MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
Université D'Oran 2 Mohamed ben Ahmed
Institut De Maintenance Et De Sécurité Industrielle

Mémoire Pour L'Obtention De Master

Filière : Génie industriel
Spécialité : Génie industriel

Thème :

Etude Théorique Et Expérimentale des réseaux électrique intelligents appliqué dans la gestion d'énergie d'un bâtiment intelligent installé dans l'entreprise SOMIZ SPA

Présenté et soutenu publiquement par :

Mlle. BENNIA Rania

Mlle. BENOUNA Fethia

Soutenue le : 30/09/2022

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Etablissement	Qualité
Mme. HEMMAMI Zineb	Univ d'Oran 2	Président
Dr. Ghouari Adel	*Univ d'Oran 2*	Encadrant
Dr.TITAH Mawloud	*Univ d'Oran 2*	Examinateur

2021/2022

Remerciements

La réalisation de ce mémoire a été possible grâce au plusieurs personnes à qui nous voudrions témoigner toute notre gratitude.

Nous remercions DIEU tout puissant qui nous a donné le courage, la force et la volonté pour réaliser ce modeste travail.

Nous tenons à remercier M. GHOUARI Adel, professeur à l'institut de maintenance et sécurité industriel en tant que directeur de notre mémoire, pour l'aide qu'il a fourni et les connaissances qu'il a su nous transmettre. Nous le remercions également pour sa disponibilité et la qualité de ses conseils.

Nous exprimons notre profonde gratitude aux membres de jury pour avoir accepté de juger ce travail.

Nous souhaitons adresser nos remerciements les plus sincères au corps professoral et administratif de notre institut surtout notre faculté de génie industriel, pour la richesse et la qualité de leur enseignement et qui déploient de grands efforts pour assurer à leurs étudiants une formation actualisée.

Un grand merci à nos parents, pour leurs conseils ainsi que leur soutien inconditionnel, à la fois moral et matériel. Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements à tous nos proches et amis qui nous ont toujours soutenues et encouragées tout au long de la réalisation de ce mémoire.



Dédicaces

C'est avec un grand plaisir que je dédie ce modeste travail :

A l'être le plus cher de ma vie, ***ma mère****, quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point te remercier comme il se doit. Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes côtés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles.*

A l'être le plus cher de ma vie, ***mon père****, tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager. Que ce travail traduit ma gratitude et mon affection.*

A ma très chère sœur unique ***Yamna*** *et mes très chers frères* ***Amine****,* ***Ayoub****, qui sont toujours à mes côtés.*

A mes collègues, mes copines surtout ***Hadjer, Ikram, Imane*** *et son fils* ***Imrane****,* ***Malika****, mon cousin* ***Imed*** *et toute personne qui occupe une place dans mon cœur.*

A mon binôme ***Fethia****, qui m'a soutenue et m'a supportée tout au long de l'année, je vous souhaite du succès dans votre vie privée.*

Rania

Dédicaces

C'est avec un grand plaisir que je dédie ce modeste travail :

*A mes **chers parents**, qui ont sacrifié leurs vies pour notre réussite et nous ont éclaire le chemin par leurs conseils judicieux. J'espère qu'un jour, Je pourrais leurs rendre un peu de ce qu'ils ont fait pour moi, que Dieu leur accorde bonheur et longue vie.*

*A mes très chères sœurs **Aya, Lina** et mon très cher frère **Mohamed** qui sont toujours à mes côtés.*

A mes collègues, mes copines, et toute personne qui occupe une place dans mon cœur.

*A mon binôme **Rania**, qui m'a soutenue et m'a supportée tout au long de l'année, je vous souhaite du succès dans votre vie privée.*

Fethia

Résume

L'isolation thermique dans les bâtiments écologiques joue un rôle majeur dans la réalisation des objectifs des bâtiments durables, en raison de son rôle efficace dans la réalisation de la conservation de l'énergie, qui contribue de manière significative à la réduction du réchauffement climatique et du changement climatique.

Notre présent travail a pour objectif principal étude théorique et expérimentale des réseaux électrique intelligents appliqué dans la gestion d'énergie d'un bâtiment intelligent installé dans l'entreprise SOMIZ SPA.

Une étude expérimentale simulative a été réalisée pour estimer le choix des isolants selon le moins cher et le plus durable, les résultats expérimentaux obtenus montrent que les trois isolants étudiés sont intéressants dans l'habitat puisque leurs conductivités thermiques sont inférieures à 0.04 w/m. k. Donc le choix de l'isolant dépend de la disponibilité du cout.

Mot clés : smart grid, énergie, isolation thermique, isolant, bâtiment intelligent, conductivité thermique, efficacité énergétique, confort.

Liste des figures

Figure 1 : Modèle général du Smart grid [6].....5
Figure 2 : Modèle simplifié du smart grid [7]. 6
Figure 3 : Principe de fonctionnement des smart-grids électricité [7].....7
Figure 4 : Schéma conceptuel du Smart Grid proposé par NIST [7]. 10
Figure 5 : Schéma conceptuel du Smart Grid proposé par IEEE [7]. 11
Figure 6 : les différentes techniques d'isolation [19] 21
Figure 7: Isolation par soufflage dans les combles perdus [20]. 23
Figure8 : la pose d'isolant en rouleau [21]. 24
Figure9 : l'isolation thermique par l'extérieur [22] 25
Figure 10 : isolation intégrée [23]. 26
Figure 11 : L'isolation thermique des sols [24]. 27
Figure12 : Isolation thermique du batiment : part de déperdition thermiques par composants [24]. 28
Figure13 : Vue de la fenetre pricipale du logiciel Meteonorm 30
Figure 14: Vue du bâtiment qui fait l'objet de cette étude possède une surface de 121 m2, il est situé dans la région d'ORAN, plus précisément dans ES-SENIA. 32
Figure 15 : Dimension de la zone. 33
Figure 16: L'orientation de la zone. 33
Figure17 : Cordonnée du site avec les propriétés et paramètres du calcul 34
Figure 18: Composition des parois de la zone. 34
Figure19 : Définition des murs extérieurs de la zone 35
Figure20 : Caractéristique de la lame d'air 35
Figure 21: Définition des murs extérieurs de la zone. 36
Figure 22 : Caractéristique du polystyrène. 36
Figure23 : Définition des murs extérieurs de la zone. 37
Figure 24: Caractéristique de la laine de roche. 37
Figure 25: Evolution de la température ambiante du site géographique d'Oran Senia sur une année de tests et de mesures. 38
Figure 26: Evolution de l'énergie solaire reçue sur le site d'Oran Sénia durant une période de 12 mois, la valeur maximale a été observée durant le mois de Juillet, par contre la plus défavorable est enregistrée durant le mois de Janvier. 39
Figure 27: Evolution du rayonnement du site géographique au cours de l'année. 39
Figure 28: Evolution de la température intérieure de la zone pendant le mois de Janvier. La température intérieure de la zone évolue de la même manière que la température extérieure, elle varie de -2 °C à 16°C en Janvier. Les valeurs extérieures du site géographi.....40
Figure 29: Evolution de la température intérieure de la zone pendant une semaine de mois de janvier.....41
Figure 30 : Evolution de la température intérieure de la zone pendant le mois d'aout. 42

Figure 31 : Evolution de la température intérieure de la zone pendant une semaine de mois d'Aout.....43
Figure 32 : Evolution de la température de l'air intérieure. 44

Liste des tableaux

Tableau 1: Comparaison des réseaux classiques et des réseaux intelligents [7].....13
Tableau 2: Indice et critères d'un bon isolant [17].....20
Tableau 3: les avantages et inconvénients d'une ITI des murs [19]. 22
Tableau 4 : les avantages et inconvénients d'une ITE des murs [19]. 26
Tableau 5: Les caractéristiques thermiques des différentes parois de la zone.....32

Liste d'abréviation

CEE : Communauté économique européenne.

COV : composés organiques volatils.

DC : direct current.

DTU : documents technique unifiés.

E : épaisseur d'isolant.

GRD : gestionnaires de réseaux de distribution.

GRT : gestionnaires de réseaux de transport.

IEEI : Institut d'électricité et d'électronique

Ingénieurs.

ITE : isolation thermique extérieur.

ITI : isolation thermique intérieur.

NIST : Institut national des normes et de la technologie.

NTIC : nouvelles technologies de l'information et de la communication.

RGE: reconnu garant de environnement.

R: résistance thermique.

SG: smart grid.

TVA: taxe sur la valeur ajoutée.

US : *United States.*

U.S.A : United States of America.

VE : véhicule électrique.

λ : conductivité thermique

Sommaire

Remerciements ..... **I**
Dédicaces ..... **II**
Dédicaces ..... **III**
Résume ..... **IV**
Liste des figures ..... **V**
Liste des tableaux ..... **VII**
Liste d'abréviation ..... **VIII**
Introduction **1**
I. les réseaux électriques intelligents : **2**
I.1. bâtiment intelligent : **2**
I.1.1. Définition du bâtiment intelligent : **2**
I.1.2. Aperçu historique sur le concept du bâtiment intelligent : **3**
I.1.3. Les caractéristiques du bâtiment intelligent : **3**
I.1.4. L'équipement du bâtiment intelligent : **4**
I.1.5. Fonctionnement d'un bâtiment intelligent : **4**
I.1.6. Comment ça marche ? **4**
I.2. les réseaux électriques intelligents « Smart Grid » : **4**
I.2.1 Définition : **4**
I.2.2. le modèle général et simplifie de SG : **5**
I.2.3. Principe de fonctionnement des smart grids : **6**
I.2.3.Concept d'un Smart grid : **7**
I.2.4. Objectifs principaux du réseau électrique intelligent : **8**
I.2.5. les types de smart grids : **8**
I.2.6. Les composants de smart grid : **8**
I.2.7. Architecture réseaux pour les smart grids : **9**
I.2.8.Caractéristiques des smart grids : **11**
I.2.9. les avantages des smart grids : **11**
I.2.10. les enjeux : **12**
II.2.11. Comparaison entre réseaux actuels et réseaux intelligents : **13**
II. Isolation thermique : **14**
II.1. Définition d'isolation thermique : **14**

II.2.Pourquoi isoler son habitation ?.....14
II.3. Isolant thermiques : 16
II.3.1.Trois grandes familles de matériaux isolants : 16
II.3.2. Les critères incontournables pour choisir un bon isolant : 16
II.3.2.1. Performances thermiques du matériau : 16
II.3.2.2. Etanchéité à l'air et à la vapeur d'eau : 17
II.3.2.3. Performances phoniques : 17
II.3.2.4. Confort d'été : 18
II.3.2.5. Durée de vie de l'isolant : 18
II.3.2.6. Qualités environnementales et sanitaires : 18
II.3.2.7.Certification du produit : 18
II.3.2.8. Prix et aides financières : 19
II.3.2.9. Qualité de mise en œuvre : 19
II.3.2.10. Des performances doublements vérifiées : 19
II.4. Les Avantages des isolants thermiques : 20
II.5. Les principaux inconvénients de l'isolant thermique : 21
II.6. Les différentes techniques d'isolation : 21
II.6.1. L'isolation thermique par l'intérieur (ITI) : 21
II.6.2. l'isolation thermique par l'extérieur " ITE" : 25
II.6.3. L'isolation intégrée : 26
II.6.4. L'isolation thermique des sols : 27
III. Développent d'un modèle pour l'évaluation des paramètres énergiques d'un Smart Building : 29
III.1. La simulation énergétique des bâtiments : 29
III.2 .Meteonorm : 29
III.3. TRNSYS : 30
III.4. Description bloc pédagogique : 31
III.5. Etapes de création du modèle énergétique pour le bloc pédagogique sous logiciel TRNSYS : 33
III.5.1. Définition de la zone du bâtiment : 33
III.5.2. Définition de la zone dans TRNBuild : 34
III.5.3. Calcul sous TRNSYS en utilisant lame d'air : 35
III.5.4. Calcule sous TRNSYS en utilisant le polystyrène : 35
III.5.5. Calcul sous TRNSYS en utilisant la laine de roche : 36
IV. Analyse et discussion des résultats expérimentaux : 38

IV.1. Paramètres climatiques d'Oran Sénia : 38
IV.2. Rayonnement solaire : 39
IV.3. Evolution des températures pendant la période d'hiver : 40
IV.3.1. Comparaison des résultats avec les travaux réalisés dans ce domaine : .40
IV.3.2. Saison estivale :.....42
IV.4. Validation des résultats : 43
Conclusion général :.....45
Référence 46

Introduction

L'Algérie a un climat méditerranéen dans lequel les températures estivales et hivernales varient considérablement. Ce qui affecte considérablement les éléments du bâtiment, où la différence entre les deux températures à l'intérieur et à l'extérieur du bâtiment est très grande, avec laquelle l'occupant est obligé d'utiliser des climatiseurs pendant de longues périodes afin de réduire l'élévation de température.

La hausse récente des prix de l'énergie, en plus de son impact sur l'environnement, appelle les autorités de recherche à étudier comment économisé l'énergie consommée dans la construction de bâtiments à travers l'étude de la construction avec des systèmes innovants et non traditionnels qui se caractérisent par un poids léger. Et ont une grande capacité d'isolation ; Ce qui réduit la capacité de fabrication des matériaux de construction et l'énergie de refroidissement des bâtiments, ou en étudiant la construction avec des matériaux de construction locaux pour réduire l'énergie de fabrication et de transport des matériaux de construction.

L'objectif de notre travail est Etude théorique et expérimentale des réseaux électrique intelligents appliqué dans la gestion d'énergie d'un bâtiment intelligent installé dans l'entreprise SOMIZ SPA, nous recherchons un bon isolant le plus durable et le moins cher.

Pour cela, le travail est présenté sous forme de deux parties principales la première théorique et la seconde étude expérimentale silumative (pratique).

- La première partie théorique est subdivisée en deux chapitres :
  - Le premier chapitre : Dans ce chapitre, nous avons donné des généralités sur les bâtiments intelligents et les réseaux électriques intelligents pour définir son importance, on explique ses caractéristiques, ses types, son concept et ses avantages.
  - Le deuxième chapitre : Dans ce chapitre, nous avons donné des généralités sur l'isolation thermique et ses critères, ses avantages et inconvénients, ses différentes techniques.

- La seconde partie pratique est subdivisée en deux chapitres :
  - Le premier chapitre : Dans ce chapitre, nous avons étudié la simulation sous TRNSYS 16.
  - Le deuxième chapitre : Dans ce chapitre, nous avons étudié le comportement thermique de la zone, en changeant l'isolant (le polystyrène, la laine de roche, la lame d’air).

Chapitre I : les réseaux électriques intelligents

I. les réseaux électriques intelligents :

I.1. bâtiment intelligent :

I.1.1. Définition du bâtiment intelligent :

Le bâtiment intelligent se définit comme un bâtiment à haute efficacité énergétique intégrant, dans la gestion intelligente du bâtiment les équipements consommateurs, les équipements producteurs et les éventuels équipements de stockage. Il s'agit de mettre de « l'intelligence » sur le réseau électrique privé des bâtiments (maison, immeuble d'habitations ou de bureaux) pour faciliter et améliorer la gestion de l'énergie et des appareils électriques sur le réseau [1].

Déjà progressivement mises en œuvre sur les réseaux publics de distribution, les technologies numériques introduites sur le réseau d'électricité privé seront ainsi l'outil indispensable d'une gestion améliorée. Par ailleurs, trois évolutions majeures apparues sur les réseaux électriques auront un impact considérable sur la façon de gérer l'énergie dans le bâtiment [1] :

• la production décentralisée d'électricité à partir d'énergies de sources renouvelables (éolien, photovoltaïque).

• le développement du véhicule électrique, qui peut être utilisé comme installation de stockage.

• le compteur communicant, interface entre les réseaux publics d'électricité et le réseau privé du bâtiment, à l'origine d'innovations majeures en aval du compteur.

Le bâtiment intelligent prend plusieurs autres définitions [2] :

Selon U.S.A :

C'est un système qui crée un environnement productif et rentable en améliorant ses quatre composants principaux : la structure, les systèmes et les services, et en gérant les relations réciproques entre ces quatre éléments.

En Europe :

Le groupe britannique des bâtiments intelligents, basé au Royaume-Uni, définit un bâtiment intelligent comme celui qui "créer un environnement qui augmente l'efficacité des occupants du bâtiment tout en permettant une gestion efficace des ressources tout en minimisant le coût de la vie matérielle et des installations ».

En Asie :

A Singapore :

Le bâtiment intelligent doit remplir trois (03) conditions :

• Le bâtiment devrait être doté de systèmes de contrôle automatique avancés permettant de surveiller diverses installations, notamment la climatisation, la température, l'éclairage, la

sécurité, les incendies, …etc. afin de fournir un environnement de travail confortable aux locataires.

• Le bâtiment devrait avoir une bonne infrastructure de réseau pour permettre la circulation des données entre les étages.

I.1.2. Aperçu historique sur le concept du bâtiment intelligent :

Le bâtiment intelligent est passé par trois étapes à travers son histoire ; ou chaque étape représente une période qui caractérise le développement du bâtiment intelligent ; en peut les résumer comme suit [2] :

• Bâtiment automation (Automation Buildings 1981-1985) : Les bâtiments automatisés de cette période ont été définis comme "un ensemble de technologies innovantes, dont les plus importantes sont les éléments de la communication sans fil".

• Bâtiment responsif : (Responsive Buildings 1986-1991) : Les bâtiments responsive de cette période étaient connus comme "un ensemble de techniques capables de modifier le système à travers le temps".

• Bâtiment effectif : (Effective Buildings 1992- à nos jours-là) : Le concept de bâtiment intelligent était radicalement différent des concepts précédents et visait vers les occupants du bâtiment et leurs fonctions plutôt que les systèmes informatiques.

I.1.3. Les caractéristiques du bâtiment intelligent :

L'efficacité énergétique dépend largement des techniques de construction du bâtiment, de l'isolation par exemple. Le concept de bâtiment intelligent correspond à l'intégration de solutions de gestion énergétique dans l'habitat et les bâtiments d'entreprise, notamment pour parvenir à des bâtiments à énergie positive. De nombreuses solutions existent et sont complémentaires [1] :

• une meilleure isolation des bâtiments : elle constitue la méthode la plus efficace pour éviter le gaspillage thermique et permet de se passer de chauffage en dehors des périodes de grand froid (nombreux matériaux : laine de verre, chanvre ou paille) ;

• de nouvelles techniques de production d'énergie : le bâtiment permet d'intégrer facilement les énergies de sources renouvelables. La toiture permet d'accueillir les panneaux photovoltaïques qui compensent voire dépassent les dépenses énergétiques des habitants ou les capteurs thermiques solaires qui chauffent l'eau pour le chauffage ou les sanitaires ;

• le développement des performances des systèmes de ventilation afin d'éviter de perdre le bénéfice de l'isolation en ouvrant une fenêtre que ce soit en période de grand froid ou de forte chaleur (ventilation à double flux ou puits canadien) ;

• des systèmes de chauffage et de climatisation plus vertueux (poêle à bois, pompe à chaleur, géothermie) et d'autres systèmes permettant de mieux réguler la température (thermostat, chaudières performantes, etc.) ;

• un choix plus réfléchi sur la localisation du bâtiment en termes de terrain d'implantation et d'orientation afin de tirer le meilleur parti de l'isolation, des ouvertures et des panneaux photovoltaïques ;

• une mesure systématique des performances, afin d'adapter si besoin les décisions ;

• le développement de la domotique, des équipements à consommation d'énergie plus sobre et des systèmes de gestion d'énergie.

I.1.4. L'équipement du bâtiment intelligent :

- Le bâtiment intelligent produit, stocke et consomme l'énergie dont il a besoin. Pour ce faire, il est doté d'équipements qui permettent d'assurer ces fonctions. Ainsi, pour la production d'énergie, le bâtiment intelligent utilise des panneaux photovoltaïques et des capteurs thermiques solaires. L'utilisation des énergies renouvelables est donc de mise dans le bâtiment intelligent [3].
- Pour le stockage de l'énergie produite ou récupérée, le bâtiment intelligent utilise des batteries et accumulateurs. Quand un besoin est exprimé, le système de distribution énergétique achemine la quantité nécessaire pour une utilisation optimale selon le décryptage du décret tertiaire [3].
- La consommation énergétique est sans doute le point sur lequel le bâtiment intelligent se démarque. Comme toutes les autres constructions, il est doté d'appareils électroménagers, de luminaires, de chauffage, etc. Cependant, les équipements de consommation du bâtiment intelligent sont de classe énergétique A. Ils permettent donc de réaliser de bonnes performances énergétiques sans pour autant être défaillant [3].

I.1.5. Fonctionnement d'un bâtiment intelligent :

Le **bâtiment intelligent** utilise les nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC) pour transmettre et stocker des données sur l'utilisation et l'état même du bâtiment, afin d'adapter sa consommation d'énergie. Ce principe, déjà introduit progressivement dans les réseaux publics de distribution, dans le cadre des smart grids, s'étend désormais aux immeubles privés [4].

I.1.6. Comment ça marche ?

Le bâtiment intelligent fonctionne selon le principe des smart grids mis en place dans les réseaux de distribution d'électricité. Grâce aux avancées technologiques informatiques, ces réseaux électriques intelligents savent identifier les pics de consommation d'énergie et ajustent la production et la distribution d'électricité, en fonction, afin d'éviter le gaspillage énergétique. Cette technologie vient s'adapter au bâtiment, offrant ainsi une meilleure gestion de l'énergie à ses occupants, grâce à un système communicant. Ainsi, l'immeuble génère sa propre énergie et la redistribue selon les besoins, en minimisant les pertes [4].

I.2. les réseaux électriques intelligents « Smart Grid » :

I.2.1 Définition :

Un réseau intelligent (smart grid) intègre les nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC) pour développer une multitude de nouveaux usages. Rendre les réseaux plus intelligents en les équipant de NTIC, c'est, in fine, améliorer la fourniture d'énergie [5] :

Pour les opérateurs de réseaux, les smart grids rendent le réseau plus adaptable ce qui augmente la résilience du système électrique, optimise le niveau de fiabilité et de qualité de l'alimentation de l'électricité et facilite l'insertion dans les réseaux de nouveaux moyens de production d'énergie, en particulier d'origine renouvelable (éolien, solaire) qui sont à la fois intermittents et décentralisés ;

Pour les consommateurs, les smart grids en font de vrais acteurs du système énergétique, des « consommateurs ». Avec les réseaux intelligents, ils peuvent suivre leur consommation en temps réel et, le cas échéant, la maîtriser et modifier leur comportement en jouant un rôle actif dans l'exploitation du système électrique.

I.2.2. le modèle général et simplifie de SG :

Les Smart grids témoigneront la migration d'un réseau électrique à flux unidirectionnel d'électricité vers un réseau électrique à flux bidirectionnel d'électricité et d'informations. La figure 1 représente un modèle général du Smart grid et la figure 2 représente un modèle simplifie [6].

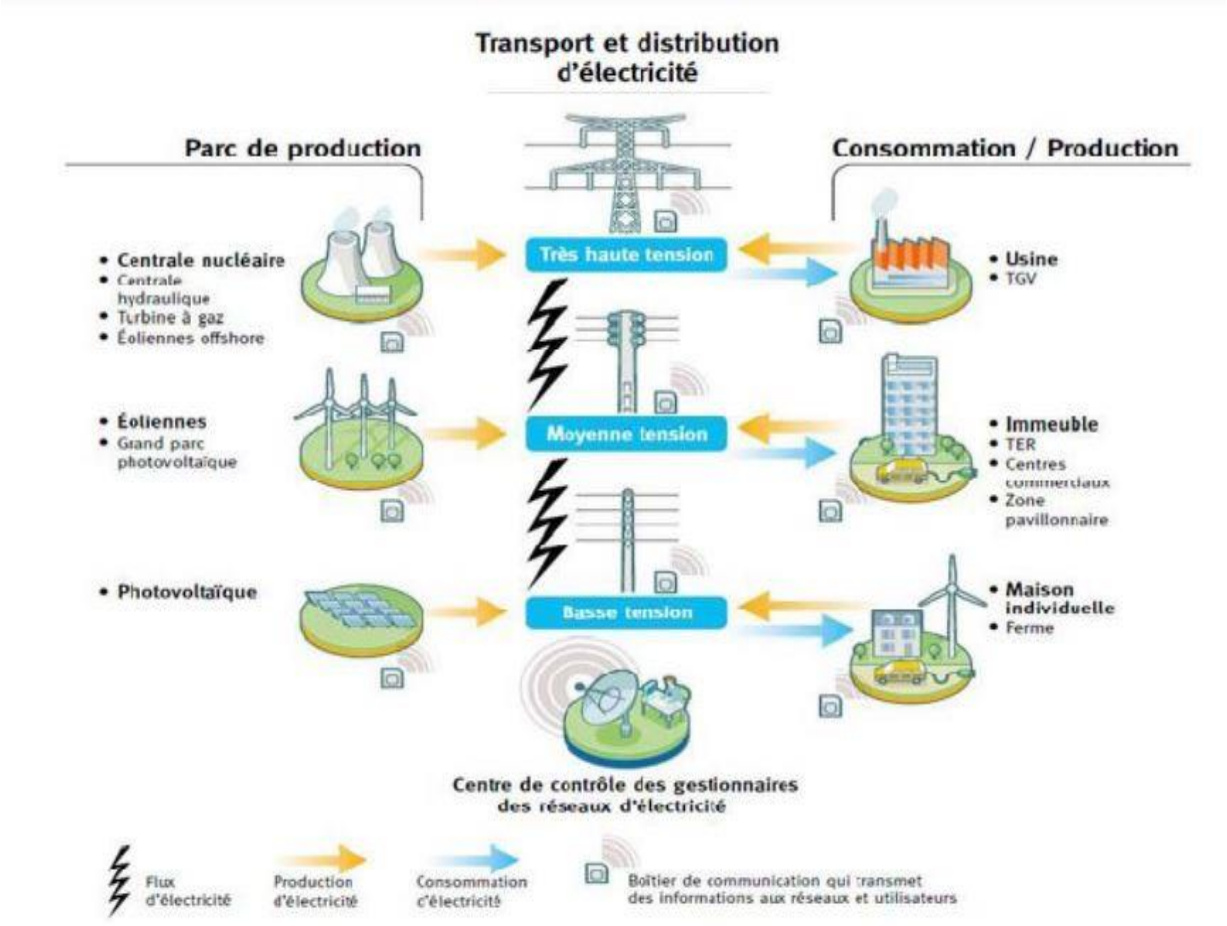


Figure 1 : Modèle général du Smart grid [6].

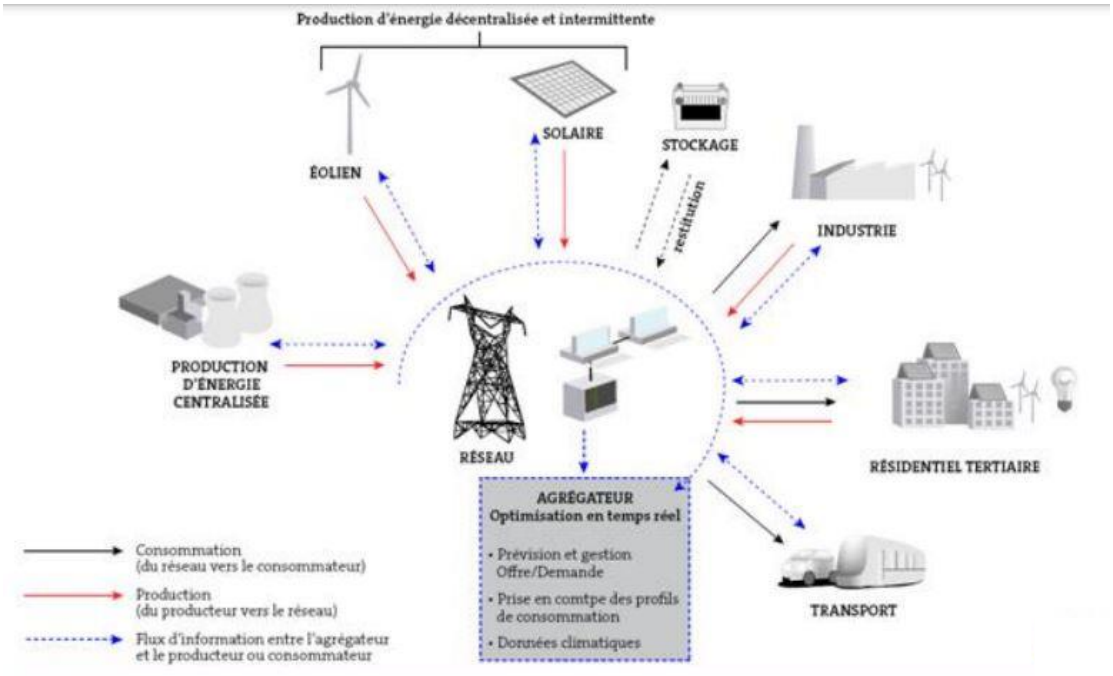


Figure 2 : Modèle simplifié du smart grid [7].

I.2.3. Principe de fonctionnement des smart grids :

Selon la méthode de fonctionnement des smart-grids, on distingue des modèles basés sur deux approches différentes, l'approche centralisée top-down, et l'approche ouverte bottomup comme montré sur la figure 3 [7].

- L'approche centralisée top-down consiste à l'inscription du smart-grid au sein du réseau traditionnel de distribution d'énergie. La capacité à piloter l'offre aux différents niveaux du système (production, transport et distribution) est amélioré par l'intégration des NTIC. Les technologies de communication et d'information mobilisées dans ce type d'approche sont, généralement, fondées sur des réseaux filaires dédiées aux systèmes qu'elles servent et gérées par des environnements propriétaires pour la partie hardware comme pour la partie software [7].
- L'approche ouverte bottom-up est basé essentiellement sur le besoin et les actions du client final du réseau. A travers le smart-grid le client final peut piloter et d'optimiser sa consommation d'énergie. Cette approche comprend, entre autres, le déploiement de systèmes de comptage évolués, des systèmes de pilotage des équipements consommateurs d'énergie électrique (bâtiments intelligents, domotique, etc.) ou des équipements d'effacement diffus [7].

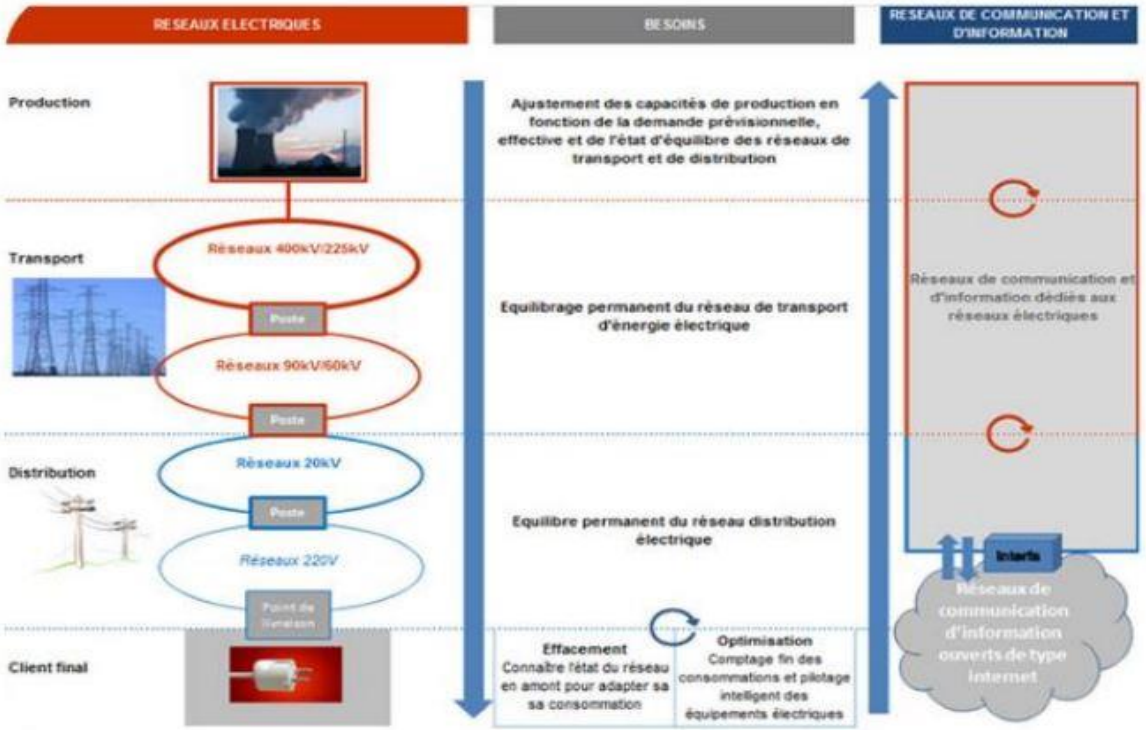


Figure 3 : Principe de fonctionnement des smart-grids électricité [7].

I.2.3.Concept d'un Smart grid :

Le terme Smart Grid a été inventé par Andres E. Carvalloen 24Avril 2007 à une Conférence de l'énergie à Chicago, où il a présenté le SG comme une combinaison de l'énergie, les communications, les logiciels et les matériels de protection automatisé. La définition d'un SG est l'intégration d'un réseau électrique, un réseau de communication, des logiciels et du matériel afin de surveiller, contrôler et gérer la production, la distribution, le stockage et la consommation d'énergie. Les SG sont la base pour le développement de la transmission des informations électriques, des réseaux de distribution fortement flexible, des réseaux fiables et des systèmes durables. Les structures optimales d'un SG doivent être développées pour des principaux concepts en tenant compte de [8] :

- Intégration des sources d'énergie renouvelables,
- Application des technologies novatrices, par exemple dispositifs de stockage d'énergie, électronique de puissance, les véhicules électriques (VE)…etc,
- Utilisation des technologies de la communication pour améliorer l'observabilité et la contrôlabilité des réseaux,
- Développement de l'application intelligente pour les systèmes de protection avec des concepts d'automatisation,
- Haute sécurité de production d'énergie et des différentes informations liées au SG, Conception de nouvelles structures du réseau, par exemple "micro smart grid", réseaux DC, les réseaux de transmission avec stockage.

I.2.4. Objectifs principaux du réseau électrique intelligent :

Nous pouvons définir l'objectif principal associé à ses réseaux, comme spécifiées par l'U.S. Département of Energies National Energie Technologie Laboratoire dans sa stratégie pour un réseau moderne. Un réseau électrique intellige se doit [9] :

- De faire participer de façon active les consommateurs,
- D'accueillir l'ensemble des générateurs (centralises ou non) et des systèmes de stockage (comme les véhicules électriques),
- De permettre de nouveaux produits, services et marches,
- D'offrir une qualité d'énergie pour supporter l'économie numérique,
- D'optimiser l'utilisation de l'existant et de fonctionner efficacement,
- D'anticiper et de répondre à des perturbations sur le système,
- De résister aux attaques ou aux catastrophes naturelles.

I.2.5. les types de smart grids :

On peut distinguer trois catégories de démarches "réseaux intelligent" [9] :

I.2.5.1. Au Niveau des gestionnaires de réseaux de transport (GRT) :

Il s'agit d'améliorer le télé-contrôle, la surveillance (Security analysais, etc.) et la planification (prévision des contingences, etc.). Il s'agit de poursuive une évolution entamée de longue date en utilisant les progrès technologiques pour faire face aux nouveaux besoins de transport, notamment suite à l'apport en réseaux de la production décentralisée de puissance réduite et moins « gérable » par le responsable d'équilibre et de sécurité réseaux.

I.2.5.2. Au niveau des gestionnaires de réseaux de distribution (GRD) :

Le développement de la production décentralisée impose aux gestionnaires de réseaux de distribution de mettre en place des technologies qui étaient aujourd'hui essentiellement utilisées dans le réseau de transport télé-contrôle, protections bidirectionnelles, gestion d'équilibre. Il s'agit d'accélérer l'installation de technologies disponibles de longue date. Cette évolution est facilitée par la baisse du cout de ces technologies.

I.2.5.3. Au niveau local :

Le changement le plus important pourra voir le jour l'apport de l'électronique de l'informatique et des télécommunications ouvre de nouveaux horizons à la gestion de la consommation et de la production local ce domaine spécifique s'appelle « smart home » ou plus général ement « smart consumer ».

I.2.6. Les composants de smart grid :

Le smart grid est compose de [10] :

-Un compteur analogique communiquant (smart meter) chez l'utilisateur final qui remplacera le compteur traditionnel.

- Un logiciel de suivi et de gestion de la consommation client.

- Une infrastructure de communication reliant le consommateur au producteur, plus ou moins dense suivant le mode de communication utilisé (par satellite, courant porteur en ligne,Wifi longue portée, radio fréquence, …).

- Des serveurs informatiques et de logiciels de back-office permettant au producteur de stocker et d'analyser l'immense quantité d'information générée par le Smart Grid.

I.2.7. Architecture réseaux pour les smart grids :

I.2.7.1.Modèle de NIST :

L'architecture de communication du Smart Grid selon NIST regroupe sept domaines, voir figure 4 [7]:

Consommateurs (clients) et producteurs, les fournisseurs de services, les centres de contrôle du réseau, le marché de l'électricité constitué de plusieurs fournisseurs, les centres de production comme, les réseaux de transmission et de distribution de l'électricité. Ces domaines sont connectés entre eux par un réseau internet via des protocoles de-communications.

Les fonctions des principaux acteurs du Smart Grid sont :

- **Client :** sont des utilisateurs finaux d'électricité, à la différence du réseau électrique classique ces clients peuvent utiliser, stocker, produire et gérer leurs énergie de façon optimale. Également, ces trois clients (résidentiel, commercial et industriel) peuvent communiquer avec le gestionnaire du réseau chacun dans son domaine.

- **Marché :** c'est le domaine clé du réseau intelligent, il offre un environnement où les opérateurs et les participants peuvent acheter ou vendre de l'électricité. Sa mission principale est la gestion du marché via la préparation de la bourse de l'électricité, l'équilibre entre l'offre et la demande au sien du réseau, etc.

- **Fournisseurs de service :** ce domaine est essentiellement destiné au soutien des clients, ils fournissent des services de gestion de la consommation et la production des clients via la gestion de la facturation, installation et maintenance des équipements qui communique avec le réseau. Ainsi il gère la sécurité informatique du réseau internet et l'outil logiciel utilisé dans le réseau. Ce domaine peut aussi intervienne en cas où il y a un piratage du réseau pour limiter les pertes.

- **Centre de contrôle :** celui qui gère le mouvement de l'électricité au sien du réseau via des moyens totalement informatisé.

- **Transmission :** c'est le réseau qui transporte l'électricité, mais il peut aussi stocker et produire l'électricité.

- **Centre de production :** celui qui produit l'électricité via plusieurs sources d'énergie, tels que renouvelable variable (éolien, solaire) et renouvelable non-variable (biomasse, géothermie, hydraulique, etc.), ainsi que les sources non-renouvelables non variables (gaz naturel, charbon, nucléaire, etc.).

- **Distribution :** le domaine de la distribution prend la responsabilité de délivrer l'électricité aux consommateurs d'énergie en fonction des demandes des utilisateurs et la disponibilité de l'énergie. Il interagit avec de nombreux équipements, afin de garantir la qualité et la stabilité d'électricité.

Dans l'architecture de NIST, chaque consommateur peut produire de l'électricité en utilisant les ressources renouvelables. Le surplus d'énergie produite est géré par le consommateur lui-même, la gestion du surplus d'énergie est décentralisée.



Figure 4 : Schéma conceptuel du Smart Grid proposé par NIST [7].

I.2.7.2. Modèle d'IEEE :

L'IEEE a proposé une architecture basée sur celle de NIST, mais a défini un nouveau domaine nommé ressources énergétiques distribuées (RED), voir figure 5 : qui permet de gérer le surplus de l'énergie produite, la gestion du surplus d'énergie est centralisée [7].

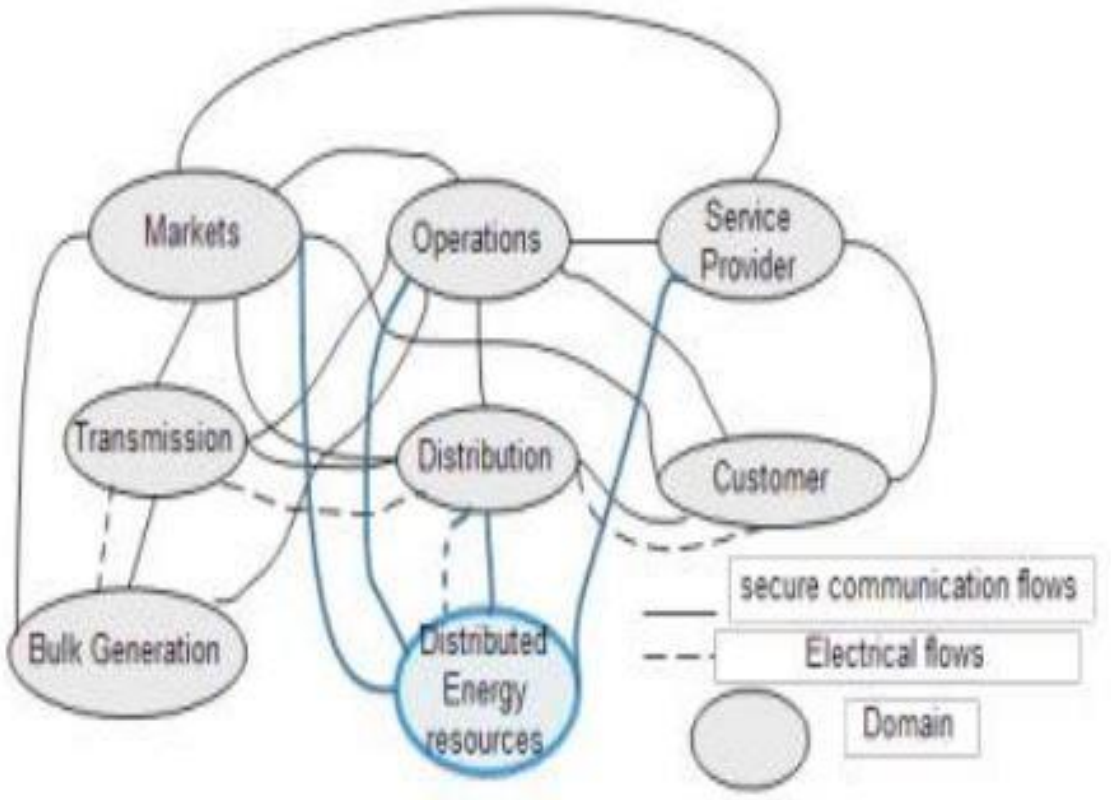


Figure 5 : Schéma conceptuel du Smart Grid proposé par IEEE [7].

I.2.8.Caractéristiques des smart grids :

Le réseau électrique intelligent se caractérise par plusieurs attributs [11] :

La flexibilité : car il ajuste précisément la proportion d'énergie délivrée en fonction de la demande.

La durabilité : car il intègre des sources d'énergies renouvelables à la production.

La fiabilité : car il accroît l'efficacité et la sécurité du réseau électrique.

L'économie : car il permet de diminuer les coûts de production et de consommation, grâce à une meilleure gestion des ressources.

En outre, le réseau intelligent intervient à tous les niveaux du cycle d'approvisionnement en électricité : production, transport, distribution et consommation.

I.2.9. les avantages des smart grids :

Selon les fournisseurs d'électricité, les smart-grids permettent d'atteindre plusieurs objectifs [7] :

- Renforcer la sûreté du réseau de transport et de distribution électrique en permettant d'éviter ou de modérer les conséquences des incidents sur le réseau électrique.

- Renforcer les mécanismes de réponse de la demande d'électricité au prix de l'électricité, et ainsi éviter les pics de consommation d'électricité, très coûteux et très polluants.

- Permettre l'intégration au réseau électrique des sources d'énergie renouvelables intermittentes (éolien, photovoltaïque).

- Diminuer les pertes sur le réseau de transport et de distribution d'électricité en optimisant les flux d'électricité.

- Faciliter l'installation de sources de production d'électricité décentralisées chez le client final (photovoltaïque, éolien) par la pose de compteurs d'électricité intelligents enregistrant les flux d'électricité dans les deux sens.

I.2.10. les enjeux :

Le développement des réseaux électriques intelligents représente un certain nombre d'enjeux [9] :

A. Un Enjeux Industriel

Avec l'adaptation des matériaux et technique actuels nécessaire à cette nouvelle intelligence. En accédant à ce réseau innovant ; il est primordial d'assurer la fonctionnalité de tous les éléments qui y ont un rôle ; et donc développement modifications ; améliorations et arrangement sont nécessaire en vue d'un usage conforme [4].

B. Un Enjeu social

Ceci par l'implication des consommateurs dans la gestion de leur consommation grâce aux (compteurs intelligents). L'usager interagit donc avec le réseau intelligent : une nouvelle notion prend alors tout son sens : celle de consommateur.

C. Un Enjeu économique

Par la coopération nouvelle entre les grands acteurs économique de ce secteur de l'électricité modernisé. Et par le rôle de l'état dans le développement des réseaux électriques intelligents en tant que service public.

D. Un Enjeu environnementale

Par l'intégration de nouvelles formes d'énergies renouvelables et surtouts décentralisés : également par la réduction au maximum des impacts sur le changement climatique et les perturbations qui touchent l'environnement**.**

II.2.11. Comparaison entre réseaux actuels et réseaux intelligents :

Tableau 1: Comparaison des réseaux classiques et des réseaux intelligents [7].

Caractéristiques	Réseaux électrique actuel	Réseaux électrique intelligent
Mode de fonctionnement	Analogique	Numérique
Sens de circulation del'énergie	Unidirectionnel	Bidirectionnel
Type de production	Production centralisé	Production décentralisé
Communication	Communicant sur une partie des réseaux	Communicant sur l'ensembledes réseaux
Client	Consommateur	Consommateur
Participation d'es consommateurs	Les consommateurs ne sont pas informés et ne participent pas	Les consommateurs sontinformés et potentiellementactifs
Intégration de source et desystème de stockage	Dominé par le producteur d'énergie centralisée	Déploiement d'un grand nombre de producteursdistribués
Nouveaux produits, serviceset marchés	Limité, peut d'intégration du marché pour les consommateurs	Grande intégration du marché, augmentation de l'utilisation du marché de l'énergie pourles consommateurs
Qualité de l'énergie	Centrée sur les pannes réponselente aux problèmes opérationnelles de gestion d'actif	Priorité sur la qualité del'énergie avec une grande variété de qualité et de prix, rapide résolution de problème
Gestion de l'équilibre dusystème électrique	Gestion de l'équilibre du système électrique par l'offre/ production	Gestion de l'équilibre du système électrique par la demande/consommation
Optimisation des actifs	Peu d'intégration des données opérationnelles de gestion d'actifs	Nombreuse acquisition dedonnées élargies et des paramètres du réseau
Auto cicatrisation	Prévention pour réduire l'impact des dégâts en se concentrant sur la protection des infrastructuressuite à une panne	Détection automatique etcorrection des problèmes centrés sur la prévention pour minimiser l'impact sur le consommateur

Chapitre II :
Isolation thermique

II. Isolation thermique :

II.1. Définition d'isolation thermique :

L'isolation thermique est un procédé dont l'objectif principal est d'éviter ou du moins de réduire les transferts d'énergie d'un milieu froid à un autre plus chaud. Pendant les changements de saisons, les isolants thermiques permettent donc de conserver à l'intérieur du domicile la chaleur ou le froid selon le temps qu'il fait à l'extérieur. Cette technique d'isolation vise à rendre le cadre de vie plus serein et plus agréable en toutes saisons. De même, les isolants thermiques permettent de réduire la consommation électrique au sein de l'habitat [12].

Afin d'accroître leur efficacité, les isolants thermiques doivent se concentrer sur des points essentiels connus sous le nom de ponts thermiques [12].

II.2.Pourquoi isoler son habitation ?

Il existe 10 bonnes raisons d'améliorer l'isolation de sa maison, que nous montions ci-dessous : [13]

- **Moins consommer et réduire sa facture d'énergie**

Une isolation performante empêche les déperditions énergétiques. Moins consommer d'énergie pour son chauffage, c'est être moins impuissant face aux variations du coût de l'énergie. Ainsi, une maison respectant la RT 2012, la norme pour toute nouvelle construction, réduit par trois la facture d'énergie contrairement à une maison respectant la norme RT 2005. Il n'y a pas d'obligation de résultat pour la rénovation thermique de son logement, mais quitte à investir dans de nouveaux matériaux, autant procéder de manière à obtenir un retour sur investissement gagnant.

- **Un confort de vie optimal en été comme en hiver**

Une isolation efficace garantit une stabilité de la température intérieure en protégeant du froid en hiver, en générant moins de déperditions de chaleur, et du chaud en été, en faisant barrage à la chaleur. Une bonne isolation des murs évite la sensation de paroi froide liée à un écart de température entre le mur et l'intérieur en évitant les ponts thermiques. Les matériaux isolants doivent offrir une bonne résistance thermique afin d'apporter confort et économies.

- **Stopper les infiltrations d'air et les ponts thermiques qui dérangent**

Une isolation efficace et prenant en compte tous les aspects de l'isolation (toit, murs, menuiseries) constitue un rempart contre les courants d'air et donc contre les pertes d'énergie. Ne négligez pas non plus les gaines, les prises de courant et les accès dans les murs et plafonds qui peuvent également générer des fuites thermiques non négligeables si le chemisage constitué par le garnissage d'un enduit, d'une enveloppe, d'un revêtement est négligé ou absent. L'étanchéité à l'air du matériau doit être optimale.

- **Un meilleur flux de circulation dans la maison**

La ventilation maîtrisée avec une Ventilation Motorisée Centralisée complète l'isolation. La condensation générée par l'activité humaine, notamment dans les pièces dites humides est évacuée vers l'extérieur.

À l'inverse, la Ventilation Centralisée par Insufflation permet de renouveler l'air en insufflant de l'air filtré dans toutes les pièces qui s'échappera via les bouches de ventilation ou les défauts d'étanchéité du bâtiment. Ce système permet de limiter les pollutions intérieures et contribue à l'homogénéité de la température dans les différentes pièces de la maison.

Enfin, la différence de température entre les différentes pièces, notamment entre le rez-de-chaussée et l'étage (l'air chaud montant et l'air froid descendant) est réduit, limitant davantage la facture d'énergie.

- **Renforcer l'isolation à l'occasion de l'agrandissement de sa maison**

L'aménagement de pièce est la meilleure occasion pour isoler. Certaines parties de la maison comme les combles ou le garage représentent des déperditions de chaleur importantes. Ces travaux vous permettront ainsi de gagner sur l'efficacité énergétique globale de l'habitation. C'est aussi l'opportunité de faire le point sur les performances thermiques de votre habitation et d'identifier les points d'amélioration de l'isolation.

- **Une protection contre les problèmes acoustiques**

On n'y pense pas toujours, mais certains isolants contribuent également à l'isolation acoustique. Ils permettent de limiter le niveau sonore entre extérieur et intérieur comme les bruits d'impact, les bruits d'équipement ou les nuisances sonores aériennes. En cas de proximité avec une source de bruits régulière, lors de la rénovation de votre maison, le choix du système d'isolation contribuera à l'isolation phonique de votre bâtiment.

- **Des aides disponibles pour réaliser vos travaux**

Les aides de l'Etat pour financer vos travaux de rénovation thermique sont multiples : crédit d'impôt, Eco-prêt à taux zéro, TVA réduite, primes. En fonction de votre situation fiscale, vous pouvez bénéficier d'une ou de plusieurs aides : n'hésitez pas à vous renseigner.

- **De la valeur ajoutée pour votre maison**

Meilleures seront les performances thermiques, mieux vous pourrez valoriser votre bien. L'étiquette énergétique de votre habitation sera établie par le diagnostic de performance énergétique. Le faible coût de fonctionnement d'une maison est dorénavant un argument fort auprès des acquéreurs éventuels. De plus, le fait qu'elle ne nécessite pas de travaux de rénovation thermique puisque déjà effectués, permet de se démarquer parmi les offres de

vente. Les économies générées compensent l'investissement initial d'isolation ou d'achat : un retour sur investissement gagnant.

- **Réduire son empreinte carbone**

De nouvelles réglementations thermiques imposent une bonne isolation dans le cadre de la Transition énergétique. Il s'agit de s'inscrire dans une démarche de développement durable. Améliorer sa consommation d'énergie, c'est rejeter moins de CO2 : c'est donc contribuer à réduire la pollution et préserver notre santé.

- **Assurer le confort de sa famille sur le long terme**

Enfin, une isolation réalisée dans les règles de l'art, c'est au moins 20 ans de tranquillité (entre 20 et 50 ans estimés selon les matériaux) avec la certitude de vivre dans un environnement sain, sans courants d'air. Une maison bien isolée vieillit mieux, nécessitant moins d'entretien et avec une meilleure qualité de vie.

II.3. Isolant thermiques :

Un isolant thermique est un matériau ayant une faible conductivité thermique. Ce type de matériau a pour caractéristique de freiner les échanges de chaleur entre l'intérieur et l'extérieur d'un bâtiment [14].

Concrètement, les matériaux isolants évitent les fuites de chaleur vers l'extérieur en hiver et l'entrée de la chaleur à l'intérieur en été [14].

Une Isolation thermique performante se caractérise donc par l'absence de ponts thermiques, c'est-à-dire de zones d'échanges de chaleur [14].

II.3.1.Trois grandes familles de matériaux isolants :

Il existe 3 grandes familles de matériaux isolants sont : [15]

• **Les isolants minéraux** (laine de verre, laine de bois ou de roche, argile expansée, vermiculite, perlite…) fabriqués à partir de matières minérales chauffées à haute température (roche volcanique, sable, verre recyclé…).

• **Les isolants synthétiques** (polystyrène, polyuréthane, mousse phénolique, panneau isolant sous vide…) issus du pétrole. Autrement dit, des sortes de plastique.

• **Les isolants bio-sources** (chanvre, liège, ouate de cellulose, plumes, laine de mouton…) fabriqués à partir de matières organiques végétales ou animales.

II.3.2. Les critères incontournables pour choisir un bon isolant :

Il existe 10 critères incontournables pour choisir un bon isolant sont : [16]

II.3.2.1. Performances thermiques du matériau :

Un des indicateurs utilisés pour mesurer la performance d'un isolant est la **résistance thermique R**, sachant que **plus le coefficient R est élevé, plus le matériau est isolant et moins la consommation énergétique du logement sera élevée.**

Cette résistance thermique est déterminée par **2 paramètres clés :**

– la conductivité thermique (capacité de l'isolant à conduire la chaleur), exprimée par le coefficient Lambda (λ). Retenir que **plus la conductivité est faible, plus le matériau sera isolant.**

– l'épaisseur de l'isolant : à conductivité thermique équivalente, plus un isolant est épais, plus sa résistance thermique est élevée.

II.3.2.2. Etanchéité à l'air et à la vapeur d'eau :

Un critère essentiel pour garantir dans le temps la performance énergétique du bâtiment ainsi que la parfaite continuité de l'isolation, évitant ainsi les ponts thermiques. En effet, la résistance thermique d'un isolant perméable à l'air chute de 25% lorsque le flux d'air est dans le même sens que le flux de chaleur et de 80 % lorsque ces deux flux sont en sens contraire. Dans le cas d'un isolant permettant le transfert de vapeur d'eau, sa performance peut diminuer de 50 à 75%.

Or une fois l'isolant mis en œuvre, il est soumis aux infiltrations d'air et à l'humidité : côté extérieur, sous l'effet de la vitesse et de la pression du vent et côté intérieur, sous l'effet de la convection. Il est donc très important de traiter l'étanchéité pour garantir des performances durables. Cette opération n'est pas systématiquement réalisée avec des isolants traditionnels perméables, ce qui conduit à une perte d'isolation et une surconsommation d'énergie importante dans la durée.

Un matériau à la fois isolant et étanche à l'air offre par conséquent un **double avantage** considérable **:**

– faire barrière aux infiltrations d'air provenant de l'extérieur (ex : le vent),
– empêcher la chaleur de s'échapper vers l'extérieur en hiver (déperditions thermiques).
Pour prévenir ce risque, **on préfèrera les isolants intrinsèquement étanches à l'air et à l'eau.**

C'est le cas notamment des isolants réflecteurs alvéolaires d'Actis.

II.3.2.3. Performances phoniques :

Tous les isolants ne protègent pas du bruit de façon égale.

Le bruit est une onde qui se propage dans l'air à une vitesse élevée (300m/s). **Si l'air ne passe pas, le bruit non plus**. L'étanchéité à l'air est donc un phénomène fondamental pour assurer une bonne performance acoustique de la paroi.

On privilégiera ainsi les isolants garantissant une excellente étanchéité à l'air. C'est le cas des isolants réflecteurs alvéolaires qui ont l'avantage d'être souples, absorbants et intrinsèquement étanches à l'air.

Découvrez notre dossier complet sur l'isolation acoustique.

II.3.2.4. Confort d'été :

Si la plupart des matériaux d'isolation sont aujourd'hui performants en hiver pour nous protéger du froid, tous en revanche n'ont pas la même efficacité en été pour lutter contre les effets de la chaleur. Or **la fréquence des épisodes caniculaires rend désormais incontournable la prise en compte du critère « confort d'été »** lorsqu'il faut choisir un matériau de structure ou de couverture et bien sûr un isolant.

Pour cela, nous vous invitons à **privilégier un matériau isolant qui dispose d'une forte inertie thermique et d'une faible conductivité**. Il offrira ainsi une meilleure résistance aux variations de température et à la chaleur humide estivale, tout en limitant la pénétration du pic de chaleur dans la maison.

Les systèmes d'isolation à forte inertie thermique ont une grande capacité à emmagasiner la chaleur. Ils allongent le temps que met la chaleur à traverser la paroi et ne la restituent qu'aux moments les plus frais, pendant la nuit (déphasage thermique).

Les isolants réflecteurs luttent efficacement contre les apports solaires, principal responsable de l'infiltration de la chaleur en été. Les films réflecteurs renvoient efficacement les apports solaires excessifs vers l'extérieur pour éviter la surchauffe des espaces intérieurs.

II.3.2.5. Durée de vie de l'isolant :

Certains matériaux résistent bien à l'humidité, d'autres à la compression ou aux rongeurs. **L'important est que l'isolant ne se tasse pas avec le temps afin de conserver une excellente tenue mécanique, gage d'un maintien durable de ses performances isolantes.** En la matière, le « test » le plus probant étant sa capacité à lutter contre la chaleur estivale, car fortement porteuse d'humidité.

II.3.2.6. Qualités environnementales et sanitaires :

Certaines catégories d'isolants contiennent des fibres irritantes pour la peau ou les yeux, d'autres peuvent générer des gaz toxiques en cas d'incendie. **La vigilance s'impose lors de choix ….**

Notre conseil est de prendre également des garanties de réassurance sur les points suivants :

– L'impact **nul ou limité du matériau sur la qualité de l'air intérieur** (absence d'émissions de COV*)

II.3.2.7.Certification du produit :

Si on souhaite absolument avoir des garanties sur la fiabilité des performances techniques indiquées, on veillera à ce que l'isolant bénéficie idéalement d'une **certification d'un l'organisme de référence ACERMI** ou norme **NF EN 16012** pour les isolants réflecteurs**.** En plus de ces tests en laboratoire, Actis offre une double garantie à ses clients en effectuant aussi des tests en situation réelle (tests in situ).

II.3.2.8. Prix et aides financières :

L'aspect financier ne doit pas être négligé, bien sûr, dans vos critères de choix. On observe en effet des différences importantes de devis travaux selon les matériaux et les techniques d'isolation prescrites**.** Enfin, il conviendra de vérifier également **vos conditions d'éligibilité aux différents dispositifs d'aides financières à la rénovation énergétique** proposés par l'Etat et éventuellement par votre région ?

En effet pour accompagner et stimuler auprès des particuliers l'objectif volontariste de rénovation énergétique des logements, l'Etat propose aujourd'hui diverses **aides et dispositifs financiers** très attractifs qui vous permettront d'alléger sensiblement votre budget travaux d'isolation **:** TVA à taux réduit, prêt Eco PTZ, MaPrimeRénov, primes énergie CEE ou dispositif travaux « isolation à 1€».

Pour y prétendre vous devrez notamment :

● Faire appel à une **entreprise ou un artisan labellisé RGE (Reconnu Garant de l'Environnement).**
● Recourir à une **solution d'isolation thermiquement performante,** sa résistance thermique (R) étant pour l'instant l'indicateur de référence.

II.3.2.9. Qualité de mise en œuvre :

La performance durable d'un système d'isolation est très fortement liée à la qualité de sa mise en œuvre.

En effet, le non-respect des prescriptions de pose peut avoir de graves conséquences :

- Un confort intérieur insuffisant.
- Une consommation énergétique excessive.
- Une dégradation du bâtiment, sous l'effet par exemple de la condensation.

Pour une mise en œuvre dans les « règles de l'art », il convient par conséquent de respecter scrupuleusement les règles des **DTU concernés (Documents Techniques Unifiés)** ainsi que les **préconisations de pose des fabricants**.

II.3.2.10. Des performances doublements vérifiées :

La qualité, c'est aussi pouvoir garantir la performance thermique des isolants. Les conditions météorologiques (vent, pluie) ont un impact sur la performance. Pourtant elles ne sont pas prises en compte lors des **tests officiels en laboratoire**. C'est pourquoi il est important de réaliser en parallèle une **double évaluation en situation réelle (des tests dits in-situ)** pour garantir la performance des isolants une fois mis en œuvre.

Tableau 2: Indice et critères d'un bon isolant [17].

ISOLANT	LAMBDA (λ)	DENSITE ($KG/M^{3)}$	CLASSIFICATION AU FEU	ISOLATION ACOUSTIQUE	PRIX MOYEN (C/M^2/100MM) X MOYE
Laine de chanvre	0,039	40	Inflammable	Bonne	10-15
Laine de coton	0,040	15	Inflammable	Bonne	10-25
Laine de bois	0.040	40	Inflammable	Bonne	15-25
Laine de mouton	0.039	15	Inflammable	Bonne	20-25
Laine de verre	0.037	20	Incombustible	Bonne	2-10
Laine de roche	0.037	20	Incombustible	Bonne	2-10
Ouatte de cellulose	0.038	35	Difficilement inflammable	Très bonne	20-25
polystyrène	0.037	15	Fumées nocives	Mauvaise	5-20
liège	0.045	15	Inflammable	Bonne	20-25
lin	0.037	30	Inflammable	Bonne	10-15
polyuréthane	0.022	30	Inflammable	Moyenne	20-25

II.4. Les Avantages des isolants thermiques :

Un isolant thermique est un matériau qui permet d'empêcher la chaleur ou le froid de s'échapper d'une chambre. Ses premières caractéristiques sont la résistance et l'inertie thermique. Il existe trois principales variantes de ce dernier comme : l'isolant thermique par l'extérieur (ITE), l'isolant thermique par l'intérieur et l'isolant thermique réparti (ITR) [18].

L'avantage essentiel de la première variante est la disparition des ponts thermiques. Il instaure un meilleur confort conséquent avec une meilleure inertie. L'inconvénient majeur de l'ITE est situé au niveau des châssis de fenêtres plus profondes qui donnent un effet de renfoncement important. Il est difficile de corriger ce défaut. Soit on change les ouvertures ou on les place à l'extérieur de la façade. Quant à l'ITI, il consiste à poser un isolant contre les murs intérieurs. Son avantage se situe surtout dans la rénovation lorsque les façades sont classées [18].

II.5. Les principaux inconvénients de l'isolant thermique :

L'inconvénient réside dans les ponts thermiques créés en un confort d'été sans l'inertie des murs. En ce qui concerne l'isolant thermique répartie, son avantage est qu'il ne nécessite pas l'apport d'autres matériaux isolants. Il est rapide à réaliser, mais efficace et réduit la quasi-totalité des ponts thermiques. Il limite les risques d'humidité et de condensation. Le seul hic est que sa supervision exige de l'expérience ainsi qu'une supervision rigoureuse du chantier. Son coût est élevé par rapport aux autres procédés compte tenu des matériaux utilisés [18].

II.6. Les différentes techniques d'isolation :

Une bonne isolation thermique se fait grâce à plusieurs points stratégiques de votre habitation : toiture, murs, sols ou fenêtres. Cependant, il existe plusieurs techniques pour isoler ces surfaces : ITE, ITI, isolation intégrée… [19].

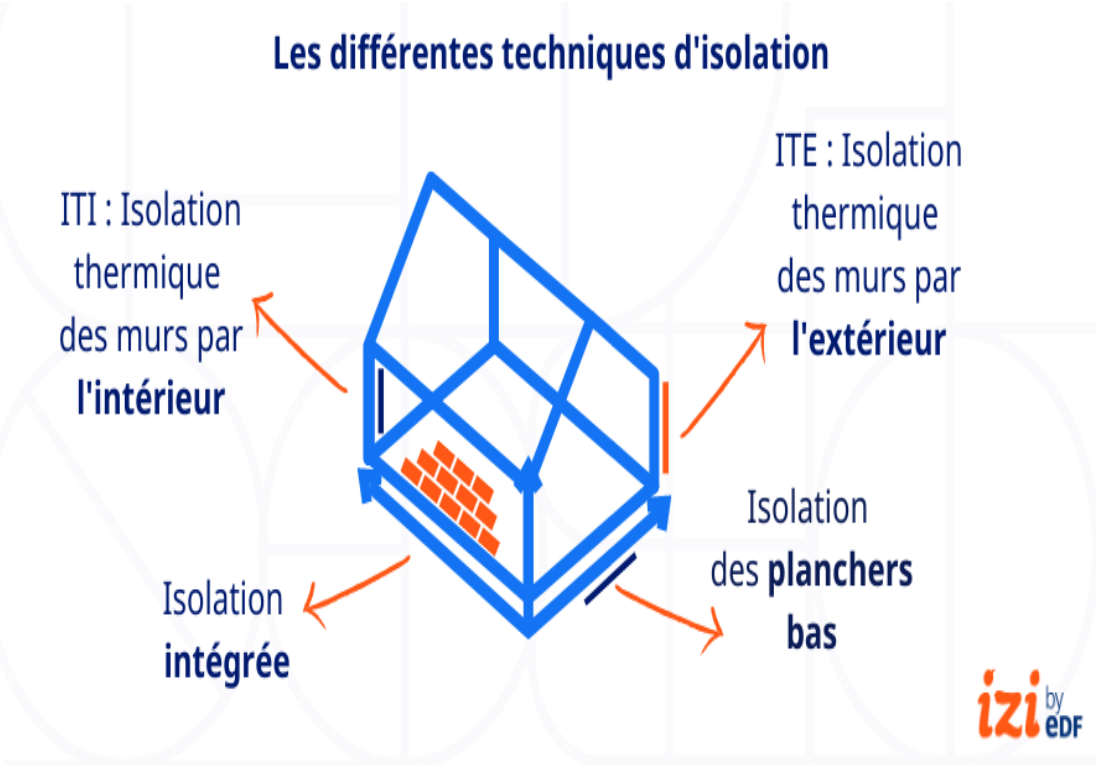


Figure 6 : les différentes techniques d'isolation [19] .

II.6.1. L'isolation thermique par l'intérieur (ITI) :

L'ITI est la plus pratiquée. Cette technique est utilisée pour renforcer la performance énergétique d'un logement. Elle peut être pratiquée sur plusieurs surfaces, au niveau [19] :

- ✓ Des murs.
- ✓ Des combles perdus.
- ✓ Des combles aménagés.

- ✓ Des planchers bas.

II.6.1.1.Les murs :

L'isolation thermique des murs par l'intérieur additionne bon nombre d'avantages ! Si vous ne souhaitez pas modifier l'aspect extérieur de votre maison, c'est la solution idéale. C'est également l'occasion parfaite de repenser votre déco intérieure. Dîtes au revoir à vos vieux papiers peints et bonjour aux peintures chaudes et cocooning !

La méthode consiste à appliquer un complexe isolant (isolant + pare-vapeur + parement en plâtre) directement sur le mur. L'isolant peut-être : minéral, synthétique, naturel ou bien un produit mince réfléchissant, voici un tableau des avantages et inconvénients d'une ITI des murs [19].

Tableau 3: les avantages et inconvénients d'une ITI des murs [19].

Les avantages	Les inconvénients
• Facile à mettre en œuvre, la technique la plus simple et la plus courante. • Bonne performance thermique. • Conserve l'aspect extérieur de votre maison. • Moins onéreuse qu'ITE. • Peut se faire en étapes, pièce par pièce. • Technique esthétique qui permet de dissimuler câbles, prises et canalisations. • Meilleure isolation acoustique. • Pas besoin de déclaration de travaux ou de permis de construire. • Possibilité d'isoler que les murs exposés Nord et Ouest (les moins exposés au soleil). • Eligibles aux aides financières.	• Réduit la surface habitables de votre habitation. • Pièces non accessibles durant la durée des travaux. • Risque de formation de ponts thermiques. • Annule l'inertie des murs. • Parfois non réalisable pour des raisons esthétiques, patrimoniales ou budgétaires. • Travaux en surplus peuvent être à prévoir (déviation des conduits d'eau, de gaz ou des fils électriques) ou travaux de finition (peinture, tapisserie, etc.). • Réduit la surface de la pièce isolée (peut gêner pout l'ouverture des fenêtres ou prises par exemple).

II.6.1.2.Les combles perdus :

Dans une maison, la chaleur a tendance à monter et à s'accumuler au niveau de la toiture. C'est dans cette zone que les déperditions de chaleur sont les plus importantes. Une maison mal isolée au niveau des combles perd près d'un tiers de sa chaleur [19].

Pour isoler des combles perdus par l'intérieur, le professionnel peut utiliser plusieurs méthodes [19] :

II.6.1.2.1.le soufflage :

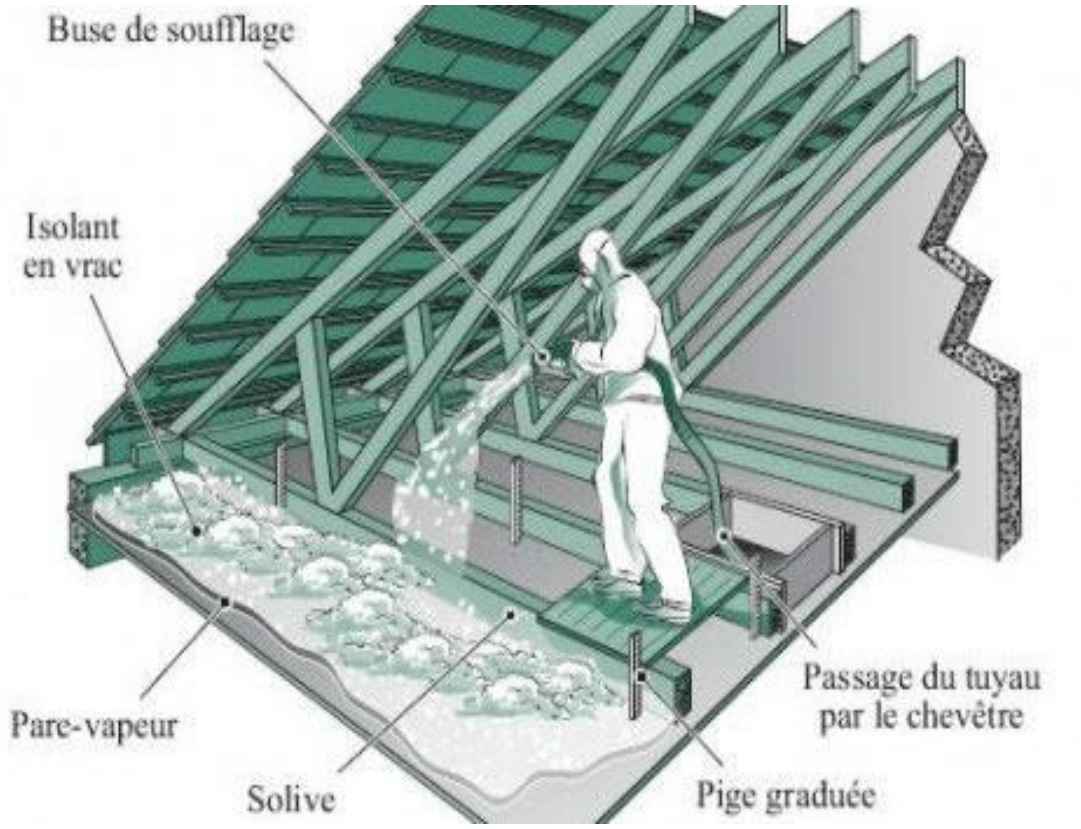


Figure 7: Isolation par soufflage dans les combles perdus [20].

Le soufflage consiste à souffler un isolant qui se présente sous forme de « flocons » dans les combles perdus. C'est la technique la plus répandue, elle s'adapte à toutes les configurations de charpentes et combles difficiles d'accès. En neuf comme en rénovation. Généralement, le matériau soufflé est la laine de verre. Le professionnel certifié RGE (reconnu garant de l'environnement) peut sinon utiliser de la laine de roche, de la laine de chanvre, de la laine de lin ou bien de la ouate de cellulose. Cette technique permet une couverture parfaite dans les moindres recoins. Vous pouvez financer ce type d'isolation via le dispositif isolation des combles à 1€ (sous condition de revenus). L'isolation doit alors se faire obligatoirement par de la laine soufflée [19].

II.6.1.2.2.L'épandage :

L'épandage est une technique similaire au soufflage. À la place d'utiliser une machine, le professionnel utilise un râteau [19].

II.6.1.2.3.La pose d'isolant en rouleau :

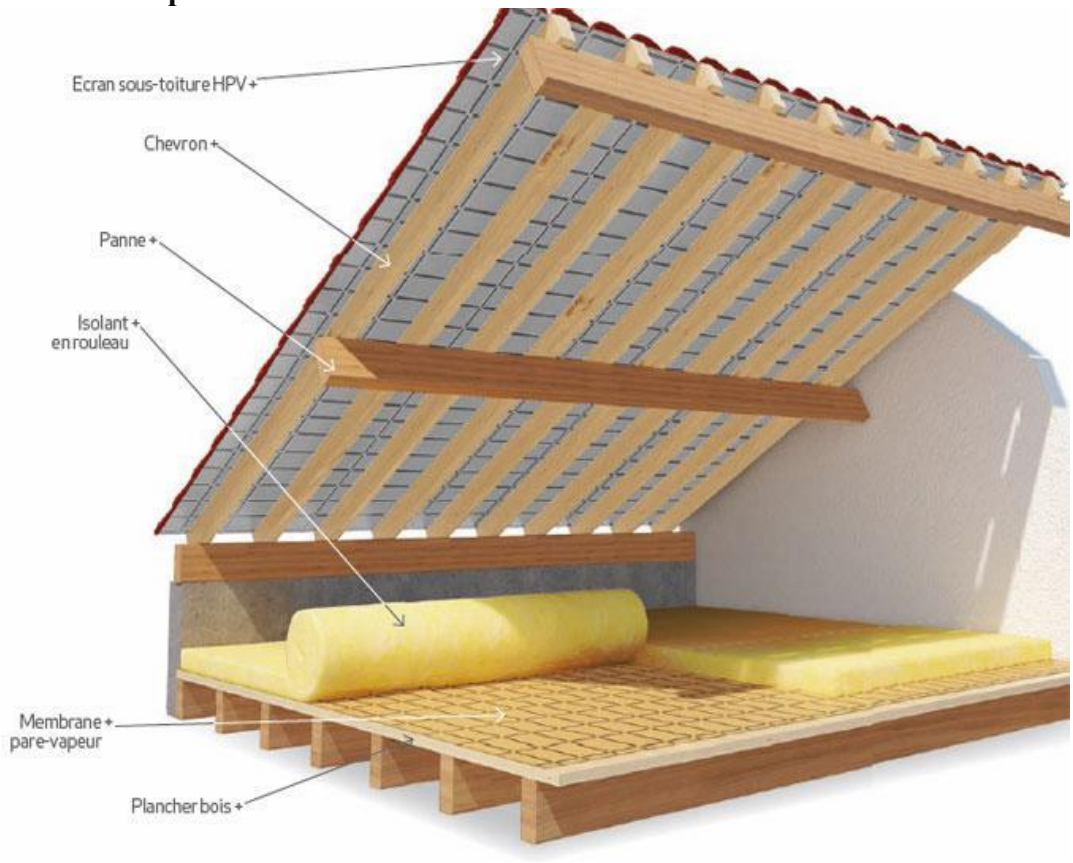


Figure 8 : la pose d'isolant en rouleau [21].

Cette opération est uniquement réalisable si les combles perdus sont accessibles. Elle consiste à isoler en priorité le plancher d'étage. Après, il faut y installer une première couche d'isolants entre les solives de la toiture pour ensuite recouvrir ces dernières. Si vous optez pour une pose de laine minérale en rouleau (la laine de verre ou la laine de roche sont les plus utilisées) sous vos combles, vous faites le choix d'une réelle barrière isolante. L'idéal est de prévoir deux couches d'isolant. Elle présente en plus l'avantage d'être l'opération la plus facile à mettre en œuvre. À condition que le sol des combles dispose d'un plancher en bois ou en béton et que votre maison dispose d'une hauteur sous plafond suffisante [19].

II.6.1.3.Les combles aménagés :

Pour isoler des combles aménagés par l'intérieur, le professionnel pose des panneaux rigides et semi-rigides. La méthode peut également se faire par simple couche de laine isolante entre chevrons ou bien par double couche sous rampants. Dans les deux cas suivants, il est obligatoire d'utiliser un frein pare-vapeur puis de poser des plaques de plâtre pour recouvrir l'isolant [19].

II.6.2. l'isolation thermique par l'extérieur " ITE" :

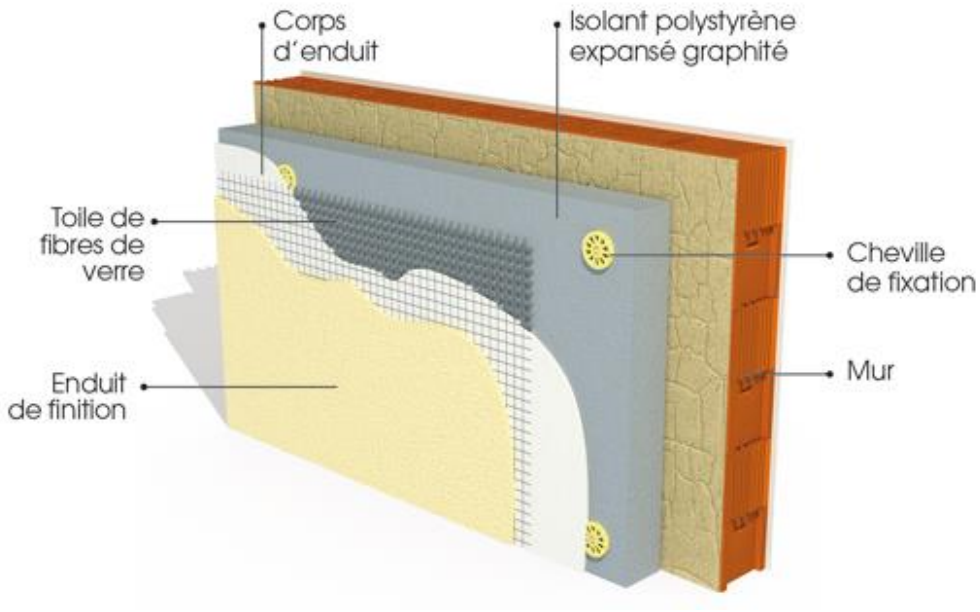


Figure 9 : l'isolation thermique par l'extérieur [22] .

Cette technique convient pour isoler les toits, les combles et les murs. Elle peut être mise en œuvre lors de la rénovation d'une toiture ou d'un ravalement de façade [19].

Elle peut être pratiquée au niveau de plusieurs surfaces [19] :

- ✓ Des murs.
- ✓ De la toiture.

II.6.2.1.Les murs :

L'isolation des murs peut également se faire par l'extérieur. Cette méthode permet d'éradiquer les ponts thermiques et donc de réaliser des économies sur vos factures d'énergie [19].

L'isolation par l'extérieur peut se faire sous [19] :

- Enduit : l'isolant est fixé sur la façade, recouvert d'une ou deux couches d'enduit.
- Bardage : (installé dans une ossature bois) l'isolant est fixé au mur puis recouvert de lames.
- Vêture : l'isolant est compressé entre des panneaux et les parements.

L'ITE permettrait de réaliser des économies de chauffage de 10 à 20% par rapport à une ITI, selon la configuration de votre logement [19].

Tableau 4 : les avantages et inconvénients d'une ITE des murs [19].

Avantages	Inconvénients
▪ Performances thermiques optimales. ▪ Enveloppe totalement le bâtiment. ▪ Evite les ponts thermiques. ▪ Conserve l'inertie des murs. ▪ Améliore nettement le confort thermique l'été. ▪ Eligibles aux aides financières.	▪ Solution assez couteuse (plus chère qu'une ITI). ▪ Travaux d'ampleur. ▪ Déclaration au préalable auprès de la mairie voire même obtention de permis de construire.

II.6.2.2. isolation de la toiture par l'extérieur " sarking" :

Si vos combles sont aménagés, l'idéal est d'envisager une ITE. Cette technique permet de conserver votre surface habitable et de garder les poutres apparentes. Pour sa mise en œuvre, le professionnel va retirer la couverture pour ensuite poser des rouleaux ou des panneaux d'isolants. L'opération est idéale pour des travaux de réfection de toiture. Le sarking réduit les ponts thermiques et s'adapte à tout type de toitures. Attention tout de même, cette méthode est 3 fois plus coûteuse qu'une ITI. Comptez entre 100 et 300€ le m2 selon le type de matériaux utilisé.

II.6.3. L'isolation intégrée :



Figure 10 : isolation intégrée [23].

Cette technique consiste à incorporer directement l'isolation dans l'épaisseur des murs. Elle n'est donc réalisable que pour le neuf, ou bien lors de travaux de rénovation lourde, comme une extension de votre maison, par exemple.

L'isolant est intégré directement lors de la construction du mur. Les matériaux utilisés sont des briques monomurs en terre cuite, appelées également briques multi-alvéolaires ou bien des blocs panneaux en béton cellulaire.

Cette technique d'isolation des murs dans l'épaisseur dispose de nombreux avantages. L'isolation intégrée permet un gain de temps, donc des économies sur le coût de la main d'œuvre. Elle ne nécessite pas d'un doublage de mur, elle permet donc de réaliser des économies de matériaux isolants également. C'est une solution pérenne qui ne demande pas d'entretien. Elle a le bénéfice de réchauffer votre maison l'hiver et de la rafraîchir l'été. L'isolation intégrée va également supprimer tout risque de pont thermique au sein de votre habitation.

II.6.4. L'isolation thermique des sols :

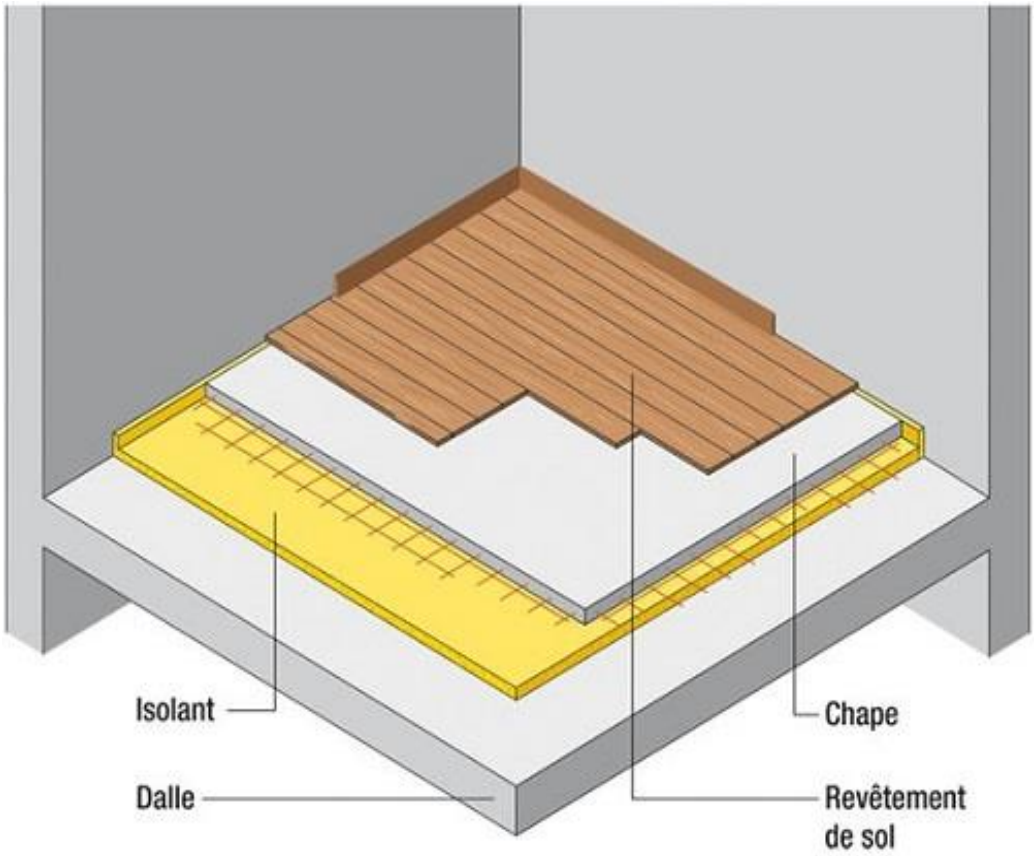


Figure 11 : L'isolation thermique des sols [24].

Pour une isolation des planchers bas, le coût varie selon la méthode choisie et la nature de la construction de votre habitation. Sachez que de nombreuses subventions pour isoler les sols sont mises en place par l'État. La technique d'isolation (par le dessous ou par le dessous) dépend de l'état de votre maison, si elle est neuve ou bien s'il s'agit d'une rénovation. Elle peut être sur :

II.6.4.1. Terre-plein :

Une première technique consiste à installer une dalle simple avec un isolant en dessous. Il est également possible d'installer une dalle flottante ou bien un dallage composé directement de matériaux isolants. Une seconde méthode permet de créer un plancher en béton à entrevous (à hourdis). Il est composé d'une dalle de compression en béton dans laquelle sont installés des poutrelles en béton armé et des entrevous. Enfin, la troisième option est la mise en œuvre d'une isolation périphérique partant des murs de soubassement jusqu'aux fondations.

II.6.4.2.Vide sanitaire :

C'est un espace d'air laissé entre la terre et le plancher de votre habitation pour bénéficier d'une meilleure isolation thermique. Dans ce type de configuration, le professionnel va placer une dalle flottante, une dalle simple ou un plancher en béton en-dessous du sol de l'habitation et au-dessus du vide sanitaire.

II.6.4.3.Sous-sol non chauffé (garage, cave...) :

La méthode la plus utilisée est la fixation des plaques d'isolant au niveau du plafond du sous-sol. Les panneaux peuvent être souples ou rigides, en fonction de la régularité du support. Ils peuvent être posé en l'état mais, pour une meilleure finition, il est possible de les recouvrir d'un parement comme de l'enduit ou des plaques.

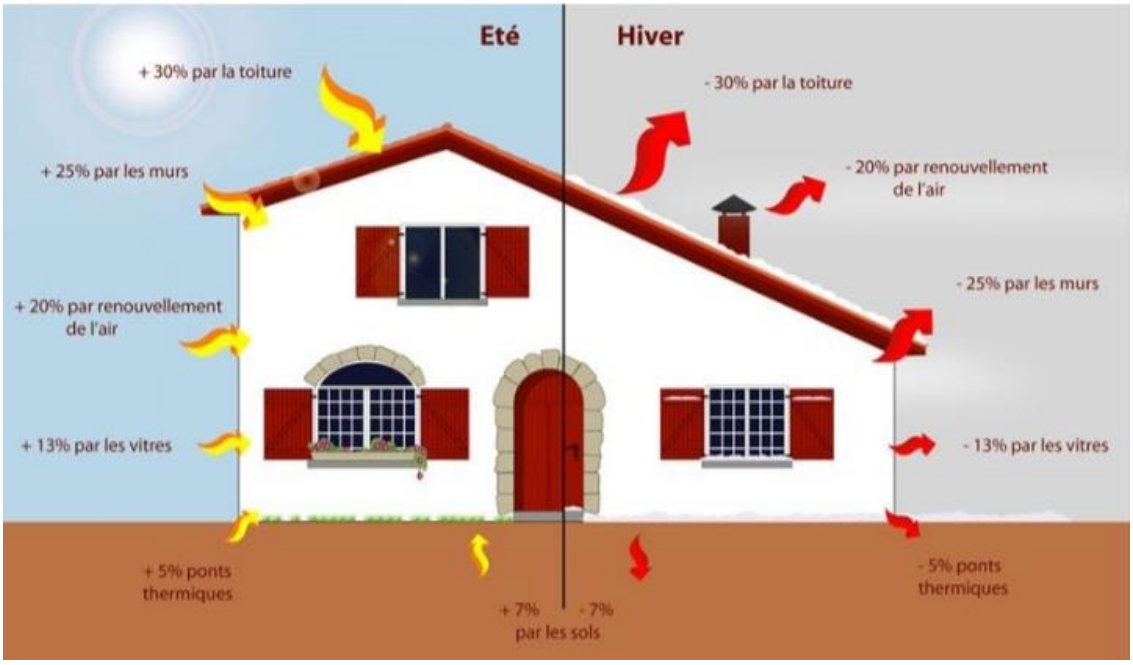


Figure 12: Isolation thermique du batiment : part de déperdition thermiques par composants [24].

Chapitre III : Développent d'un modèle pour l'évaluation des paramètres énergiques d'un Smart Building

III. Développent d'un modèle pour l'évaluation des paramètres énergiques d'un Smart Building :

III.1. La simulation énergétique des bâtiments :

Une simulation (ou modélisation) énergétique d'un bâtiment est une analyse par ordinateur de la consommation d'énergie globale d'un bâtiment. Cela se fait généralement en utilisant un logiciel spécialisé qui permet d'entrer les données spécifiques du bâtiment à modéliser, telles que la surface, la composition et l'orientation des murs, du toit et du plancher, le type d'occupation, les équipements, l'éclairage utilisé ainsi que les systèmes mécaniques. Ces données sont associées à un fichier météorologique choisi selon la position géographique du bâtiment et conçu pour les calculs énergétiques, puis le logiciel calcule la consommation d'énergie des équipements et systèmes électromécaniques du bâtiment pour la période étudiée.

En général, une simulation permet de comparer entre eux les effets de différentes mesures d'efficacité énergétique sur un bâtiment neuf ou existant. On peut ainsi comparer par exemple, les conséquences d'une meilleure isolation versus l'installation de systèmes mécaniques plus performants. Il sera donc possible d'évaluer les économies énergétiques à anticiper ainsi que la rentabilité d'une mesure donnée en tenant compte des effets croisés entre les différents systèmes électromécaniques du bâtiment.

III.2 .Meteonorm :

Le logiciel METEONORM est une bibliothèque très complète de données météorologiques mondiale. Il contient également des algorithmes permettant de créer à partir des valeurs mesurées des fichiers météo depuis n'importe quel endroit sur le globe. Ce logiciel s'adresse principalement aux ingénieurs, architectes, enseignants, concepteurs et toute personne qui s'intéresse à l'énergie solaire et à la climatologie en général

A partir des valeurs mensuelles (données de la station, les données interpolées ou données importées), le module METEONORM (voir la figure) calcule les valeurs horaires de tous les paramètres en utilisant un modèle stochastique. La série de temps résultant correspond

L'utilisation de la version Meteonorm 8 nous permettra de relever les paramètres climatique et géographique d'Oran Sénia. Dans notre étude on s'intéresse à la variation de la température ambiante, le rayonnement solaire global et l'énergie solaire incidente sur le plan incliné du générateur photovoltaïque.

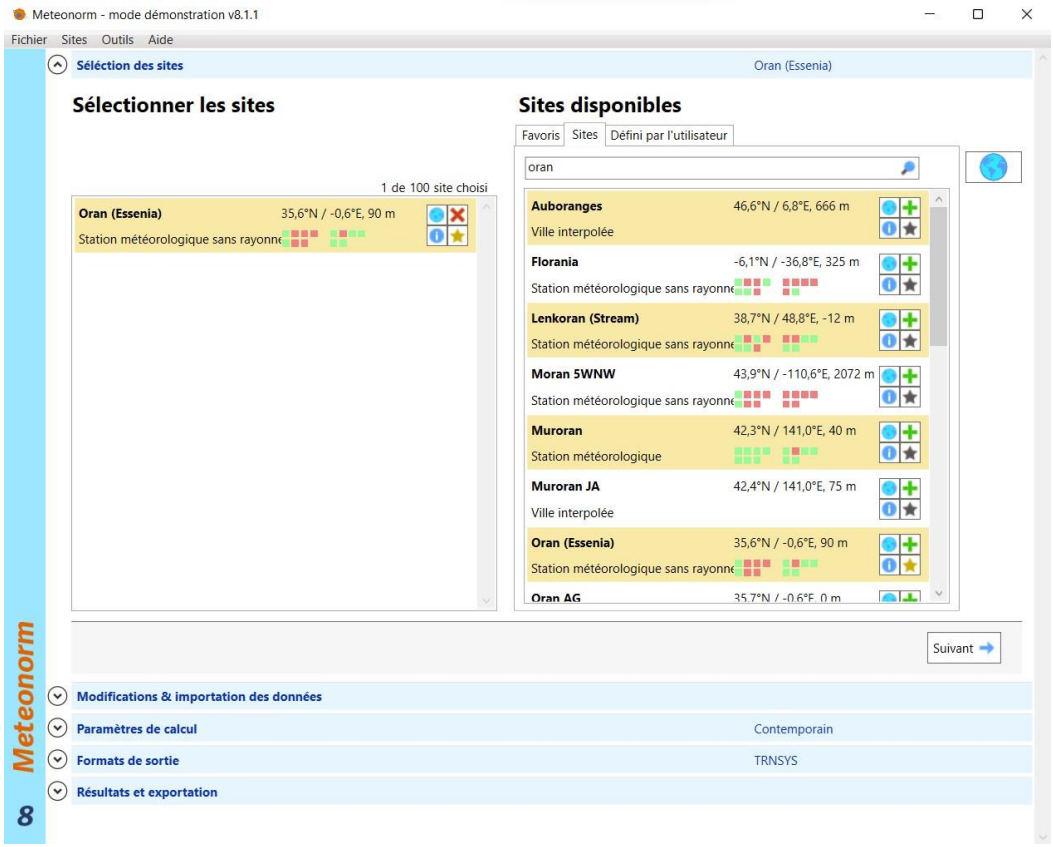


Figure 13: Vue de la fenetre pricipale du logiciel Meteonorm

III.3. TRNSYS :

En 1975 à l'université de Wisconsin-Madison (USA), un jeune physicien consacre sa thèse à un système de simulation thermique. La programmation se faisait alors par cartes perforées. C'était les balbutiements de l'informatique. 30 ans plus tard, ce moteur développé dans un cadre universitaire a donné naissance à « TRNSYS Simulation Studio », logiciel de simulation dynamique, progressivement devenu un outil de référence au niveau mondial dans le domaine de la prédiction du comportement dynamique des systèmes. C'est de cette manière qu'au fil des 30 dernières années, de nombreuses bibliothèques TRNSYS ont vu le jour : systèmes de chauffage et de climatisation, géothermie, énergie solaire, éolienne et photovoltaïque... TRNSYS ne permet pas seulement de simuler tous ces phénomènes, mais surtout de créer des projets qui tiennent compte de l'interaction de tous les sous-systèmes - et cela- heure par heure ou minute par minute, selon les besoins de l'étude, pour n'importe quel emplacement sur le globe terrestre [25].

TRNSYS est un environnement complet et extensible de simulation pour la simulation passagère de systèmes thermiques comprenant les bâtiments multizones. Il est employé par des ingénieurs et des chercheurs autour le monde pour valider de nouveaux concepts d'énergie, des systèmes d'eau chaude domestique solaires simples au conception et simulation des bâtiments et de leur équipement, y compris

des stratégies de contrôle, occupant comportement, systèmes d'énergie de substitution (systèmes de vent, solaire, photovoltaïques, d'hydrogène), etc [26].

Un des facteurs clé dans le succès de TRNSYS au cours des 25 dernières années est sa structures ouverte et modulaire [26].

Le code source du noyau aussi bien que les modèles composants sont fournis aux utilisateurs, ceci simplifie les modèles existants d'élargissement pour adapter les besoins spécifiques de l'utilisateur [26].

L'architecture basée sur DLL permet à des utilisateurs et à de tiers lotisseurs d'ajouter facilement la coutume modèle composante, utilisant tous les langages de programmation communs (C, C++, PASCAL, Fortran, ...). En outre, TRNSYS peut être facilement relié à beaucoup d'autres applications, pourpre- ou post traiter ou par des appels interactifs pendant la simulation (par exemple Microsoft Excel, Matlab, COMIS, etc..). Les applications de TRNSYS incluent [26] :

- Systèmes solaires (courant ascendant et pico volte solaires)
- Bâtiments de basse énergie et systèmes de la CAHT avec les caractéristiques de conception avancées (ventilation naturelle, chauffage de dalle/façade, etc. se refroidissants et doubles)
- Système énergétique renouvelables
- Production combinée, piles à combustible
- Quelque chose qui exige la simulation dynamique !

III.4. Description bloc pédagogique :

D'après cette analyse notre model sélectionné présenté dans la figure ci-dessous, un bâtiment pédagogique se forme rectangulaire avec les dimensions (L*l*H) (17.08*7.08*3.3) et une surface de 121 m^2. Avec des fenêtres d'une surface de 36.3m^2, elle représente 30 % de l'enveloppe. L'orientation pris comme référence pour cette étude est le sud.

Dans cette étude ne nous prenons pas en considération des pièces à l'intérieure du bâtiment pédagogique, on se limite à l'étude des paramètres du bâtiment en bloc. Ceci nous permettra d'&étudier le comportement énergétique du bâtiment avec son environnement externe et interne, sans prendre compte des échanges de chaleurs à l'intérieur du bâtiment. Cela veut dire que la circulation des fluides à l'intérieur est stable.



Figure 14: Vue du bâtiment qui fait l'objet de cette étude possède une surface de 121 m2, il est situé dans la région d'ORAN, plus précisément dans ES-SENIA.

Le tableau 5 montre les caractéristiques thermiques de murs, qui représentent d'état initial du bâtiment. Il regroupe les différentes matières utilisées dans la construction de ce bâtiment. En effet, les murs sont construits à l'aide du béton, briques et le plâtre.

Tableau 5: Les caractéristiques thermiques des différentes parois de la zone.

	Composition	**Epaisseur (m)**	**λ (W/m.K)**
Plancher haut	Béton lourd	0.2	1.75
	Plâtre	0.02	0.35
Mur extérieur	Mortier	0.02	1.15
	Brique	0.10	0.48
	Lame d'air	0.05	-
	Brique	0.15	0.48
	Plâtre	0.02	0.35
Plancher bas	Béton lourd	0.10	1.75
	Mortier +sable	0.03	1.15
	Carrelage	0.02	1.7

III.5. Etapes de création du modèle énergétique pour le bloc pédagogique sous logiciel TRNSYS :

III.5.1. Définition de la zone du bâtiment :

Tout d'apport nous allons définir les dimensions du bâtiment et son orientation par apport au sud. Pour cela, nous avons utilisé l'interface offerte par le logiciel, où les utilisateurs peuvent définir ces caractéristiques principales pour une étude d'efficacité énergétique plus détaille.

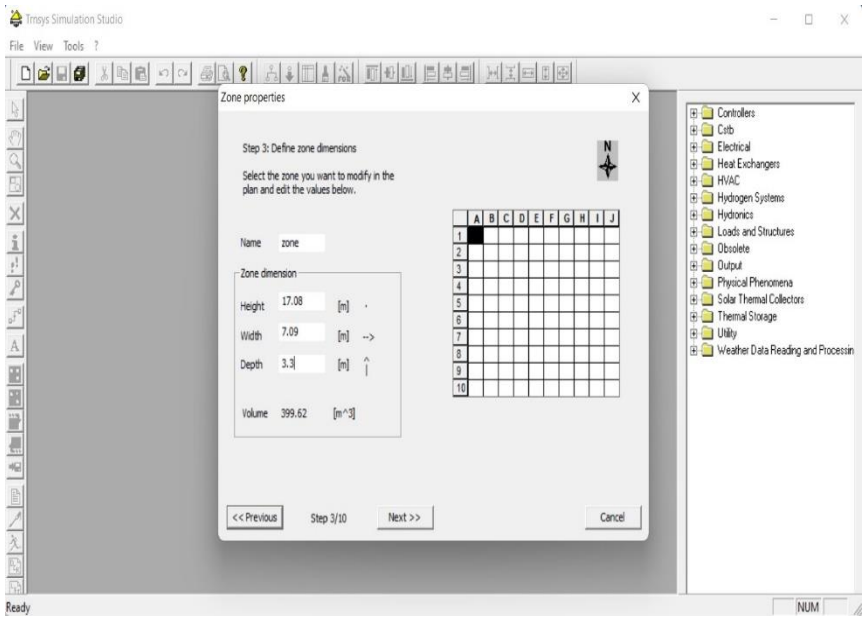


Figure 15 : Dimension de la zone.

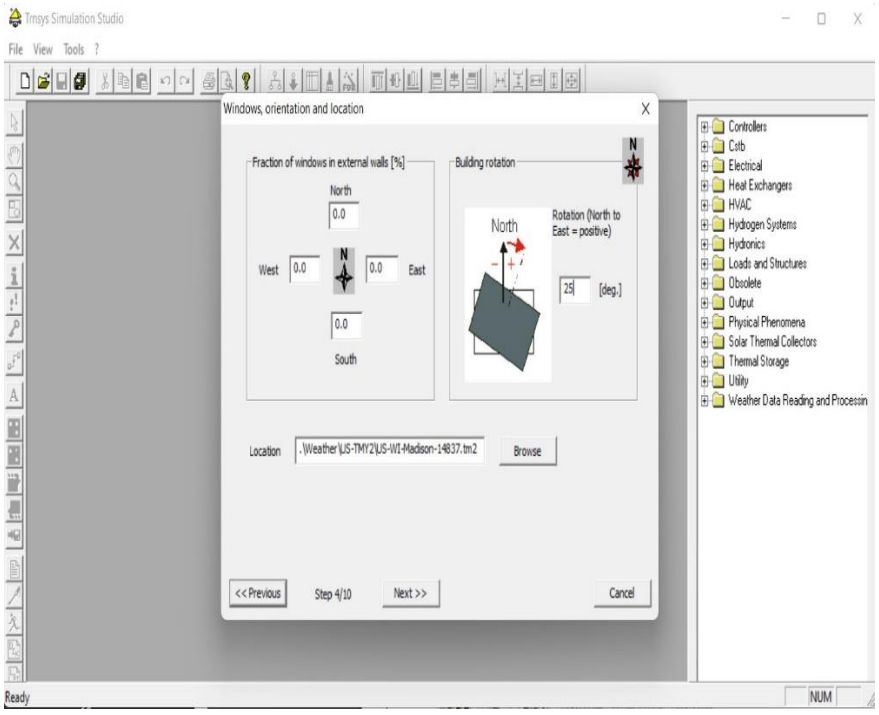


Figure 16: L'orientation de la zone.

III.5.2. Définition de la zone dans TRNBuild :

Pour la simulation numérique du système étudié nous utilisons le logiciel TRNSYS .16. Les types du logiciel utilisés dans ce modèle sont les suivants :

- " type 56 " décrit le comportement thermique dynamique d'un bâtiment multizone ;
- " type 2b " pour contrôler le fonctionnement du système PSD ;
- " type 3b " pour les pompes circularises ;
- " type 9a " data Reader : pour introduire la température extérieure mesurée ;
- "type 80a" calculer le coefficient de transfert convectif.
- Etc.

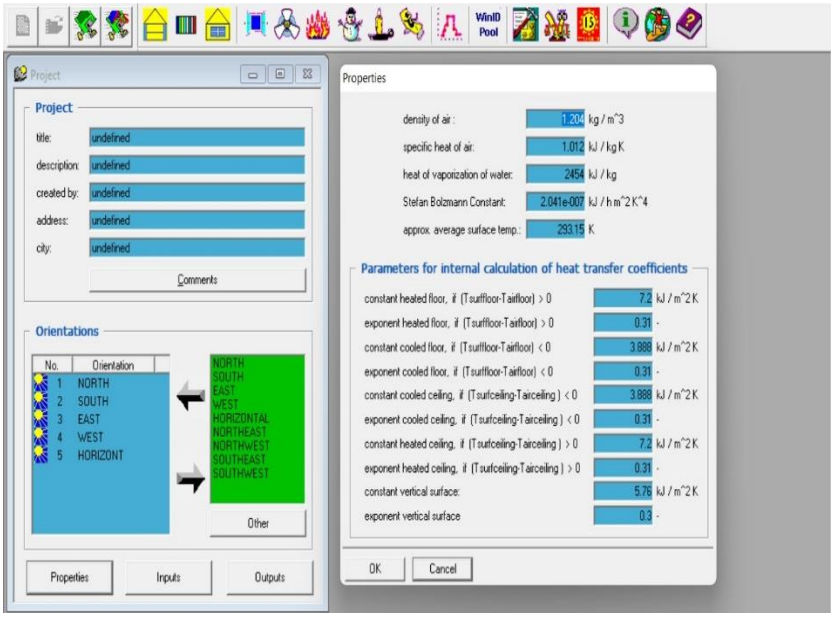


Figure 17: Cordonnée du site avec les propriétés et paramètres du calcul

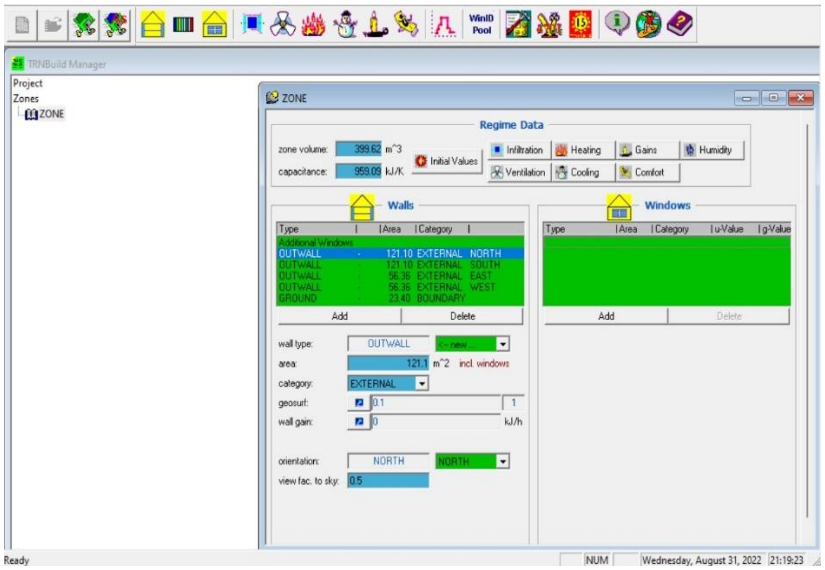


Figure 18: Composition des parois de la zone.

III.5.3. Calcul sous TRNSYS en utilisant lame d'air :

Nous utilisons une approche basique pour les taches de simulation, la lame d''air est l'une des technique d'insolation la plus ancienne. Elle a un apport très positif, mais reste toujours une solution moins utilisée actuellement. Ceci due à l'évolution technologique et l'apparition de plusieurs autres matériaux d'isolation tel que le polystyrène. En revanche, la lame d'air reste toujours la solution la plus économique. Cependant, cette approche est devenue une solution secondaire par rapport aux autres matériaux, car elle a un impacte

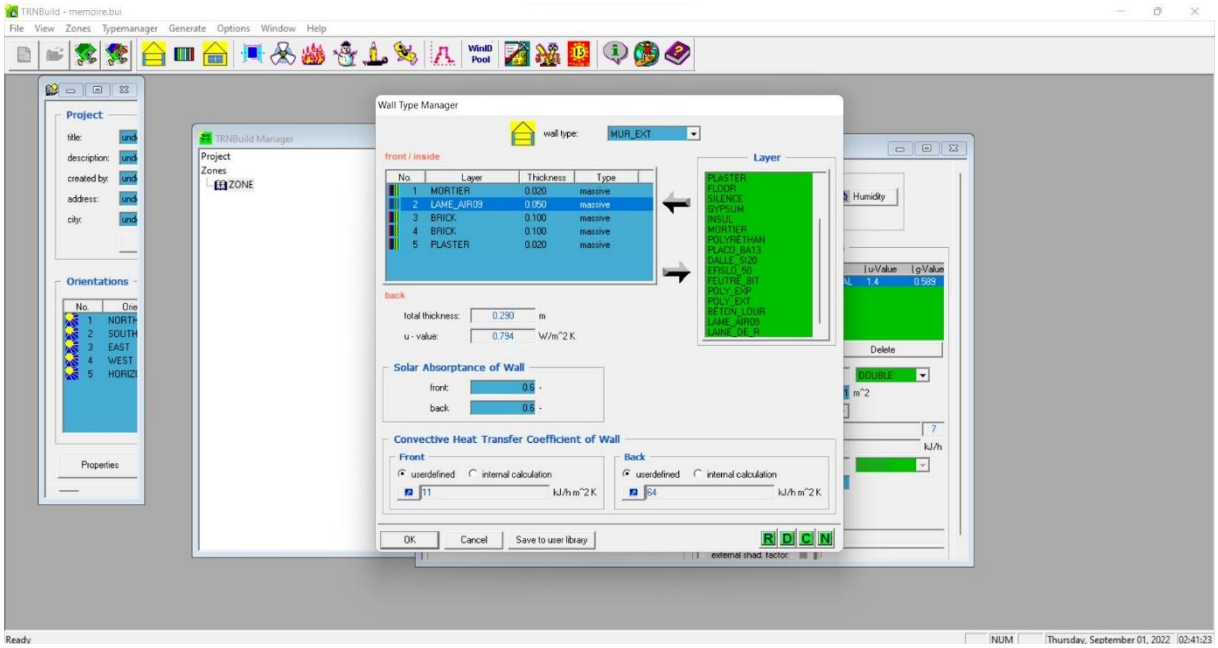


Figure 19: Définition des murs extérieurs de la zone

Les caractéristiques de l'isolant lame d'air sont :



Figure 20: Caractéristique de la lame d'air

III.5.4. Calcule sous TRNSYS en utilisant le polystyrène :

Dans un premier temps nous avons utilisé la lame d'air comme isolant, ceci consiste à utiliser les paramètres du TRNSYS par défaut. Cependant, pour le deuxième scénario de cette étude, nous allons utiliser le polystyrène comme isolant, entre les parois du bloc pédagogique. En effet, via scénario nous essayons de faire ressortir les principales différences entre les matériaux d'isolations. Ainsi, ceci va nous permettra de choisir

l'isolant le plus résistif. Car cette partie du travail nécessite ce choix selon les caractéristiques de plusieurs types d'isolant.

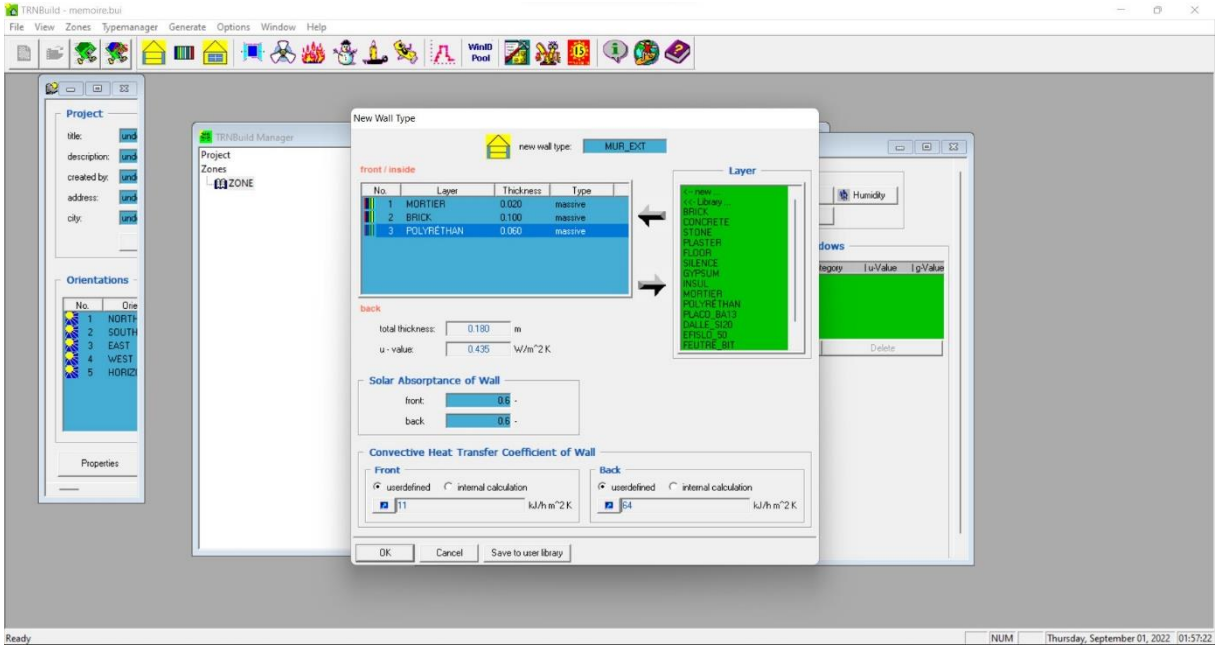


Figure 21: Définition des murs extérieurs de la zone.

Les caractéristiques de de l'isolant polystyrène sont :

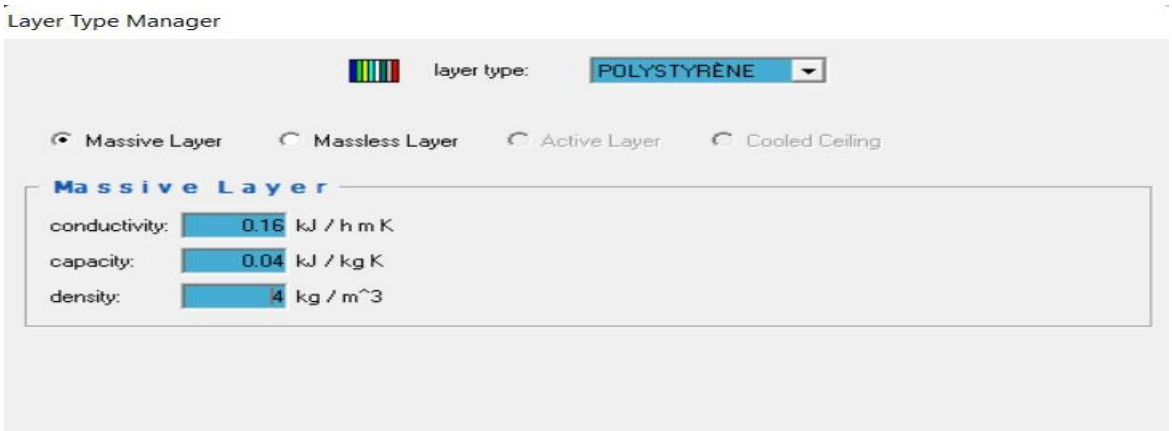


Figure 22 : Caractéristique du polystyrène.

III.5.5. Calcul sous TRNSYS en utilisant la laine de roche :

La laine de roche est le matériau le plus efficace comme isolant dans les bâtiments, certes, il représente un apport très significatif, particulièrement durant les périodes de bases températures, notamment l'hiver en Algérie. Il représente une conductivité thermique de l'ordre de 0.036W/m*K et une résistance thermique d'environ 0.833m²*K/W

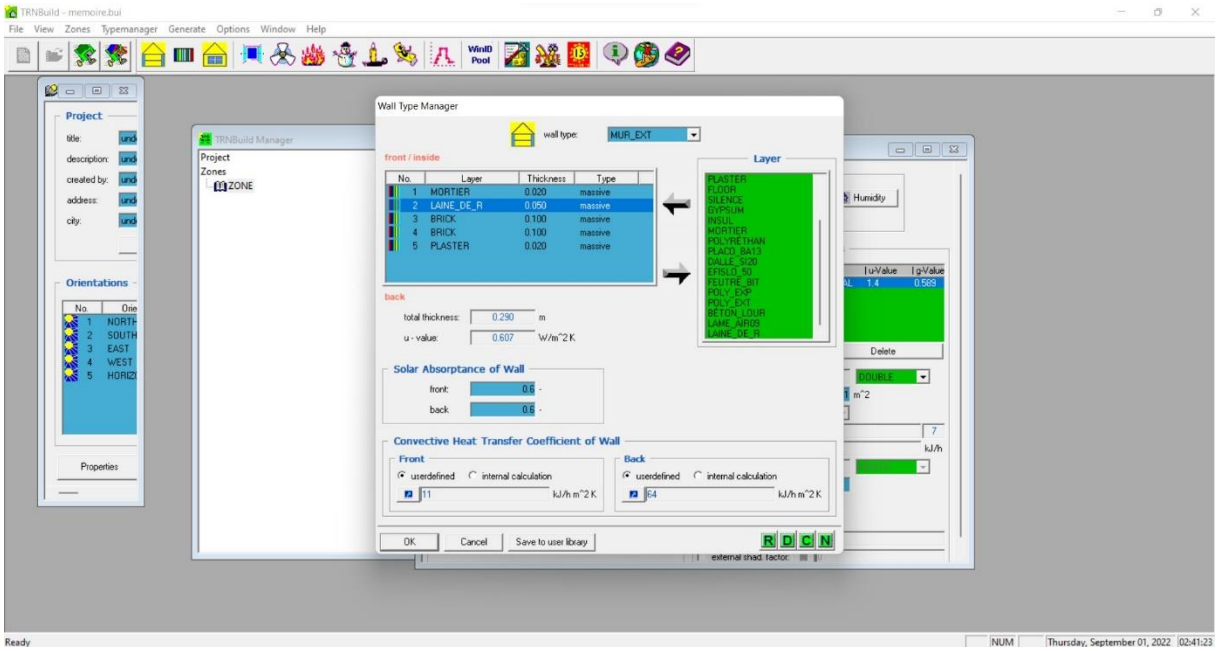


Figure 23: Définition des murs extérieurs de la zone.

Les caractéristiques de l'isolant laine de roche sont :



Figure 24: Caractéristique de la laine de roche.

Chapitre IV : Analyse et discussion des résultats expérimentaux

IV. Analyse et discussion des résultats expérimentaux :

IV.1. Paramètres climatiques d'Oran Sénia :

La ville d'Oran est située dans la région des cotes à l'Oust d'Algérie. Elle est repérée par les cordonnées 35.78° de latitude et est 6.05° de longitude. La région d'Oran est caractérisée par un climat humide, dont la variation de la température est particulièrement élevée en été et basse en hiver. Les résultats de simulation montrent que la température ambiante moyenne maximale est 0°C en Janvier et 40°C en juillet. La température ambiante moyenne sur l'année est de l'ordre 26.33°C.

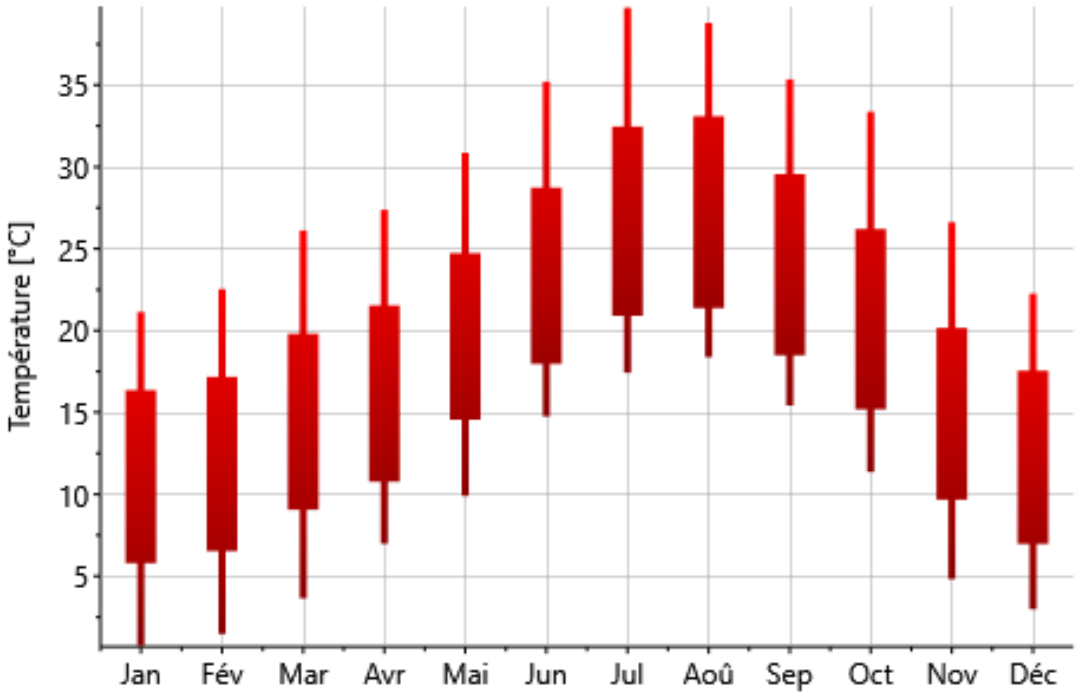


Figure 25: Evolution de la température ambiante du site géographique d'Oran Senia sur une année de tests et de mesures.

La figure ci-dessous montre que la ville d'Oran dispose d'un gisement d'énergie solaire important. Le total d'énergie solaire reçue sur le plan incliné durant une année de mesures atteint 1743 kWh/m², cela représente en moyenne mensuelles 145.25 kWh/m². Cependant, la moyenne journalière est de l'ordre de 4.84 kWh/m².jour.

En revanche, les valeurs les plus critiques sont observées en hiver, en Janvier l'énergie solaire incidente arrive a touché difficilement la valeur de 83 kWh/m², cela représente une valeur journalière de 2.67kWh/m²*j. D'autre part cette région se caractérise par des basses températures en hiver et élevés en été. La plus basse température moyenne a été enregistrée en Janvier (0°C). Cependant, la valeur maximale a été enregistré durant le mois de Juillet avec une valeur de 220kWh/m²*m, ceci est l'équivalent de 7.09kWh/m²*j.

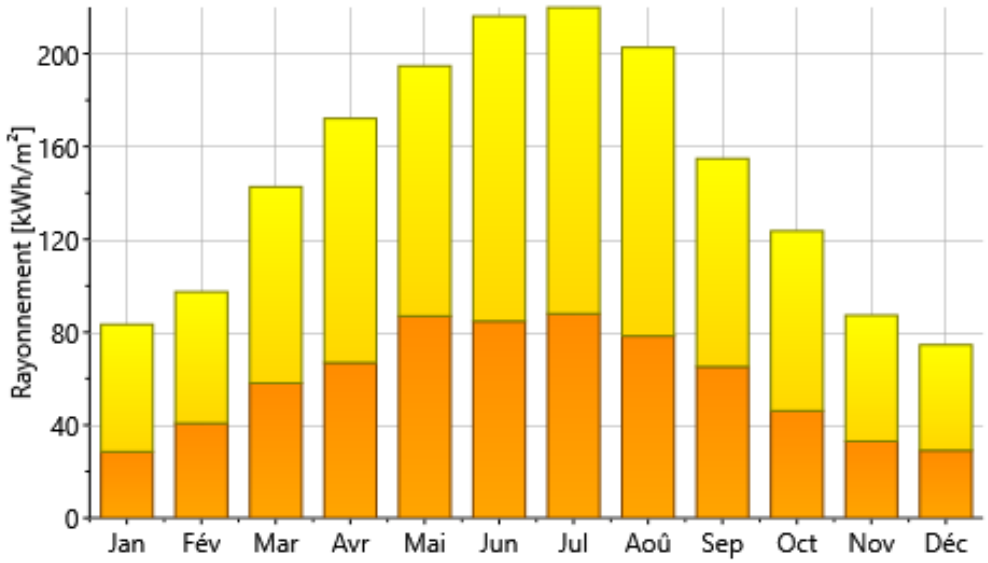


Figure 26: Evolution de l'énergie solaire reçue sur le site d'Oran Sénia durant une période de 12 mois, la valeur maximale a été observée durant le mois de Juillet, par contre la plus défavorable est enregistrée durant le mois de Janvier.

IV.2. Rayonnement solaire :

En plus, cette quantité de l'énergie solaire reçue annuellement sur le site (1743kWh) est due essentiellement à un rayonnement très variable, durant l'année, nous observons que les valeurs qui dépassent les 1000W/m², sont atteintes durant la période d'été. Les rayonnements les plus significatives (produit plus d'énergie) commencent le mois de mai a Aout. Où le rayonnement touche les 900W/m² comme pic.

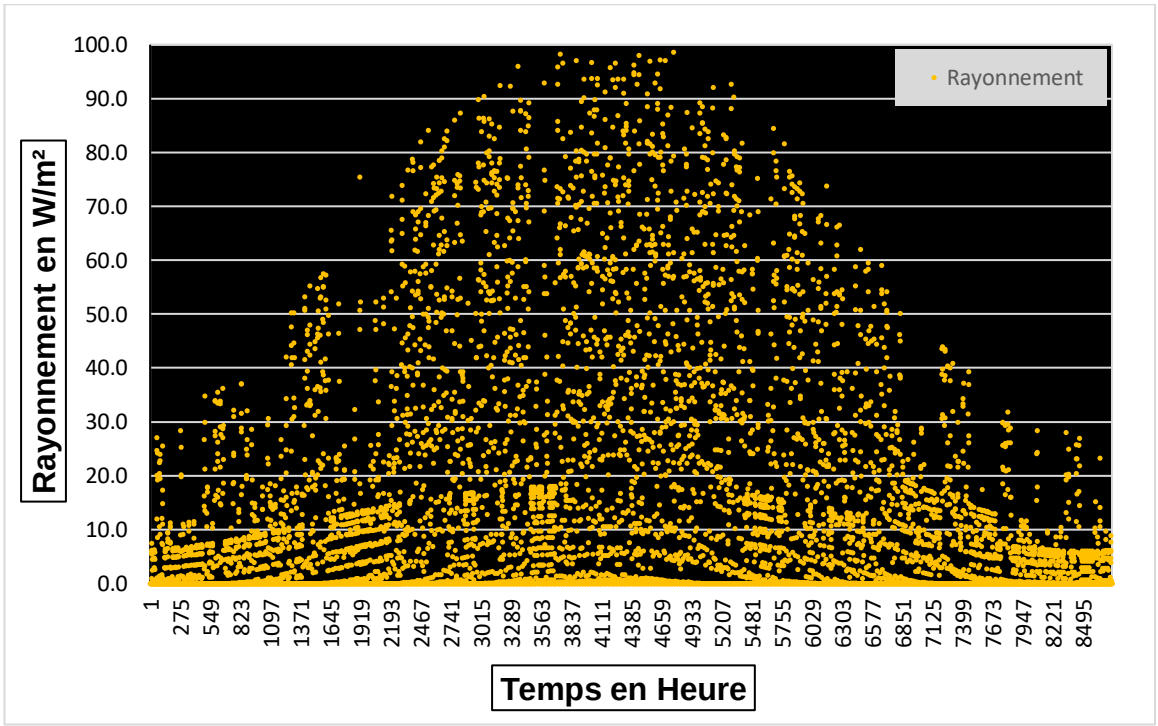


Figure 27: Evolution du rayonnement du site géographique au cours de l'année.

IV.3. Evolution des températures pendant la période d'hiver :

Une première étape de validation, comparant les résultats de températures du bloc pédagogique, on tenu en confédération les différents matériaux d'isolations. Les températures extérieures du bloc varient en fonction de l'isolant utilisé. La figure ci-dessous montre que la laine de roche et plus résistive par rapport aux autres isolants. Dans le mois de Janvier on remarque que la température, sur la surface des murs, variée entre -2°C et 16°C, cette température est légèrement stable, ceci due à l'utilisation de la laine de roche entre les murs. Cependant, la température du bloc est devenus instable quand on utilise le polystyrène comme isolat, dans ce cas la température est variée entre -4°C et 14°C. Ainsi, la variation de la température, dans le cas de la lame d'air, est très dégradée par apport aux deux autres isolants. En effet, elle variée entre -6°C et 11°C.

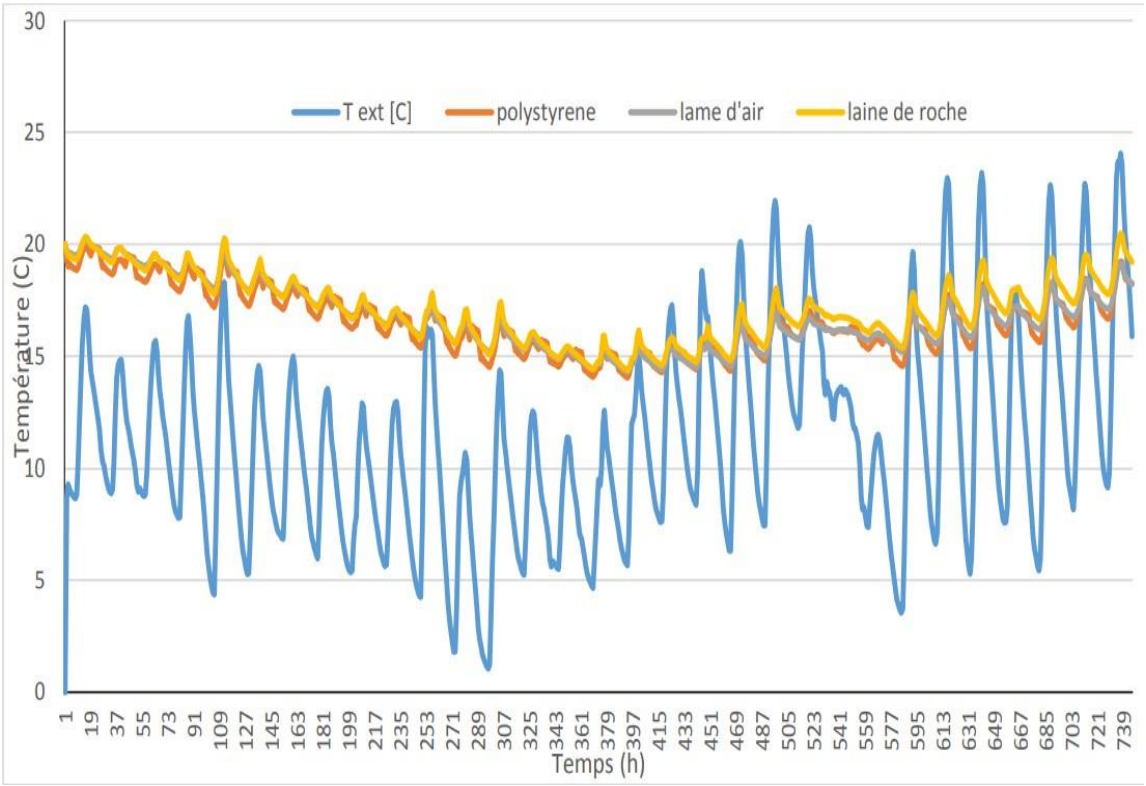


Figure 28: Evolution de la température intérieure de la zone pendant le mois de Janvier. La température intérieure de la zone évolue de la même manière que la température extérieure, elle varie de -2 °C à 16°C en Janvier. Les valeurs extérieures du site géographi.

IV.3.1. Comparaison des résultats avec les travaux réalisés dans ce domaine :

Nous remarquons que la température à l'intérieur de la zone est comprise entre 15°C et 20°C et cela pour les trois isolants. La lame d'air est la plus faible sachant que sa conductivité est de 0.06 w/m. k avec une épaisseur de 5 cm, on a une résistance de $R=e/\lambda=0.833$ m2k/w. La laine de roche avec une conductivité de 0.036 w/m. k et une épaisseur de 5 cm, donc on a R=0.833 m2 k/w. selon la courbe, l'évolution est la même que celle obtenue avec la lame d'air.

Le polystyrène avec conductivité de 0.04w/m. k et une épaisseur de 9 cm qui donne R=2.25 m2.k/w.

Plus λ est faible, plus le matériau est isolant $\lambda_{laine}<\lambda_{poly}<\lambda_{air}$ ce qui fait que la laine de roche est le meilleur isolant.

On a une semaine pour bien interpréter l'évolution des températures pour les trois isolants.

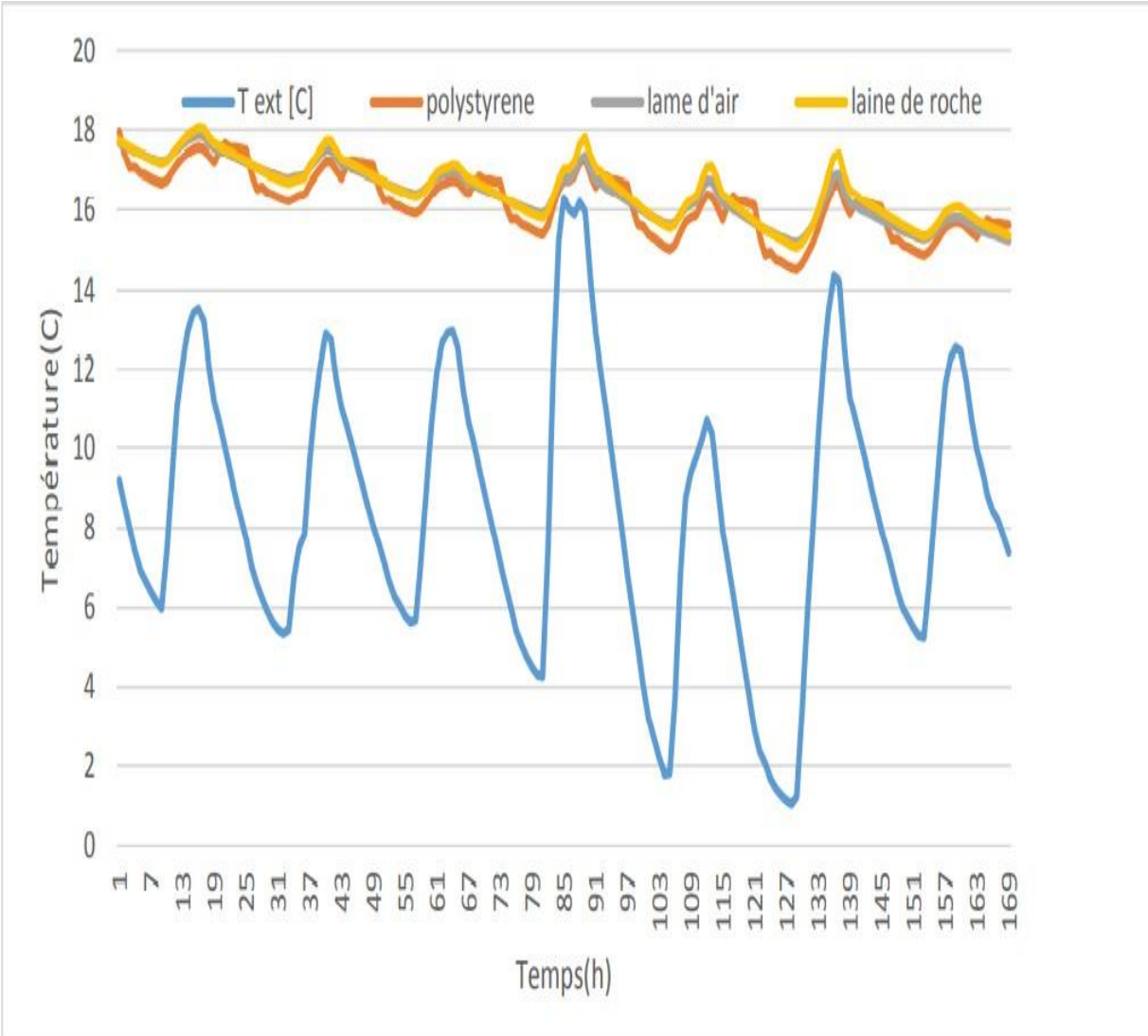


Figure 29: Evolution de la température intérieure de la zone pendant une semaine de mois de janvier.

Cette courbe qui montre l'évolution observée dans la précédente avec plus de précision, la température intérieure de la zone varie de 15°C à 18°C dans les trois cas d'isolation.

Dans le cas de polystyrène la température et plus basse de 1°C, par contre la laine de roche isole mieux, puisque la température est plus élevée.

La température extérieure est entre 2°C et 16°C.

IV.3.2. Saison estivale :

Pendant la saison estivale, nous constatons que la température à l'intérieur de la zone évolue et elle est comprise entre 30°C et 36°C. En ce qui concerne le choix de l'isolant on observe la même évolution de la température avec une légère différence en faveur du polystyrène. Dans ce cas, la laine de roche dont la conductivité thermique est plus faible rend l'ambiance intérieur de la maison inconfortable, on peut dire que la zone est mal isolée ce qui fait que les infiltrations d'air sont importantes.

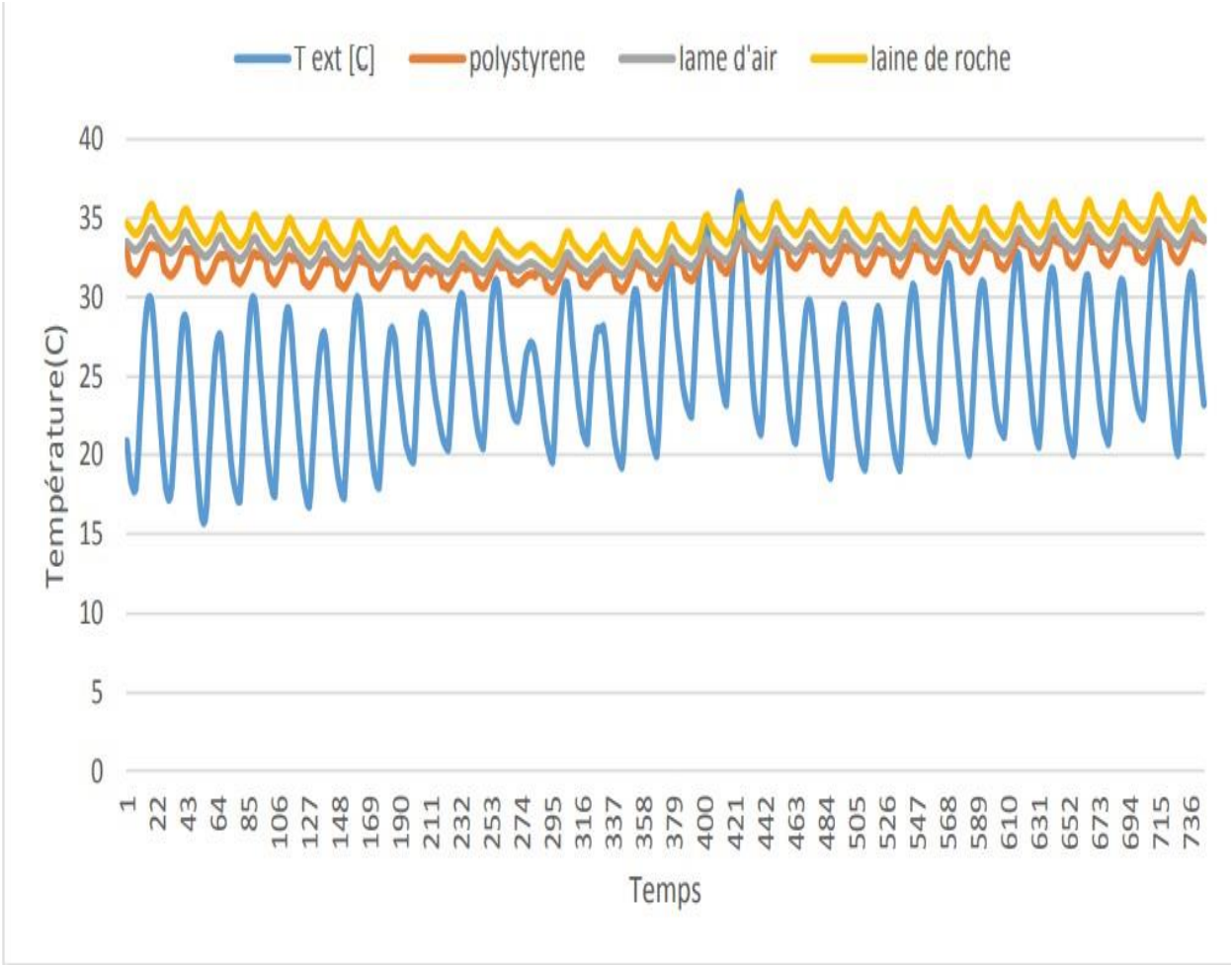


Figure 30 : Evolution de la température intérieure de la zone pendant le mois d'aout.

On a une semaine pour bien interpréter l'évolution des températures pour les trois isolants. Nous observons dans le cas du mois d'Aout sont confirmés dans ce graphe qui représente les résultats d'une semaine. La zone est si bien isolée qu'elle reste à une température très élevée et atteints les 35°C dans le cas de la laine de roche. Dans ce cas, il faut penser à une ventilation naturelle afin de rafraîchir l'ambiance intérieure.

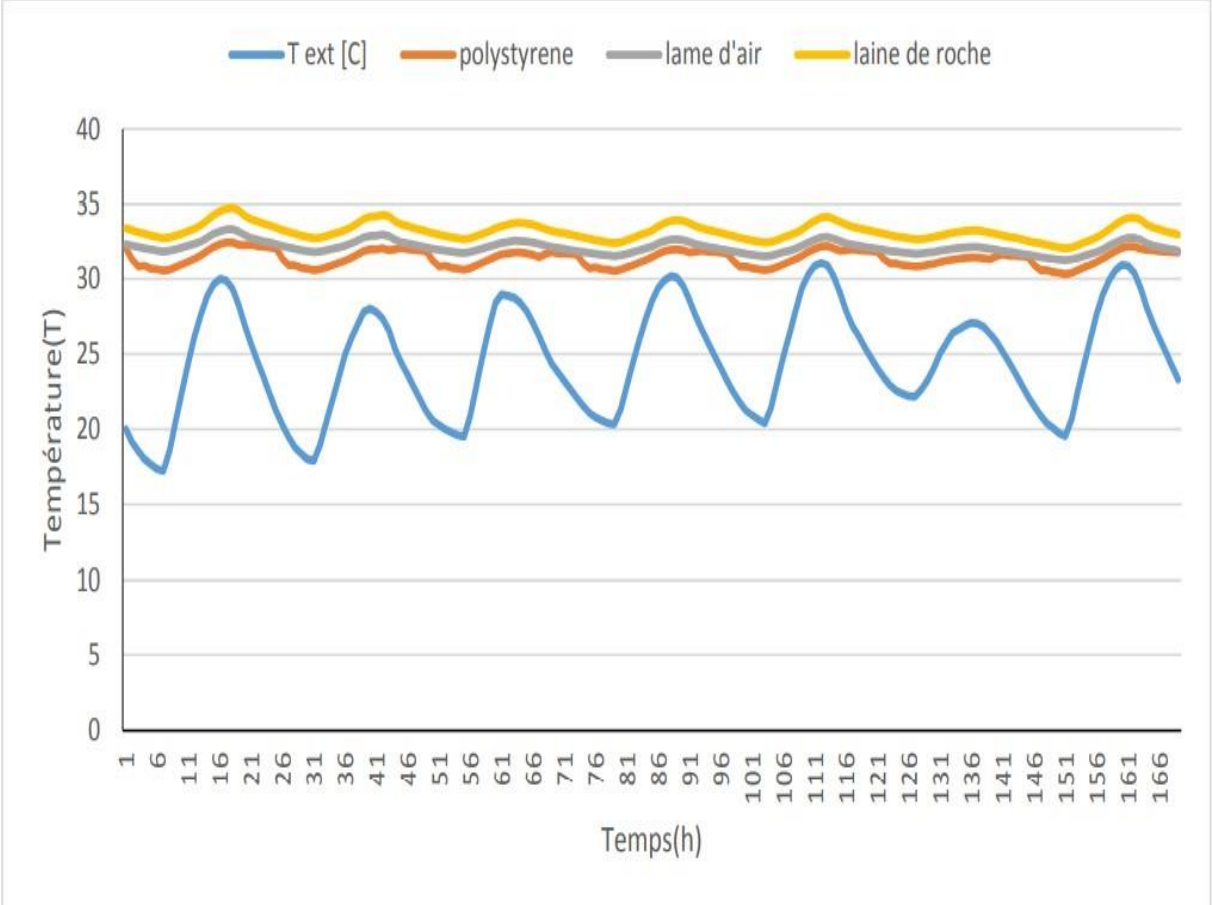


Figure 31 : Evolution de la température intérieure de la zone pendant une semaine de mois d'Aout.

IV.4. Validation des résultats :

La validation que nous avons effectué a montré qu'il y a des écarts de températures entre les mesures et la simulation mais en gardant la même tendance. En effet, les résultats que nous avons proposé, dans cette étude, montre qu'une attention particulière doit être accordée aux paramètres sensitifs pour la température. Dans notre cas nous avons préféré de ne pas prendre en considération le gain énergétique, ceci est a pour objectif de prolonger notre étude, afin de réaliser l'expérience dans un article scientifique. La figure suivante indique notre but après la validation de nous résultats avec la littérature.

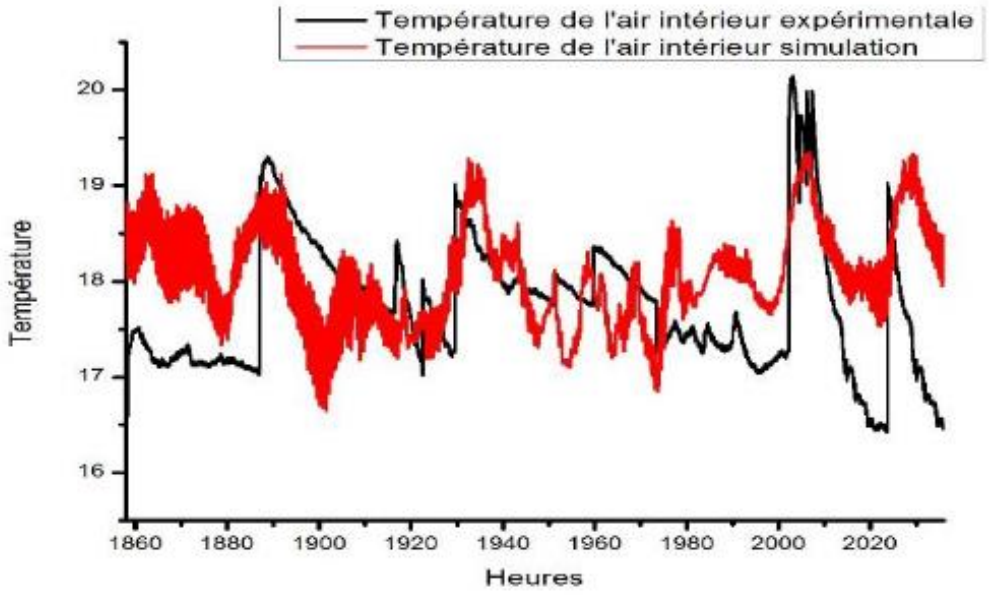


Figure 32 : Evolution de la température de l'air intérieure.

Conclusion général :

Nous concluons de ce qui précède que le système thermique des bâtiments est affecté par le climat environnant, qu'il soit chaud ou sec. Cela est dû à l'utilisation généralisée du béton dans le bâtiment malgré son mauvais comportement thermique, La consommation électrique excessive augmente en été deux fois plus qu'en hiver, et la raison en est l'importante fuite thermique à travers les murs et les plafonds des bâtiments, ce qui met en évidence la nécessité d'utiliser des climatiseurs pour refroidir le bâtiment, Les résultats de l'étude ont prouvé qu'il existe d'autres excellents moyens d'obtenir un confort thermique pour l'individu à l'intérieur du bâtiment, grâce à l'utilisation de matériaux de construction à bon rendement thermique et d'épaisseur appropriée, en plus de l'utilisation d'isolants thermiques tels que celui utilisé dans l'étude du polystyrène, de la laine de roche et de la lame d'air. Il s'agit de réduire les fuites de chaleur de l'extérieur du bâtiment vers l'intérieur, et donc de réduire la taille des appareils de climatisation et leurs heures de fonctionnement, économisant ainsi l'énergie électrique utilisée pour évacuer la chaleur du bâtiment et le protéger des fissures et dommages causés par les différences thermiques sur les murs et les plafonds, prolongeant ainsi sa durée de vie.

Selon les résultats obtenus par la simulation sous TRNSYS16, pendant la période hivernale l'isolation permet de maintenir la zone à un certain degré de confort.

Nous remarquons que la laine de roche est le meilleur isolant pour l'habitat par contre pendant la période estivale la ventilation naturelle est nécessaire afin de rafraichir l'ambiance intérieur de l'habitat.

Les trois isolants étudiés sont intéressants dans l'habitat puisque leurs conductivités thermiques sont inférieures à 0.04 w/m. k. Donc le choix de l'isolant dépend de la disponibilité du cout.

Référence

[1] Site web : https://www.smartgrids-cre.fr/encyclopedie/le-batiment-intelligent-smart-building/le-batiment-intelligent / consulté le 10-01-2022.

[2] A. MEGUEHOUT, K. DJEDDAI, APPORT DU BATIMENT INTELLIGENT DANS LA GESTION DE L'ENERGIE (CAS D'UN EQUIPEMENT ADMINISTRATIF A JIJEL), Mémoire de master, Université Mohamed Sedik Benyahia – Jijel, 2019.

[3] Site web: https://wesbyenergies.com/batiment-intelligent-2021 / consulté le 10-02-2022.

{4] Site web : https://www.lenergietoutcompris.fr/actualites-conseils/batiment-intelligent-qu-est-ce-que-c-est-48189 / consulté le 15-02-2022.

[5] site web : https://www.cre.fr/Transition-energetique-et-innovation-technologique/Reseaux-intelligents/presentation-des-reseaux-intelligents / consulté le 25-02-2022.

[6] Sybil bartelmaos « Adaptation des Smart grids pour une meilleure intégration des énergies renouvelables », mémoire Ingénieur ;université libanaise 2013.

[7] M. BENSAOUDI,S.ARAR, Etude et simulation d'un micro réseau intelligent (microgrid), mémoire de fin d'étude ingénieur, Ecole Supérieure des Sciences Appliquées-Tlemcen,2020.

[8] N.LOUNICI, S.DOUAIDI, Etude de l'intégration d'un site photovoltaïque dans un réseau Smart Grid, Mémoire de Master, UNIVERSITE Akli Mohand Oulhadj —Bouira,

[9] K, Laib, Gestion d'énergie dans un réseau intégrant des systèmes à source renouvelable, Mémoire de Master, UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA, 2016.

[10] Site web: https://www.batiactu.com/edito/smart-grid-vers-reseaux-energetiques-intelligents-28808.php / consulté le 10-03-2022.

[11] Site web: https://www.greenly.earth/blog-fr/smart-grid-definition-et-principe-de-fonctionnement / consulté le 12-03-2022.

[12] site web : https://www.bfmtv.com/comparateur/meilleurs-isolants-thermiques-test-comparatif/ consulté le 15-03-2022.

[13] site web : https://www.tendance-travaux.fr/renovation/isolation/les-10-bonnes-raisons-disoler-sa-maison/ consulté le 20-03-2022.

[14] Site web: https://www.gralon.net/articles/materiel-et-consommables/materiels-industriels/article-isolant-thermique---les-differents-materiaux-et-leurs-caracteristiques-1328.htm / consulté le 30-03-2022.

[15] Site web: https://gaz-tarif-reglemente.fr/maitriser-sa-consommation/travaux/isolation/materiaux-isolants.html / consulté le 02-04-2022.

[16] Site web: https://www.actis-isolation.com/guides/choisir-son-isolant/10-criteres-incontournables-pour-choisir-un-bon-insolant/?fbclid=IwAR3b3fG3d65QZx-ZK_6rR-PgnBIc_lJBcyQ5N5L49Nr2EHlSfAKQ0wscAko /consulté le 03-04-2022.

[17] Site web: https://www.quelleenergie.fr/magazine/criteres-choix-isolant /consulté le 05-04-2022.

[18] Site web: https://www.ravalement.org/avantages-et-inconvenients-de-lisolation-thermique/ consulté le 07-04-2022.

[19] Site web: https://www.izi-by-edf-renov.fr/blog/les-differentes-techniques-isolation

/consulté le 10-04-2022.

[20] Site web : https://architecteo.com/prix-isolation-combles-perdus.html / consulté le 12-04-2022.

[21] Site web : https://www.travaux.com/isolation/guide-des-prix/prix-de-lisolation-de-combles-perdus / consulté le 15-04-2022.

[22] Site web : https://www.bis-renovation.com/isolation-par-lexterieur/isolation-exterieure/etapes/ consulté le 20-04-2022.

[23] Site web : https://www.devispro.com/amenagement-habitat/isolation-integree / consulté le 05-05-2022.

[24] Site web : http://www.maison-conseil.org/conseils-pour-une-parfaite-isolation/

Consulté le 10-05-2022.

[25] B. Boassid, Simulation d'une centrale cylindro-parabolique sous TRNSYS, ingénieur en génie énergétique, école nationale d'ingénieur, 2013.

[26] TRNSYS16 "a TRaNsient Systeme Simulation Program".