies d'énergie et, dans les années à venir, de produire sa propre énergie. [18]

1.1.7.1. Bâtiment à Basse Consommation :

Le Bâtiment Basse Consommation énergétique (ou BBC) est un label attribué aux bâtiments qui ont une basse consommation d'énergie pour le chauffage, la climatisation, l'éclairage, l'eau chaude sanitaire (ECS) et la ventilation.

Il existe deux types de conditions d'attribution du label BBC en fonction de l'âge du logement :

- 1- les logements neufs ne doivent pas dépasser l'objectif de consommation de 50 kW hep/m².an.
- 2- les logements existants doivent présenter une consommation inférieure à 50 % de la consommation conventionnelle. L'objectif de consommation est fixé pour eux à 80 kW hep/m².an. [19]

1.1.7.2. Economie d'énergie dans le bâtiment :

Au niveau mondial, le secteur du bâtiment représente à lui seul plus de 32% de la consommation d'énergie finale. Le secteur résidentiel recèle donc un important potentiel d'économies d'énergie, les projets pilotes ont montré qu'avec un surcout de 10% à 25% à la construction, jusque 60% d'économies d'énergie (principalement liées aux usages du chauffage et de la climatisation) pouvaient être réalisées. [20]

1.1.7.3. Programme national d'efficacité énergétique :

Le programme d'efficacité énergétique obéit à la volonté de l'Algérie de favoriser une utilisation plus responsable de l'énergie et d'explorer toutes les voies pour préserver les ressources et systématiser la consommation utile et optimale. [21]

L'objectif de l'efficacité énergétique consiste à produire les mêmes biens ou services, mais en utilisant le moins d'énergie possible. Ce programme comporte des actions qui privilégient le recours aux formes d'énergie les mieux adaptées aux différents usages et nécessitant la modification des comportements et l'amélioration des équipements. [21]

Ce programme prévoit l'introduction des mesures d'efficacité énergétique dans les trois secteurs du bâtiment, de transport et de l'industrie et aussi l'encouragement de la création d'une industrie locale de fabrication des lampes performantes, des chauffe-eau solaires, des isolants thermiques par l'encouragement de l'investissement local ou étranger. [21]

1.1.7.4. Plan d'Action en Matière d'Efficacité Energétique :

L'efficacité énergétique est appelée à jouer un rôle important dans le contexte énergétique national, caractérisé par une forte croissance de la consommation tirée, notamment, par le secteur domestique avec la construction de nouveaux logements, la réalisation d'infrastructures d'utilité publique et la relance de l'industrie. [21]

Chapitre 01 : Recherche bibliographique et état de l'art

La réalisation de ce programme par une diversité d'actions et de projets, devrait favoriser l'émergence, à terme, d'un marché durable de l'efficacité énergétique en Algérie.

Les retombées économiques et sociales de l'intégration de la dimension efficacité énergétique dans les différents secteurs d'activité sont multiples. Cette intégration permet d'améliorer le cadre de vie du citoyen mais constitue, également, une réponse appropriée au défi de conservation de l'énergie avec ses implications bénéfiques sur l'économie nationale, en termes de création d'emplois et de richesse, en plus de la préservation de l'environnement. [21]

Le programme se focalise sur les secteurs de consommation qui ont un impact significatif sur la demande d'énergie. Il s'agit principalement du bâtiment, du transport et de l'industrie. [21]

1.1.7.5. Programme de développement des énergies renouvelables :

A travers ce programme d'énergies renouvelables, l'Algérie compte se positionner comme un acteur majeur dans la production de l'électricité à partir des filières photovoltaïque et éolienne en intégrant la biomasse, la cogénération, la géothermie et au-delà de 2021, le solaire thermique. Ces filières énergétiques seront les moteurs d'un développement économique durable à même d'impulser un nouveau modèle de croissance économique. [22]

37 % de la capacité installée d'ici 2030 et 27 % de la production d'électricité destinée à la consommation nationale, seront d'origine renouvelable.

Le potentiel national en énergies renouvelables étant fortement dominé par le solaire, l'Algérie considère cette énergie comme une opportunité et un levier de développement économique et social, notamment à travers l'implantation d'industries créatrices de richesse et d'emplois. [22]

La stratégie de l'Algérie en la matière vise à développer une véritable industrie des énergies renouvelables associée à un programme de formation et de capitalisation des connaissances, qui permettra à terme, d'employer le génie local algérien, notamment en matière d'engineering et de management de projets. Le programme EnR, pour les besoins d'électricité du marché national, permettra la création de plusieurs milliers d'emplois directs et indirects. [22]

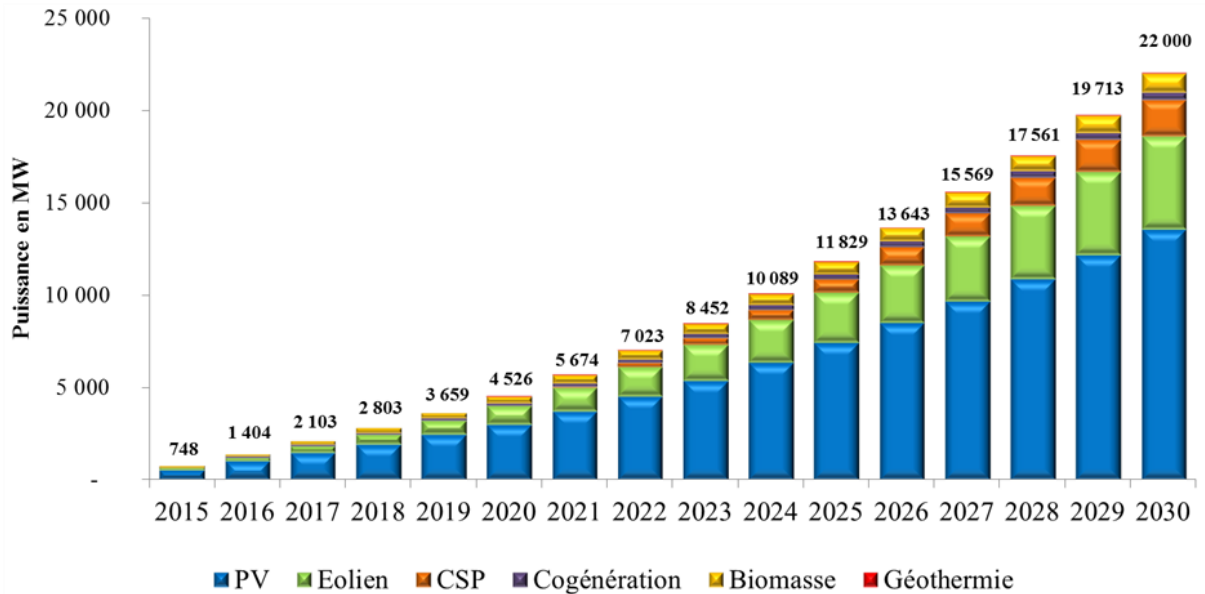


Figure 1.7 : Programme Algérien de développement des énergies renouvelables [21]

1.2. Etat de l'art :

1.2.1 Les articles :

1.2.1.1 Article n°01 : L.Houidef – « le programme ECO BAT, réalisation de 600 logements à haute Performance énergétique » présentation Aprue Novembre 2009 :

Plusieurs actions entrant dans le programme national de maîtrise de l'énergie (PNME 2007-2011 et PNME 2010-2014) et dans le cadre de la politique énergétique nationale ont été entrepris par l'Aprue entre autre le projet ECO BAT en partenariat avec le ministère de l'habitat et de l'urbanisme. Ce projet vise à apporter le soutien financier nécessaire à la réalisation de logements assurant une optimisation du confort intérieur en réduisant la consommation énergétique liée principalement au chauffage et à la climatisation. L'Aprue a lancé dans le cadre du PNME 2007-2011, la réalisation de 600 logements à haute performance énergétique et devrait réaliser 3000 autres pour le PMNE 2010-2014. [23]

La stratégie de conception adoptée pour le projet ECO BAT [24] :

En hiver :

- Limitation des déperditions thermiques ;
- Orientation et conception adéquats des façades ;
- Emploi des stratégies conceptuels et de matériaux adéquats.

En été :

- Contrôle de l'ensoleillement à travers la conception architecturale ;
- Emploi de techniques de rafraîchissement naturel ;
- Emploi de matériaux adéquats(en fonctions des zones climatiques).

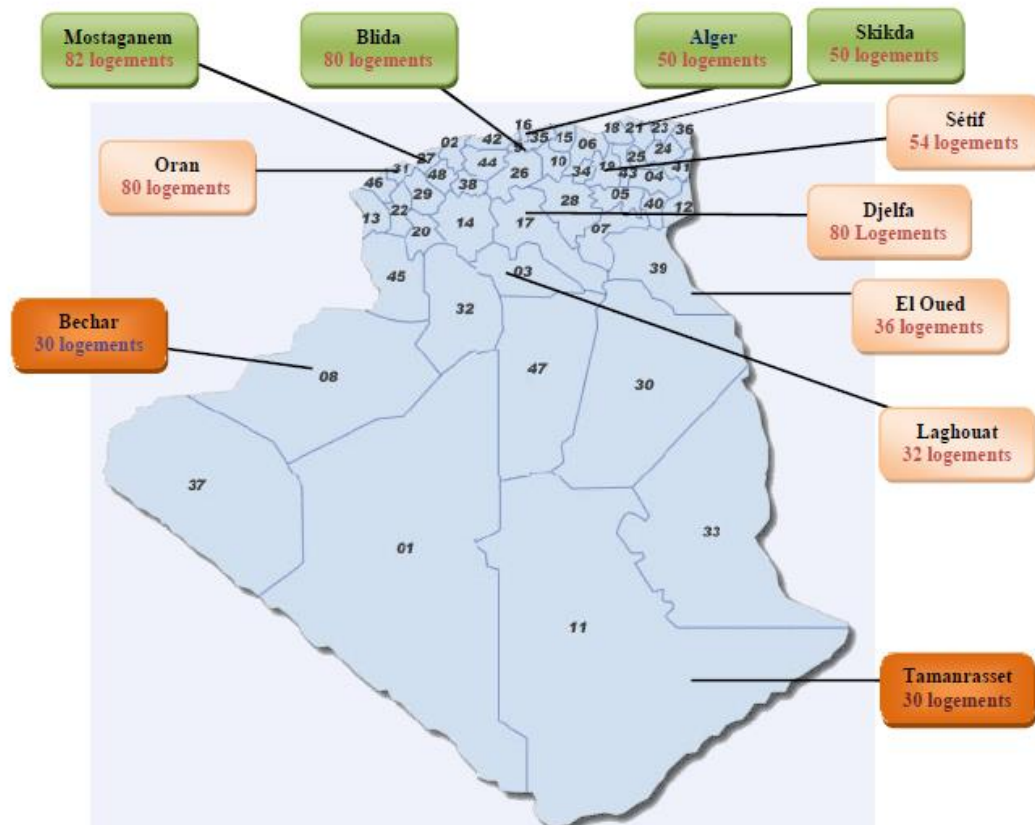


Figure 1.8 : Répartition des logements (projet ECO-BAT) [24]

1.2.2 Mémoires consultés :

1.2.2.1 Dimensionnement d'une installation photovoltaïque (application entreprise ENAVA) : par : AMEUR ALI ELHABIB et DAOUDI MUSTAPHA :

Objectif de la recherche : une étude d'une installation photovoltaïque couplée au réseau et autonome dans l'usine de l'ENAVA de Saida. Et l'étude d'une installation photovoltaïque destinée pour l'éclairage extérieur. [25]

Méthodologie de la recherche :

La méthodologie de ce travail s'est portée sur les méthodes numériques utilisant le logiciel de simulation PVsyst.

La méthode de simulation à l'aide du PVSYST est l'un des plus anciens et des plus performants logiciels dédié au photovoltaïque. Il propose des fonctionnalités très poussées telle que son application 3D qui permet de simuler la course du soleil et les ombres portées afin d'optimiser l'implantation des panneaux.

Synthèse :

Un résumé de l'installation obtenue par le logiciel PVsyst.

Chapitre 01 : Recherche bibliographique et état de l'art

a) Type de module PV :

- Type de panneau : Si-mono Modèle : L_ 80R Fabricant : Isotron
- Dimension : Longueur : 1305 mm largeur 589 mm épaisseur 34 mm poids 8 Kg .
- Nombre du panneau : 476 modules(en série 17 et parallèle28 chaînes)
- La Surface modules 366 m²

b) Onduleur :

- Modèle :G-533Fabricant : Leonics
- Puissance globale : 18.6 KW/h tension de fonctionnement : 125-480 v
- Tension entrée maximale : 600 v
- Technologie: HF Transfo, IGBT

D'après les résultats contenus l'installation photovoltaïque n'est bénéfique pour l'usine qu'après environ 11 ans. [25]

1.2.2.2. Amélioration Energétique D'un Habitat Situé A Blida :par : Mr. Meghari talal :

Objectif de la recherche :

La conception d'un bâtiment performant implique nécessairement la prise en compte des conditions climatiques du milieu. En effet, remédier à l'actuelle standardisation de la morphologie des bâtiments en favorisant la prise en compte du climat local constitue un enjeu majeur. Ainsi, lors de notre étude, nous avons aspiré à tirer parti des conditions naturelles (choix de matériaux adaptés et utilisation d'énergies renouvelables). [26]

Nos principales préoccupations tout au long de la conception de ce bâtiment ont été d'une part l'économie d'énergie et d'autre part, le gain de confort. [26]

Méthodologie de la recherche :

L'importance de l'énergétique du bâtiment pour construire des maisons confortables thermiquement on aura donc une consommation de manière passive ou bien nulle, on indiquant les différentes démarches réalisés dans le domaine et les besoins de l'occupant, enfin les programmes et les enjeux appliqués en Algérie pour améliorer l'efficacité énergétique dans le secteur du bâtiment.

Les résultats issus de la simulation thermique dynamique du bâtiment réalisé à l'aide du logiciel **Pleiades+Comfie** se seront un bilan thermique permettront de déterminer les possibilités de création d'un modèle de maison énergétiquement très performante.

Synthèse :

Dans ce travail, les simulations sont présentés étape par étape, toute en déterminant l'influence de chaque paramètre sur l'optimisation en matière

d'économie d'énergie toute en assurant le meilleur confort à l'intérieur de notre habitat.

A travers la STD (simulation thermique dynamique) ils ont pu estimer les besoins de chauffage/climatisation d'un n'importe quels habitat à travers de connaitre ces détails de conception, donc à travers la STD en peut éviter plusieurs étapes et plusieurs contraintes lorsque de la réalisation en réalité.

En tous les cas ils ont pu minimiser les besoins de cet habitat en arrivant a des valeurs très acceptable. [26]

1.2.2.3. Investigation Of The Improvement Building Envelope Impact On Energy Consumption Using Energy Audit:par Fatiha Mokhtari et al :

Une étude thermique a été faite sur un ensemble de bureau qui fait partie de l'Unité de Développement des Équipements Solaires (UDES) située à Bou-Ismaïl, une ville côtière algérienne. L'étude a été faite à l'aide du logiciel PLEADES-COMFIE.

L'étude a permis d'évaluer le comportement thermique du cas d'étude ainsi que l'estimation des besoins en chauffage et climatisation

Des solutions passives ont été proposées afin de réduire la consommation énergétique entre autre l'isolation et l'intégration du double vitrage sur les .fenêtres, ce qui a permis de faire une économie de 50% en besoins chauffage et 10% en besoins de climatisation. Aussi ces performances proposées permettent d'augmenter la température intérieure de 4 ° C en saison hivernale. [27]

1.2.3 Projet réalisé :

1.2.3.1 L'installation photovoltaïque du centre commercial de Serfontana dans le Morbio Inferiore à La Suisse :

L'installation photovoltaïque du centre commercial de Serfontana dans le Morbio Inferiore, à proximité de la frontière italienne est un projet pilote de la jeune entreprise Voltage Suisse SA. Malgré la situation à première vue idéale avec une orientation optimale au sud, il a fallu surmonter quelques difficultés techniques et logistiques, comme la tour du centre commercial dont l'ombre étendue pouvait potentiellement réduire largement la production énergétique. [28]



Figure 1.9 : L'installation photovoltaïque du centre commercial de Serfontana dans le Morbio Inferiore[28]



Figure 1.10 : L'installation photovoltaïque du centre commercial de Serfontana dans le Morbio Inferiore [28]

Chapitre 01 : Recherche bibliographique et état de l'art

L'installation comprend 474 m² des panneaux solaires photovoltaïques intégrés en toiture, ont été positionnés à un angle de 15° par rapport à l'horizontale avec une orientation plein sud.

Synthèse: Le système photovoltaïque d'une taille de 73,2 kWc avec 244 modules polycristallins, d'une puissance de 300 W Trina Solar TSM-PC14 comportant chacun 72 cellules a été conçu pour une surface en toiture de 474 m². [28]

1.2.3.2. L'installation photovoltaïque du centre commercial La Reserva à Colombie :

Le système photovoltaïque installé est sur le réseau, c'est-à-dire que l'énergie produite est consommée en même temps qu'elle est produite. L'installation comprend 885 m² des panneaux solaires photovoltaïques intégrés en toiture.



Figure 1.11 : Installation solaire photovoltaïque à Colombie [29]

Synthèse: Dans les 885 m² du toit du magasin, 385 modules photovoltaïques ont été installés et mis en service, d'une capacité de 100 kWh (kilowatt heure de pointe), qui produira 137 608 kWh/an. Ce type d'énergie renouvelable permet d'éviter l'émission de 55,2 tonnes de CO₂. [29]

Chapitre 01 : Recherche bibliographique et état de l'art

1.2.3.3. L'intégration du système photovoltaïque dans l'établissement scolaire Chahid Gourri à Annaba :

Cette installation a nécessité une étude de dimensionnement afin de déterminer la configuration adéquate permettant l'éclairage de la cour extérieure ainsi que les 12 classes et couloirs composant cette école.

Après cette étude, l'ER2 a préconisé l'installation de deux systèmes :

-Le premier système, composé d'un champ PV de 03 kilo watts crête (KWc) connecté au réseau grâce à un onduleur PV Grid en favorisant en premier lieu l'utilisation de l'électricité solaire pour alimenter les 137 points lumineux (les lampes LED basses consommations étant fournies et installées par l'ER2) permettant l'éclairage des 12 classes, la cour et les couloirs.

- Le second système est composé d'un champ photovoltaïque de 1,2 KWc avec accessoires et d'un stockage batterie d'accumulation de 450AH est complètement autonome sur 03 jours.

Cette installation permet l'alimentation électrique de 04 projecteurs LED de 50 W fournis par la filiale et fixés latéralement sur les murs entourant la cour extérieure.



Figure 1.12 : Intégration du système PV dans une école à Annaba

[30]

Chapitre 01 : Recherche bibliographique et état de l'art

Le fonctionnement de ces projecteurs dure toute la nuit avec un basculement marche/arrêt entièrement automatisé par cellule photoélectrique.

En se basant sur les deux systèmes photovoltaïques réalisés, une simulation du fonctionnement de cette installation PV est réalisée sur une période d'une année. [30]



Figure 1.13 : L'éclairage de la cour extérieure [30]

Synthèse: Les résultats de la simulation sont portés dans le tableau suivant :

Désignations	Valeurs
Ancienne consommation annuelle en utilisant les lampes à néon de 36W et les projecteurs de 150W	
• Période diurne	7600 kWh/an
• Période nocturne	2190 kWh/an
• Totale	9790 kWh/an
Nouvelle consommation annuelle en utilisant les lampes à LED de 09W et les projecteurs de 50W	
• Période diurne	1900 kWh/an
• Période nocturne	730 kWh/an

Chapitre 01 : Recherche bibliographique et état de l'art

• Totale	2630 kWh/an
Rapport de réduction de la consommation d'énergie électrique (Facteur de gain)	3.72
Taux de réduction de la consommation d'énergie électrique	73.14%
La production annuelle photovoltaïque	8090 kWh/an
Energie électrique soutirée du réseau et qui est facturée par Sonelgaz	821 kWh/an
Taux d'autosuffisance du système PV	68.8%

Tableau 1.1 : Les résultats de la simulation [30]

Chapitre 02

Introduction :

En Algérie, le secteur tertiaire est le premier consommateur d'énergie, notre choix s'est porté sur le centre de recherche CRAPC qui est situé à la ville de Bou-Ismaïl. Nous voulons faire une étude pour réduire sa consommation d'énergie.

2.1 Présentation de la ville:

Bou-Ismaïl, est située sur le littoral à 45 Km à l'Ouest d'Alger et à 25 km à l'Est du chef-lieu de wilaya Tipaza. La commune de Bou-Ismaïl est limitée à l'Est par la commune de Fouka, au sud par les communes de Koléa et Chaïba et enfin à l'Ouest par les communes de Khemisti et de BouHaroun : petites villes portuaires. Durant la période coloniale, Bou-Ismaïl portait le nom de « Castiglione ».

La ville de Bou Ismaïl est située à cheval sur deux plaines, une basse légèrement inclinée vers la mer à 15 mètres d'altitude de moyenne et une haute à près de 110 mètres de hauteur. Les deux se rejoignent par un ravin abrupt. [31]

2.1.1 Données climatiques de la ville de Bou-Ismaïl :

Latitude: **36.6426**, Longitude: **2.69007**, altitude : **33 m**

Classification de la ville de Bou Ismaïl selon la classification thermique du DTR (3-2) des communes de L'ALGERIE :

42 TIPAZA	Groupe de Communes 1 : Ahmer El Ain - Attatba - Bourkika - Menaceur - Meurad	B
	Groupe de Communes 2 : Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes 1.	A

Tableau 2.1 : Classification de la ville de Bou Ismaïl [32]

2.1.2 Caractéristiques météorologiques de la ville :

a-Période hivernale :

Caractéristiques climatiques moyennes par zone	Caractéristiques climatiques du mois le plus froid: Janvier							
	T_{moy}	$T_{min. moy}$	$T_{max. moy}$	$T_{min. abs}$	$T_{max. abs}$	Ecart diurne	V Variabil.	$T_{extérieure de base.}$
ZONE A								
< 500 m	12	9	15	5	20	6	4	6
500 – 1000 m	8	4	12	0	17	8	4	1
> 1000 m	5,5	2	9	-2	14	7	4	-1

Tableau 2.2 : Caractéristiques climatiques de la région de Bou-Ismaïl [32]

Chapitre 02 : Présentation du cas d'étude

b- Période estivale :

Caractéristiques climatiques moyennes par zone	Caractéristiques climatiques du mois le plus chaud: Juillet								
	T _{moy}	T _{max. moy}	T _{min. moy}	T _{min. abs}	T _{max. abs}	Ecart diurne	V Variabil.	T _{effect. max. moy.}	T _{extérieure sèche de base.}
ZONE A									
< 500 m	25,5	30	21	18	37	9	7	26	34
500 – 1000 m	25	30	20	15	37	10	7	25,5	33,5
> 1000 m	22,5	27	18	12	34	9	7	24	30,5

Tableau 2-3 : Caractéristiques climatiques de la région de Bou-Ismaïl [32]

2.2 Situation du cas étudié :



Figure 2.1 : Capture de la situation du site [33]

Le site est situé dans la zone industrielle de Bou-Ismaïl, et est délimité par une voie publique et habitation collectives au Nord, au Sud des hangars, l'Est voie publique et des hangars, à l'Ouest TONIC industrie.

Chapitre 02 : Présentation du cas d'étude

2.2.1 Présentation du plan du cas étudié : L'échelle du plan est 1/100 et pour l'orientation, le plan est orienté au Nord.

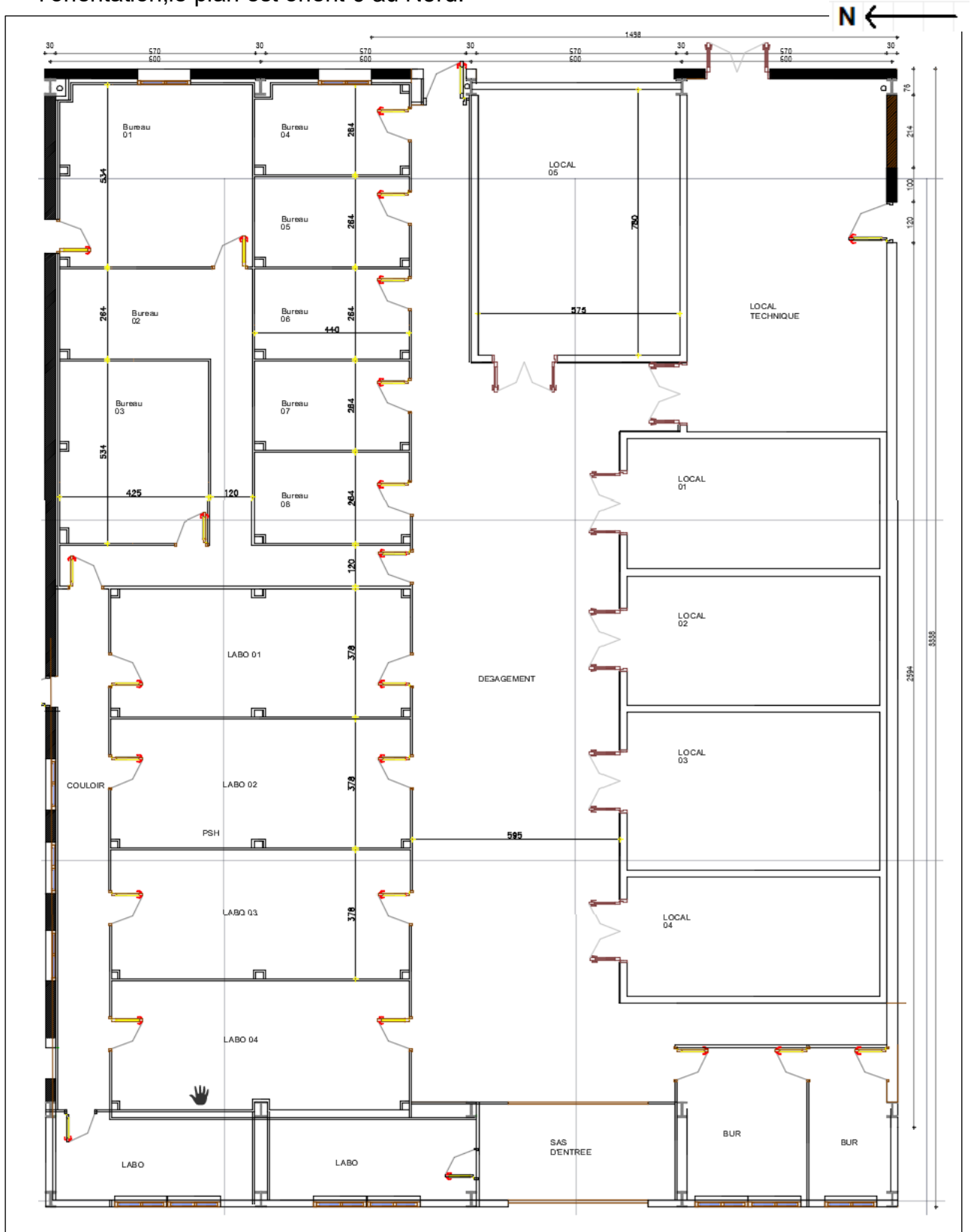


Figure 2.2 : Plan détaillé du notre choix

Chapitre 02 : Présentation du cas d'étude

2.2.2 Caractéristiques des différents espaces du cas étudié :

Espace	Fonctionnement	Surface (m2)	Orienta-tion	photo
Bureau 1	administratif	29	Est	
5 Bureaux	administratif	11.35 * 4	Nord	
Bureau 2	administratif	14.3	Nord	

Chapitre 02 : Présentation du cas d'étude

Bureau 3	administratif	23	Est	
4 Locaux	1- stockage des produits chimiques divers 2- stockage des produits carburants 3- stockage des produits corrosifs 4- stockage des produits liquides inflammables	27	Sud	
Local5	local de stockage des produits solides inflammables	44.85	Est	
Local technique	Local de maintenance	58	Sud-Ouest	

Chapitre 02 : Présentation du cas d'étude




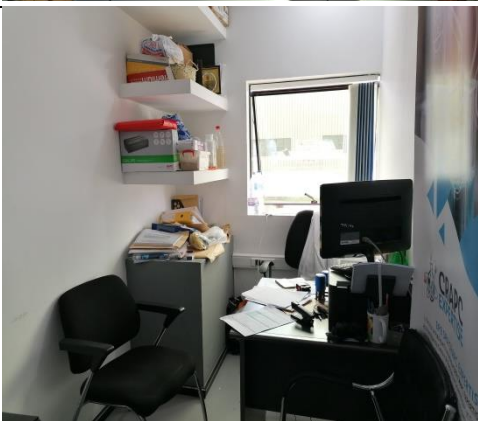
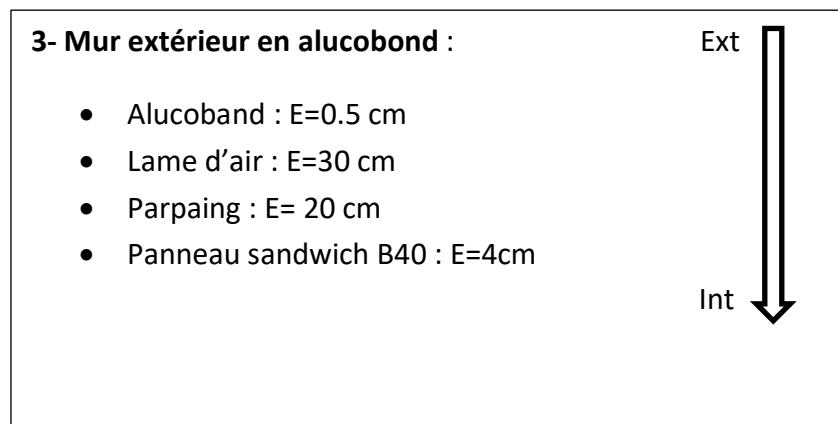
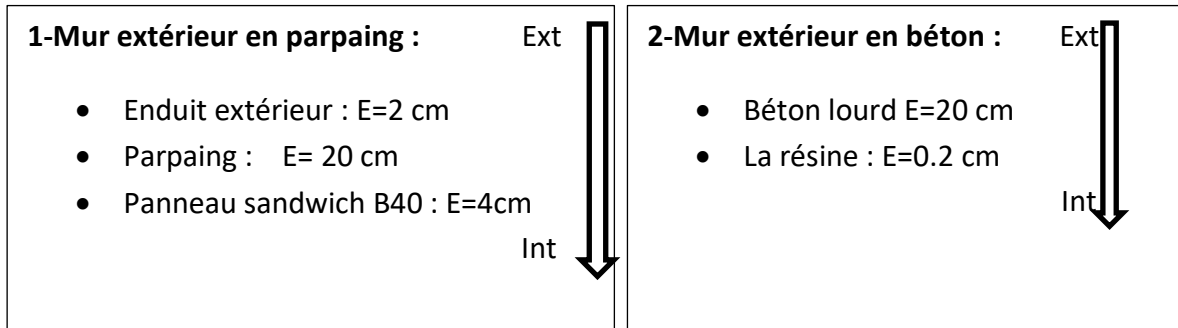
4 Labos	laboratoire	30.76 * 4	Nord	
2 Labos	laboratoire	15*2	Nord-Ouest	
bureau	Administratif	15	Sud-Ouest	
bureau	Administratif	11	Sud-Ouest	

Tableau 2.4: Caractéristiques des différents espaces du cas étudié

2.2.3 Matériaux de construction utilisés :

Composition des murs extérieurs :



Composition du plancher haut :

- Panneau sandwich F100 : E=10cm

Composition du plancher bas :

- Béton lourd : E=12 cm
- La résine : E= 0.2 cm

Types d'ouvertures :

- Fenêtre en aluminium double vitrage
- Porte coupe-feu 1 heure
- Porte coupe-feu double vantaux
- Porte vitré

2.3. Méthodologie de travail :

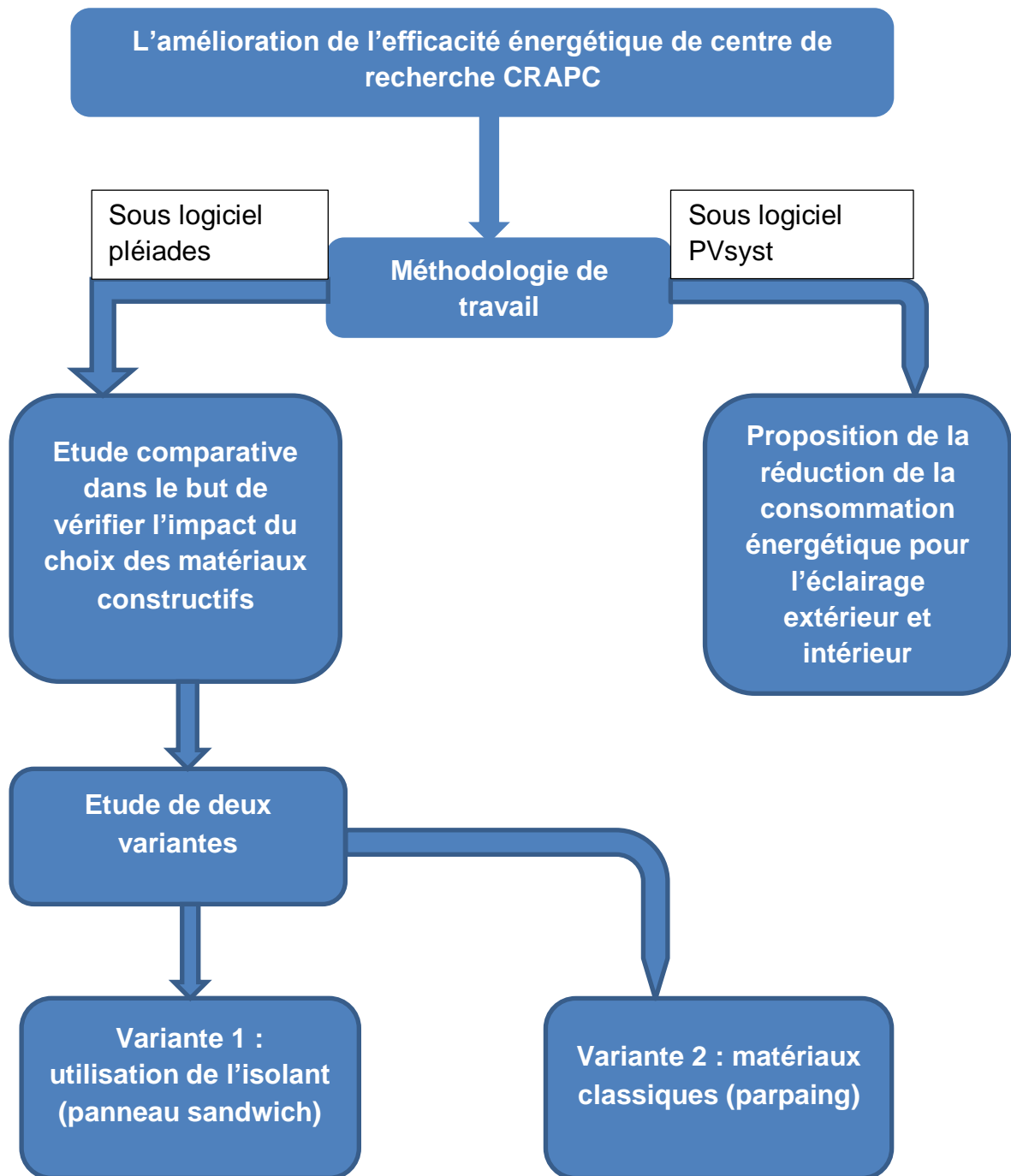


Schéma 2.1 : Méthodologie de travail

Chapitre 03

Introduction :

Les outils de simulations énergétiques permettent la simulation du comportement thermique d'un bâtiment .De tels outils calculent les besoins énergétiques nécessaires au maintien du confort thermique (chauffage, rafraîchissement), voire l'ensemble des besoins énergétiques. Au-delà de l'aspect énergétique, certains logiciels évaluent les impacts environnementaux liés au bâtiment sur la totalité de son cycle de vie. [26]

PLEIÄDES est intégré à un ensemble de logiciel interfacé complet facilitant la saisie rapide de toutes les caractéristiques du bâtiment, de ses équipements et de ses scénarios de fonctionnement, d'une part, et chaîné à un calcul d'analyse de cycle de vie du bâtiment, d'autre part. [26]

3.1. Présentation générale de logiciel :

3.1.1. Pourquoi la simulation thermique dynamique ?

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

Au final, on accède aux températures, aux besoins de chauffage/climatisation, aux apports solaires...heure par heure dans les différentes zones prédéfinies du bâtiment. La STD permet de prendre en compte l'inertie thermique du bâtiment, les ponts thermiques, le comportement des usagers, la stratégie de régulation et de mener les études de sensibilités afférentes. La STD permet donc d'identifier et de quantifier l'impact des différentes fuites énergétiques (ponts thermiques, infiltration, ventilation...) afin de valider les concepts et solutions techniques retenues. [26]

3.1.2. Pléiades + Comfie 5.19.7.3 :

Pleiades est un logiciel complet pour l'éco-conception 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. [34]

- **Pleiades BIBLIOTHÈQUE** : La base de données des éléments constitutifs du bâtiment accessible depuis les autres composants de Pleiades. Matériaux, menuiseries, équipements, elle comporte aussi des éléments pour décrire l'usage (scénarios) et l'environnement proche du bâtiment. [34]

Chapitre 03 : Modélisation thermique dynamique

- **Pléiades Modeleur** : La saisie graphique rapide et fiable du bâtiment à partir de plans au format DWG ou image. Il permet de lancer les différents calculs et de visualiser certains résultats. [34]
- **L'outil STD COMFIE** : La simulation thermique et énergétique dynamique avec le moteur COMFIE. [34]

3.2. Processus d'application des logiciels :

3.2.1. Sous Pléiades BIBLIOTHÈQUE :

- **Matériaux et éléments créés :**

<u>La résine:</u>	<u>Alucoband :</u>
<p>► Crapc ►</p> <p>Nom: la resine</p> <p>Complément:</p> <p>Origine:</p> <p>Caractéristiques ACV</p> <p>Conductivité (λ): 0.8 W/(m.K)</p> <p>Masse volumique (ρ): 1200 kg/m³</p> <p>Chaleur spécifique (c): 293 J/(kg.K) 0.081 Wh/(kg.K)</p> <p>Effusivité: 530 J/(K.m².√s)</p> <p>Diffusivité: 2.275E-6 m²/s</p> <p><input type="checkbox"/> Est un isolant transparent</p>	<p>► Crapc ►</p> <p>Nom: alluco</p> <p>Complément:</p> <p>Origine:</p> <p>Caractéristiques ACV</p> <p>Conductivité (λ): 0.5 W/(m.K)</p> <p>Masse volumique (ρ): 920 kg/m³</p> <p>Chaleur spécifique (c): 850 J/(kg.K) 0.236 Wh/(kg.K)</p> <p>Effusivité: 625 J/(K.m².√s)</p> <p>Diffusivité: 6.394E-7 m²/s</p> <p><input type="checkbox"/> Est un isolant transparent</p>

<u>Panneau sandwich :</u>
<p>Dossier: Dernière modification : 22/09/2020 09:59:57 par Soumia OUKACI STD OFF 001 TMP</p> <p>► Crapc ►</p> <p>Nom: panneau sandwich</p> <p>Complément:</p> <p>Origine:</p> <p>Caractéristiques ACV</p> <p>Conductivité (λ): 0.02 W/(m.K)</p> <p>Masse volumique (ρ): 980 kg/m³</p> <p>Chaleur spécifique (c): 1100 J/(kg.K) 0.306 Wh/(kg.K)</p> <p>Effusivité: 147 J/(K.m².√s)</p> <p>Diffusivité: 1.855E-8 m²/s</p> <p><input type="checkbox"/> Est un isolant transparent</p>

Figure 3.1 : Différentes éléments et matériaux créés

Chapitre 03 : Modélisation thermique dynamique

- Composition des éléments constructifs sans isolation :**

Mur en parpaing :

Toiture en hourdis :

Figure 3.2 : Différentes compositions des éléments constructifs sans isolation

- Composition des éléments constructifs en isolation :**

Mur extérieur en béton :

Mur en Alucoband :

Figure 3.3 : Différentes compositions des éléments constructifs

Chapitre 03 : Modélisation thermique dynamique

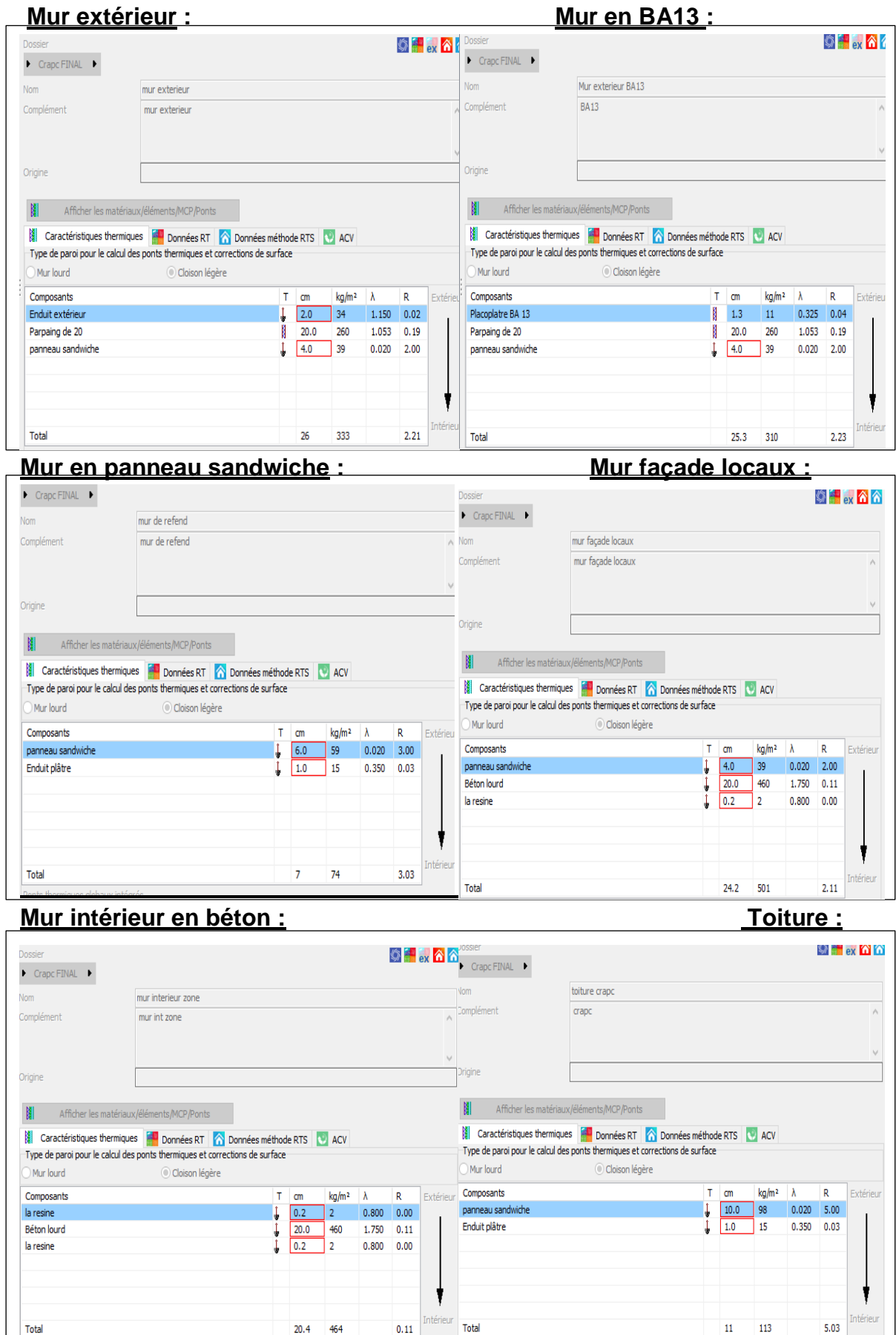


Figure 3.4 : Différentes compositions des éléments constructifs

Plancher bas

Dossier: Crapc FINAL
 Dernière modification : 22/09/2020 13:33:42 par Soumia OUKACI STD OFF 001 TMP

Nom: plancher bas crapc
 Complément: plancher bas crapc

Origine:

Afficher les matériaux/éléments/MCP/Ponts

Caractéristiques thermiques | Données RT | Données méthode RTS | ACV

Type de paroi pour le calcul des ponts thermiques et corrections de surface
 Mur lourd Cloison légère

Composants	T	cm	kg/m ²	λ	R	
Béton lourd	↓	12.0	276	1.750	0.07	Extérieur ↓ Intérieur
la resine	↓	0.2	2	0.800	0.00	
Total						
		12.2	278		0.07	

Figure 3.5 : Différentes compositions du plancher bas

- Type d'ouvertures :

Porte coupe-feu 1 heure :

porte d'accès :

Dossier: menuiseries Crapc.FINAL

Nom: port coupe-feu largeur 0.9
 Complément:
 Origine:

Global | Géométrie | Données RT | ACV

Valeurs connues Valeurs calculées

Hauteur: 2.2 m | Largeur: 0.9 m | Nb de vitrages: 0

Sans protection
 Uw vertical: 1.2 W/(m².K) | Uw horizontal: 0 W/(m².K)

Facteur solaire (Sw): 0

Sw-C: Sw1-C Sw2-C Sw3-C | Sw-E: Sw1-E Sw2-E Sw3-E
 Hiver: 0 0 0 0 | Été: 0 0 0 0

Ouverture: Non ouvrable | Sélection

Détalonnage: 1.5 cm

Nom: porte d'accès
 Complément:
 Origine:

Global | Géométrie | Données RT | ACV

Valeurs connues Valeurs calculées Sans correction d'intégration dans le projet

Hauteur: 3 m | Largeur: 4 m | Nb de vitrages: 1

Sans protection
 Uw vertical: 4.7 W/(m².K) | Uw horizontal: 4.7 W/(m².K) | Tl global: 0

Facteur solaire (Sw): 0.6 Vitrage spécial | Sw: 0 0 0 | Angles (°): 0 0 0

Sw-C: Sw1-C Sw2-C Sw3-C | Sw-E: Sw1-E Sw2-E Sw3-E
 Hiver: 0 0 0 0 | Été: 0 0 0 0 | Tl diffus: 0

Avec protection
 Aucune | Pas de protection mobile | Sélection

Figure 3.6 : Différentes types d'ouvertures

Porte coupe-feu double vantaux 1 heure :

Fenêtre :

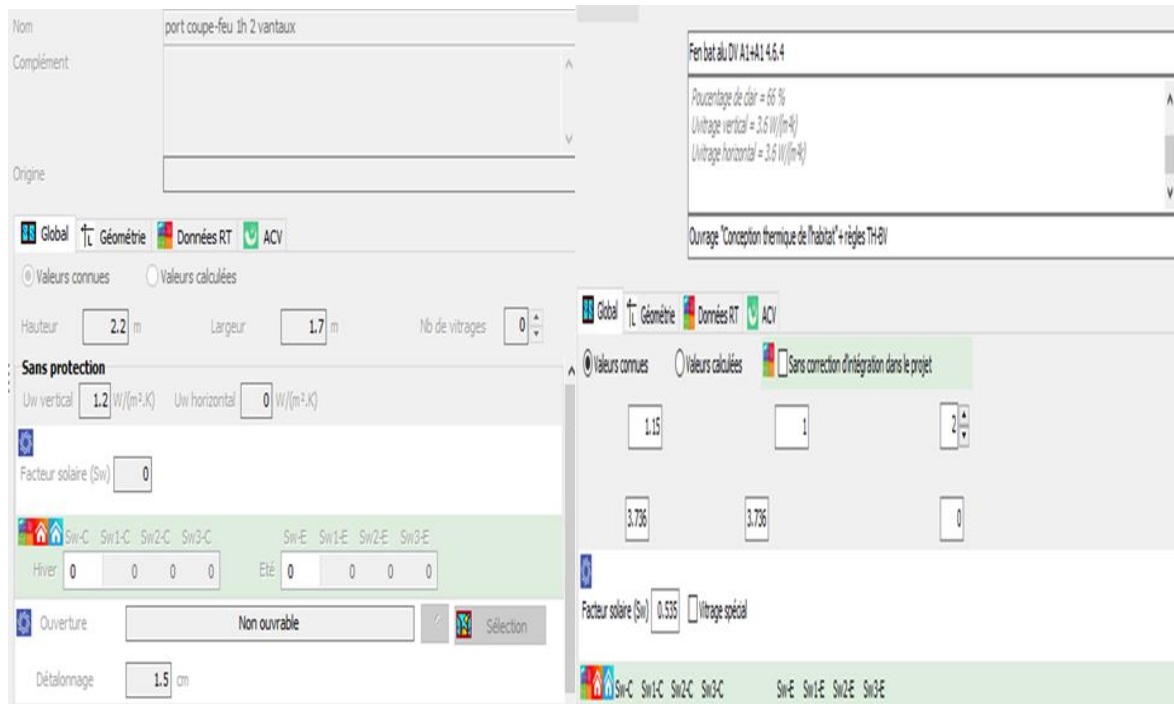


Figure 3.7 : Différents types d'ouvertures

- **Insertion des ouvrants :**

Fenêtres en aluminium double vitrage Fen alu DV A1+A1 4.6.4 , porte coupe-feu 1 heure et portes vitrées.

3.2.2. Sous pléiades modelleur :

- **Dessin du plan :**

- ✓ Caractéristiques des murs.
- ✓ Caractéristiques des ouvrants.
- ✓ Identification des pièces.
- ✓ Identification des zones: selon le confort: Zone 01 : 4 laboratoires, Zone 02 : 2 laboratoires, Zone 03 : 4 bureaux, Zone 04 : 4 bureaux, Zone 05 : bureaux, Zone 06 : dégagement et sas d'entrée, Zone 07 : 4 locaux de stockage, Zone 08 : local technique, Zone 09 : local 5, Zone 10 : couloir.
- ✓ Identification du de la position Nord.

Chapitre 03 : Modélisation thermique dynamique

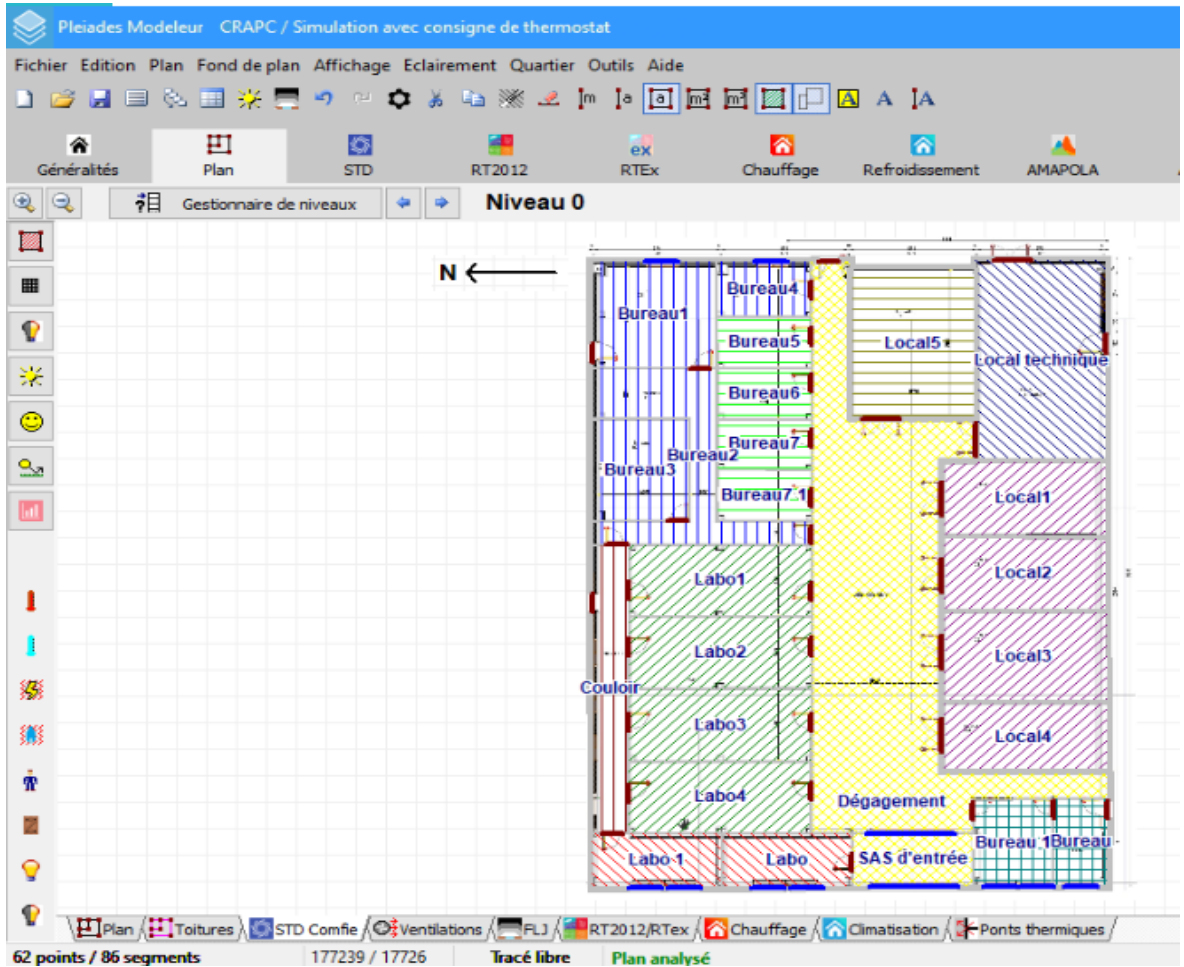


Figure 3.8 : Plan détaillé de CRAPC

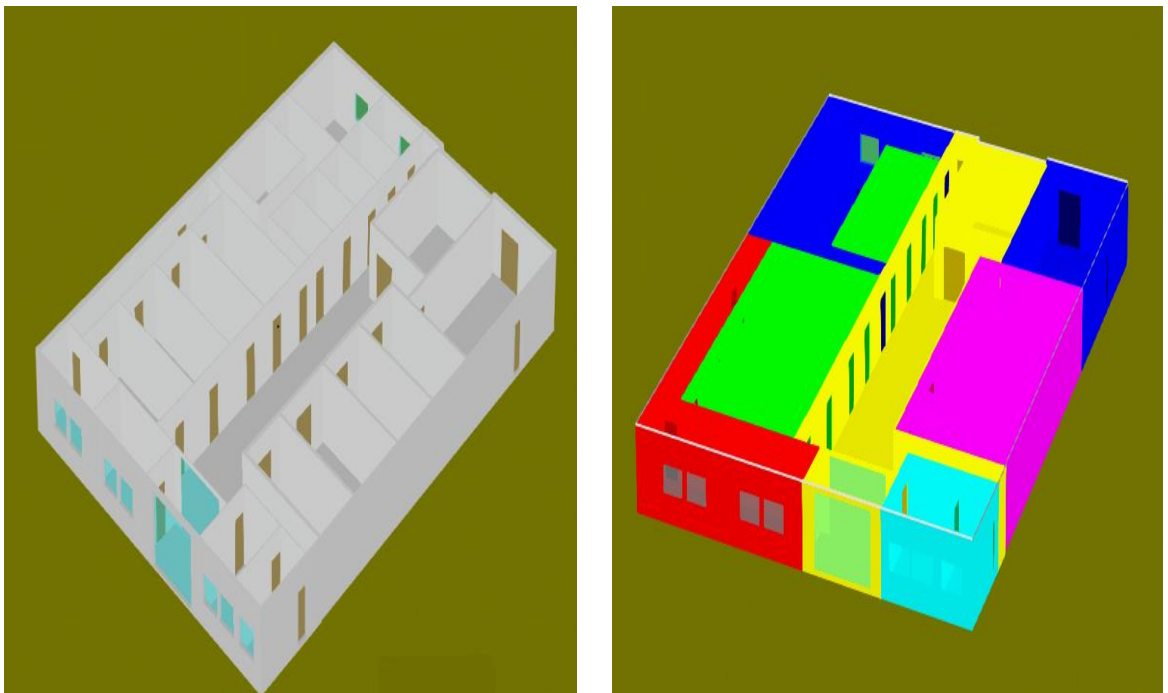


Figure 3.9 : Plan3D du projet

Chapitre 03 : Modélisation thermique dynamique

- **Création de la station météorologique : génération le fichier horaire**

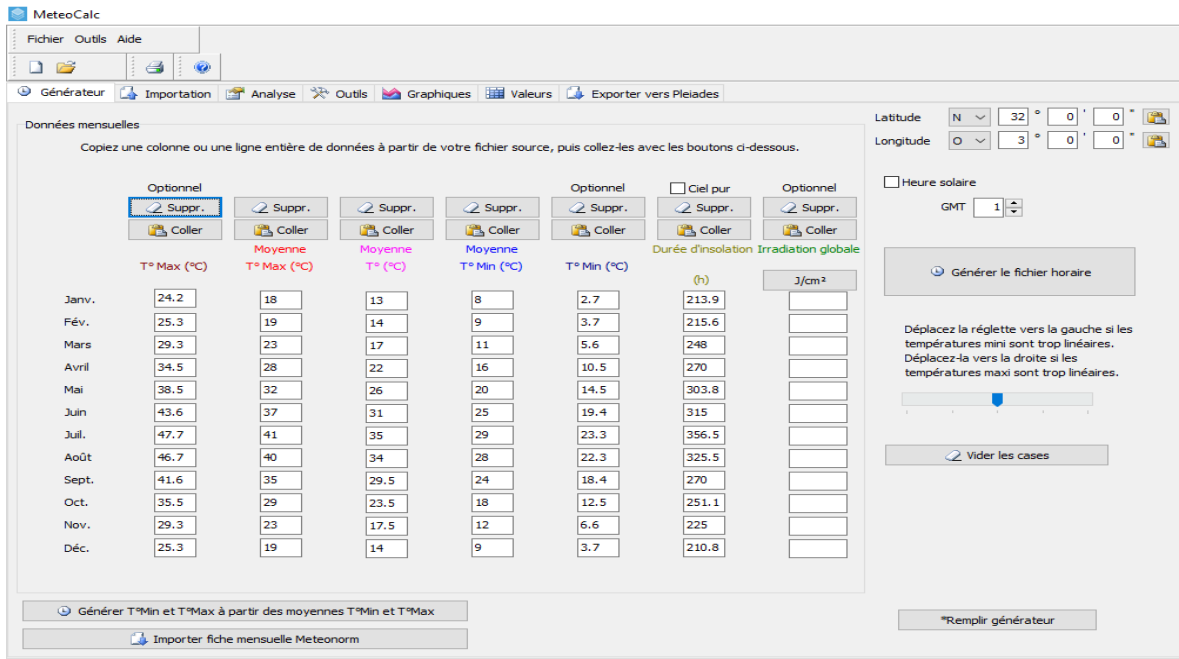


Figure 3.10 : Création de la station météorologique

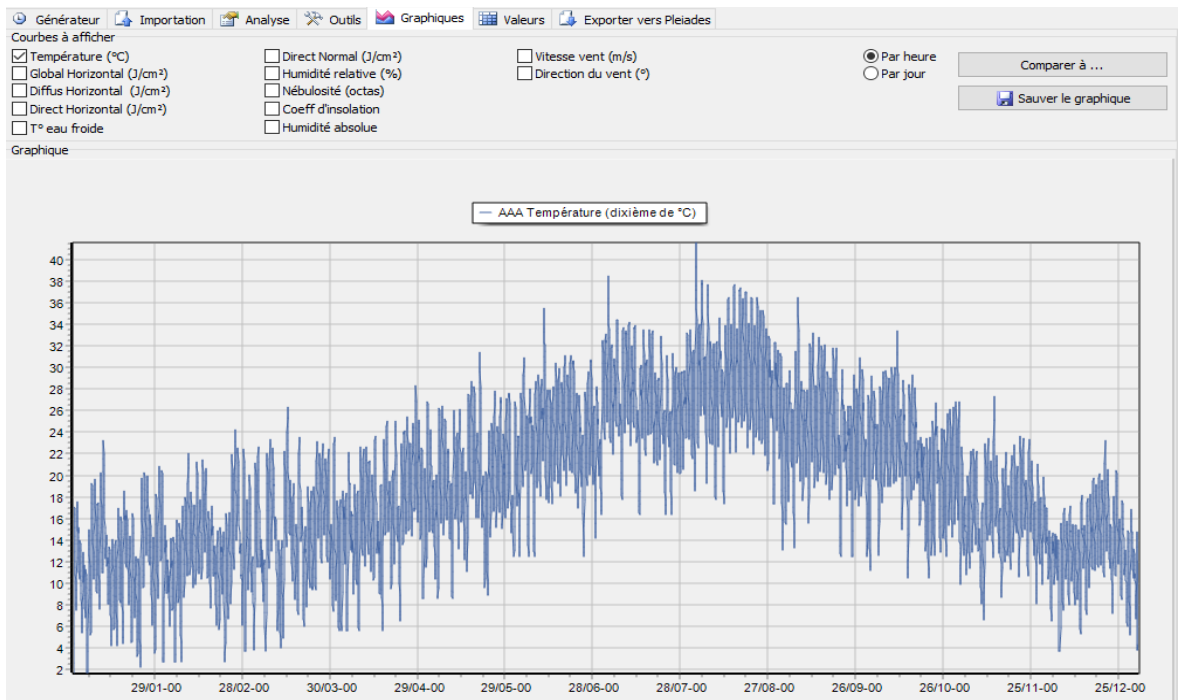


Figure 3.11 : Températures journalières maximales et minimales

- **Evolution du rayonnement solaire :**

La figure 3.10 montre la variation des rayonnements diffus et global durant l'année pour une surface de cm².

Chapitre 03 : Modélisation thermique dynamique

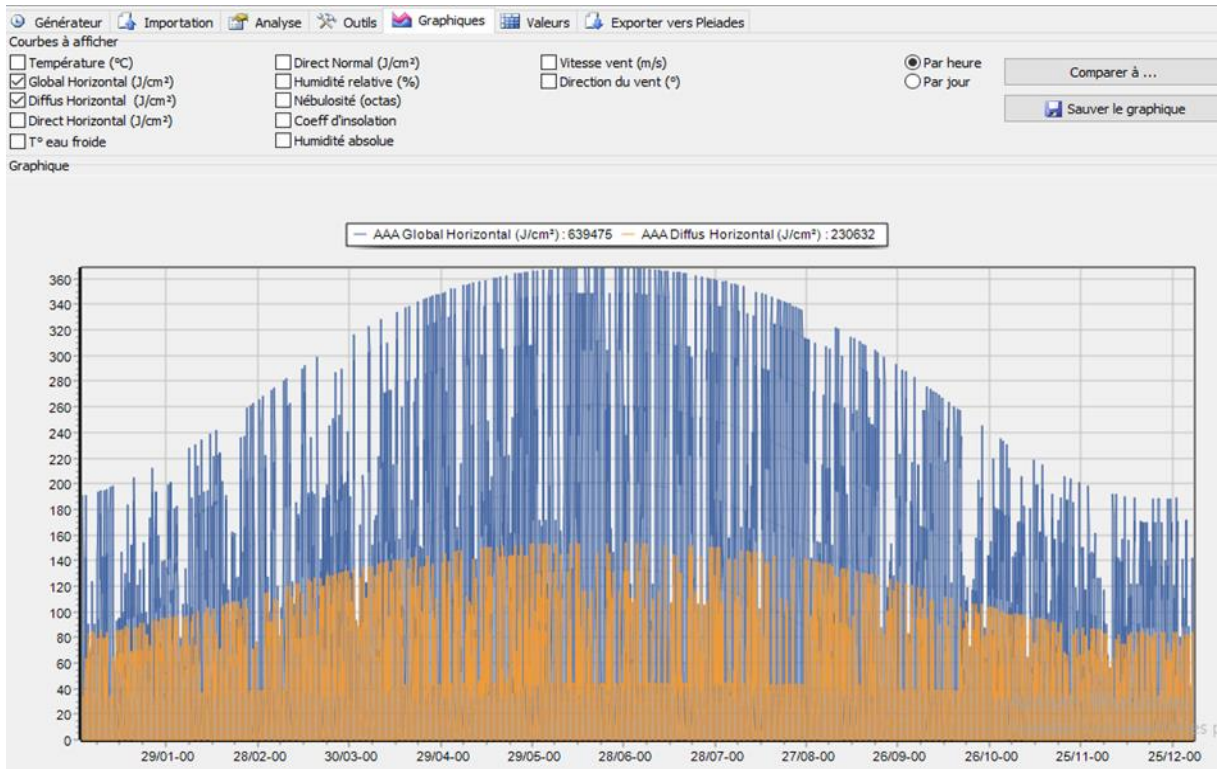


Figure 3.12 : Rayonnement diffus et global durant l'année sur site du

• Définition des paramètres constructifs :

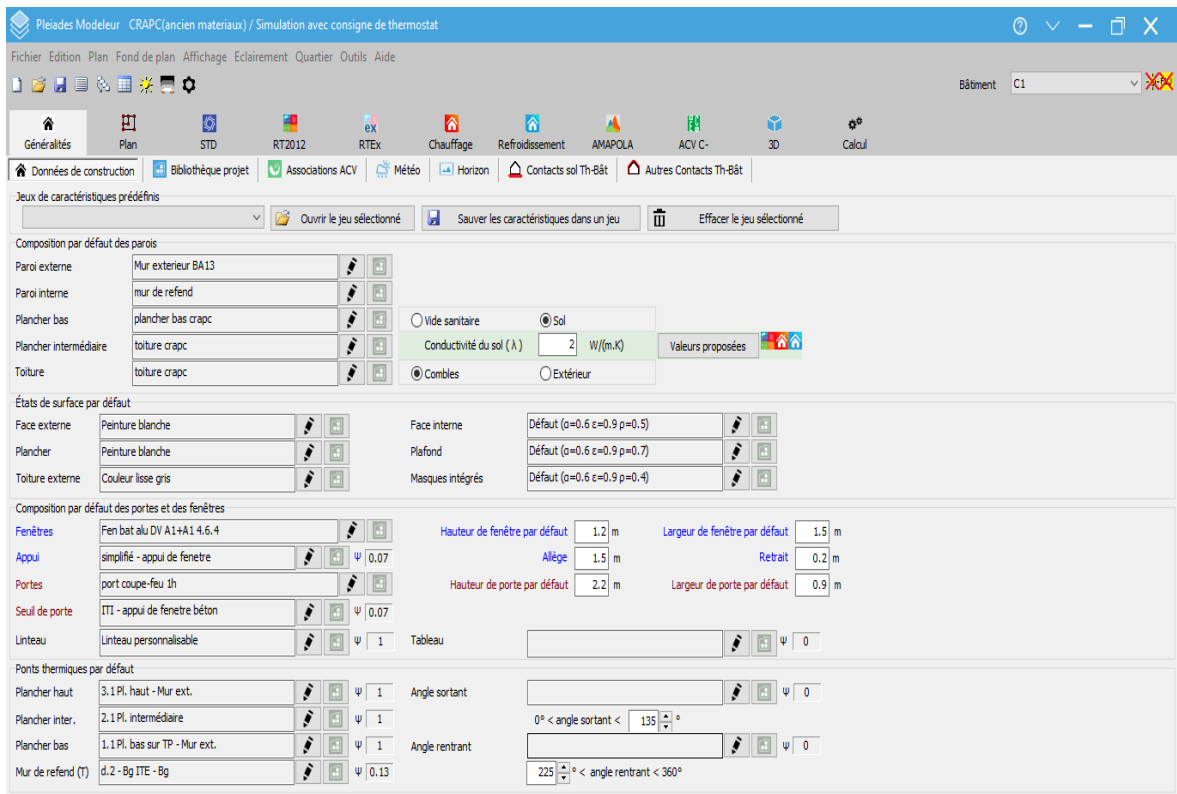


Figure 3.13: Insertion des éléments constructifs

Chapitre 03 : Modélisation thermique dynamique

➤ **Définition des scénarios de fonctionnement :**

- ✓ Scenario d'occupation.
- ✓ Scenario de consigne de thermostat.
- ✓ Scenario de Ventilation.
- ✓ Scenario de puissance dissipée.

• **Scenario d'occupation :**

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

Pour notre simulation, nous avons décidé d'effectuer des scénarios d'occupation différents pour chaque zone selon l'occupation de l'espace par heure.

- ❖ **Scenario d'occupation pour la 1 ère zone :** taux d'occupation estimé pour les grands labos est 5 personnes.

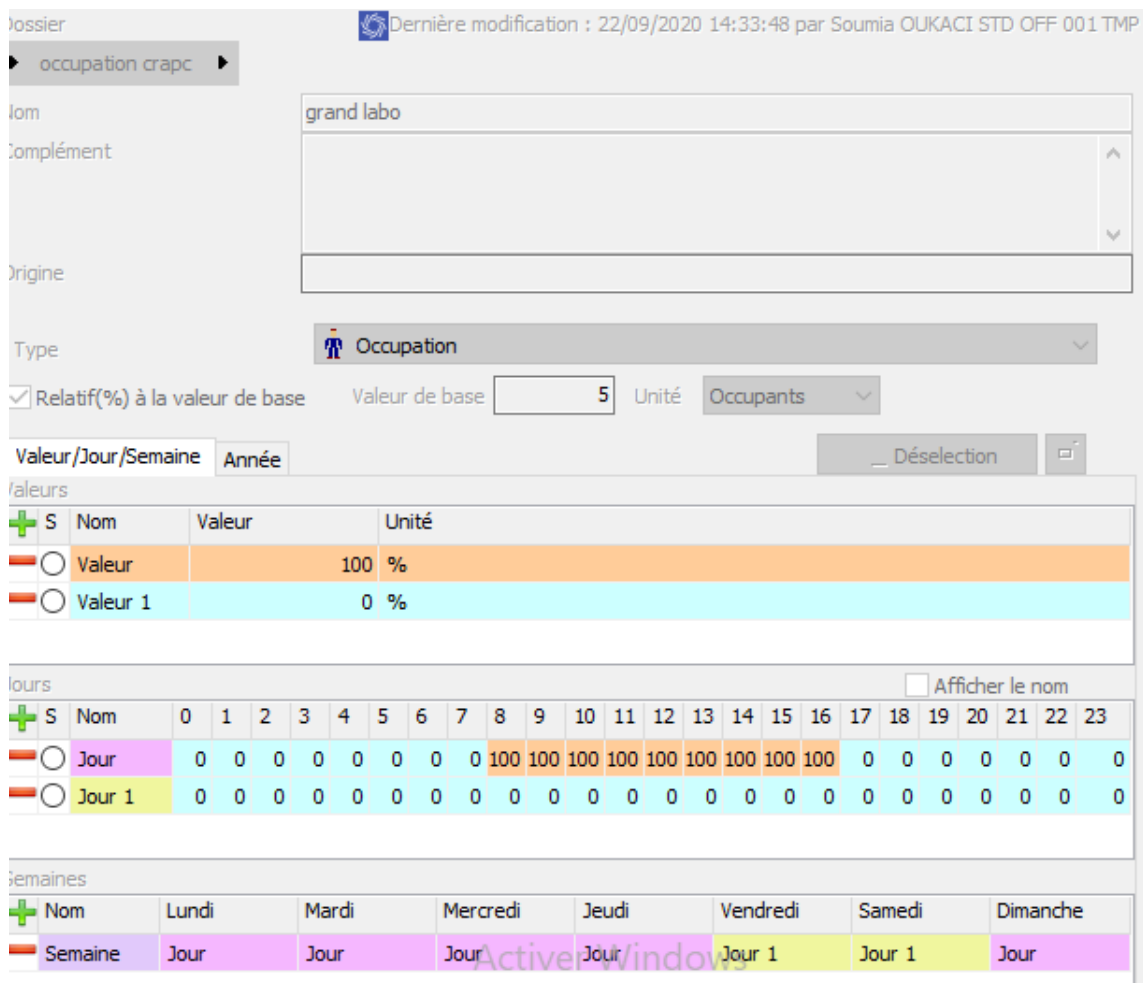


Figure 3.14: Scenario d'occupation pour la 1 ère zone

Chapitre 03 : Modélisation thermique dynamique

- ❖ **Scenario d'occupation pour la 2 ème zone, 4 ème et 9 ème zone :**
Scenario de 2 personnes.

Dossier Dernière modification : 22/09/2020 14:33:34 par Soumia OUKACI STD OFF 001 TMP

► occupation crapc ►

Nom grand bureau

Complément

Origine

Type Occupation

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

Valeur/Jour/Semaine Année

Valeurs

S	Nom	Valeur	Unité
+	Valeur	100	%
+	Valeur 1	0	%

Jours Afficher le nom

S	Nom	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
+	Jour	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0
+	Jour 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Semaines

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

- ❖ **Scenario d'occupation pour la 3 ème et 5 ème zone :** Scenario d'une seule personne.

Dossier Dernière modification : 22/09/2020 14:33:39 par Soumia OUKACI STD OFF 001 TMP

► occupation crapc ►

Nom petit bureau

Complément

Origine

Type Occupation

Relatif(%) à la valeur de base Valeur de base 1 Unité Occupants

Valeur/Jour/Semaine Année

Valeurs

S	Nom	Valeur	Unité
+	Valeur	100	%
+	Valeur 1	0	%

Jours Afficher le nom

S	Nom	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
+	Jour	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0
+	Jour 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Semaines

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

Figure 3.15: Différents scenarios de fonctionnement

Chapitre 03 : Modélisation thermique dynamique

- ❖ **Scenario d'occupation pour la 7 ème et 8 ème zone** : Scenario de 2 personnes.

Dossier Dernière modification : 22/09/2020 14:33:44 par Soumia OUKACI STD OFF 001 TMP

occupation crapc

Nom zone de stockage

Complément

Origine

Type Occupation

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

Valeur/Jour/Semaine Année

Déselection

Valeurs

S	Nom	Valeur	Unité
<input type="radio"/>	Valeur	100	%
<input type="radio"/>	Valeur 1	0	%

Jours

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

Semaines

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

Figure 3.16: Scenario d'occupation pour la 7 ème et 8 ème zone

- **Scenario de consigne de thermostat** :

Nom CONSIGNES DE CHAUFFAGE

Complément

Origine

Type Température

Relatif(%) à la valeur de base Unité °C

Valeur/Jour/Semaine Année

Déselection

Valeurs

S	Nom	Valeur	Unité
<input type="radio"/>	Valeur 1	20	°C

Jours

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

Consigne de climatisation

Type Température

Relatif(%) à la valeur de base Unité °C

Valeur/Jour/Semaine Année

Déselection

Valeurs

S	Nom	Valeur	Unité
<input type="radio"/>	Valeur	27	°C

Jours

S	Nom	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
<input type="radio"/>	Jour	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	

Figure 3.17 : Scenario de la consigne thermostat (chauffage et climatisation)

Chapitre 03 : Modélisation thermique dynamique

- **Scenario de Ventilation :**

Selon le centre le débit de renouvellement pour les bureaux est 1 vol/h et pour les labos est de 4 vol/h

The screenshot shows two side-by-side configuration windows for ventilation scenarios. The left window is for 'ventilation crapc labo' and the right is for 'ventilation bureau'. Both have 'Type' set to 'Ventilation' and 'Relatif(%) à la valeur de base' checked. The 'labo' scenario has a 'Valeur de base' of 4 vol/h, while the 'bureau' scenario has a 'Valeur de base' of 1 vol/h. Both show a table of values for 'Valeur' (100%) and 'Valeur 1' (0%), and a weekly schedule table with values of 100 for all days.

Figure 3.18: scenarios de ventilation

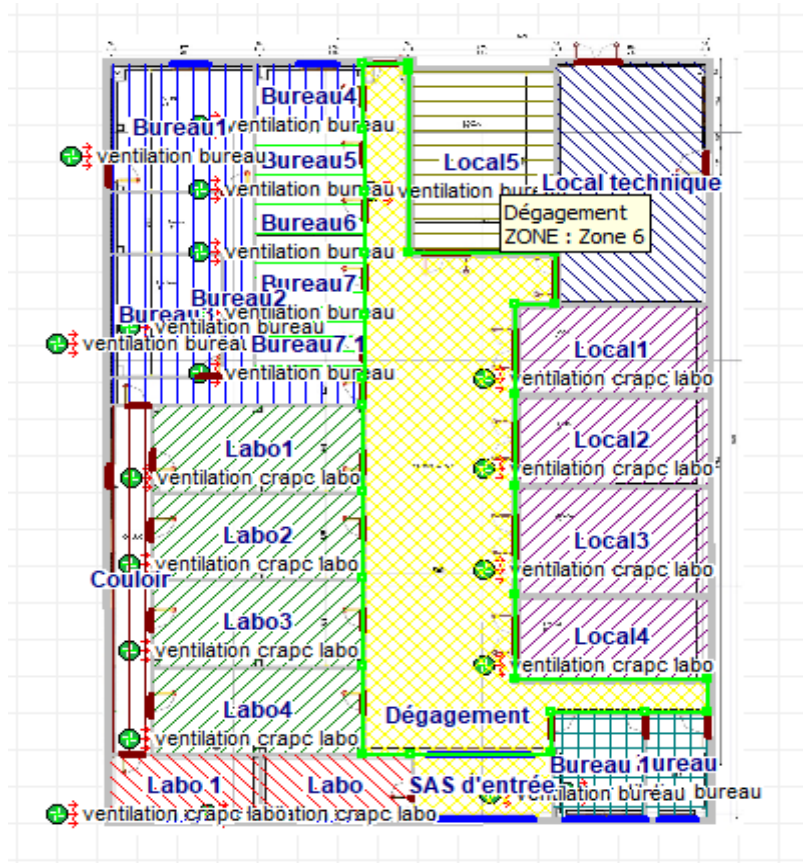


Figure 3.19 : Intégration de la ventilation dans chaque zone

Chapitre 03 : Modélisation thermique dynamique

- **Scenario de puissance dissipée :**

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

- **Scenario de puissance dissipée pour la 1 ère et 2 ème zone :**

- 8 Luminaire plafonnier (pour chaque espace 1.5*8) [35]
- 2 Réfrigérateur (77*2)
- 2 ordinateurs (100*2)

Dossier : puissance crapc

Nom : grand labora

Type : Puissance

Unité : W

Valeur/Jour/Semaine	Année
Valeurs	
<input type="radio"/> Valeur	12 W
<input type="radio"/> Valeur 1	144 W
<input type="radio"/> Valeur 2	200 W
Jours	
<input type="radio"/> Jour	356 356
Semaines	
<input type="radio"/> Semaine	Jour Jour Jour Jour Jour Jour Jour Jour Jour Jour Jour

- **Scenario de puissance dissipée pour la 3 ère, 4 ème , 5 ème et 9 ème zone :**

Nom : bureau

Type : Puissance

Unité : W

Sélectionnez une valeur puis affectez la en dessinant un rectangle dans la grille des jours

Valeur/Jour/Semaine	Année
Valeurs	
<input type="radio"/> Valeur	206 W
<input checked="" type="radio"/> Valeur 1	0 W
Jours	
<input type="radio"/> Jour	0 0 0 0 0 0 0 0 0 206 206 206 206 206 206 206 206 0 0 0 0 0 0 0
<input checked="" type="radio"/> Jour 1	0 0
Semaines	
<input type="radio"/> Semaine	Jour Jour Jour Jour Jour Jour 1 Jour 1 Jour

Figure 3.20 : Différents scenarios de puissance

Chapitre 03 : Modélisation thermique dynamique

❖ Scenario de puissance dissipée pour la 6 ème zone :

Dossier Dernière modification : 23/09/2020 12:52:48 par Soumia OUKACI STD OFF 001 TMP

► puissance crapc ►

Nom : puissance dissipée hall crapc

Complément :

Origine :

Type : Puissance

Relatif(%) à la valeur de base Unité : W

Valeur/Jour/Semaine Année _ Déselection

Valeurs

S	Nom	Valeur	Unité
+	Valeur	33	W

Jours Afficher le nom

S	Nom	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
+	Jour	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33

Semaines

S	Nom	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
+	Semaine	Jour	Jour	Jour	Jour	Jour	Jour	Jour

❖ Scenario de puissance dissipée pour la 7 ème et 8 ème zone :

Dossier Dernière modification : 23/09/2020 12:52:43 par Soumia OUKACI STD OFF 001 TMP

► puissance crapc ►

Nom : puissance dissipée locaux

Complément :

Origine :

Type : Puissance

Relatif(%) à la valeur de base Unité : W

Valeur/Jour/Semaine Année _ Déselection

Valeurs

S	Nom	Valeur	Unité
+	Valeur	198	W
+	Valeur 1	0	W

Jours Afficher le nom

S	Nom	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
+	Jour	0	0	0	0	0	0	0	0	0	198	0	0	0	0	198	0	0	0	0	0	0	0	0	0
+	Jour 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Semaines

S	Nom	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
+	Semaine	Jour	Jour	Jour	Jour	Jour 1	Jour 1	Jour

Figure 3.21: Différents scenarios de puissance

3.2.3. Sous l'outil STD :

- **Lancement de la simulation :**

Après lancement de la simulation , on a obtenu les résultats suivants.

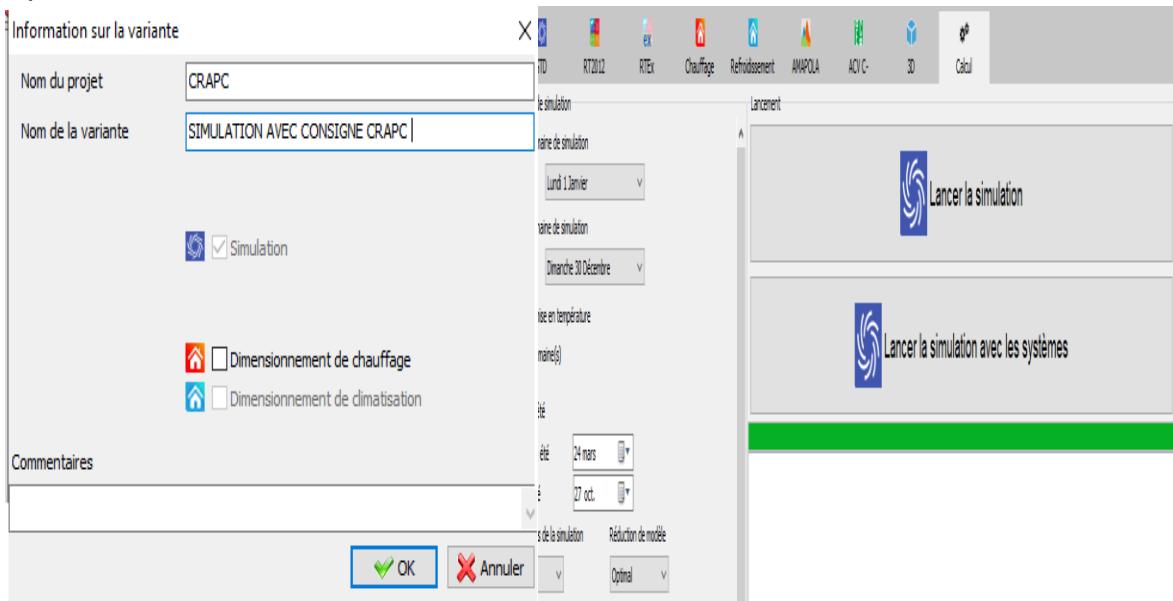


Figure 3.22 : Lancement de la simulation

3.3. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présentés le processus du fonctionnement logiciel d'étude, afin de faire la simulation du cas étudié, depuis l'identification des éléments constructifs création de la station météorologique, Intégration des scénarios de fonctionnements et à la fin lancement de la simulation.

Chapitre 04

Chapitre 04 : Résultats et discussion de la modélisation

4. Résultats de la simulation : Voici ci-dessous les résultats obtenus après lancement de simulation avec Pléiades

4.1.1. Résultats de la simulation de la variante 1 (avec isolation) :

Zone	Besoins de chauffage (kWh)	Besoins de chauffage (kWh/m ²)	Besoins de de climatisation (kWh)	Besoins de de climatisation (kWh/ m ²)	Puissance de chauffage (W)	Puissance de climatisation (W)
Zone 1	16659	140	444	4	11976	4253
Zone 2	4978	159	1194	38	4411	6359
Zone 3	508	12	77	2	917	612
Zone 4	5943	62	498	5	4578	3732
Zone 5	1023	39	1023	40	1342	4793
Zone 6	0	0	0	0	0	0
Zone 7	0	0	0	0	0	0
Zone 8	0	0	0	0	0	0
Zone 9	3829	92	177	4	2750	1221
Zone10	0	0	0	0	0	0
Total	32975	92	3421	10	25971	20971

Tableau 4.1 : Résultats de la simulation de la variante 1 (avec isolation)

Synthèse :

Après l'intégration de la consigne thermostat **20°C** pour le chauffage et **27°C** pour la climatisation, nous avons constatés que le confort est atteint, est qui a été assure par une puissance de chauffage de **25971 W** et les besoins en chauffage sont estimés à **32975 kWh** d'une moyenne de **92 kWh/m²**. Pour la climatisation est assurée par une puissance de **20971 W** et les besoins de climatisations sont estimés à **3421 kWh** d'une moyenne de **10 kWh/m²**.

Chapitre 04 : Résultats et discussion de la modélisation

4.1.2 Visualisation graphique :

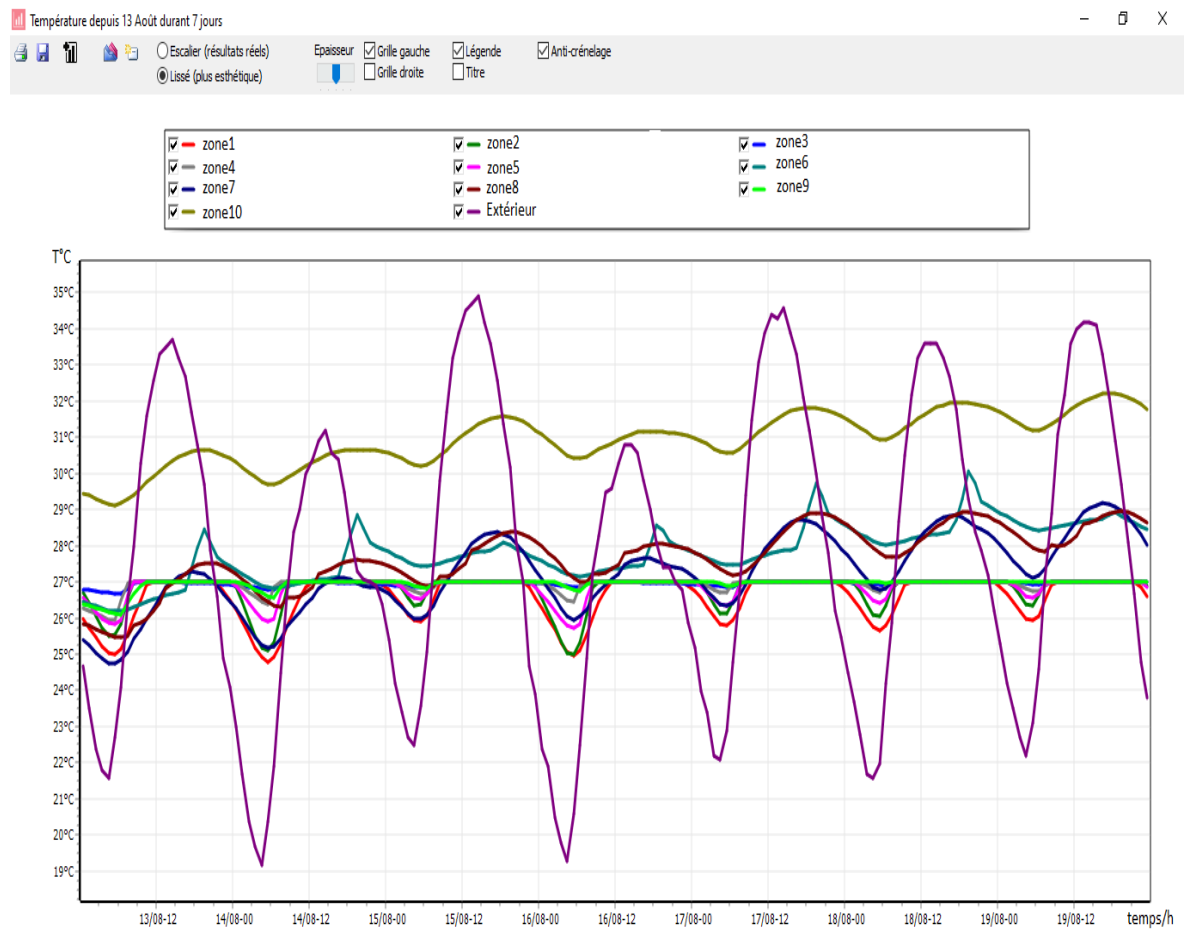


Figure 4.1 : Evolution de température pendant la semaine la plus chaude de la variante 1(avec isolation)

Synthèse :

D'après la visualisation graphique, pendant la semaine plus chaude, on constate que les températures de l'extérieur sont importantes sont comprises entre 19°C et 35°C, les températures dans les zones : 1, 2, 3, 4, 5 et 9 varient entre 25°C et 27.5°C, donc le confort est atteint après intégration de la consigne thermostat.

Malgré y'a pas d'intégration de la consigne pour les zones 6, 7 et 8, les fluctuations ne sont pas importantes car l'effet de l'isolation des murs et isolation du plancher. Pour la zone 10, les températures varient entre 29°C et 32.5°C car elle manque de ventilation.

Chapitre 04 : Résultats et discussion de la modélisation

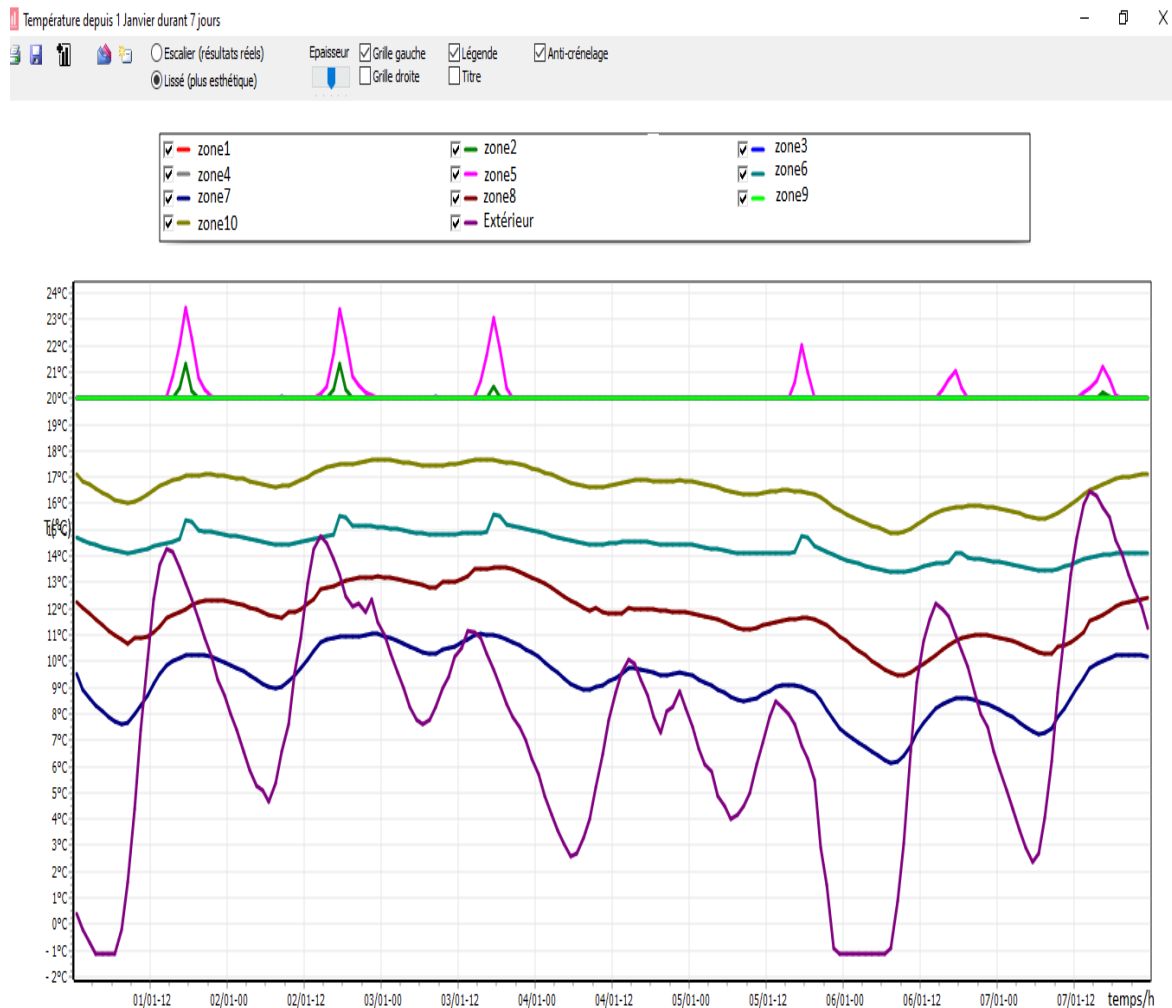


Figure 4.2 : Evolution de température pendant la semaine la plus froide de la variante 1(avec isolation)

Synthèse :

D'après la visualisation graphique, pendant la semaine plus froide, les températures de l'extérieur sont importantes, elles varient entre -1°C et 16.5°C .

Les températures du zones 2 et 5 presque stables à la température 20°C et pour les zones 1, 3,4 et 9 les températures sont stable à 20°C , donc le confort est assuré.

La température de confort est atteinte pour les zones 6 et 7, qui varient entre 13.5°C et 18°C , dû à l'effet de l'isolation,

Les températures du zones 7 et 8 varient entre 7°C et 13.5°C , Donc le confort n'est pas assuré car les murs sans isolation.

Chapitre 04 : Résultats et discussion de la modélisation

4.2.1. Résultats de la simulation de la variante 2 (sans isolation) :

On a fait une autre modélisation sans isolation, on a changé que le mur en parpaing comme un mur extérieur et intérieur, la toiture en hourdis au lieu de toiture en panneau sandwich.

Zone	Besoins de chauffage (kWh)	Besoins de chauffage (kWh/m ²)	Besoins de climatisation (kWh)	Besoins de climatisation (kWh/m ²)	Puissance de chauffage (W)	Puissance de climatisation (W)
Zone 1	25178	227	475	4	16512	4735
Zone 2	9113	306	948	32	6914	4979
Zone 3	3852	99	63	2	2744	854
Zone 4	13666	152	393	4	9195	3479
Zone 5	4765	195	653	27	3619	3459
Zone 6	0	0	0	0	0	0
Zone 7	0	0	0	0	0	0
Zone 8	0	0	0	0	0	0
Zone 9	7097	171	151	4	4592	1318
Zone10	0	0	0	0	0	0
Total	63671	190	2683	8	43577	18824

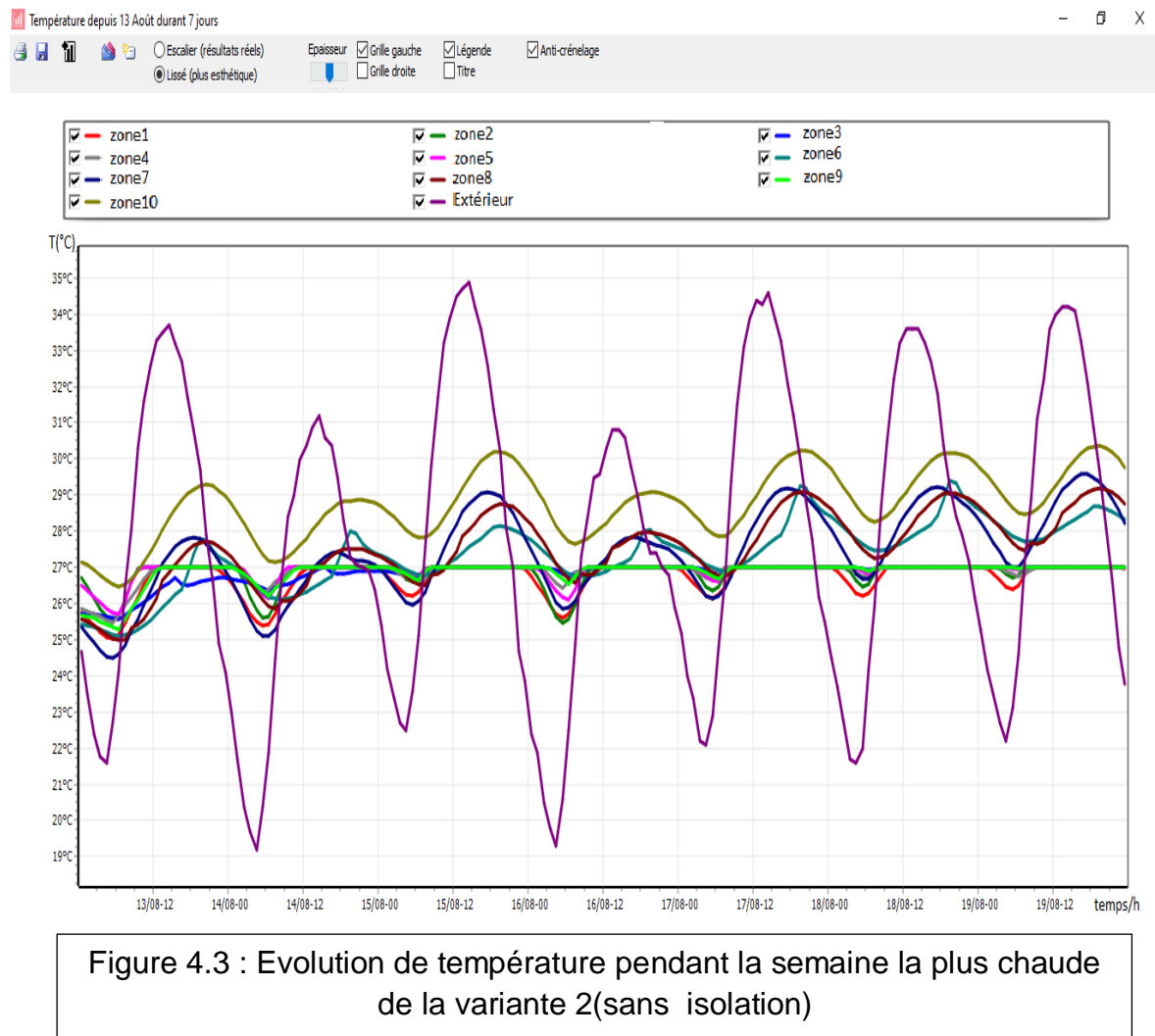
Tableau 4.2 : Résultats de la simulation de la variante 2 (sans isolation)

Synthèse :

Le confort est atteint et qui a été assuré par une puissance de chauffage de **43577 W** et les besoins en chauffage sont estimés à **63371 kWh** d'une moyenne de **190 kWh/m²**. Pour la climatisation est assurée par une puissance de **18824 W** et les besoins de climatisations sont estimés à **2683 kWh** d'une moyenne de **8 kWh/m²**.

Chapitre 04 : Résultats et discussion de la modélisation

4.2.2. Visualisation graphique :

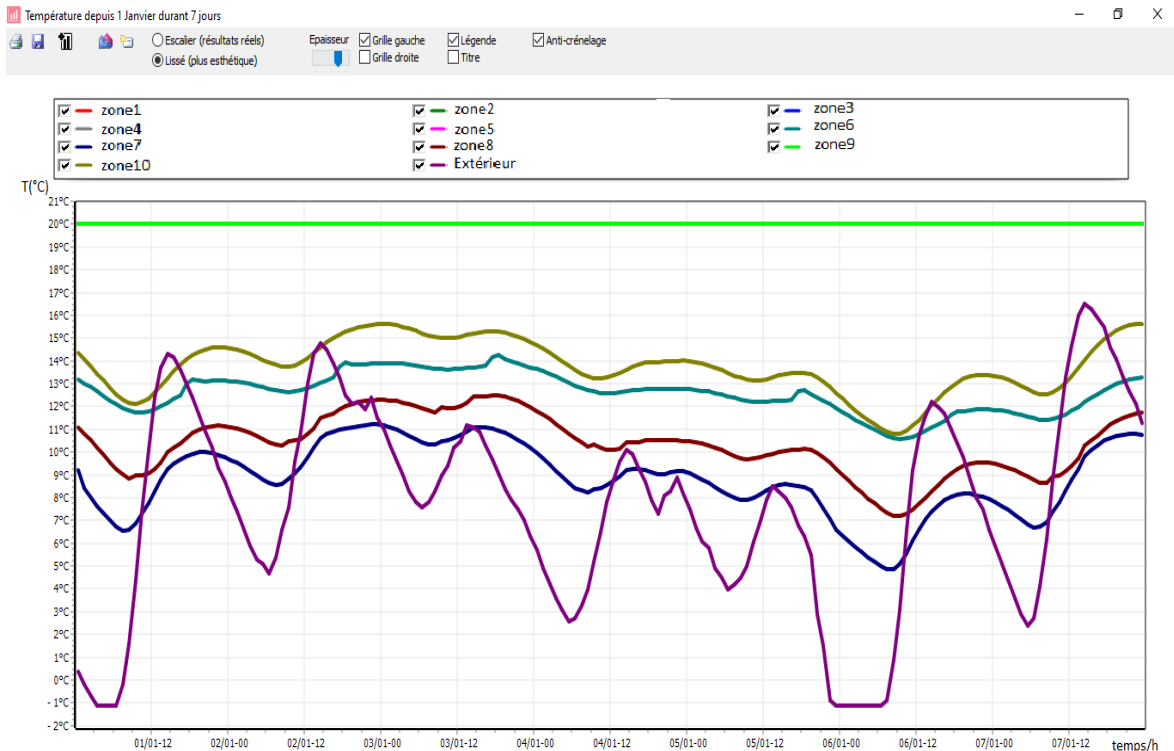


Synthèse :

D'après les résultats obtenus, nous avons constatés que les températures des zones 1, 2, 3, 4, 5,9 sont stables à la température du confort d'été dû l'intégration de thermostat.

Pour les zones 6, 7 et 8 les températures sont presque stables, mais pour la zone 10 les températures sont importantes car elle manque de ventilation.

Chapitre 04 : Résultats et discussion de la modélisation



Synthèse :

D'après la visualisation graphique, pendant la semaine plus froide, les températures des zones 1, 2,3,4,5 et 9 sont stables à 20°C, donc le confort est assuré. Mais pour les zones 6, 7, 8 et 10 les températures varient entre 5°C et 15°C donc le confort n'est pas assuré car il n'y a pas de la consigne thermostat et l'absence de l'isolation.

4.3. Comparaison des résultats :

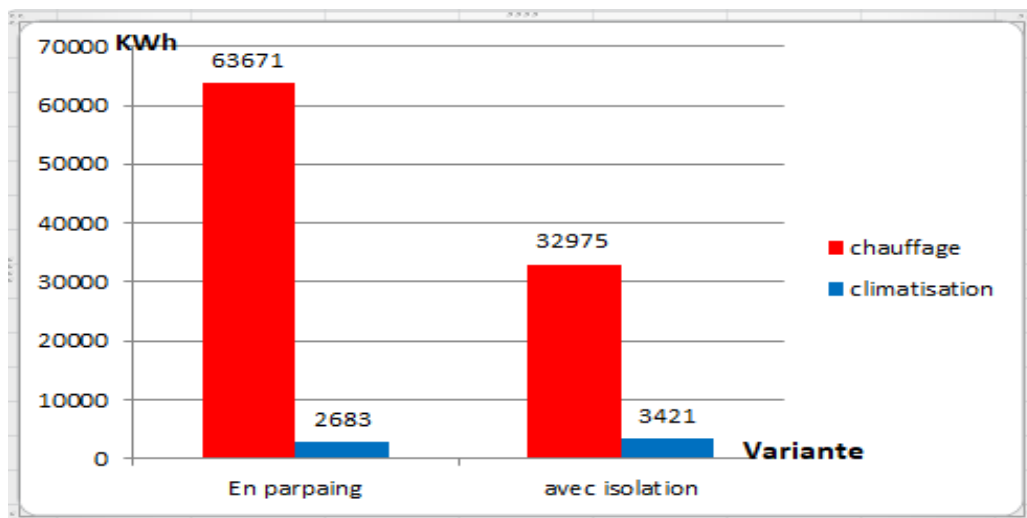


Figure 4.5: Comparaison des résultats des besoins en chauffage et climatisation

Chapitre 04 : Résultats et discussion de la modélisation

D'après les résultats, nous remarquons que la puissance à chauffer de la variante 2 à augmenter ainsi que les besoins en chauffage par rapport à la simulation de la variante 1 : de **25971 W** à **43577 W** et pour les besoins en chauffage de **32975 kWh** d'une moyenne de **92 kWh / m² /an** à **63671 kWh** d'une moyenne de **190 kWh/ m²/an**, d'un gain de **48%**.

Pour la puissance de climatisation de la variante 2 à diminuer ainsi que les besoins en climatisation par rapport à la simulation de la variante 1 : de **20971 W** à **18824 W** et pour les besoins en climatisation de **3421 kWh** d'une moyenne de **10 kWh / m² /an** à **2623 kWh** d'une moyenne de **8 kWh/ m²/an**, d'une perte de **23%**.

Lorsque le centre est un bâtiment tertiaire, nous pouvons le classer comme suivant :

La moyenne des besoins de la variante 1 est : **102 kWh/ m²/an**, donc le bâtiment est dans la classe **C (91 à 150)**. Pour la variante 2 la moyenne est : **198 kWh/ m²/an**, donc il est dans la classe **D (151 à 230)**. On déduit que le centre dans la variante 1 est plus économique que la variante 2.

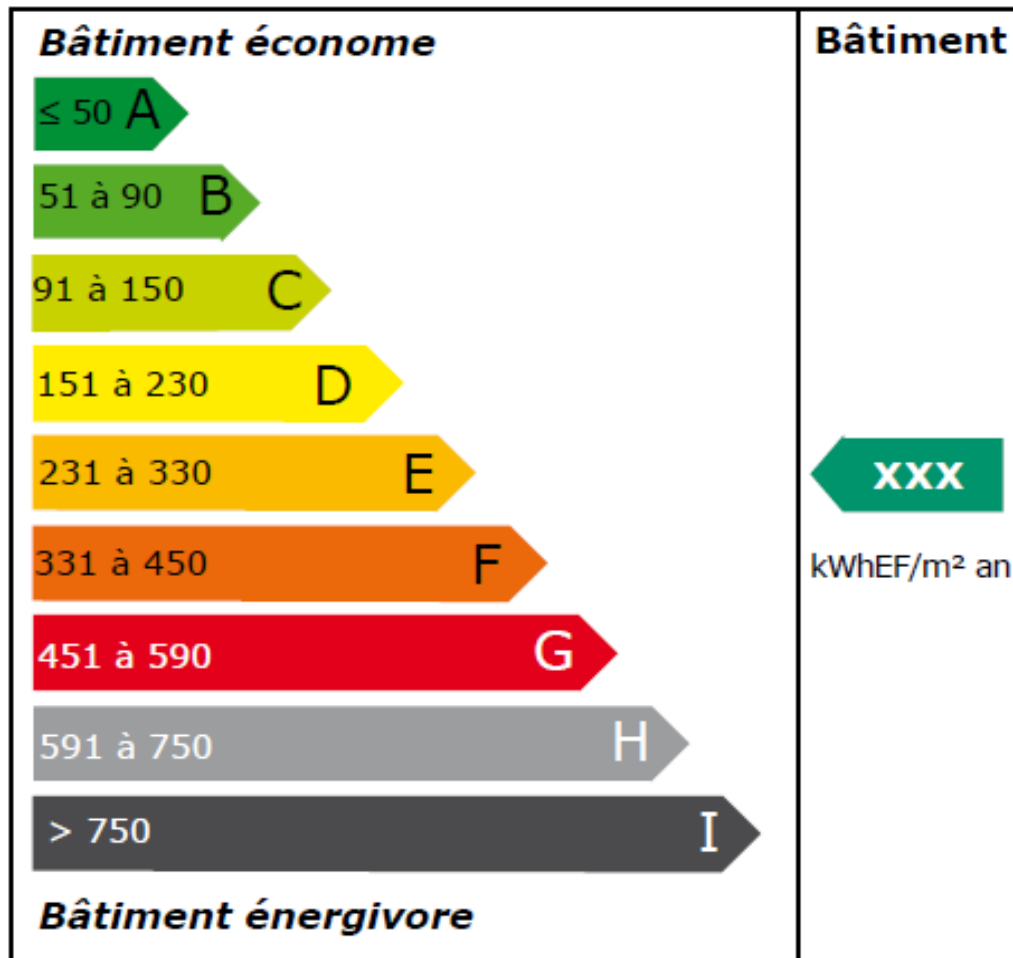


Figure 4.6 : Etiquette du classement énergétique du bâtiment [36]

4.4. Conclusion :

On a pu réduire les besoins en chauffage et climatisation au **45.65%**, grâce aux solutions passives, l'isolation intérieure et extérieure (panneau sandwich), et afin de réduire cette consommation, on opte pour l'intégration des panneaux photovoltaïques pour la production de l'électricité pour l'éclairage intérieur et extérieur et qui sera présentée dans le chapitre suivant.

Chapitre 05

Introduction :

Dans le but de réduire la consommation énergétique pour l'éclairage intérieur et extérieur nous avons opté pour l'intégration du système photovoltaïque, et afin de dimensionner l'installation nous avons opté pour le logiciel PV syst.

5.1. Présentation du logiciel PVSYST :

PVsyst est conçu pour être utilisé par les architectes, les ingénieurs et les chercheurs, mais c'est aussi un outil pédagogique très utile. Il inclut une aide contextuelle approfondie, qui explique en détail la procédure et les modèles utilisés et offre une approche ergonomique avec guide dans le développement d'un projet. PVsyst permet d'importer des données météo d'une dizaine de sources différentes ainsi que des données personnelles. [25]

Dans ce chapitre on expliquera comment utilisé le logicielle PVsyst pour un système photovoltaïque autonome (isolé avec batteries).

Le logiciel PVsyst permet de :

- ✓ Pré-dimensionnement
- ✓ Estimation rapide de la production pour une première étude de vos installations
- ✓ Conception de projet
- ✓ Etude détaillée, dimensionnement et simulation horaire, résultats dans un rapport complet imprimable.
- ✓ Données météo (importation de diverses sources, génération synthétique,...).
- ✓ Base de données de composante (module PV, onduleur, batteries, pompes, etc.)
- ✓ Outils didactiques, (géométrie solaire, optimisation de l'orientation, comportement électrique de champs PV avec ombrage).
- ✓ Analyse de données réelles mesurées (avancé). [25]

5.1.1. Les Options de logiciel PVsyst

Les options caractérisent le logiciel PVsyst :

5.1.1.1. pré-dimensionnement :

Le logiciel PVsyst permet le pré dimensionnement d'un projet, en quelques clics, sans composant réels, première évaluation des dimensions du système et de son composant le pré dimensionnement concerne trois systèmes : [25]

- ✓ Couplé au réseau
- ✓ Isolé avec batteries
- ✓ Pompage

5.1.1.2. Conception du projet :

Conception et dimensionnement final du projet dans cette option le PVsyst va : [25]

- ✓ Etude et analyse détaillés d'un projet
- ✓ Calcul de la production à partir de simulations détaillées en valeur horaires.
- ✓ Différentes variantes peuvent être simulées et comparées
- ✓ Masques lointains, et outil 3D pour les ombrages d'objets proches
- ✓ Analyse détaillée des pertes du système
- ✓ Evaluation économique, selon les composants réels.

Conception et dimensionnement final du projet concerne quatre systèmes :

- ✓ Couplé au réseau.
- ✓ Isolé avec batteries.
- ✓ Pompage.
- ✓ réseau cc.

5.1.1.3 Bases de données :

Gestion de bases de données météo et composantes :

Données météo :

- ✓ Fichiers mensuels et journaliers, génération horaire synthétique
- ✓ Analyse et vérification de données horaires.
- ✓ Importation de diverses sources.

Base de données composants :

- ✓ Modules PV, onduleurs, batteries, pompes, régulateur etc...

5.1.3.4 Outils :

Permet de modifier les bases de données et d'utiliser des outils du programme sans pour autant créer un projet complet. [37]

Chapitre05 : Dimensionnement de l'installation PV

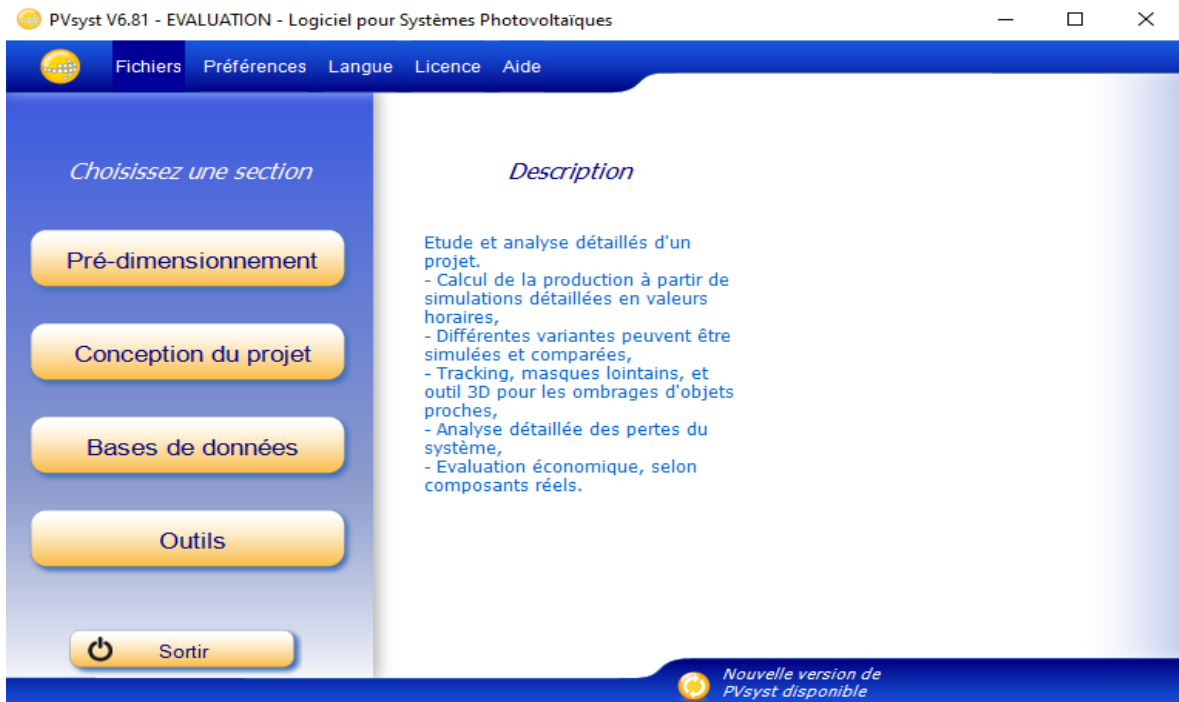


Figure 5.1 : Menu principal de logiciel PVsyst [37]

5.2. Présentation de projet :

Dans ce projet, nous avons présenté une installation PV autonome pour alimenter l'éclairage intérieur et extérieur du centre CRAPC. Le site est situé au niveau de la ville de Bou Ismail.

Ces coordonnées géographiques sont : latitude 36.6N, longitude 2.7 E et d'altitude 33 m fuseau horaire (gmt+1).



Figure 5.2 : Localisation du CRAPC [33]

Chapitre05 : Dimensionnement de l'installation PV

Paramètres du site géographique pour bousmail_MN72.SIT

Coordonnées Géographiques | Météo mensuelle | Carte interactive

Lieu

Nom du site : Bousmail

Pays : Algérie | Région : Afrique

Obtenir depuis les coordonnées

Coordonnées Géographiques

Trajectoires du soleil

Latitude: 36.6426 [°] 36 38 33 (+ = Nord, - = Hemisph. Sud)

Longitude: 2.6901 [°] 2 41 24 (+ = Est, - = Ouest de Greenwich)

Altitude: 1 M au-dessus du niv. de la mer

Fus. horaire: 0,0 Correspondant à une différence moyenne

Temps Légal - Temps Solaire = 0h-10m

Importation météo

Meteornorm 7.2
 NASA-SSE
 PVGIS TMY
 NREL / NSRDB TMY

Importer

E/S tableaux (Excel)

Importer
 Exporter la ligne
 Exporter la table

Nouveau Site | Imprimer | Fermer

Figure 5.3: Coordonnée géographique de site

5.3. Données météorologiques :

Paramètres du site géographique pour bousmail_MN72.SIT

Coordonnées Géographiques | Météo mensuelle | Carte interactive

Site: **Bousmail (Algérie)**

Source des données: Meteornorm 7.2 (1996-2010), Sat=100%

	Irradiation globale horizontale kWh/m ² .ms	Irradiation diffuse horizontale kWh/m ² .ms	Température °C	Vitesse du vent m/s	Linke Turbidity [-]	Relative Humidity %
Janvier	81.3	29.7	10.2	2.40	2.918	80.6
Février	91.1	42.2	11.0	2.49	3.136	77.6
Mars	140.9	56.0	13.5	2.70	4.136	76.1
Avril	164.8	70.5	15.5	3.00	3.594	75.7
Mai	198.3	89.8	19.1	2.99	4.136	73.5
Juin	219.4	84.2	22.9	3.10	4.390	69.4
Juillet	236.6	73.2	26.0	3.09	6.078	68.7
Août	205.0	73.8	26.3	2.90	5.149	68.5
Septembre	155.7	53.3	23.0	2.80	4.221	73.5
Octobre	125.0	50.4	20.2	2.29	3.653	74.2
Novembre	86.9	30.1	14.5	2.50	3.065	77.3
Décembre	71.5	28.5	11.8	2.59	2.918	78.5
Année	1776.5	681.7	17.8	2.7	3.949	74.5

Irradiation globale horizontale variabilité d'une année sur l'autre 4.3%

Données requises

Irradiation globale horizontale
 Température ext. Moyenne

Données supplémentaires

Irradiation diffuse horizontale
 Vitesse du vent
 Linke Turbidity
 Relative Humidity

Unités d'irradiation

kWh/m².jr
 kWh/m².ms
 MJ/m².jr
 MJ/m².ms
 W/m²
 Indice de clarté Kt

Nouveau Site | Imprimer | Fermer

Figure 5.4 : Paramètres climatique de bou Ismail

Ces données résument les caractéristiques climatiques (l'irradiation et la température) du site de Bou Ismail, Il est conseillé de définir soigneusement la source des données:

5.4.1 Conception du projet :

On retrouve ici le même fonctionnement que dans "la conception préliminaire" mais avec beaucoup plus de paramètres. Encore une fois, on choisit le type d'installation : connecté au réseau, déconnecté du réseau, système de pompe solaire ou connecté à un réseau continu. [38]

Pour notre étude on a choisi le type d'installation déconnecté du réseau (isolé avec batteries).



Figure 5.5 : Conception du projet

5.4.2 Les étapes pour une conception du projet (isole avec batteries) :

Cela donne une procédure étape par étape lors de la définition d'un système autonome en PVsyst

➤ Première étape :

- **Orientation des modules :** il est nécessaire de choisir des orientations et inclinaisons favorables à la production d'énergie, nous avons choisi un plan incliné fixe d'une inclinaison 36° (par rapport à l'horizontale) comme l'illustre la figure (5.6)

Plan incliné fixe : Vous avez juste à définir l'inclinaison de l'avion et de l'azimut.

Chapitre05 : Dimensionnement de l'installation PV

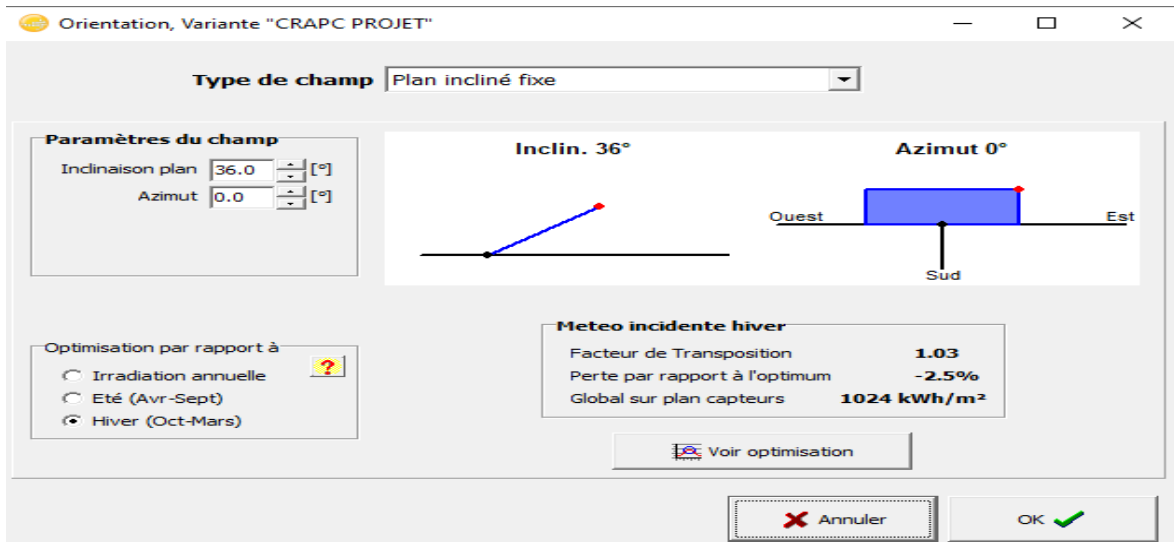


Figure 5.6 : Angle d'orientation

➤ Deuxième étape :

- **La définition des besoins de l'utilisateur :** par défaut pour les petits systèmes, cela est proposé comme une liste des appareils ménagers et les détails de leur utilisation (peut être saisonnière ou mensuelle). Pour les systèmes industriels ou plus grands, vous avez de nombreuses possibilités de définir un profil de charge (compris par une liste de valeurs horaires). [38]

Espace	Nombre des lampes	Type de lampe et sa consommation en W	Durées en h d'utilisation
Dégagement	22	Spot plafonnier LED (Phillips) de 1*12W	24H
Local 5	3	2 tubes 36W fluorescent Antidéflagrant	de 8h à 12h et de 13h à 16h
Local technique	3	2 tubes 36W fluorescent Antidéflagrant	de 9h à 10h et de 13h à 14h
Couloir	16	Spot plafonnier LED (Phillips) de 1*12W	24H
Zone de stockage 1	3	2 tubes 36W fluorescent Antidéflagrant	de 9h à 10h et de 13h à 14h
Zone de stockage 2	3	2 tubes 36W fluorescent Antidéflagrant	de 9h à 10h et de 13h à 14h
Zone de stockage 3	3	2 tubes 36W fluorescent Antidéflagrant	de 9h à 10h et de 13h à 14h
Zone de stockage 4	3	2 tubes 36W fluorescent Antidéflagrant	de 9h à 10h et de 13h à 14h

Chapitre05 : Dimensionnement de l'installation PV

Labo 1	8	Spot plafonnier LED (Phillips) de 1*12W	24H
Labo 2	8	Spot plafonnier LED (Phillips) de 1*12W	24H
Labo 3	8	Spot plafonnier LED (Phillips) de 1*12W	24H
Labo 4	8	Spot plafonnier LED (Phillips) de 1*12W	24H
Petite labo 1	2	Spot plafonnier LED (Phillips) de 1*12W	24H
Petite labo 2	3	Spot plafonnier LED (Phillips) de 1*12W	24H
Bureau 1	5	Spot plafonnier LED (Phillips) de 1*12W	de 8h à 12h et de 13h à 16h
Bureau 2	2	Spot plafonnier LED (Phillips) de 1*12W	de 8h à 12h et de 13h à 16h
Bureau 3	6	Spot plafonnier LED (Phillips) de 1*12W	de 8h à 12h et de 13h à 16h
Bureau 4	2	Spot plafonnier LED (Phillips) de 1*12W	de 8h à 12h et de 13h à 16h
Bureau 5	2	Spot plafonnier LED (Phillips) de 1*12W	de 8h à 12h et de 13h à 16h
Bureau 6	2	Spot plafonnier LED (Phillips) de 1*12W	de 8h à 12h et de 13h à 16h
Bureau 7	2	Spot plafonnier LED (Phillips) de 1*12W	de 8h à 12h et de 13h à 16h
Petite bureau 1	7	Spot plafonnier LED (Phillips) de 1*6W	de 8h à 12h et de 13h à 16h
Petite bureau 2	4	Spot plafonnier LED (Phillips) de 1*6W	de 8h à 12h et de 13h à 16h
SAS d'entrée	2	Spot plafonnier LED (Phillips) de 1*12W	24H
Eclairage extérieur type1	7	Lampe LED (Phillips) de 1*75W	De 19h à 6h
Eclairage extérieur type2	35	Phillips son E40 de 1*100 W	De 19h à 6h

Tableau 5.1: La consommation de l'éclairage extérieur et intérieur

Chapitre05 : Dimensionnement de l'installation PV

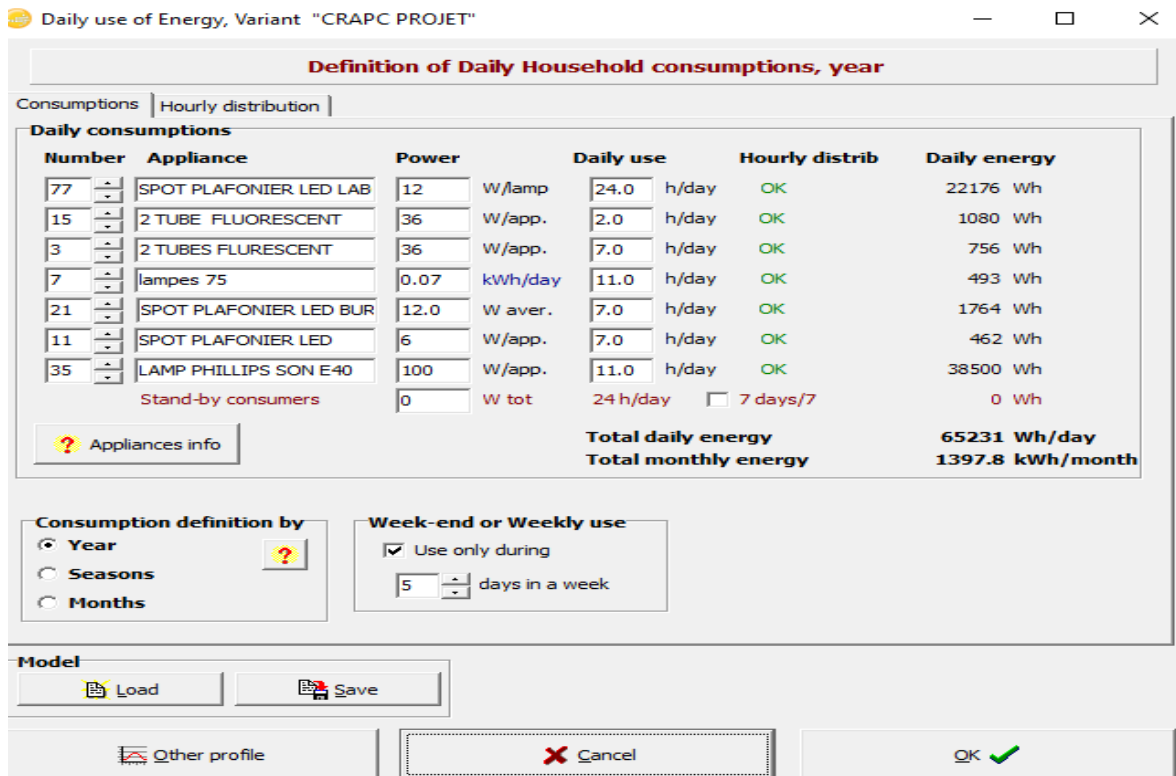


Figure 5.7 : La consommation journalière

- Le nombre d'heure d'utilisation dans la journée :

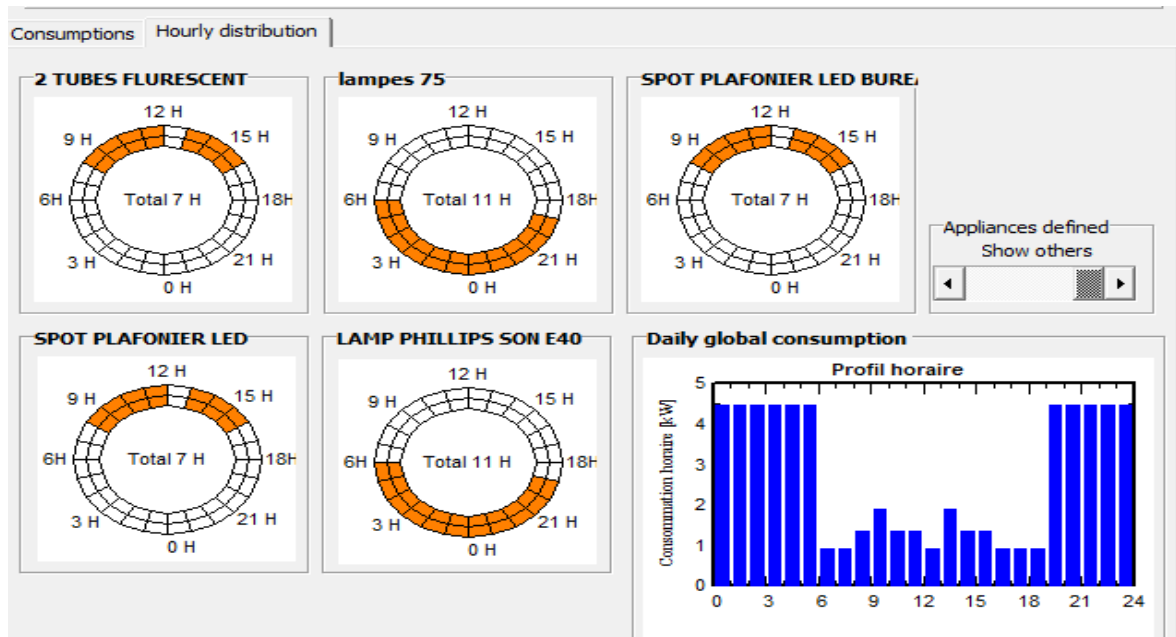


Figure 5.8 : Nombre d'heure d'utilisation de chaque lampe dans la journée

Chapitre05 : Dimensionnement de l'installation PV

- Troisième étape :
- Définition de système de stockage:
 - ✓ En choisissant un modèle de batterie
 - ✓ Le programme proposera le nombre de batteries en série et en parallèle.

Vous devez également définir les conditions de température de fonctionnement pour les batteries, en fonction de votre mise en œuvre du système.

The screenshot shows a software window titled "Définition d'un système isolé avec batteries, Variante 'CRAPC PROJET', Variant 'CRAPC PROJET'". It has three tabs: "Besoins utilisateur spécifiés", "Suggestions de pré-dimensionnement", and "Résumé du système".

Under "Suggestions de pré-dimensionnement", the following values are shown:

- Besoins jour. moyens: 46.6 kWh/jour
- Déf. la PLOL acceptable: 5.0 %
- Déf. l'autonomie requise: 4.0 jour(s)
- Tension batterie (et utilis.): 48 V
- Capacité conseillée: 6395 Ah
- Puissance PV conseillée: 11226 Wc (nom.)

A "Pré-dimens. détaillé" button is located below these values.

The "Stockage" tab is active, showing a "Procédure" section with four steps:

1. - Pré-dimensionnement: Définissez les conditions de pré-dimensionnement (PLOL, autonomie, tension batterie)
2. - Stockage: Définissez le pack de batteries (les cases défaut approchent les suggestions du pré-dimensionnement)
3. - Conception champ PV: Définissez le champ PV (Module PV et mode de contrôle). Conseil: commencez avec un régulateur universel !
4. - Appoint: Définissez une éventuelle génératrice d'appoint.

Below this is the "Définissez le pack de batteries" section. It includes a sorting dropdown set to "tension" and a search field containing "Sonnenschein". The selected battery is "12 V 190 Ah Pb Sealed Gel Solar S12/230 A".

Configuration options for the battery pack:

- 12 batteries in series (checked)
- 4 batteries in parallel (checked)
- 100.0% initial wear (static)
- 100.0% initial wear (nb. de cycles)

Summary statistics for the pack:

- Tension du pack batteries: 144 V
- Capacité globale: 760 Ah
- Energie stockée (80% DOD): 87.6 kWh
- Poids total: 3216 kg
- Nbre de cycles à 80% DOD: 485
- Energie totale stockée durant la vie de la batterie: 44474 kWh

The "Température batterie en opération" section has a dropdown set to "Fixée (local tempéré)" and a temperature fixed at 20 °C. A note states: "La température est importante pour la durée de vie de la batterie. Une augmentation de 10 °C diminue la durée de vie 'statique' d'un facteur 2."

Buttons for "Annuler" and "OK" are at the bottom right.

Figure5.9 : Les paramètres pour choisir batterie

- Définition du champ photovoltaïque: Choisir le type de module PV dans la base des données ou dans paramètre d'entrée outil système.

Le programme détermine le nombre de modules en série ou en parallèle, selon les conditions MPPT de batterie et voltage. Ou puissance PV nécessaire. [38]

Chapitre05 : Dimensionnement de l'installation PV

Définition d'un système isolé avec batteries, Variante "CRAPC PROJET", Variant "CRAPC PROJET"

Besoins utilisateur spécifiés | Suggestions de pré-dimensionnement | Résumé du système

Besoins jour. moyens Déf. la PLOL acceptable 5.0 %
 46.6 kWh/jour Déf. l'autonomie requise 4.0 jour(s)

Tension batterie (et utilis.) 48 V
 Capacité conseillée 6395 Ah
 Puissance PV conseillée 11226 Wc (nom.)

Stockage | Champ PV | Appoint | Schéma simplifié

Nom et orientation du sous-champ
 Nom Champ PV
 Orient. Plan incliné fixe Inclinaison 36° Azimut 0°

Aide au dimensionnement
 Pas de prédim. Entrez Pnom désirée 11.2 kWp
 ... ou surface disponible 0 m2

Sélection du module PV
 Disponibles Tri modules par Puissance Technologie
 Yingli Solar 310 Wp 31V Si-poly YL310P-35b Since 2015 Manufacturer 2011
 Dimens. des tensions : Vmpp (60°C) 31.2 V Voc (-10°C) 51.0 V

Choisissez le mode de régulation, et le régulateur
 Régulateur universel Tous les fabricants Convertisseur de puissance MPPT
 Courants max. de charge - décharge
 Mode d'opération
 Couplage direct
 Convertisseur MPPT
 Convertisseur DCDC
 MPPT 1000 W 144 V 85 A 31 A Universal controller with MPPT conve G

Conception champ PV
 Nombre de modules et chaînes
 Mod. en série 12 doit être: Pas de contrainte
 Nb. chaînes 3 doit être: entre 3 et 4
 Nbre modules 36 Surface 70 m²

Conditions de fonctionnement:
 Vmpp (60°C) 375 V
 Vmpp (20°C) 451 V
 Voc (-10°C) 612 V
 Irradiance plan 1000 W/m²
 Imp (STC) 25.3 A
 Isc (STC) 27.3 A
 Isc (at STC) 27.0 A
 Puiss. max. en fonctionnement à 1000 W/m² et 50°C 10.0 kW
 Puiss. nom. champ (STC) 11.2 kWp

Annuler OK

Figure 5.10 : Le choix du module PV

➤ Schéma simplifié :

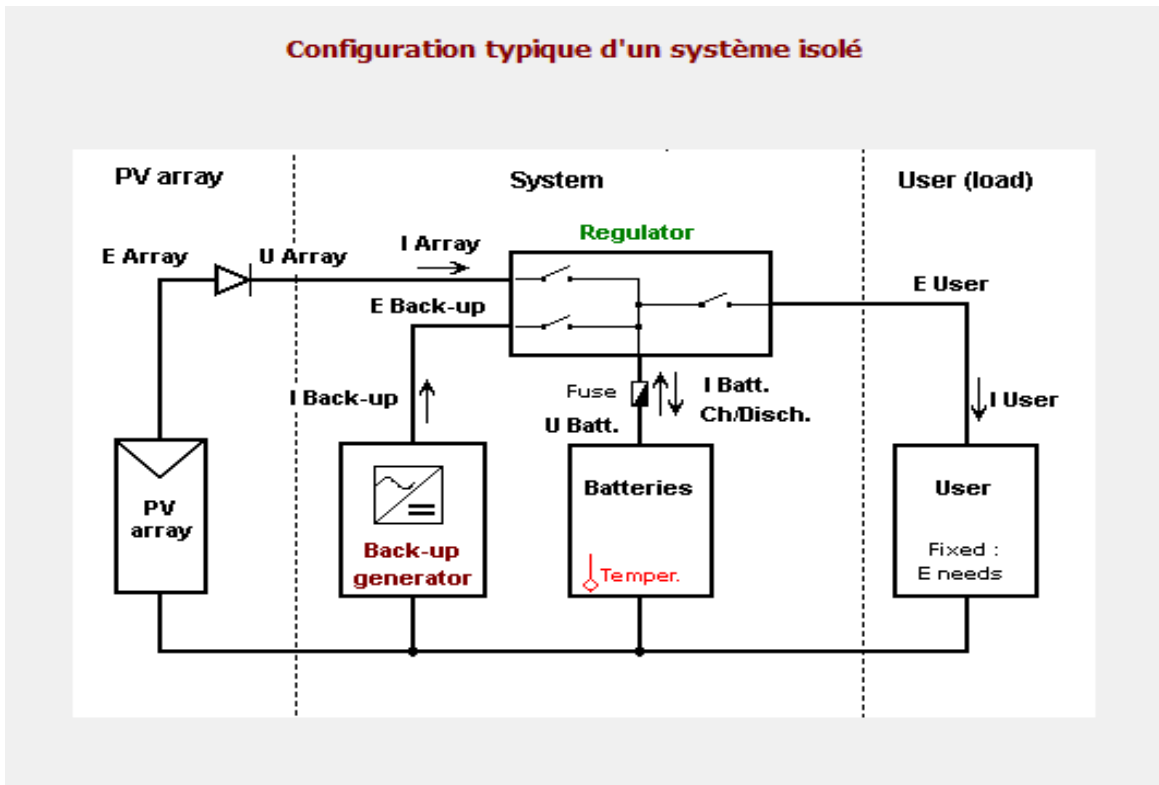


Schéma 5.1 : Schéma simplifié du système avec batterie

➤ **Quatrième étape : lancement de la simulation**

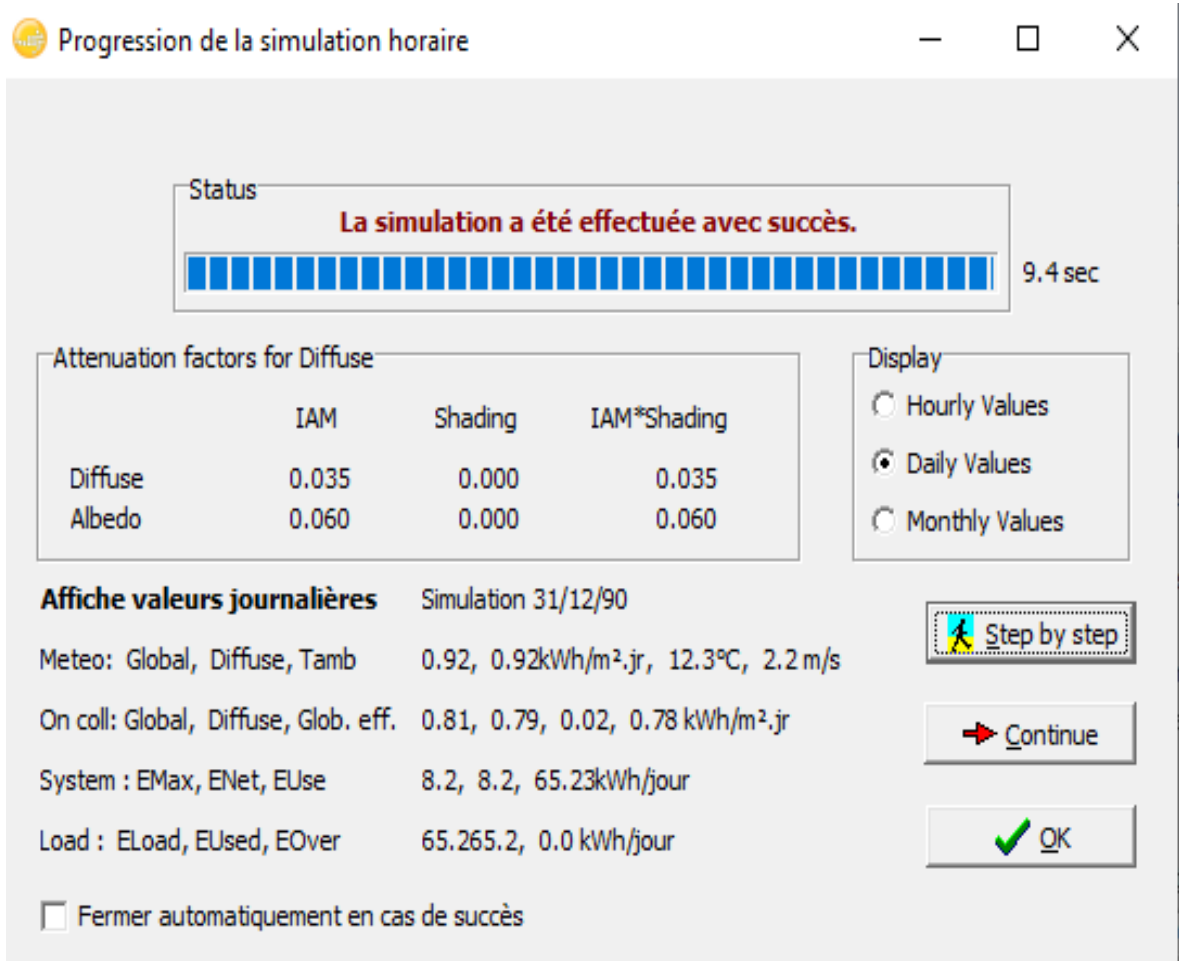


Figure 5.10 : Simulation

5.5. Résultats et discussions de la simulation :

5.5.1. Paramètres du système (Isolé avec batteries)

Orientation plan capteurs Inclinaison 36.64° Azimut 0°

5.5.1.1. Caractéristiques du champ PV de capteurs :

Module PV	Si-poly	Modèle	YL310P-35b		
Base de données PVsyst originale		Fabricant	Yingli Solar		
Nombre de modules PV		En série	12 modules	En parallèle	3 chaînes
Nombre total de modules PV		Nbre modules	36	Puissance unitaire	310 Wc
Puissance globale du champ		Nominale (STC)	11.16 kWc	Aux cond. de fonct.	9.98 kWc (50°C)
Caractéristiques de fonct. du champ (50°C)		U mpp	394 V	I mpp	25 A
Surface totale		Surface modules	69.9 m ²	Surface cellule	63.1 m ²

Figure 5.11 : Caractéristiques du champ de capteurs

5.5.1.2. Caractéristiques du Batterie :

Paramètres du système	Type de système	Système isolé	
Batterie	Modèle	Solar S12/230 A	
	Fabricant	Sonnenschein	
Caractéristiques du banc de batteries	Nombre d'unités	12 en série x 4 en parallèle	
	Tension	144 V	Capacité nominale 760 Ah
	Décharge: min. SOC	20.0 %	Energie stockée 87.6 kWh
	Température	Fixée (20°C)	

Figure 5.12 : Caractéristiques du Batterie

5.5.2. Profil de charge :

Besoins de l'utilisateur : consommation domestique Constants sur l'année moyenne **47 KWh/Jour.**

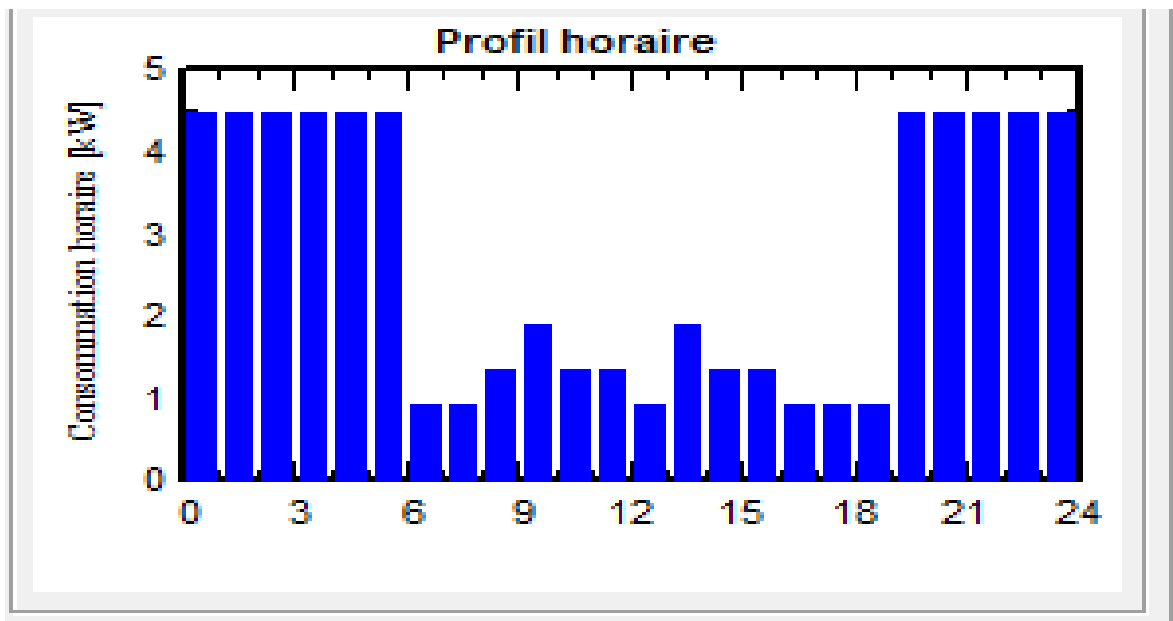


Figure 5.13 : Profil horaire

L'énergie moyenne journalière consommée par le centre est de **47 kWh/jr** et On remarque que le max consommation d'électricité enter **19h-6h** avec une puissance de **4.5 kWc**.

Principaux résultats de la simulation :

-Production du système : **Energie disponible 18458 kWh/an** Productible 1654 kWh/kWc/an.

Chapitre05 : Dimensionnement de l'installation PV

- Energie utilisée 14895 kWh/an En excès (inutilisée) 2562 kWh/an.
- Indice de performance (PR) 65.52 % Fraction solaire (SF) 87.49 %
- Besoins non satisfaits Fraction du temps 10.1 % Energie manquante 2131 kWh/an.
- Vieillessement batterie (Etat d'usure (SOW)) SOW cyclage 74.7% SOW statique 90.0%.
- Durée de vie batterie 3.9 ans.

5.5.3. Performance ratio :

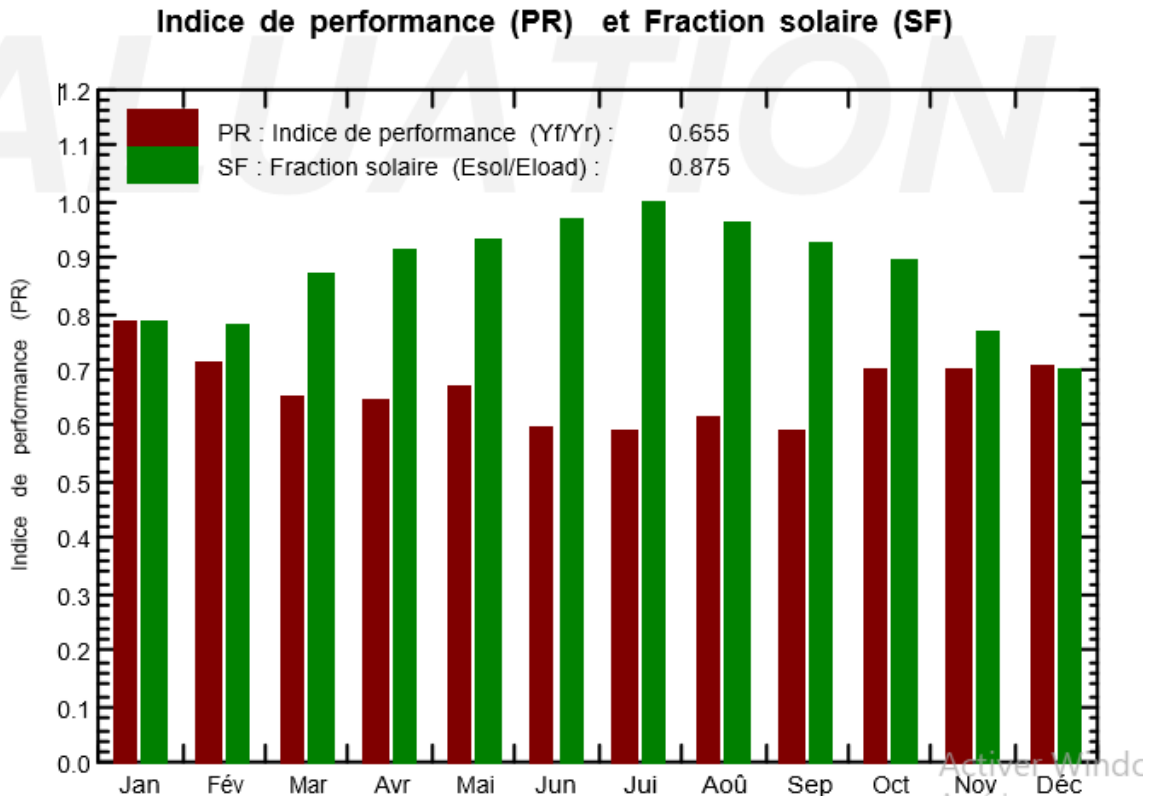


Figure 5.14 : Indice de performance

La figure (5.14) représente l'indice de performance (Performance Ratio) est le rendement de globale du système défini par le rapport de rendement réel du système par le rendement nominale du système tel que :

$$\text{PR} = \text{rendement réel du système} / \text{rendement nominale du système}$$

Dans ce cas l'indice de performance est : **65,5 %**

La valeur typique de **PR** est **0,65** à **0,94** Alors Le système qui a été installé fonctionne très bien.

5.5.4. Les productions normalisées :

La prédiction du système (à la sortie du stockage : **Yf**) est représentée sur la figure (5.15).

Les pertes **Lc**, **Ls** et **Lu** sont les pertes correspondantes au champ PV, les pertes de système de stockage et l'énergie son utilisée, respectivement.

Chapitre05 : Dimensionnement de l'installation PV

Productions normalisées (par kWp installé): Puissance nominale 11.16 kWc

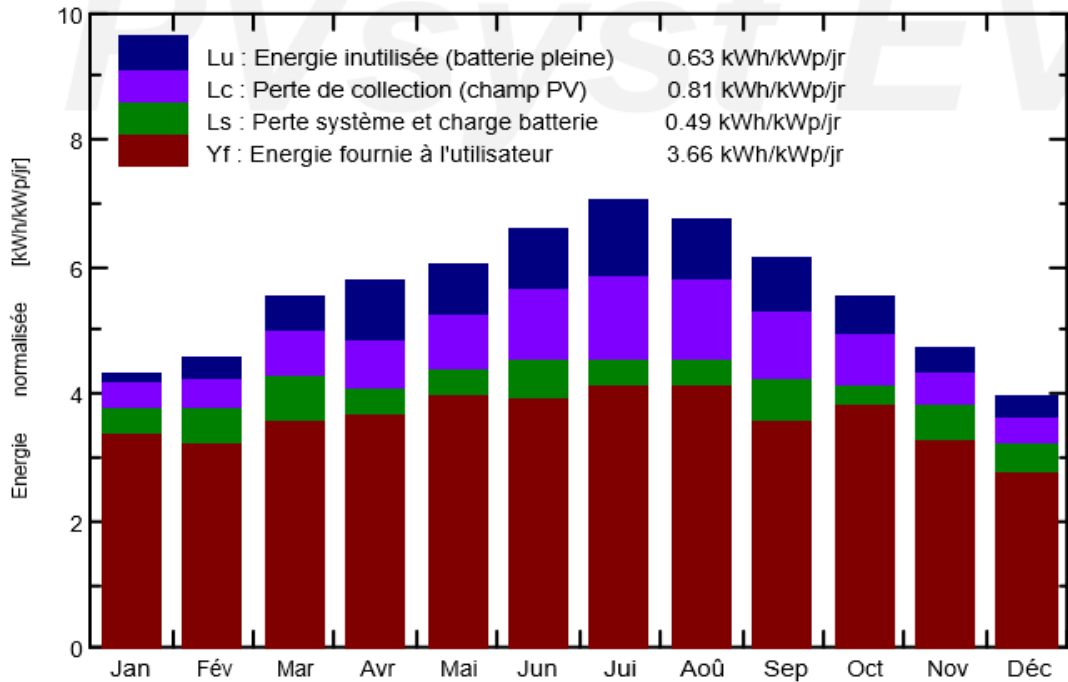


Figure (5.15) : Les productions normalisées

5.5.5. Bilan énergétique :

CRAPC PROJET

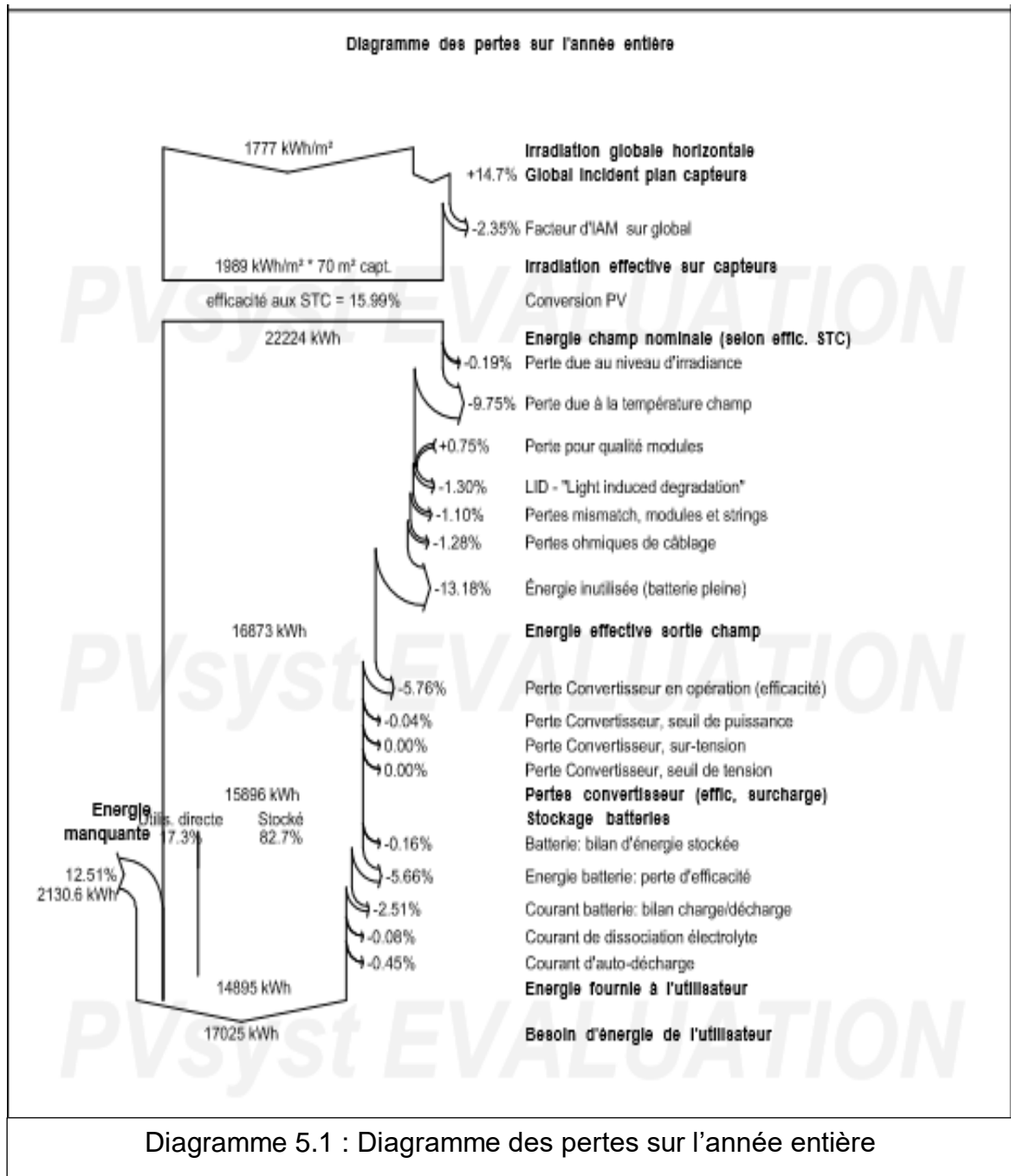
Bilans et résultats principaux

	GlobHor kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	E_Avail kWh	EUnused kWh	E_Miss kWh	E_User kWh	E_Load kWh	SolFrac
Janvier	81.3	132.3	1274	38.0	321.2	1179	1500	0.786
Février	91.1	124.8	1211	87.3	289.4	1015	1305	0.778
Mars	140.9	167.6	1581	179.9	185.7	1249	1435	0.871
Avril	164.8	168.2	1587	294.2	124.3	1246	1370	0.909
Mai	198.3	181.7	1698	260.8	105.1	1395	1500	0.930
Juin	219.4	191.9	1754	312.1	49.5	1320	1370	0.964
Juillet	236.6	212.2	1892	396.6	0.0	1435	1435	1.000
Août	205.0	204.3	1812	326.8	55.8	1444	1500	0.963
Septembre	155.7	179.3	1618	267.0	97.5	1207	1305	0.925
Octobre	125.0	167.5	1543	184.9	162.3	1338	1500	0.892
Novembre	86.9	139.0	1321	109.1	331.4	1104	1435	0.769
Décembre	71.5	120.5	1168	105.4	408.4	961	1370	0.702
Année	1776.5	1989.3	18458	2562.1	2130.6	14895	17025	0.875

Légendes:	GlobHor Irradiation globale horizontale	E_Miss Energie manquante
	GlobEff Global "effectif", corr. pour IAM et ombrages	E_User Energie fournie à l'utilisateur
	E_Avail Energie solaire disponible	E_Load Besoin d'énergie de l'utilisateur
	EUnused Énergie inutilisée (batterie pleine)	SolFrac Fraction solaire (Eutile / Ebesoin)

Tableau (5.2) : Bilan énergétique

5.6. Les pertes sur l'année entière :



Le diagramme (5.1) résume les pertes de la production de système PV à savoir : les pertes ohmiques du câblage, effet d'incidence, pertes dues à la température du champ, pertes dues à la qualité des modules,...etc.

En effet, l'énergie produit par le champ PV (énergie sortie du champ) estimée à **22224 KWh** et réduite à **17025 KWh** à la sortie pour utilisateur.

5.7. Conclusion :

Le logicielle PVsyst permet de simuler un système photovoltaïque avec une prise en compte de tous les aspects: pertes, emplacement géographique,...etc. Ceci a permis de faire une meilleure estimation des pertes qui peuvent affecter le rendement global.

Les pertes dues au système du stockage et les jours d'autonomie est très importante pour le dimensionnement de ce système de stockage, d'où la nécessité d'opter pour une technologie de meilleure rendement possible de ce composant qui représente clé et le plus délicat d'une installation photovoltaïque autonome.

L'indice de performance de notre étude est : 65,5 %, Alors Le système qui a été installé fonctionne très bien.

Conclusion générale

Conclusion générale

Conclusion générale :

Le confort thermique constitue actuellement enjeu majeur dans le secteur du bâtiment pour situer le problème de confort thermique, nous avons analysé les connaissances existantes en matière de confort thermique dans le bâtiment à travers une étude bibliographique. Cette étude nous a permis de comprendre la complexité de ce sujet à travers sa pluridisciplinarité.

L'objectif visé à travail de recherche, est d'améliorer l'efficacité énergétique du centre de recherche CRAPC situé à la ville de Bou-Ismaïl.

Pour la première étape d'étude, on a étudié le comportement thermique du bâtiment à l'aide d'un logiciel de simulation thermique dynamique Pleiades-Comfie version 5.19.7.3, cet outil de simulation prend en considération les conditions météorologiques du site étudié, cette étude s'est basée sur la variation des paramètres d'études, des solutions passives, ont été comparé entre la première variante avec l'isolant du panneau sandwich et la deuxième variante avec le parpaing, afin de garantir le confort à l'intérieur du centre et de réduire la consommation énergétique pour le chauffage et climatisation.

Pour la deuxième étape d'étude, on a intégré un système solaire actif qui est le solaire photovoltaïque pour la production de l'électricité pour l'éclairage extérieur et intérieur, on a étudié le dimensionnement de cette installation à l'aide du logiciel de simulation PVsyst.

Notre étude a permis d'atteindre les objectifs suivants :

-Les simulations réalisées grâce à logiciel Pléiades-Comfie , nous a permis d'identifier les besoins en chauffage et climatisation. Afin d'améliorer les conditions du confort thermique à l'intérieur du centre.

- Réduction de la consommation de chauffage et climatisation au **45.65%**, grâce aux solutions passives, l'isolation intérieure et extérieure (panneau sandwich).

- Les pertes dues au système de stockage et les jours d'autonomie est très importante pour le dimensionnement de ce système de stockage, d'où la nécessité d'opter pour une technologie de meilleure rendement possible de ce composant qui représente clé et le plus délicat d'une installation photovoltaïque autonome.

-L'indice de performance de notre étude est : 65,5 %, Alors Le système qui a été installé fonctionne très bien.

Références bibliographiques :

[1]-<https://www.energy.gov.dz/?rubrique=energies-renouvelables-et-efficacite-energetique>

[2]- la consommation énergétique finale Aprue 2017

[3]-Bilan énergétique national 2018

[4]- Etude de l'efficacité énergétique d'un bâtiment d'habitation à l'aide d'un logiciel de simulation

par Mr. boursas abderrahmane..

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

[6]- <https://www.e-rt2012.fr/explications/conception/explication-architecture-bioclimatique/>

[7]- Les procédés de La conception bioclimatique aux équipements scolaires sous un climat semi-aride par :

BELKEBIR ASMA

[8]- Cantin, R. et al. « Complexité du confort thermique dans les bâtiments » in actes du 6ème congrès européen de science des systèmes, tenu à Paris du 19 au 22 septembre 2005.

[9]-
<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjX16Xz75LsAhUpAWMBHRXbCRoQFjAMegQIAhAC&url=https://www.univ-biskra.dz/enseignant/fhamel/Confort%2520thermique%252001.pdf&usq=AOvVaw3FN3bDqcxQqi9eOv2iEdSW>

[10]- NEUF : « Climat intérieur/ confort, Santé, confort visuel » Revue européenne d'architecture N°77,novembre - décembre 1978. p 12.

[11]- Liébard, A.et De Herde, A. « Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques ». Ed. Le Moniteur. Paris 2005 p. 30a

[12]- 12Liébard, A.et De Herde, A.(2005). Op.cit p. 29a

[13]- Thellier ,Françoise. « L'homme et son environnement thermique – Modélisation ». Université de Paul

Sabatier de Toulouse, 1999, p 65.

[14]- Hugues Boivin « la ventilation naturelle Développement d'un outil d'évaluation du potentiel de la climatisation

passive et d'aide à la conception architecturale », Mémoire de maitrise, université Laval Québec, 2007, p 115

[15]- Izard-L. «Architectures d'été construire : pour le confort d'été», Edition Edisud, 1994, p141

[16]- : Nicolas Morel et Edgard Gnansounou, Energétique du bâtiment (nouvelle édition du cours précédemment donné par Claude-Alain Roulet et Arnaud Dauriat), septembre 2007.

[17]- : Les essentiels de l'habitat, Introduction à la physique des bâtiments 2012.

[18]- <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=efficacite-energetique-definition>

[19] -Maison basse consommation en béton (BBC) . Haut,paulde ,Editeur:Eyrolles

[20]-Chauffage, isolation, et ventilation écologique(Auteur: Haut,paulde ,Editeur:Eyrolles

[21]-<https://www.energy.gov.dz/?rubrique=energies-nouvelles-renouvelables-et-maitrise-de-lrenergie>

[22]-<https://era.dz/salon/fr/content/programme-national-des-%C3%A9nergies-nouvelles-et-renouvelables>

[23]- Bulletin trimestriel de l'Aprue, Septembre 2010

[24]-L.Houidef – « le programme ECO BAT, réalisation de 600 logements à haute Performance énergétique » présentation Aprue Novembre 2009

[25]- Dimensionnement d'une installation photovoltaïque (application entreprise ENAVA) : par : AMEUR ALI ELHABIB et DAOUDI MUSTAPHA

[26]- Amélioration Energétique D'un Habitat Situé A Blida :par : Mr. Meghari talal

[27]-https://www.matec-conferences.org/articles/matecconf/abs/2020/03/matecconf_icode2017-2018_01031/matecconf_icode2017-2018_01031.html

[28]-<https://www.trinasolar.com/fr/resources/success-stories>

[29]-https://www.ambientesoluciones.com/sitio/contenidos_mo.php?it=6208b

[30]-<https://www.cder.dz/spip.php?article4016>

[31]-<http://www.bouismail.org/>

[32]-Document technique réglementaire (D .T .R .C 3-2)

[33]-

[https://www.google.com/maps/place/Centre+de+Recherche+Scientifique+et+Technique+en+Analyses+Physico-Chimiques+\(CRAPC\)/@36.6408052,2.7159161,628m/data=!3m1!1e3!4m12!1m6!3m5!1s0x128f9eead2751d9b:0x33b31903a351e6af!2sCentre+de+Recherche+Scientifique+et+Technique+en+Analyses+Physico-Chimiques+\(CRAPC\)!8m2!3d36.640772!4d2.718368!3m4!1s0x128f9eead2751d9b:0x33b31903a351e6af!8m2!3d36.640772!4d2.718368?hl=fr](https://www.google.com/maps/place/Centre+de+Recherche+Scientifique+et+Technique+en+Analyses+Physico-Chimiques+(CRAPC)/@36.6408052,2.7159161,628m/data=!3m1!1e3!4m12!1m6!3m5!1s0x128f9eead2751d9b:0x33b31903a351e6af!2sCentre+de+Recherche+Scientifique+et+Technique+en+Analyses+Physico-Chimiques+(CRAPC)!8m2!3d36.640772!4d2.718368!3m4!1s0x128f9eead2751d9b:0x33b31903a351e6af!8m2!3d36.640772!4d2.718368?hl=fr)

[34]-<https://www.izuba.fr/logiciels/outils-logiciels/>

[35]

https://www.osram.fr/ecat/Convertisseurs%20tension%20constante%2024%20V-Tension%20constante%20-%20Non%20gradable-Constant%20Voltage%20-%20Indoor-LED%20Drivers-Digital%20Systems/fr/fr/GPS01_1120027/PP_EUROPE_FR_eCat/ZMP_56576/?fbclid=IwAR0-SAQ32o_HavfldmLrRRiTKerCLrLZXCYvpsCLoUfOhfUHxQmbvXDeBTA

[36]Roger Cadiergues MémoCad nR14.a performance et étiquettes énergétiques

[37]- Logiciel PVsys 6.8.1

[38]- Etude de faisabilité d'une installation solaire photovoltaïque autonome par PVSyst pour établissement scolaire.