



République algérienne démocratique et populaire

Université de Saad Dahleb Blida 01

Faculté de Technologie

Département Des énergies renouvelables

Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de Master

Spécialité :

Energies Renouvelables Et Habitat Bioclimatique

Thème :

**Etude d'une maison construit en
coffrage à béton isolé**

Présenté par :

-LAMMARI CHOUMEYSSA

-ATTAF DALILA

Soutenu devant le jury composé par :

Monsieur	Professeur USDB	Président
Monsieur : AEH HAMID /OUCHENE AEK		Encadreur
Monsieur		Examineur
Monsieur		Examineur

Septembre 2021

Remerciements

Nous tenons à remercier sincèrement et profondément en Premier lieu notre Dieux « Allah » qui nous a donné la volonté et le courage pour accomplir ce modeste travail.

Nous tenons aussi à remercier cordialement nos chers parents de nous avoir soutenus.

Nos vifs remerciements vont aussi à messieurs, HAMID AEK, et OUCHENE AEK nos encadreurs pour Leurs conseils et pour le suivi.

Nous tenons à remercier également les membres du jury pour avoir accepté de juger notre travail.



DALILA CHOUMEYSSA

Dédicaces

Nous dédions ce modeste travail à :

Nos chères mères.

Nos chers pères,

Nos frères,

Nos sœurs,

*A tous nos amis, collègues et nos profs sans
exception.*



CHOUMEYSSA DALILA

الملخص:

من بين التحديات الرئيسية التي تواجهها الدولة تخفيض استهلاك الطاقة في المبنى. يشمل عملنا ، المعروف في هذا الموجز ، دراسة أجريت على موقع للسكن في البليدة ، تهدف إلى خفض استهلاك الطاقة لتكييف الهواء والتدفئة ، بغية تعزيز راحة شاغليه. إن دمج العزل للجدران والسقف في مساكننا يتم بواسطة أسلوب العزل (رباعي القفل) من أجل تحقيق الأهداف السالفة الذكر. يتم إجراء محاكاة حرارية للسكن باستخدام برنامج لتحديد الاحتياجات من الطاقة. **الكلمات الرئيسية:** الهندسة المعمارية الحيوية، العزل الحراري، البولسترين، محاكاة، التدفئة، تكييف الهواء.

Résumé :

Parmi les enjeux majeurs de l'état : la réduction de la consommation énergétique dans le bâtiment.

Notre travail présenté dans ce mémoire, comprend une étude qui a été faite sur un logement situe à Blida, et qui a pour objectif la réduction de la consommation énergétique pour la climatisation et le chauffage, afin de favoriser le confort pour l'occupant.

Intégrer une isolation des murs et toiture dans notre logement par le technique coffrage isolant (quad-lock) afin d'arriver aux objectifs cités.

Une simulation thermique dynamique du logement est réalisée à l'aide du logiciel Pléiades pour déterminer les besoins énergétiques.

Mot clé : Architecture bioclimatique, l'isolation thermique, coffrage isolant, polystyrène, simulation Pléiades, chauffage et climatisation.

Summary:

Among the major challenges of the state is the reduction of energy consumption in the building.

Our work, presented in this brief, includes a study that was done on a housing site in Blida, which aims to reduce energy consumption for air conditioning and heating, in order to promote comfort for the occupant.

Integrate insulation of the walls and roof in our housing by the technique of insulating formwork (quad-lock) in order to achieve the aforementioned objectives.

A dynamic thermal simulation of the housing is performed using the Pleiades software to determine the energy needs.

Keywords: Bioclimatic architecture, thermal insulation, insulating formwork, polystyrene, Pleiades simulation, heating and air conditioning.

Sommaire

Introduction générale :	18
Chapitre 1 : l'architecture bioclimatique et l'état de l'art.....	20
1-ETAT DE L'ART :	20
1-1Articles consultes :	20
1-1-1 Article n °1 : « Amélioration de l'isolation thermique des habitats dans les régions chaudes et arides »	20
1-1-2 Article n °2:« Simulation de l'effet de l'isolation thermique des bâtiments Cas du centre psychopédagogique SAFAA à Oujda ».....	21
1-1-3 Article n °3:« Performances de l'efficacité énergétique et l'énergie PV dans le bâtiment résidentiel: Cas de trois zones en Algérie ».....	22
1-2 Mémoires consultés :	23
1-2-1« Réhabilitation thermique d'un local dans une zone aride-cas de Ghardaïa»	23
1-2-2« Evaluation et Amélioration Energétiques de Bâtiments dans le cadre du Programme National d'Efficacité Energétique ».....	25
1-2-3 « Contribution à l'étude des matériaux de construction aux bâtiments à basse consommation d'énergie dans les zones aride »	26
La répartition des logements à Blida :	28
2- Etude bibliographique :	29
2-1 Introduction :	29
2-2 L'architecture Bioclimatique:	29
2-2-1 Les principes de base de conception bioclimatique :	30
2-3 Confort thermique :	32
2-3-1 facteurs influençant le confort thermique :	33
2-4 L'efficacité énergétique dans le bâtiment :	33
2-5 L'inertie thermique :	34
2-5-1 Les effets de l'inertie :	34
2-6 Les Ponts thermiques :	34
2-7 L'isolation thermique d'un bâtiment :	35
2-7-1 Isolation thermique des murs dans le bâtiment :	35
2-8 Les principes de l'isolation thermique:	36

2-8-1 Isolation intérieure:.....	36
2-8-2 Isolation extérieure:.....	36
2-8-3 Isolation thermique intégrée:.....	37
2-9 Les matériaux d'isolation :	38
➤ Les isolants synthétiques :	38
➤ Les isolants minéraux :	38
➤ Les isolants d'origine végétale et animale :.....	38
2-10 Les caractéristiques d'un bon isolant :	38
2-11 Le polystyrène :	39
2-11-1 Le polystyrène expansé:	39
2-11-1-1 Le PSE, durable et efficace pour l'isolation thermique :	39
2-11-2 Polystyrène extrudé:	40
2-13 Le béton :	41
2-13-1 La classification :	41
2-13-2 Propriétés du béton :	41
2-14 L'isolation thermique en Algérie :.....	41
2-14-1 Les logements collectifs :.....	41
2-14-2 Les logements individuels :.....	42
2-15 Le coffrage isolant :	42
2-15-1 Bâtiments collectifs avec le coffrage isolant :	44
2-15-2 Systèmes à coffrage isolant :	44
2-15-3 Les avantages du coffrage isolant :	46
2-15-4 Coffrage à béton isolé dans le marché Algérien :	46
2-16 Quelle épaisseur de polystyrène expansé pour une isolation efficace ?..	47
2-17 Conclusion :	49
Chapitre 2 : choix de bâtiment de référence et présentation du cas d'étude.	
.....	50
2-1 Bâtiment de référence :	50
2-1-1 Méthodologie RBr :.....	50
2-1-2 Méthodologie RBv_exp :	50
2-1-3 Méthodologie RBv_data :	50

2-2 Les avantages et les inconvénients des méthodologies :.....	52
2-3 Bâtiments de référence servant de base à la méthodologie optimale des coûts :	53
2-4 Présentation de la ville :.....	55
2-4-1Données climatiques de la ville de Blida :	55
2-4-2Caractéristiques météorologique de la ville.	56
2-4-2-1La température :	56
2-4-2-2 L'humidité relative:.....	56
2-4-2-3La vitesse du vent :.....	57
2-5 Présentation du site :	57
2-6 Description du logement d'étude :.....	58
2-6-1Présentation de façade principale :.....	59
2-6-2 Présentation des plans :	60
2-7 Modélisation :	62
2-7-1Présentation du logiciel :	62
2-7-2 Caractérisation de logiciel pléiades version 5.21.3.0:.....	62
2-8 Les équations du logiciel pléiades :	64
2-9 Création des matériaux et éléments:.....	67
2-9-1Composition des parois avant l'isolation :	68
2-9-1-1 Mur extérieur En maçonnerie :	68
2-9-1-2 Mur extérieur En voile :	69
2-9-1-3 Mur intérieur :	70
2-9-1-4 Plancher Bas :.....	71
2-9-1-5 Plancher intermédiaire :	72
2-9-1-6 Toiture terrasse :.....	73
2-9-2Menuiseries :	74
2-9-3 Les ponts thermiques de menuiserie :	74
2-9-4 Etats de surfaces :	75
2-4-10 Les Ponts thermiques :	75
2-9-2 La Composition des parois Avec isolation :.....	76
2-9-2-1 Composition du mur extérieur :	76

2-9-2-2 Composition du plancher bas :.....	77
2-9-2-3 Composition de toiture :.....	78
2.9.2.4 Composition du mur intérieur :.....	79
2-10 Définition des paramètres constructifs sous Modeleur :.....	80
2-11 Dessin du plan sous Modeleur :.....	80
2-12 Définition des scénarios de fonctionnement :.....	83
2-12-1 Scénario d'occupation :.....	83
2-12-2 Consigne de température :.....	85
2-12-3 Scénario de ventilation :.....	88
2-12-4 Scénarios de puissance dissipée :.....	89
2-12-5 Scénario d'occultation :.....	94
2-13 Conclusion:.....	95
Chapitre 3 : Résultats et discussions.	96
3-1 Introduction :.....	96
3-2 Simulation annuelle sans consigne température :.....	96
3-2-1 Scénarios de fonctionnement intégrés :.....	96
3-2-2 Synthèse :.....	96
3-2-3 Visualisation graphique :.....	97
3-2-3-1 La semaine la plus chaude :.....	97
3-2-3-1-1 Synthèse :.....	98
3-2-3-2 La semaine la plus froide :.....	99
3-2-3-2-1 Synthèse :.....	100
3-2 Simulation annuelle avec consigne température :.....	101
3-3-1 Scénarios de fonctionnement intégrés :.....	101
3-3-2 Synthèse :.....	101
3-3-3 La semaine la plus chaude :.....	102
3-3-3-1 Synthèse :.....	102
3-3-4 La semaine la plus froide :.....	103
3-3-4-1 Synthèse :.....	103
3-3-5 Synthèse:.....	104
3-4 Résultats de simulation des solutions proposées :.....	104

3-4-1 Simulation cas de base avec occultation :	104
3-4-2 Synthèse :	105
3-5 Simulation avec isolation du mur quad-Lock :	105
3-5-1 Présentation de la technique :	105
3-5-2 Synthèse :	108
3-6 Simulation avec isolation du mur + toiture quad-Lock :	108
3-6-1 Synthèse :	109
3-7 Simulation avec isolation du mur + toiture quad-Lock avec une dégradation de climatisation :	109
3-7-1 Synthèse:	110
3-8 Comparaison des résultats :	110
3-8-1 Synthèse de comparaison :	111
3-8-2 La semaine la plus chaude :	112
3-8-2-1 Synthèse de comparaison :	113
3-8-3 La semaine la plus froide :	114
3-8-3-1 Synthèse de comparaison :	114
3-9 Conclusion:	115
Conclusion générale	116
Références bibliographiques et Webographiques :	118
ANNEXES	121

Liste des figures

Chapitre 1

Figure 1- 1: compacité du bâtiment.....	31
Figure 1- 2 : Position de soleil et les espaces ensoleillé.	32
Figure 1- 3 :l'isolation intérieure.	36
Figure 1- 4: mure à isolation extérieur.....	37
Figure 1- 5: mur a isolation intégré.....	37
Figure 1- 6: polystyrène expansé.	39
Figure 1- 7: Polystyrène extrudé.	40
Figure 1- 8: le coffrage isolant.	43
Figure 1- 9 : coffrage à béton isolé.....	43
Figure 1- 10: Réalisation de bureaux - Coffrages isolants.....	45
Figure 1- 11: Réalisation de bureaux - Coffrages isolants.....	45
Figure 1- 12 : panneau individuel CONCREWALL.	47

Chapitre 2

Figure 2- 1: Méthodologies pour créer RB.	51
Figure 2- 2: Sélection et paramétrage du bâtiment.	54
Figure 2- 3: Situation de la ville de Blida.	55
Figure 2- 4: Graphe de La température annuelle de la ville de Blida.	56
Figure 2- 5: Graphe de L'humidité relative annuelle de la ville de Blida.	56
Figure 2- 6: Graphe de La vitesse du vent relative annuelle de la ville de Blida.	57
Figure 2- 7: vue de dessus de situation de notre Projet.....	57
Figure 2- 8: Plan de situation.	58
Figure 2- 9: Plan de façade principale.....	59
Figure 2- 10: Plan RDC.....	60
Figure 2- 11: Plan R1 /R2.	61
Figure 2- 12: Schéma de principe du logiciel Pléiades +COMFIE (P+C).....	63
Figure 2- 13: insertion des éléments constructifs sous Modeleur.....	80
Figure 2- 14: plan RDC sous Modeleur.	81
Figure 2- 15: plan 1 et 2 étage sous Modeleur.	82
Figure 2- 16: plan 3 D sous Modeleur.	82
Figure 2- 17:Graphe de Scénario d'occupation pour la chambre 1.	84
Figure 2- 18: Graphe de Scénario d'occupation pour la chambre 2.	84

Figure 2- 19 :Graphe de Scénario d’occupation pour la cuisine.....	85
Figure 2- 20:Graphe de Scénario d’occupation pour Salon.....	85
Figure 2- 21:Scénario de chauffage pour la maison.....	86
Figure 2- 22:Scénario de climatisation pour la maison.....	87
Figure 2- 23:Scénario de dégradation de climatisation pour la maison.....	87
Figure 2- 24:Scénario de ventilation pour la maison.....	89
Figure 2- 25:Graphe de Scenario de puissance dissipée pour la chambre 1.....	90
Figure 2- 26:Graphe de Scénario de puissance dissipée pour la chambre 2.....	91
Figure 2- 27:Graphe de Scenario Puissance dissipée pour la cuisine.....	91
Figure 2- 28:Graphe de Scénario de puissance dissipée pour Salon.....	92
Figure 2- 29:Graphe de Scénario de puissance dissipée pour Hall.....	92
Figure 2- 30:Graphe de Scénario de puissance dissipée pour SDB.....	93
Figure 2- 31:Graphe de Scénario de puissance dissipée pour WC.....	93
Figure 2- 32: Scénario d’occultation pour la maison.....	94

Chapitre 3

Figure 3- 1:évolution de la température des différentes zones dans la semaine la plus chaude RDC.....	97
Figure 3- 2évolution de la température des différentes zones dans la semaine la plus chaude 1 étage.....	97
Figure 3- 3: évolution de la température des différentes zones dans la semaine la plus chaude 2 étages.....	98
Figure 3- 4: évolution de la température des différentes zones dans la semaine la plus froide RDC.....	99
Figure 3- 5: évolution de la température des différentes zones dans la semaine la plus froide 1 étage.....	99
Figure 3- 6: évolution de la température des différentes zones dans la semaine la plus froide 2 étage.....	100
Figure 3- 7: évolution de la température des différentes zones dans la semaine la plus chaude RDC.....	102
Figure 3- 8: évolution de la température des différentes zones dans la semaine la plus froid RDC.....	103
Figure 3- 9: histogramme de besoin en chauffage et climatisation cas de base.....	103
Figure 3- 10: histogramme de besoin en chauffage et climatisation cas de base avec occultation.....	104
Figure 3- 11: panneau quad- lock.....	106
Figure 3- 12: coupe du panneau quad- lock.....	106
Figure 3- 13: utilisation de la technique dans la construction.....	107

Figure 3- 14: histogramme de besoin en chauffage et climatisation Mur quad-lock.	108
Figure 3- 15: histogramme de besoin en chauffage et climatisation Mur+toiture Quad-lock.	109
Figure 3- 16: histogramme de besoin en chauffage et climatisation Mur+toiture Quad-lock+dégradation de climatisation.	110
Figure 3- 17: histogramme de besoin en chauffage et climatisation pour chaque cas.	111
Figure 3- 18: l'évolution de la température dans la chambre 1 2étage pour les différents cas.....	112
Figure 3- 19: l'évolution de la température dans le salon 2étage pour les différents cas.....	113
Figure 3- 20: l'évolution de la température dans la chambre 1 2étage pour les différents cas.....	114
Figure 3- 21: l'évolution de la température dans le salon 2 étage pour les différents cas.....	114

Liste des tableaux

Chapitre 1

Tableau 1- 1: Valeurs de déperditions thermiques avant et après réhabilitation.	24
Tableau 1- 2: Besoin énergétique annuel (type d'isolation).	27
Tableau 1- 3: La répartition des logements à Blida.	28
Tableau 1- 4: La répartition des logements par le nombre de pièces.	28
Tableau 1- 5: épaisseurs du polystyrène.	48

Chapitre 2

Tableau 2- 1: Avantages et inconvénients des méthodologies existantes pour la création d'un bâtiment de référence.	52
Tableau 2- 2: Classification de la ville de Blida.	55
Tableau 2- 3: Création des matériaux et éléments.	67
Tableau 2- 4: les caractéristiques du mur extérieur En maçonnerie.	68
Tableau 2- 5: les caractéristiques du mur extérieur En Voile.	69
Tableau 2- 6: les caractéristiques du mur intérieur.	70
Tableau 2- 7: les caractéristiques du plancher bas.	71
Tableau 2- 8: les caractéristiques du Plancher intermédiaire.	72
Tableau 2- 9: les caractéristiques de Toiture terrasse.	73
Tableau 2- 10: Les caractéristiques de menuiseries.	74
Tableau 2- 11: Les caractéristiques des ponts thermiques de menuiserie.	74
Tableau 2- 12: les caractéristiques d'états de surfaces.	75
Tableau 2- 13: les coefficients d'états de surfaces.	75
Tableau 2- 14: Les caractéristiques des ponts thermiques.	75
Tableau 2- 15: les caractéristiques du mur extérieur Quad-Lock.	76
Tableau 2- 16: les caractéristiques du plancher bas Quad-Lock.	77
Tableau 2- 17: les caractéristiques de toiture.	78
Tableau 2- 18: les caractéristiques du mur intérieur.	79
Tableau 2- 19: Scénario de fonctionnement de Ventilation.	88
Tableau 2- 20: les appareils disponibles dans la maison.	90

Chapitre 3

Tableau 3- 1: résultat de la simulation de cas de base sans consigne température.	96
Tableau 3- 2: résultat de la simulation de cas de base avec consigne température.	101
Tableau 3- 3: résultat de la simulation de cas de base avec occultation.	104
Tableau 3- 4: résultat de la simulation avec isolation du mur.	107
Tableau 3- 5: résultat de la simulation avec isolation du mur + toiture.....	108
Tableau 3- 6: résultat de la simulation avec isolation du mur + toiture + dégradation de climatisation.....	109
Tableau 3- 7: comparaison des besoins en chauffage et climatisation pour chaque cas de simulation.	112

Nomenclature – Symboles.

e : épaisseur d'une couche de matériau (m).

ρ : masse volumique d'un matériau (kg/m^3).

k : conductivité thermique d'un matériau (W/m.K).

c : chaleur massique d'un matériau (Wh/kg.K).

U : coefficient de transfert thermique d'une paroi en $\text{W/m}^2/\text{K}$.

A : surface d'une paroi en m^2

A opaque : somme des surfaces opaques d'une zone.

A transparent : somme des surfaces transparentes d'une zone.

A totale : somme des surfaces opaques et transparentes d'une zone.

A moyenne : moyenne des surfaces opaques d'une zone.

U_{Ag} : coefficient de transfert avec le sol ($\text{W/m}^2.\text{K}$).

U_{Aw} : coefficient de transfert par un vitrage (W/K).

h : coefficient de transfert thermique superficiel (incluant les transferts radiatifs et convectifs).

Ψ_L : coefficient de transfert global correspondant aux ponts thermiques entre une zone et l'extérieur (W/K).

\dot{m} : débit de ventilation minimal de la zone (kg/s).

ε : efficacité moyenne d'un récupérateur de chaleur sur l'air de ventilation (entre 0 et 1).

T : température.

\dot{T} : dérivée d'une température.

P : puissance thermique (positive ou négative) fournie à une zone par un équipement de chauffage ou de rafraîchissement, la ventilation, les apports internes, les occupants.

C_{tot} : capacité thermique de l'air et des parois légères incluses dans une zone (Wh/K).

Q'_{sol} : flux solaire net restant dans la zone en W.

Q_{sw} : rayonnement solaire incident sur un mur opaque (W/m²).

T_{eq} : température équivalente (sortie du système d'équations d'une zone adjacente).

α : facteur d'absorption d'une surface.

α_m : facteur d'absorption moyen des surfaces d'une zone.

τ_m : facteur solaire moyen des vitrages d'une zone.

τ_{ti} : facteur de transmission pour une couche d'isolant transparent.

Indice :

' : maille intermédiaire d'une paroi.

" : maille la plus externe d'une paroi.

im1 : isolant éventuel entre la zone et la maille d'une paroi côté intérieur.

im2 : isolant éventuel entre la maille côté intérieur et une maille Intermédiaire.

im3 : isolant éventuel entre une maille intermédiaire et la maille côté Extérieur.

im4: isolant éventuel entre la maille du côté extérieur et l'extérieur.

m : moyen.

ext : extérieur.

int : intérieur.

sol : sol (T_{sol} : température du sol à 10 m de profondeur).

zone : zone (T_{zone} : température de la zone considéré).

Abréviations :

PSE : polystyrène expansé.

BR : Bâtiment de référence.

RBr : Bâtiment de référence réel.

RBv-exp : Bâtiment de référence virtuel expérimental.

RBv_data : Bâtiment de référence virtuel data.

DTR : Document technique réglementaire.

STD : simulation thermique dynamique

Introduction générale :

Le secteur bâtiment consomme 40% de l'énergie utilisée par la société. En conséquence, il représente une source non négligeable de la pollution par les systèmes de chauffage et de climatisation qui assurent le confort quelle que soit la conception, performante du point de vue climatique ou pas.

La consommation d'énergie peut être considérablement réduite par l'adoption des stratégies d'efficacité d'énergie dans le bâtiment et cela en proposant des composants de l'enveloppe plus efficaces.

La bioclimatique est l'un des concepts les plus importants qui jouent un rôle primordial dans l'économie de l'énergie afin de réduire la consommation des sources fossiles et de diminuer le taux de pollution dans l'air. De façon générale, construire un habitat bioclimatique consiste à adapter le bâtiment au climat et aux caractéristiques du terrain sur lequel il est situé. Ceci consiste également à concevoir une enveloppe économe en énergie qui limite en hiver les déperditions de chaleur, en profitant au maximum des apports solaires, et protège en été des fortes températures. Dans ces conditions, les besoins en chauffage diminuent et la température reste agréable en été sans recourir à la climatisation, très consommatrice d'énergie. L'isolation est l'un des axes principaux de l'architecture bioclimatique, elle permet en même temps d'accroître le confort et de réduire la consommation d'énergie de chauffage et climatisation. Mais ce n'est pas tout, l'isolation est également bénéfique pour l'environnement car, en réduisant la consommation, elle permet de préserver les ressources énergétiques et de limiter les émissions de gaz à effet de serre. Ainsi, l'isolation thermique est intéressante en termes de confort, d'économies financières et de protection de l'environnement.

Une conception efficace de l'habitat revient à bien choisir l'orientation, la compacité du bâtiment, la position et le type de vitrages ainsi que les matériaux de l'enveloppe.

Problématique :

La consommation d'énergie est en légère augmentation, car le niveau du confort recherché dans les logements actuel est supérieur aux conditions du passé.

Comment peut-on réduire la consommation énergétique dans le bâtiment ?

Dans le cadre de cette problématique une recherche a été faite, et qui a pour objectif de trouver des solutions adéquates dite passive afin de minimiser la consommation et les pertes énergétiques de notre habitat choisie.

Notre recherche comprend trois chapitres :

- le premier chapitre nous permis à travers « l'architecture bioclimatique et l'état de l'art » : de tirer les informations détaillées sur les principes de la conception bioclimatique et l'isolation thermique et le confort thermique.
- Le deuxième chapitre : contient des généralités sur le choix bâtiment de référence et présentation de cas d'étude.

Une simulation thermique dynamique à l'aide de logiciel pléiade 5.21.3.0 : des simulations sont faites en changeant les paramètres d'étude par la technique d'isolation.

- Le troisième chapitre: comprend les résultats après simulation, et des discussions sur le bilan énergétique du bâtiment considéré.

A la fin de cette recherche, on terminera par une conclusion dans laquelle on présentera les résultats obtenus ainsi que les solutions proposé pour améliorer les performances énergétiques dans le bâtiment.

Chapitre 1 : l'architecture bioclimatique et l'état de l'art

1-ETAT DE L'ART :

Plusieurs articles et mémoires ont été élaborés durant ces dernières années à propos de l'amélioration de l'isolation nous allons citer quelques uns.

1-1Articles consultés :

1-1-1 Article n°1 : « Amélioration de l'isolation thermique des habitats dans les régions chaudes et arides »

Présenté par (H. NECIB, R. BELAKROUM, K. BELAKROUM), 2016 :

Le principe objectif de cette étude: L'amélioration de l'isolation thermique de l'enveloppe des bâtiments, des habitats ou des bureaux est l'une des moyens les plus efficaces qui aide à garantir un confort thermique avec la moindre consommation d'énergie. Elle diminue les gains pendant l'été et les déperditions thermiques pendant l'hiver.

Le gain thermique à travers les murs des quatre façades représente 27.11% du gain thermique global de la salle. Pour réduire cette portion, une isolation thermique par polystyrène des épaisseurs de (2 à 10cm) est proposée à l'intérieur de la salle.

Résultat : L'augmentation de l'épaisseur de l'isolant améliore, d'une façon remarquable, l'isolation de la salle pour toutes les orientations. Une réduction maximale de 62.36% est remarquée pour la face Ouest et une épaisseur de 10 cm de polystyrène, et avec seulement une épaisseur de 5cm, on peut arriver à réduire les gains thermiques jusqu'à 49.44% pour la même orientation. [1]

1-1-2 Article n °2:« Simulation de l'effet de l'isolation thermique des bâtiments Cas du centre psychopédagogique SAFAA à Oujda »

Présenter par R. Guechchati ,M.A. Moussaoui, Ahm. Mezrhab et Abd. Mezrhab 2010 :

Le but de cet article, est l'étude thermique et énergétique du centre psychopédagogique 'SAFAA' qui se situe dans la ville d'Oujda (Maroc). A ce propos, des simulations ont été effectuées à l'aide du logiciel de simulation du comportement thermique en régime dynamique 'TRNSYS 16' avec le modèle numérique type 56. Ce projet vise l'introduction des matériaux isolants dans un bâtiment afin d'améliorer le confort thermique et de réduire l'énergie consommée. Diverses solutions ou variantes ont été proposées, qui permettent de faire un choix pertinent assurant un meilleur confort thermique de cette institution tout en étant très peu gourmand en énergie.

Parmi les différentes variantes proposées pour les simulations :

- Insolation de la toiture avec 6 cm de polystyrène Expandé.
- Insolation de la toiture et isolation externe des murs avec 6 cm de polystyrène expansé.
- Insolation de la toiture et isolation interne des murs avec 6 cm de polystyrène expansé.
- Insolation de la toiture et isolation interne des murs avec 6 cm de polystyrène expansé et utilisation du double vitrage.
- Insolation de la toiture et isolation des murs avec 6 cm de polystyrène expansé entre la double cloison.
- Insolation de la toiture et isolation des murs avec 6 cm de paille compacte entre la double cloison.

Résultat:

Utiliser l'isolation de la toiture et l'isolation interne des murs avec 6 cm de polystyrène expansé et l'utilisation du double vitrage permet de réduire considérablement la puissance de chauffage. [2]

1-1-3 Article n °3:« Performances de l'efficacité énergétique et l'énergie PV dans le bâtiment résidentiel: Cas de trois zones en Algérie »

Présenter par A. Semache, A. Hamidat, A. Benchatti , S. Bahria , K. Imessad 2014:

Le présent article a pour objectif d'étudier l'influence de l'efficacité énergétique et l'utilisation de l'énergie photovoltaïque dans le bilan énergétique des bâtiments résidentiels. Les résultats ont été obtenus pour trois zones différentes en Algérie. Dans ce travail, le projet pilote de Soudania (Alger) qui est construit dans le cadre de projet MED-ENEC et coopération CDER/CNERIB, est pris comme bâtiment de référence, Elle est considérée à haute qualité énergétique.

L'étude comparative des performances énergétique thermiques d'un bâtiment résidentiel de référence avec un autre bâtiment classique ayant les mêmes caractéristiques dimensionnelles, a bien montré l'effet positif des mesures d'efficacité énergétique sur la réduction de la demande d'énergie et ce dans trois régions en Algérie : Laghouat, Béchar, et El Oued.

Sur le plan architectural, la maison a été conçue en respectant les principes de l'architecture bioclimatique: utilisation des matériaux locaux, Béton de Terre Stabilisé BTS', isolation thermiques des murs, toiture, et plancher bas utilisant le Polystyrène Expansé PE, éradication des ponts thermiques, protection solaire, double vitrage, ventilation naturelle et ombrage naturel, Eclairage naturel et Lampe basse consommation.

Résultat:

Le taux de réduction de la demande d'énergie est plus important dans la région de Laghouat avec 55.73%, que dans la région de Béchar et El Oued avec 52.65%, 51.63% Ce qui prouve que les mesures d'efficacité énergétique telle que l'isolation thermique des murs, de la toiture, du plancher bas et des fenêtres, la masse thermique ainsi que le remplacement des équipements énergivores utilisés dans le bâtiment traditionnel par d'autres appareils énergétiquement efficaces (économés), représentent une solution clés pour faire face à la forte croissance de la demande d'énergie dans le bâtiment résidentiel.[3]

1-2 Mémoires consultés :

Mémoire En vue de l'obtention du diplôme de magister en Génie mécanique.

1-2-1« Réhabilitation thermique d'un local dans une zone aride-cas de Ghardaïa»

Présenté par : Farida SAM 2012 .

L'étude montre l'intérêt de la réhabilitation thermique d'une habitation existante. Les résultats trouvés sur chaque graphique dans tous les cas sont d'un apport important en termes de gain d'énergie et de confort thermique.

Objectif : Inscrire dans une optique de réhabilitation thermique d'un local d'habitation dans la région de Ghardaïa afin d'assurer un certain confort thermique.

Une isolation thermique du mur ouest exposé au soleil, du mur nord exposé au vent dominant ainsi que l'isolation de la toiture, Le matériau isolant utilisé est le polystyrène avec une épaisseur de 8cm à l'extérieur.

Résultat :

Ces résultats sont enregistrés en 2005 avant l'achèvement des travaux de réhabilitation :

Les valeurs de températures enregistrées à l'intérieure du local dépassent les 35°C et peuvent même atteindre les 40°C en été, et compte une différence de température très faible entre l'intérieure et l'extérieure (0°C à 1°C), En hiver la température intérieure avoisine les 13°C, et la différence est de l'ordre de 4 à 5°C. Elles sont comparées directement à celles mesurées dans le studio accolé de même architecture, en été une valeur stable de 32°C, une différence de température allant de 4 à 9°C.

Après la réhabilitation du studio en 2008 :

En été Les valeurs oscillant entre 28°C et 29°C. En hiver, la température affiche une valeur allant de 17°C à 21°C, et la différence de température dépasse les 3°C avant et après réhabilitation.

Valeurs de déperdition thermique avant et après isolation du local :

Tableau 1- 1: Valeurs de déperditions thermiques avant et après réhabilitation. [4]

Déperditions totales avant Réhabilitation			Après réhabilitation
Désignation		Déperdition [W/°C]	Déperdition [W/°C]
Local	N		
Séjour	1	132.57	110.05
S.de bain	2	96.12	84.08
Cuisine	3	134.64	123.01
Chambre	4	139.46	100.52
Déperditions totales initiales : (Q_{Ti})=502.79W/°C			Déperditions totales finales : (Q_{Tf})=417.66W/°C

La valeur de déperdition thermique après réhabilitation (Q_{Tf}) est inférieure à celle calculée avant isolation (Q_{Ti}). [4]

1-2-2« Evaluation et Amélioration Energétiques de Bâtiments dans le cadre du Programme National d'Efficacité Energétique »

Par Mr. Sofiane RAHMOUNI, 2019/2020.

objectif : l'étude de l'impact des mesures d'efficacité énergétique sur les besoins énergétiques thermiques d'un bâtiment tertiaire conditionné par des données météorologique de trois villes algériennes ; Alger, Batna et Ouargla qui représente respectivement trois zones climatiques ; zone méditerranéenne, zone semi-aride et zone désertique, afin d'améliorer leur performance énergétique et réduire leurs émissions de gaz à effet de serre, en adaptant les mesures les plus appropriées pour chaque zone.

Isolation des murs extérieurs et du toit est définie par l'épaisseur de l'isolant. Quatre épaisseurs différentes sont considérées de l'isolant, qui sont 0,025m, 0,05m, 0,075m et 0,1 m. Pour simplifier les calculs, le même matériau isolant « polystyrène expansé » est proposé dans tous le cas, avec une conductivité thermique de $0,035 \text{ W / (m}^2 \text{ K)}$. Pour la réflectance de la chaleur solaire du toit, trois options sont prises : claire, moyenne et sombre.

Résultat :

L'isolation des murs peut légèrement diminuer l'intensité de l'énergie de climatisation à Ouargla avec l'augmentation de l'épaisseur de polystyrène jusqu'à 1,17 %, alors qu'elle a légèrement augmenté pour Alger et Batna. Pour ces derniers, l'intensité de l'énergie de chauffage a diminué avec des épaisseurs différentes de polystyrène jusqu'à 20,24 % à Alger et 18.26 % à Batna. [5]

Mémoire Présenté pour l'obtention du diplôme de Master académique par :
Aichaoui Saber 2019.

1-2-3 « Contribution à l'étude des matériaux de construction aux bâtiments à basse consommation d'énergie dans les zones aride »

Le climat dans les régions sahariennes dans notre pays caractérise par un hiver froid et sec et un été très chaud. Les matériaux de construction utilisés dans ces régions sont le béton et le mortier de ciment, qui présentent une mauvaise résistance thermique ce qui engendre d'énormes dépenses de la consommation énergétique de climatisation et de chauffage. Pour remédier à ce problème il est nécessaire d'installer des matériaux isolants ou de remplacer ces matériaux de construction par un autre matériau ayant une bonne isolation thermique et à faible consommation d'énergie. Ce travail porte sur la valorisation d'intégration des matériaux isolants pour améliorer la performance thermique de l'enveloppe des bâtiments, utilisé deux type de matériaux d'isolations le premier est la fibre comme une matière locale et le deuxième c'est le polystyrène. Il s'agit dans une étape importante pour valoriser l'effet technoéconomique et le confortable avec moins consommation d'énergie. La méthodologie de ce travail porte sur les méthodes numériques utilisant la simulation thermique dynamique à l'aide du logiciel de simulation TRNSYS et son interface TRNBuild.

Objectifs : l'apparition de solutions passives, qui ont été développées en augmentant fortement l'isolation des différentes composantes de l'enveloppe pour empêcher au maximum les déperditions de chaleur vers l'extérieur.

L'isolation sera utilisée selon une épaisseur allant de 1 à 20 (cm) pour l'extérieur, le toit et le plancher bas .Pour déterminer quelle partie doit être isolée en priorité, examiner l'effet isolant en fonction de l'emplacement de l'isolation, soit à l'extérieur, soit dans les murs extérieurs et la toiture, c'est-à-dire isolant en polystyrène.

Résultat : Les résultats montrent que l'utilisation des Polystyrène expansé comme un matériau de construction donne la moins consommation d'énergie pour le chauffage et pour la climatisation donc, une économie d'énergie plus important par rapport le cas de base (194.13 kWh/m² an) et le cas avec fibre (186.52 kWh/m²/an). La performance énergétique pour le Polystyrène expansé est égale (176.09 kWh/m²an). Cette performance est plus faible par rapport les autre cas. Les résultats montrent que l'utilisation de Polystyrène expansé comme un matériau d'isolation donne les meilleurs résultats en point de vue

énergétique, il peut réduire la consommation totale 9.29%kWh pour le cas du prix 1kwh=4DA et 9.29% pour le cas du prix 1KW=14DA.

Une différence de Consommation d'énergie entre les deux isolant allons jusqu'au 12.99%.l'utilisation d'isolant en polystyrène est une solution plus efficace qui donne les meilleurs résultats en termes d'économie d'énergie. [6]

Tableau 1- 2: Besoin énergétique annuel (type d'isolation). [6]

	Cas de base	Isolation à Polystyrène expansé	Isolation à fibre
Besoin de chauffage [kWh]	11990	9045	10550
Besoin de climatisation [kWh]	43920	41670	43170
Besoin total [kWh]	55910	50715	53720
Performance [kWh/m ² an]	194.13	176.09	186.52

La répartition des logements à Blida :

La répartition des logements habités des ménages ordinaires et collectifs par la wilaya de Blida et selon le type de construction au recensement de 2008 selon le tableau ci-dessous.

Tableau 1- 3: La répartition des logements à Blida. [7]

Immeuble habitation	Maison individuelle	Maison traditionnelle	Autres ordinaires	Constructions précaires	Non déclaré
38 314	83 840	16 681	756	6 398	3 778

La répartition des logements habités des ménages ordinaires et collectifs selon la wilaya de Blida, le nombre de pièces au recensement de 2008 selon le tableau ci-dessous.

Tableau 1- 4: La répartition des logements par le nombre de pièces. [7]

1 pièce	2 pièces	3 pièces	4 pièces	5 pièces	6 pièces &+
12 929	30 074	49 868	31 628	10 498	9 752

2- Etude bibliographique :

2-1 Introduction :

L'architecture bioclimatique, considérée comme une nouveauté, Cette architecture est ignorée par la généralisation des moyens modernes de chauffage et d'air climatisé suite à l'arrivée de la révolution industrielle et la disponibilité des énergies fossiles, alors que l'architecture traditionnelle a pris en considération les éléments climatiques locaux (Watson, D. Camous, R. 1983).

Le but de l'architecture bioclimatique est d'augmenter la performance énergétique des bâtiments en prenant en considération le climat et le site au même degré que les exigences du confort et de la qualité d'ambiance intérieure et la rentabilité.

L'isolation thermique dans le bâtiment est un paramètre très important dans l'économie énergétique.

2-2 L'architecture Bioclimatique:

Parmi les définitions de l'architecture bioclimatique :

1. Est une procédure vise à l'amélioration du confort dans l'espace bâti en induisant de manière naturelle le soleil, l'air et la lumière tous en se protégeant des impacts négatifs du climat extérieur. Elle s'inspire des techniques de constructions anciennes, qui s'adaptaient à l'environnement pour en tirer le meilleur. Il s'agit de capter les rayons du soleil en hiver, s'en protéger en été, ou encore opter pour des matériaux à forte inertie thermique. [8]

Cette architecture cherche à diminuer les besoins énergétiques d'un bâtiment durant sa vie tout en tenant compte de la préservation d'un environnement urbain sain et agréable. [9]

« L'architecture bioclimatique tente de tirer parti des énergies ambiantes disponibles sous forme de lumière et de chaleur : plus de lumière naturelle pour mieux relier l'homme à son environnement et réduire le coût, de fonctionnement de l'éclairage artificiel ; plus de chaleur gratuite pour freiner les consommations en énergie marchande et limiter les atteintes à l'environnement ». [10]

La conception bioclimatique d'un bâtiment vise à optimiser l'utilisation des apports solaires et de la circulation naturelle de l'air, limitant ainsi le recours au chauffage et à la climatisation. Elle valorise les avantages du terrain (orientation du bâtiment), l'orientation des pièces, les surfaces vitrées, L'inertie du bâtiment... (FFB, 2010).

2-2-1 Les principes de base de conception bioclimatique :

Afin d'élaborer un projet architectural bioclimatique, l'architecte doit suivre certains nombres des procédures pour répondre aux exigences liées au climat et de confort.

L'architecture bioclimatique recherche à construire et vivre avec le climat et non contre lui :

- En période hivernale : Favoriser les apports de chaleur.

Éviter les pertes calorifiques.

- En période estivale : Diminuer les apports thermiques.

Favoriser le rafraîchissement. . [8]

S'inscrivant dans une démarche de développement durable, l'architecture bioclimatique se base sur les principes suivants : [10]

- ❖ Minimisation des pertes énergétiques en s'adaptant au climat environnant :
 - Compacité du volume.
 - Isolation performante pour conserver la chaleur.
 - Réduction des ouvrants et surfaces vitrées sur les façades exposées au froid ou aux intempéries.

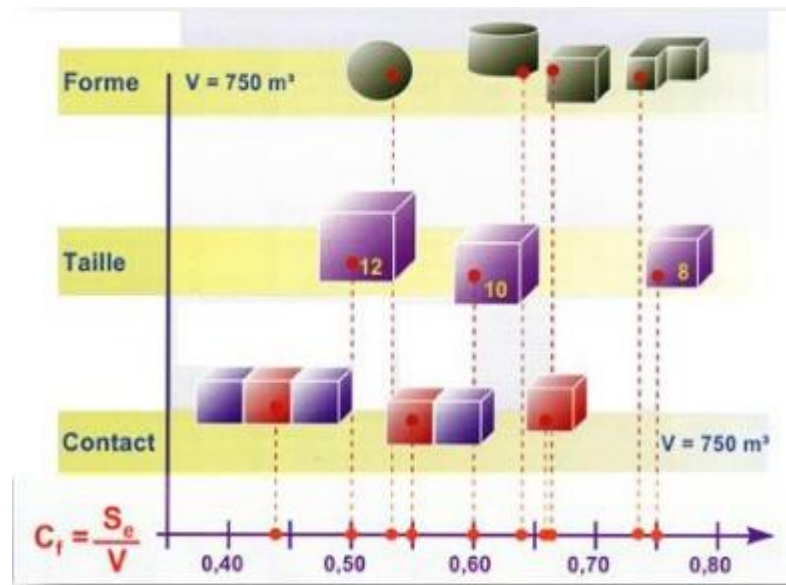


Figure 1- 1: compacité du bâtiment. [8]

- ❖ Privilégier les apports thermiques naturels et gratuits en hiver :
 - Ouvertures et vitrages sur les façades exposées au soleil.
 - Stockage de la chaleur dans la maçonnerie lourde.
 - Installations solaires pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire.

- ❖ Privilégier le rafraîchissement naturel en été :
 - Protection solaires fixes, mobiles ou naturels (avancée de toiture, végétation....)
 - Ventilation.
 - Inertie appropriée.

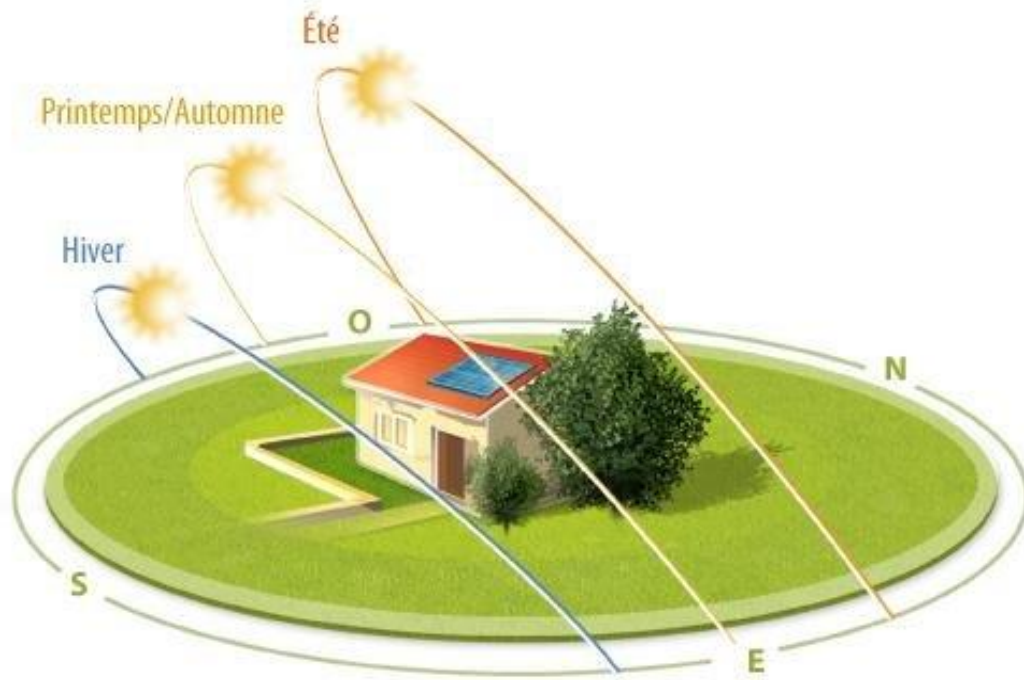


Figure 1- 2 : Position de soleil et les espaces ensoleillé.

Source : researchgate .net

- ❖ Privilégier les apports de lumière naturelle : [10]
 - Intégration d'éléments transparents bien positionnés.
 - Choix des couleurs.

2-3 Confort thermique :

Peut se définir comme la satisfaction exprimée par un individu à l'égard de l'ambiance thermique du milieu dans lequel il évolue. Ainsi, pour être en situation de confort thermique une personne ne doit avoir ni trop chaud, ni trop froid et ne ressentir aucun courant d'air gênant. Il y a donc une part personnelle dans l'appréciation du confort thermique, liée en particulier au métabolisme de chacun. Dans une même ambiance quelqu'un pourra se sentir bien (sensation de confort) alors qu'une autre personne pourra éprouver une certaine gêne (sensation d'inconfort). [12]

Une autre approche, définie par Slater consiste à considérer le confort comme « un état plaisant d'harmonie physiologique, psychologique et physique entre un être humain et son environnement ». (Slater, 1986 cit. par Gallissot, 2012).

Le confort thermique est important pour améliorer la qualité des ambiances intérieures, la santé et la production de l'occupant tout en préservant le bâtiment, minimisant la consommation énergétique et conservant l'environnement des pollutions liées à l'utilisation des énergies non renouvelable. (Kamajou, A. et al 2012, CERTU 2003).

Garantir un confort thermique optimal est impossible car cela est lié aux individus. La définition de la température intérieure est un compromis entre le confort d'usage et l'efficacité énergétique. (jean- Marie, 2008). [8]

2-3-1 facteurs influençant le confort thermique : [12]

En général, on distingue deux facteurs qui influencent le confort thermique :

Les facteurs subjectifs :

- Le métabolisme.
- L'habillement, par sa résistance : (R_v).

Les facteurs objectifs :

- Température de l'air : T_a .
- Température radiante moyenne (moyenne de la température des parois) : T_r .
- Humidité relative de l'air : H_r .
- Vitesse relative de l'air : V_a .

2-4 L'efficacité énergétique dans le bâtiment :

« L'efficacité énergétique est rapidement devenue l'un des grands enjeux de notre époque et les bâtiments en sont une des composantes majeures. Ils consomment plus d'énergie que tout autre secteur et contribuent donc dans une large mesure au changement climatique ». [13]

L'efficacité énergétique dans le bâtiment, se réalise à travers ; le choix des matériaux, l'inertie de l'enveloppe, l'isolation et l'architecture bioclimatique. [14]

1. L'efficacité énergétique veut dire réduire à la source la consommation d'énergie nécessaire pour un même service sans provoquer une diminution du niveau du bien-être ou de qualité de ce service dans les bâtiments, autrement dit la meilleure utilisation de l'énergie pour une qualité de vie constante. [14]

2. C'est le rapport entre l'énergie directement utilisée (dite énergie utile) et l'énergie consommée (en général supérieure du fait des pertes) (FFB, 2010).

Un bâtiment justifiant une bonne efficacité c'est un bâtiment qui vise l'équilibre entre la production et la consommation. [39]

-L'efficacité énergétique passive, axée sur l'enveloppe du bâtiment et l'amélioration de son isolation.

En augmentant l'efficacité énergétique nous utilisons moins d'énergie et nous réduisons de même coup les émissions de gaz à effet de serre, protégeant ainsi l'environnement .la sécurité de l'approvisionnement en énergie s'en trouve également renforcée .et n'oublions pas qu'en adoptant des solutions favorisant l'efficacité énergétique, nous dépensons moins d'argent pour l'énergie. [15]

2-5 L'inertie thermique :

C'est la capacité d'un matériau d'emmagasiner et de restituer de la chaleur ou de la fraîcheur. L'inertie thermique peut être l'équivalent du confort et d'économie en énergie lorsqu'elle est prise en considération lors de la conception comme elle peut être une cause d'inconfort et de gaspillage énergétique si elle est ignorée ou mal traité. [8].

2-5-1 Les effets de l'inertie :

Une forte inertie thermique permet d'éviter les surchauffes journalières et de profiter de fraîcheur nocturne en été, donc de réduire le besoin de refroidir artificiellement. IL s'agit de profiter de la chaleur naturelle en hiver surtout dans le cas d'un usage continu. Cela permet de diminuer la facture énergétique dans tous les saisons à condition de bien orienter les vitrages et d'occuper le bâtiment fréquemment en améliorant le confort thermique à l'intérieur et en atténuant les fluctuations de température à l'extérieur. [8]

2-6 Les Ponts thermiques :

Un pont thermique est une partie dans des éléments de construction à travers laquelle la chaleur est transportée plus rapidement que par d'autres éléments de construction. [16]

Généralement, les ponts thermiques sont disposés au niveau des points où l'isolation est absente ou présente des faiblesses, Les jonctions entre les différents plans (mur/ plancher par exemple) et les changements des parois (opaque / vitré). (Gallauziaux, T. et Fedullo, D. 2010). [8]

Les ponts thermiques sont localisés principalement dans les discontinuités de la structure. Parmi les principales discontinuités, on peut citer les liaisons mur/ Plancher, mur/refend, etc. [16]

Pour réduire les effets des ponts thermiques, il faut créer une barrière composée d'un élément de rupture isolant au niveau du passage du flux de chaleur. Il s'agit de réduire la section de passage du pont thermique en augmentant son parcours. (Gallauziaux, T. et Fedullo, D. 2010). [8]

2-7 L'isolation thermique d'un bâtiment :

Est la conception et l'exécution de sa structure et de tous les éléments de l'enveloppe extérieure de manière qu'ils aient la résistance thermique avec une inertie thermique ainsi qu'il soit adéquats aux pertes et aux apports de la chaleur. [8]

L'isolation thermique à trois fonctions principales dans un logement. La première consiste à augmenter le confort thermique en hiver comme en été. La deuxième est de minimiser la consommation énergétique pour le chauffage et / ou la climatisation. Alors que la troisième est de rendre l'habitat plus écologique en diminuant les pollutions liées au rejet des gaz à effet de serre dans l'atmosphère. [8]

2-7-1 Isolation thermique des murs dans le bâtiment :

Un bâtiment perd une certaine quantité de la chaleur à travers son enveloppe. Ce qui oblige les usagers à consommer de l'énergie achetée pour répondre aux besoins en chauffage et en climatisation. Les pertes de chaleur par transmission sont influencées par les murs et leur composition. A cet effet le choix des matériaux de construction est très important. On choisit un isolant pour deux paramètres essentiels :

- Son coefficient d'isolation (faible conductivité thermique).
- Son déphasage thermique : c'est-à-dire la capacité des matériaux de construction à ralentir les changements de température, c'est ce qu'on appelle inertie thermique utile, c'est la capacité d'un bâtiment à absorber

puis à restituer la chaleur de manière diffuse. Plus l'inertie est importante, plus le matériau stockera d'énergie. [17]

2-8 Les principes de l'isolation thermique:

Pour isoler une enveloppe, trois manières d'isolation sont disponibles : [18]

2-8-1 Isolation intérieure:

Ces types d'isolation sont largement utilisés grâce à leurs multiples avantages. La facilité de mise en œuvre représente un de ses bienfaits avec une application moins chère que d'autres types d'isolation et ne nécessite pas l'intervention d'un professionnel. Alors que ses inconvénients sont plus importants car elle diminue l'espace habitable, supprime les bienfaits de l'inertie thermique, provoque la condensation des parois et n'élimine pas les ponts thermiques.

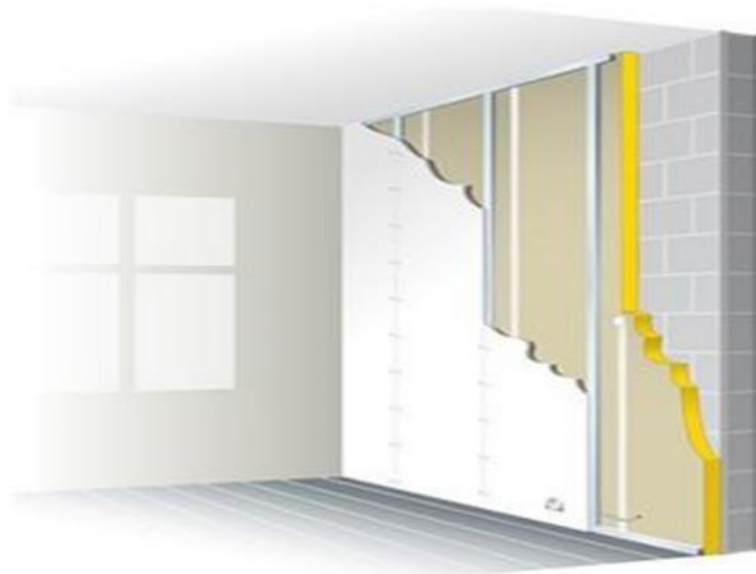


Figure 1- 3 : l'isolation intérieure. [17]

2-8-2 Isolation extérieure:

Elle est plus performante que le premier type d'isolation grâce à la suppression de tous les ponts thermiques, l'augmentation de l'effet de l'inertie thermique et la protection de la maçonnerie des intempéries et des variations de la température. L'isolation par l'extérieur est caractérisée aussi par son empêchement du froid et de la chaleur d'arriver aux parois intérieures. [18]

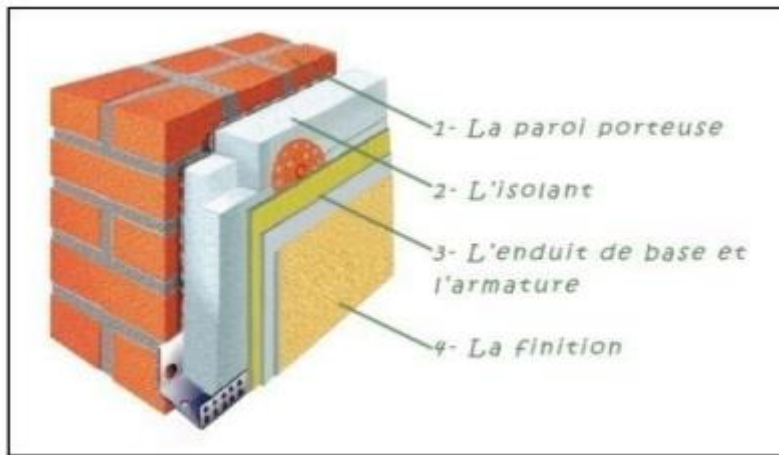


Figure 1- 4: mure à isolation extérieur. [18]

2-8-3 Isolation thermique intégrée :

L'isolation intégrée est une isolation des murs dans leur épaisseur. Elle n'est possible que pour les nouvelles constructions dès le début des travaux ou lors d'une opération de rénovation lourde, comme une extension ou une surélévation. Cette technique d'isolation permet de gagner du temps et réduire les coûts. Parmi ses autres avantages, elle permet de limiter les risques de ponts thermiques et reste une solution de construction durable puisque l'isolant n'est pas exposé aux agressions externes. Elle a la même durée de vie que les murs porteurs. [17]



Figure 1- 5: mur a isolation intégré. [17]

2-9 Les matériaux d'isolation :

[17] Une bonne isolation est nécessaire dans la conception d'un bâtiment bioclimatique, Les matériaux d'isolation sont de différentes natures : les isolants synthétiques, minéraux et végétaux.

➤ Les isolants synthétiques :

Le polystyrène (expansé ou extrudé) et le polyuréthane. Ces matériaux sont défavorables, ils contiennent des substances qui peuvent appauvrir la couche d'ozone et émettent des gaz toxiques en cas de combustion. Ils se présentent sous forme de panneaux.

➤ Les isolants minéraux :

(Les laines minérales), Ils sont composés de matériaux recyclés et fabriqués à partir de fibres minérales liées entre elles par collage. Ces produits sont commercialisés sous forme de matelassés et panneaux.

➤ Les isolants d'origine végétale et animale :

Cette catégorie d'isolants sont généralement issus de sources renouvelables et un mode de production qui a une grande énergie. Il existe de nombreux isolants d'origine végétale (chanvre, lin, coton, paille ou laine de bois), ou animale (laine de mouton, plumes de canard) plus ou moins utilisés dans l'isolation du bâtiment.

2-10 Les caractéristiques d'un bon isolant : [19]

➤ **Faible coefficient de conductivité thermique lambda (λ)** : qui permet de Freiner l'échange de chaleur entre l'intérieur et l'extérieur.

➤ **forte densité** : Bonne aptitude à accumuler la chaleur qui permet de :

-Amortir l'onde de variation de la température extérieure sur le cycle de 24heures (pour rester au frais d'été).

-retarder la propagation du feu en cas d'incendie.

-offrir une bonne isolation phonique.

➤ **perméabilité à la vapeur d'eau** : permet de laisser respirer la maison.

➤ **Absence de nocivité** : pas d'émanation toxique due à des additifs chimique, pas de microfibre irritantes.

➤ **Isolation préservée en cas d'humidité** : efficacité préservée de l'isolant par grand froid.

2-11 Le polystyrène :

L'isolant le plus disponible dans le marché algérien est le polystyrène. Mais son utilisation est très limitée dans le domaine du bâtiment. [8].

2-11-1 Le polystyrène expansé:

C'est un matériau imputrescible qui obtenu à partir d'hydrocarbures expansés à la vapeur d'eau et au pentane ce qui lui confère une structure à pores ouverts. [10]

Il est caractérisé par une conductivité très faible (entre 0.029 et 0.038 w/m.k). [20]



Figure 1- 6: polystyrène expansé.

Source : Amazon.fr

2-11-1-1 Le PSE, durable et efficace pour l'isolation thermique :

Le polystyrène expansé offre plusieurs avantages :

- sa légèreté (entre 10 et 30 kg/m³) : sa faible masse volumique permet de l'utiliser dans tous les étages d'une habitation (sous-sols, planchers intermédiaires, toits pentus, toiture-terrasse...). Il est facile à transporter, à découper et à installer.
- sa bonne résistance mécanique grâce à sa structure alvéolaire
- ses performances en matière d'isolation thermique : sa conductivité thermique est faible (0,038 W/m.K pour le PSE blanc et 0,032 W/m.K pour le PSE gris), ce qui implique que ses capacités isolantes sont bonnes. En effet, la conductivité thermique représente la quantité de

chaleur qu'un matériau va transférer par unité de surface et de temps sous l'effet d'un gradient de température entre les extrémités de l'échantillon considéré.

- sa durabilité : le PSE résiste efficacement aux changements de température ainsi qu'à l'humidité. D'ailleurs, la majorité des chantiers d'isolation par l'extérieur (ITE) sont réalisés avec du PSE, blanc ou gris.
- sa valorisation : il est entièrement recyclable. [21]

2-11-2 Polystyrène extrudé:

Il est issu de naphta. Il est caractérisé par une conductivité thermique varie est entre 0,029 et 0,037 W/m.K, [20], adapté pour les applications qui nécessitent une très forte résistance mécanique aux charges ou pour les applications qui nécessitent un comportement à l'eau à long terme (dallages industriels, terrasses circulables, ...). Cet isolant est commercialisé sous la forme de panneaux. [16]

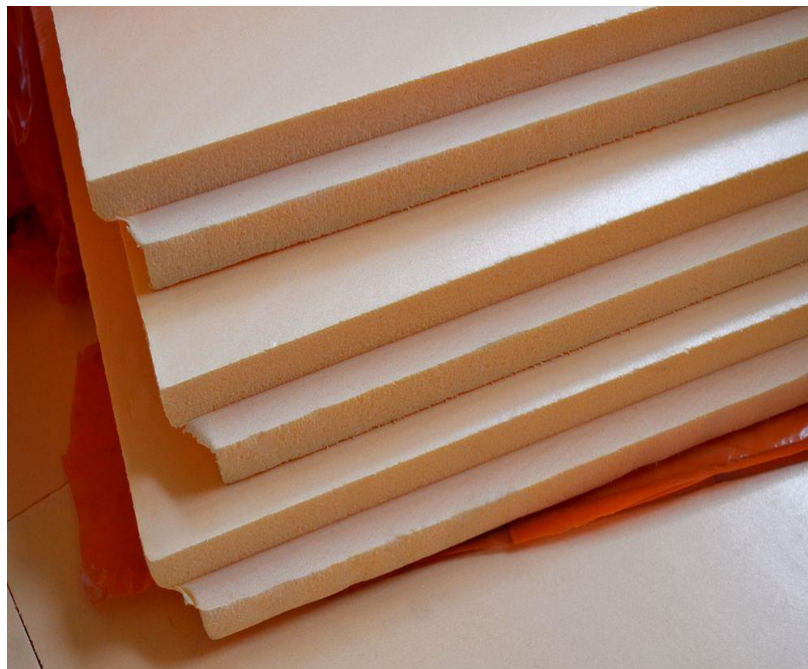


Figure 1- 7: Polystyrène extrudé.

Source : blog.ideobain.com

2-13 Le béton :

Le béton est un mélange de plusieurs composants très différents dont les uns sont actifs et les autres inertes [Georges Dreux, Jean Festa, 1998]. A l'origine, le béton était constitué d'un mélange de trois matériaux : le ciment, les granulats et l'eau. [22]

2-13-1 La classification : [23]

En général le béton peut être classé en 4 groupes, selon la masse volumique:

- Béton très lourd: > 2500 kg/m
- Béton lourd (béton courant): 1800 - 2500 kg/m
- Béton léger: 500 - 1800 kg/m
- Béton très léger: < 500 kg/m.

2-13-2 Propriétés du béton : [40]

Le béton est un matériau facile à mouler quelles que soient les formes de l'ouvrage, à l'épreuve du temps, économique, résistant au feu et nécessitant peu d'entretien. Matériau composite, mis en œuvre de multiples manières, il répond à un grand nombre de spécifications : résistance mécanique, notamment à la compression, isolation thermique et phonique, étanchéité, aspect, durabilité, sécurité incendie.

2-14 L'isolation thermique en Algérie : [8]

L'état de lieu : Généralement, l'isolation thermique en Algérie représente un domaine ignoré lors de l'édification des constructions de tous types. Une vue rapide sur le cadre bâti permet de montrer ce dernier.

2-14-1 Les logements collectifs :

En Algérie, l'édification des projets à caractère public est suite au cahier de charge qui exige la réalisation des murs extérieurs par double parois en briques creuses avec une lame d'air. Cette lame d'air n'est plus efficace suite aux nombre important des ponts thermiques et les malfaçons des ouvriers qui annulent l'isolation thermique.

La disposition de la brique transversale provoque une liaison directe entre l'intérieur et l'extérieur en créant des infiltrations d'eau et des ponts thermiques avec des risques de condensation. (Mazouz, S. 2012).

Dernièrement, l'isolation par le liège aggloméré expansé ou de polystyrène des toitures terrasse a devenu une obligation dans l'habitat collectif.

Concernant la partie vitrée de la construction, le simple vitrage est le plus utilisé en Algérie. La menuiserie est peu étanche et participe à augmenter la perméabilité de l'enveloppe à l'air.

2-14-2 Les logements individuels :

Concernant l'habitat individuel, la grande majorité des constructeurs à caractère privé réalisent la paroi extérieure avec un mur unique sans prendre en considération ni la lame d'air ni un isolant thermique. Cette situation des logements provoque des déperditions thermiques important et augmente la consommation énergétique par les énergies fossiles afin de chauffer ou de climatiser l'intérieur.

2-15 Le coffrage isolant :

Les avancées en construction résidentielle sont telles que les ingénieurs multiplient les innovations pour améliorer les performances des nouvelles constructions. Constitué de deux panneaux moulés comportant des insertions de polystyrène haut densité, le coffrage isolant est assemblé avant le coulage du béton. [24]

Contrairement à ce que l'on peut croire il ne s'agit pas d'une nouvelle technologie. Le bloc de coffrage isolant existe depuis plusieurs décennies, il nous vient d'Allemagne et a également beaucoup de succès au Canada. En France c'est encore un challenger sur le marché de la construction mais il ne manque pas d'argument pour convaincre. Le bloc de coffrage isolant est ni plus ni moins qu'une banche à béton qui va rester en place afin d'assurer l'isolation du mur. L'objectif principal du bloc de coffrage isolant est d'atteindre le niveau de performance d'une maison passive. Bien sûr qui peut le plus peut le moins, il peut donc également convenir pour des bâtiments en RT2012.

Le bloc de coffrage isolant est composé de 2 épaisseurs de polystyrène qui sont reliées entre elles par des entretoises. Afin de s'adapter au niveau d'isolation que vous souhaitez atteindre on va moduler l'épaisseur extérieure du bloc de coffrage isolant.

L'on va donc avoir systématiquement 5 cm de polystyrène à l'intérieur, 15 cm de béton et à l'extérieur 5 /10 /15 ou 20cm de polystyrène. [25]

Le coffrage isolant est un système de construction alliant la qualité isolante du polystyrène expansé (PSE) à la solidité structurale du béton. Les coffrages de PSE sont aisément assemblés afin de constituer autant les fondations que les murs des étages supérieurs. Le béton est coulé à l'intérieur de ces mêmes coffrages.

Le coffrage fait partie intégrante du mur puisqu'il demeure en place après la coulée. Grâce aux qualités isolantes du polystyrène expansé ainsi qu'à la masse thermique isolante du béton, l'étape de l'isolation est ainsi réalisée, contrairement aux méthodes conventionnelles.

Le béton, une fois mis en place, adhère parfaitement à la paroi. Il en résulte un mur "sandwich" où le mariage du béton et du polystyrène expansé ne laisse aucun espace d'air. Ce mur est un mur porteur, possédant une résistance de loin supérieure à une structure traditionnelle. [26]

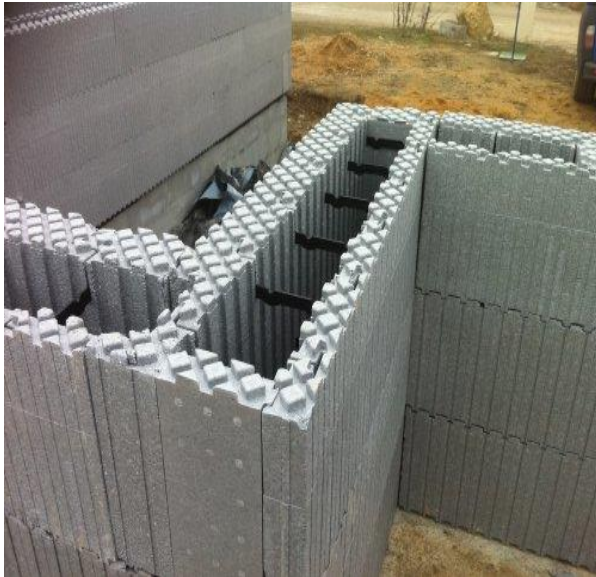


Figure 1- 8 : le coffrage isolant.

Source : notesdestyles.com



Figure 1- 9 : coffrage à béton isolé.

Source : lemoniteur.fr

2-15-1 Bâtiments collectifs avec le coffrage isolant : [27]

La construction de bâtiments collectifs, immeubles, complexes de bureaux, maisons de retraite, centres commerciaux a suscité un haut degré d'efficacité.

Une des conditions pour l'économie est le bon choix des matériaux de Construction.

Le coffrage isolant de quatrième génération répond à toutes les exigences d'un matériau de construction moderne:

- Adapté à la construction des bâtiments passifs.
- Qualité d'une structure en béton armé.
- Adapté à la construction parasismique.
- Gain de surface habitable.
- Optimisation des coûts de transport.
- Mise en œuvre rapide et économique.
- Optimisé pour une utilisation professionnelle et un service compétent.

2-15-2 Systèmes à coffrage isolant : [16]

La construction est réalisée avec des systèmes modulaires qui servent au départ de coffrage pendant la prise du béton, puis une fois les parois réalisées, ils assurent la fonction d'isolation. Le matériau isolant utilisé est très souvent le polystyrène.

Concernant le système constructif présenté à la figure ci-dessus, on pose d'abord des plaques de polystyrène et des nappes de treillis soudé. Des armatures de renfort sont disposées ensuite aux points singuliers (angles des ouvrants). La finition est réalisée par application de deux couches de mortier exécutées au moyen d'une lance.



Figure 1- 10: Réalisation de bureaux - Coffrages isolants.
En polystyrène, Souidania, Siège du CNERIB, Algérie
(Source : EL HASSAR, 2002)



Figure 1- 11: Réalisation de bureaux - Coffrages isolants.
En polystyrène, Souidania, Siège du CNERIB, Algérie
(Source : EL HASSAR, 2002)

2-15-3 Les avantages du coffrage isolant : [28]

➤ CONFORTABLE :

- Haute performance énergétique.
- Isolation extérieure et isolation phonique.
- Suppression des ponts thermiques.
- Double isolation des murs.

➤ ECOLOGIQUE :

- Permet la réduction des émissions de CO₂.
- Recyclable grâce au système d'entretoise.
- Filières de recyclage existantes.
- Compatible Construction H.Q.E environnementale.

2-15-4 Coffrage à béton isolé dans le marché Algérien :

Le Concrewall : un procédé constructif préfabriqué permettant la réalisation intégrale ou partielle d'ouvrages aux usages. [29]

Description :

Panneaux de 2 trilles soudées relié par des connecteurs avec une couche de polystyrène expansé façonné et intercalé entre les deux trilles les panneaux est assemblé et coulé sur place dans du béton projeté. [29]

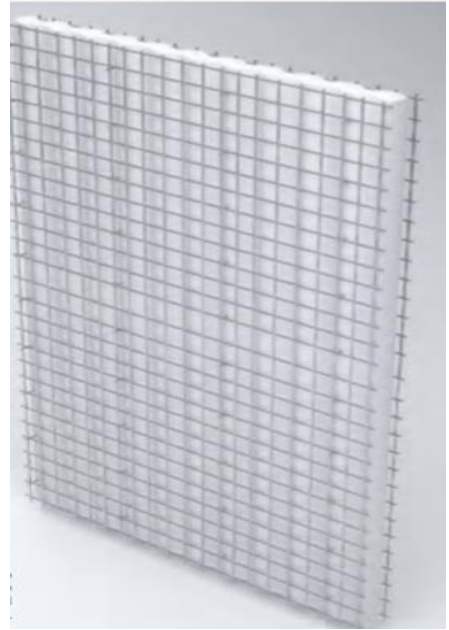
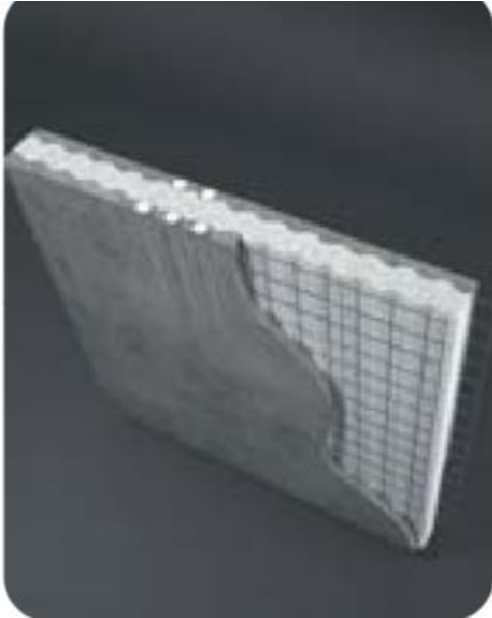








Figure 1- 12 : panneau individuel CONCREWALL. [29]

2-16 Quelle épaisseur de polystyrène expansé pour une isolation efficace ? [30]

L'isolation thermique avec le polystyrène expansé est possible au niveau du sol, des combles, des rampants, des murs et de la toiture par l'extérieur ou par l'intérieur. Voici les critères d'efficacité à viser pour chacun de ses postes.

Tableau 1- 5:épaisseurs du polystyrène. [30]

Isolation		Epaisseur	R (m ² .K/W)*	
	Combles Perdus	24 cm	7	+
		27 cm	8	++
		34 cm	10	+++
	Rampants	20 cm	6	+
		24 cm	7	++
		27 cm	8	+++
	Toiture Sarking	22 cm	6	+
		25 cm	7	++
		32 cm	9	+++
	Murs**	12 cm	3.75	+
		13 cm	4	++
		16 cm	5	+++
	Murs ITE	14 cm	3.75	+
		15 cm	4	++
		19 cm	5	+++
	Sol	10 cm	3	+
		14 cm	4	++
		15 cm	4.5	+++

2-17 Conclusion :

Certains pensent à tort que le coffrage isolant est moins intéressant en construction, car plus onéreux qu'un coffrage standard, toutefois cette technique représente surtout un très bon rapport qualité-prix. En effet, les ouvriers passent moins de temps assembler les panneaux de coffrage, ce qui réduit leur temps de travail. De plus, cette technique permet de prolonger les murs jusqu'au toit pour créer une continuité parfaite de l'isolation et de la structure, en renforçant l'efficacité énergétique de la maison.

Une isolation performante et une bonne inertie sont préconisées pour que la maison soit réellement économe, Le but de l'isolation est de freiner cet échange de thermique, et de permettre ainsi de garder les parois de l'habitation à une température la plus proche possible de celle de l'air intérieure.

Pour ces raisons on a choisis d'utiliser ce coffrage isolant dans notre cas d'étude, et ce qui sera présenté dans le chapitre suivant.

Chapitre 2 : choix de bâtiment de référence et présentation du cas d'étude.

2-1 Bâtiment de référence :

Désigne un bâtiment générique de la même taille et de la même forme que le bâtiment conçu un bâtiment conforme aux exigences prescriptives et dont les hypothèses prescrites sont utilisées pour générer le budget énergétique.

Bâtiment de référence désigne un bâtiment hypothétique utilisé pour déterminer la charge de chauffage maximale admissible pour le bâtiment proposé. [31]

Les modèles des bâtiments de référence sont utilisés pour la recherche sur les bâtiments commerciaux du DOE afin d'évaluer les nouvelles technologies, d'optimiser les conceptions, d'analyser les contrôles avancés, d'élaborer des codes et des normes énergétiques et de mener des études sur l'éclairage, l'éclairage naturel, la ventilation et la qualité de l'air intérieur. Les paramètres d'entrée des modèles de bâtiments proviennent de plusieurs sources. [32]

Les bâtiments de référence sont devenus un sujet crucial pour les études portant sur la performance thermique et énergétique des bâtiments.

Les bâtiments de référence peuvent être utilisés comme première évaluation du bilan thermique et énergétique des bâtiments. [33]

Afin de créer des BR, différentes approches peuvent être utilisées, basées sur les trois méthodologies suivantes :

2-1-1 Méthodologie RBr :

Sélection d'un bâtiment réel représentant le bâtiment le plus typique d'une catégorie spécifique.

2-1-2 Méthodologie RBv_exp :

Création d'un bâtiment virtuel qui, pour chaque paramètre pertinent, comprend le plus souvent matériaux et systèmes usagés, sur la base de demandes d'experts et d'autres sources d'information.

2-1-3 Méthodologie RBv_data :

Création d'un bâtiment virtuel qui, pour chaque paramètre pertinent, comprend le plus souvent matériaux et systèmes utilisés, à l'aide de données statistiques de base.

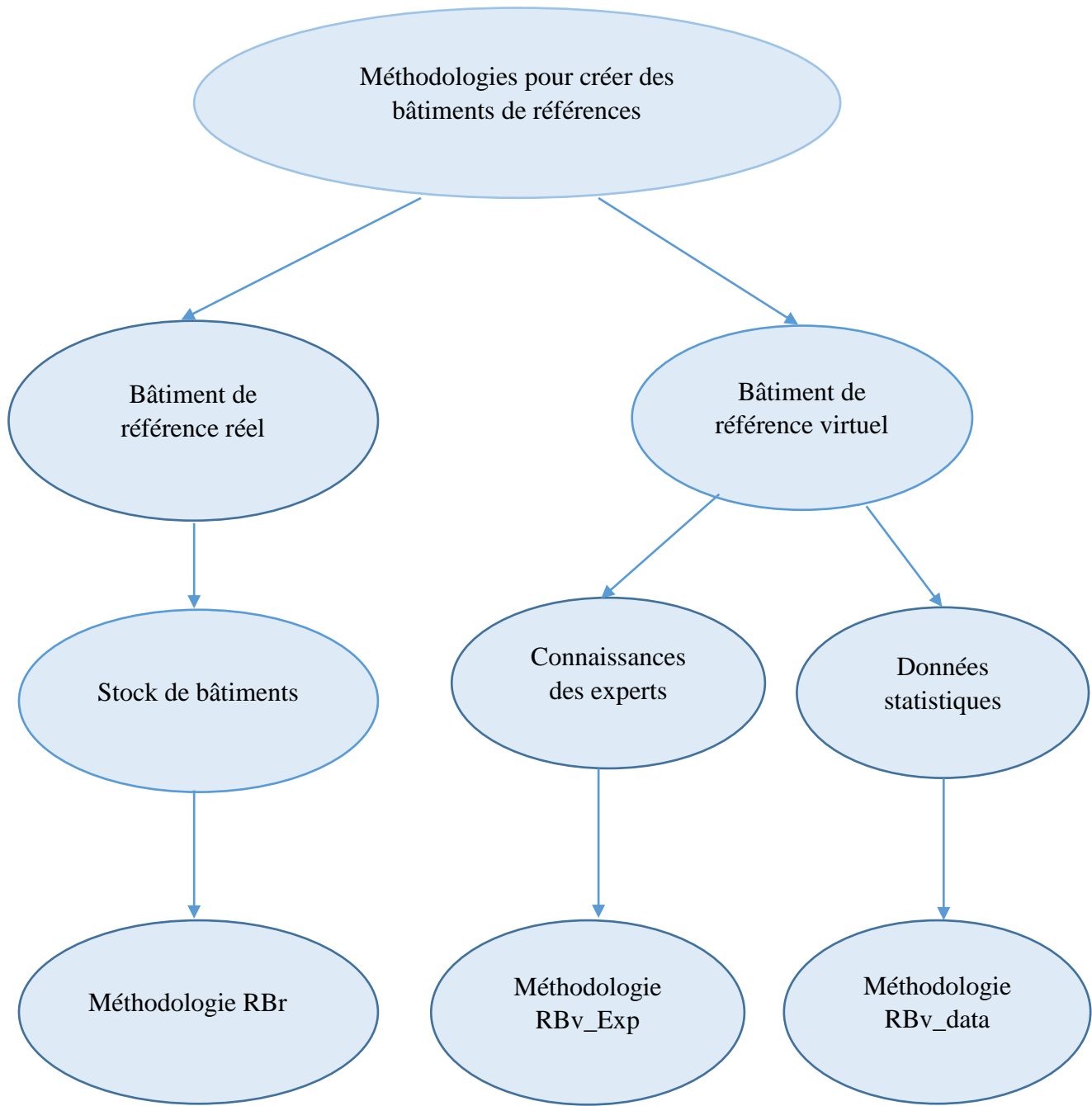


Figure 2- 1: Méthodologies pour créer RB. [33]

2-2 Les avantages et les inconvénients des méthodologies :

Tableau 2- 1: Avantages et inconvénients des méthodologies existantes pour la création d'un bâtiment de référence. [33]

	Méthodologie RBr	Méthodologie RBv_data	Méthodologie RBv_exp
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> • Sélectionner un bâtiment qui existe déjà (pas besoin d'informations supplémentaires) 	<ul style="list-style-type: none"> •La méthode la plus réaliste, car elle est basée sur des sources d'information détaillées •La méthode la plus objective, elle est basée sur des données réelles •L'utilisation d'une source de données statistique commune rend les résultats plus comparables •Basé sur les caractéristiques les plus représentatives de l'échantillon analysé 	<ul style="list-style-type: none"> • C'est la seule méthode valide quand il n'y a pas d'informations ou de données statistiques sur le bâtiment Stock • Basé sur les caractéristiques les plus représentatives de l'échantillon analysé
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> •Une grande quantité d'informations sur le bâtiment stock ainsi qu'une caractérisation détaillée sont demandées • Le RB peut avoir des caractéristiques non représentatives de bâtiments dans le même échantillon 	<ul style="list-style-type: none"> •Les données statistiques doivent exister et être disponible •Méthode plus laborieuse (traitement d'informations statistiques) 	<ul style="list-style-type: none"> •Basé uniquement sur les hypothèses des experts (non fiables) •Méthode très subjective •Basée sur l'expérience et les connaissances des experts sur le parc de logements.

2-3 Bâtiments de référence servant de base à la méthodologie optimale des coûts :

Pour définir une méthodologie optimale en termes de coût pour la performance énergétique des bâtiments, une méthodologie progressive à adopter est proposé, comme le montre la figure 2-2.

La première phase de cette méthodologie consiste à définir les BR. Il s'agit d'une étape importante car ces bâtiments doivent être aussi représentatifs que possible afin de déterminer aussi bien un point optimum économique représentatif pour chaque bâtiment ou pour un segment de marché .

D'autres méthodologies ont été utilisées pour sélectionner des mesures d'efficacité énergétique, à travers l'évaluation du potentiel économique des énergies renouvelables.

De plus, le choix et l'évaluation de différents BR donnent lieu à de multiples courbes dans les résultats de la méthodologie coût-optimal.

Selon le type de RB choisi dans une situation particulière, ce peut donner lieu à des recommandations différentes pour des mesures d'efficacité énergétique. [33]

Chapitre 2 : choix de bâtiment de référence et présentation de cas d'étude

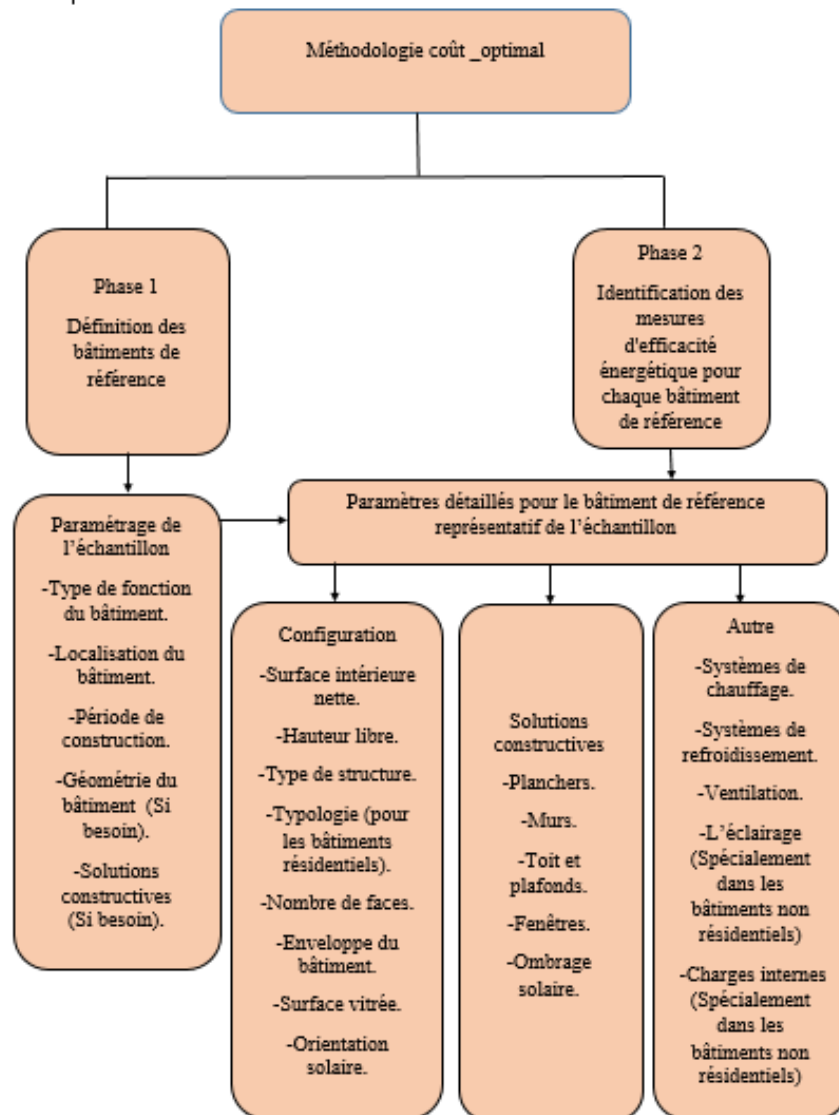


Figure 2- 2: Sélection et paramétrage du bâtiment. [33]

Chapitre 2 : choix de bâtiment de référence et présentation de cas d'étude

Notre choix s'est porté sur la ville de Blida.

2-4 Présentation de la ville :

La ville de Blida est située à 47 km au Sud-ouest d'Alger, Sur la bordure Sud de la plaine de la Mitidja à 22Km de la mer. [34]

Avec une superficie de 1482.8 km², la wilaya du Blida est limitée au nord par la wilaya de Tipaza et la wilaya d'Alger, à l'ouest par la wilaya d'Ain Defla, au sud par la wilaya du Médéa et à l'est par les wilayas de Boumerdes et Bouira. [8]

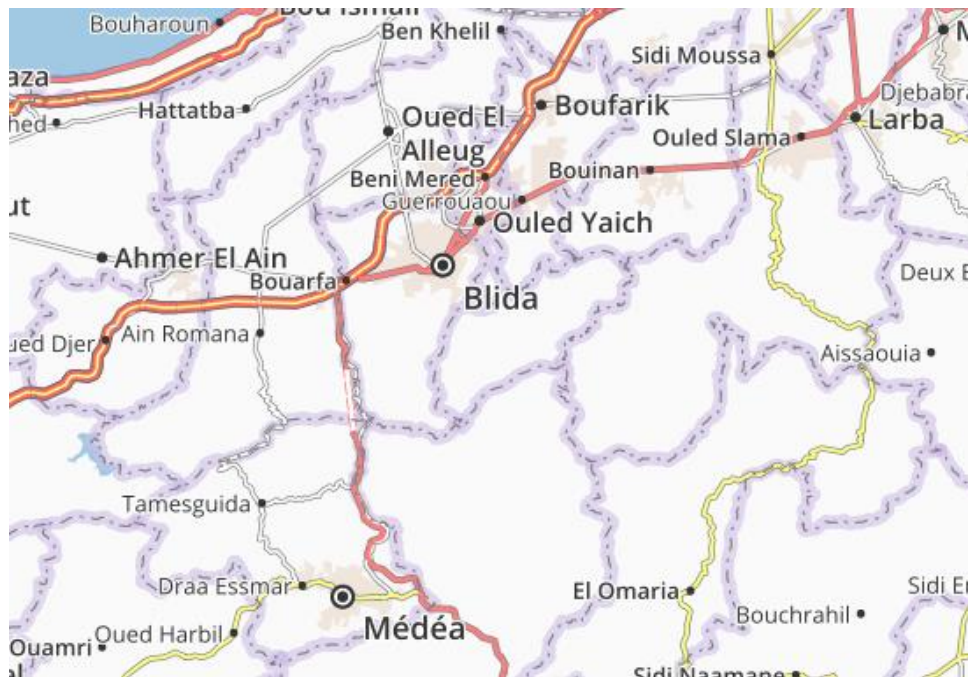


Figure 2- 3: Situation de la ville de Blida.

Source : Viamichelin.fr

2-4-1 Données climatiques de la ville de Blida :

Latitude : 36°, longitude : 2°, Altitude : 260m :

Classification de la ville de Blida selon la classification thermique du DTR (3-2) des communes de L'AGERIE :

Tableau 2- 2: Classification de la ville de Blida.

09 BLIDA	Toutes les communes	B
-------------	---------------------	---

Chapitre 2 : choix de bâtiment de référence et présentation de cas d'étude

2-4-2 Caractéristiques météorologique de la ville.

2-4-2-1 La température :

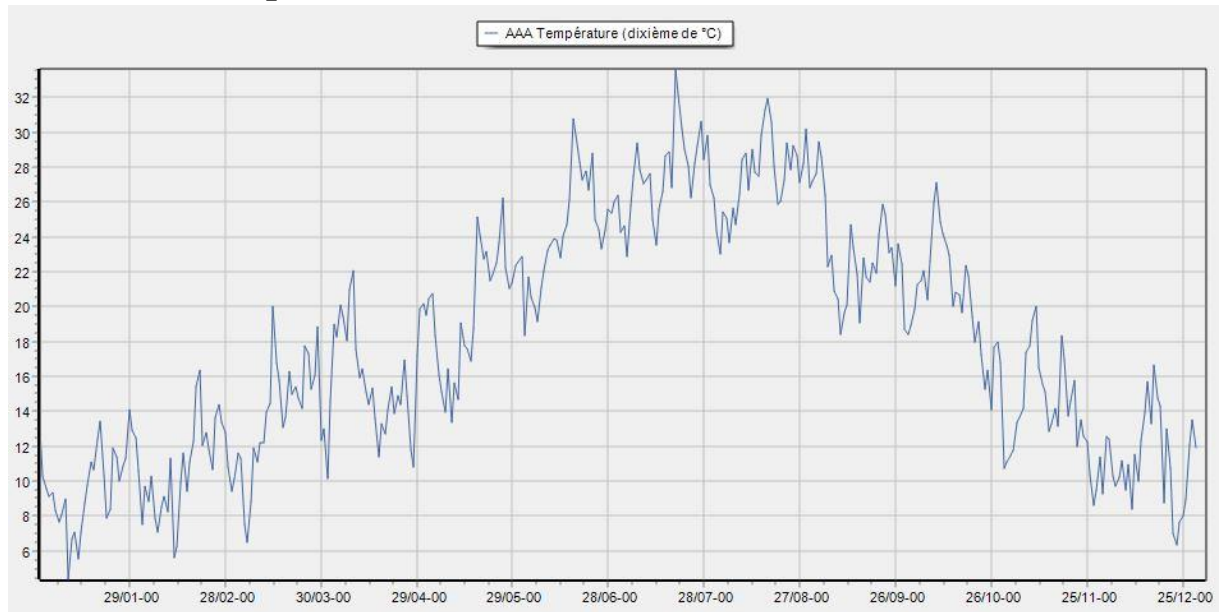


Figure 2- 4 : Graphe de La température annuelle de la ville de Blida.

2-4-2-2 L'humidité relative:

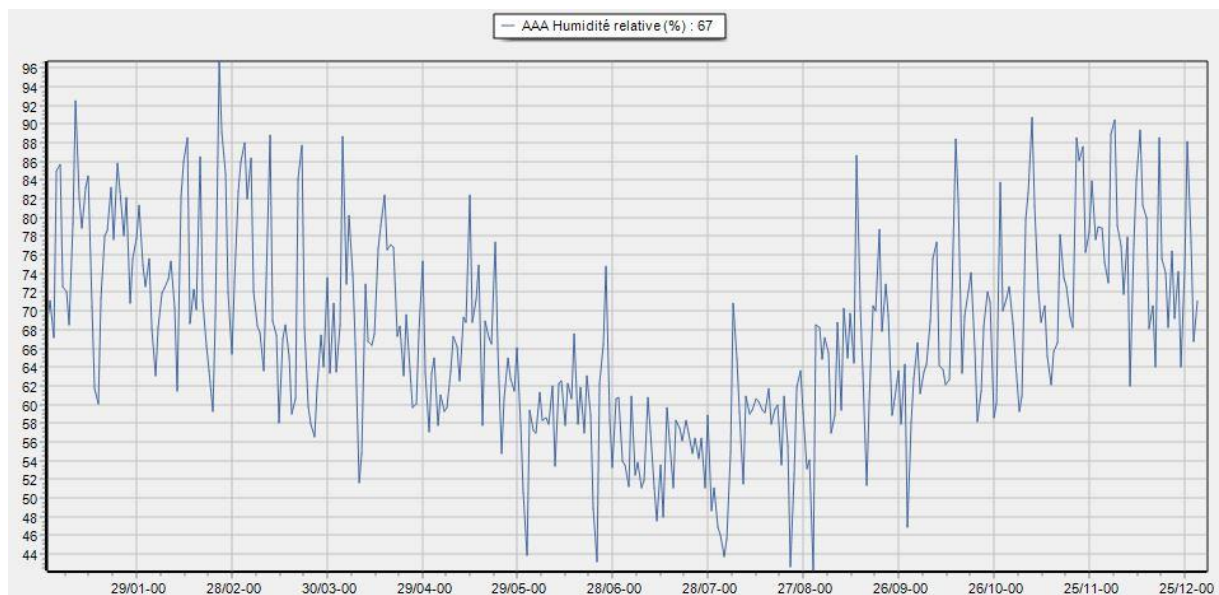


Figure 2- 5 : Graphe de L'humidité relative annuelle de la ville de Blida.

2-4-2-3 La vitesse du vent :

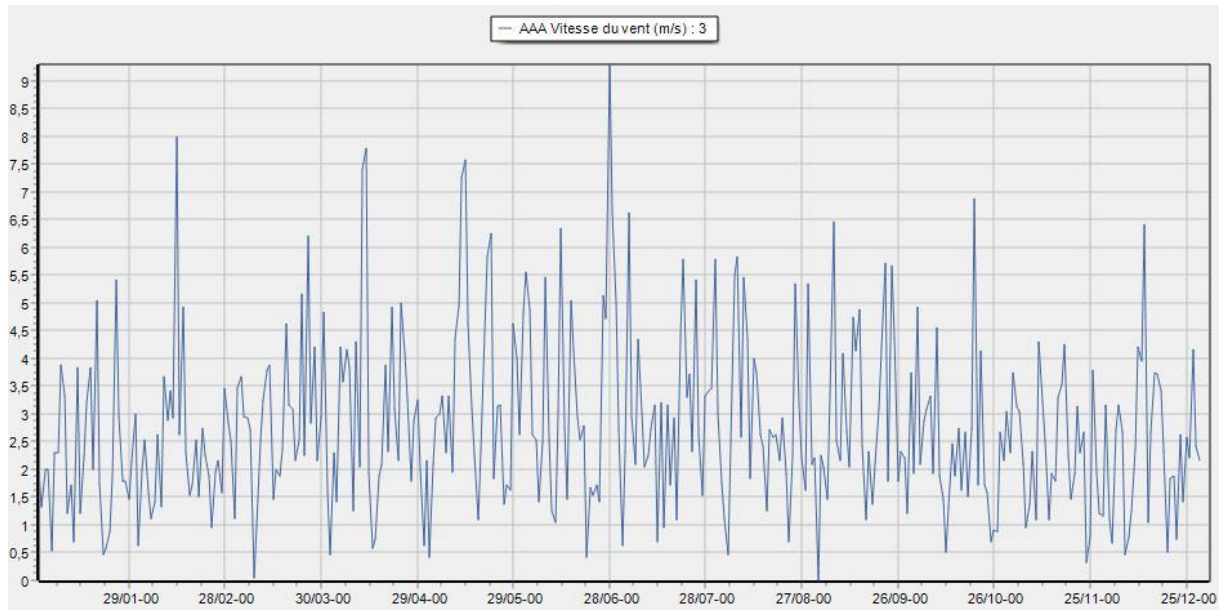


Figure 2- 6: Graphe de La vitesse du vent relative annuelle de la ville de Blida.

Les remarques :

- le climat de Blida est méditerranéen et tempéré avec été sec.
- La température varie entre 0°C et 36°C.
- L'humidité relative varie entre 40% et 67%.
- La vitesse du vent varie entre 0 m /s et 9.25m/s

2-5 Présentation du site :



Figure 2- 7: vue de dessus de situation de notre Projet.

Source: Google Earth studio.

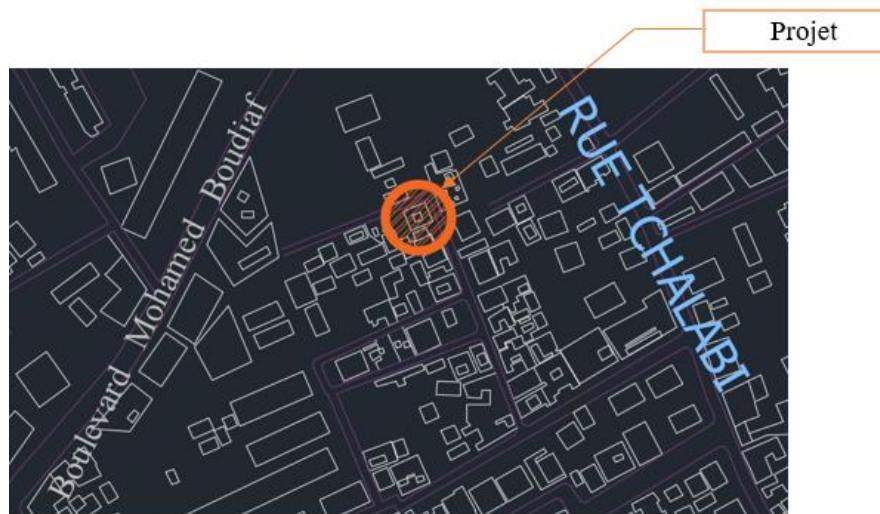


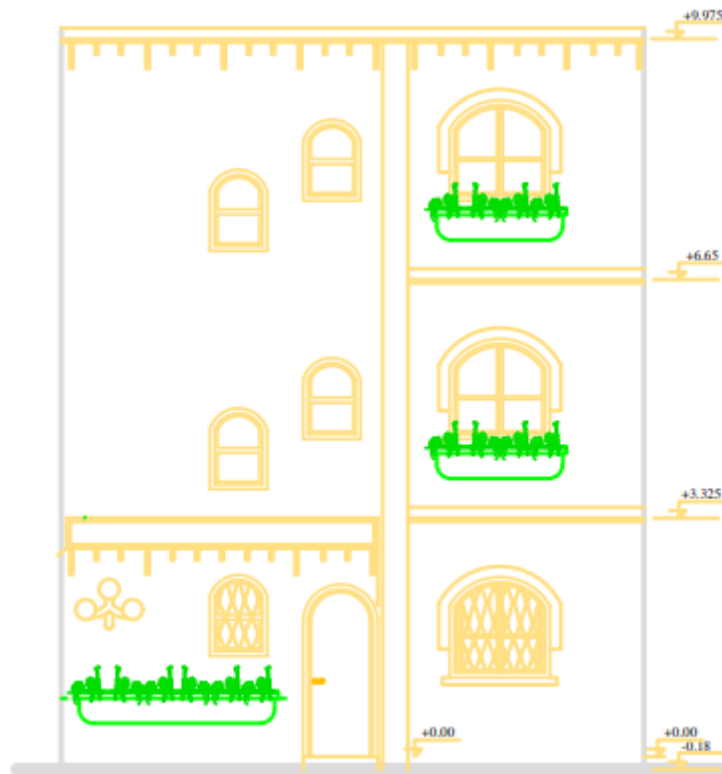
Figure 2- 8 : Plan de situation.

2-6 Description du logement d'étude :

Le bâtiment est un immeuble de type R+2 de surface habitable de : 96.9145m².

Il est constitué : deux chambres, un salon, cuisine, hall, couloir, SDB, WC, Cage d'escalier, la même distribution qui se répète pour les 3 étages.

2-6-1 Présentation de façade principale :



FACADE PRINCIPALE

Figure 2- 9: Plan de façade principale.

2-6-2 Présentation des plans :

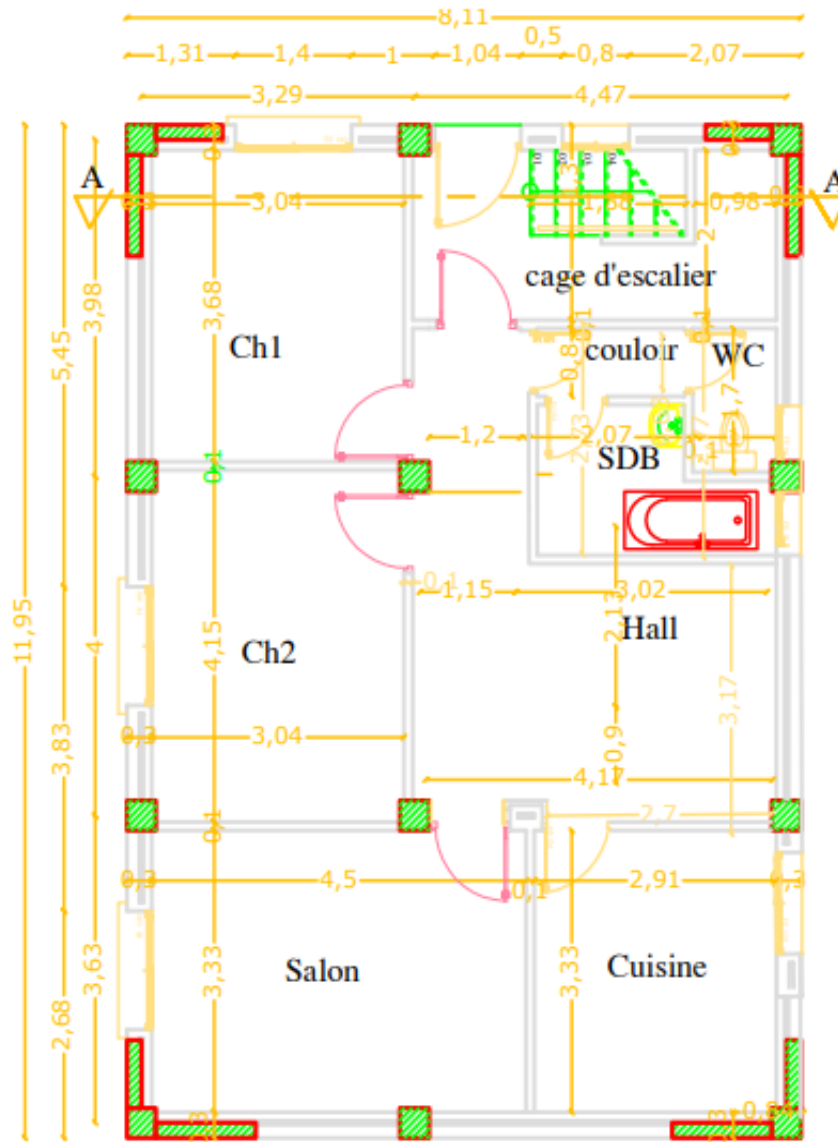


Figure 2- 10 : Plan RDC.

Chapitre 2 : choix de bâtiment de référence et présentation de cas d'étude

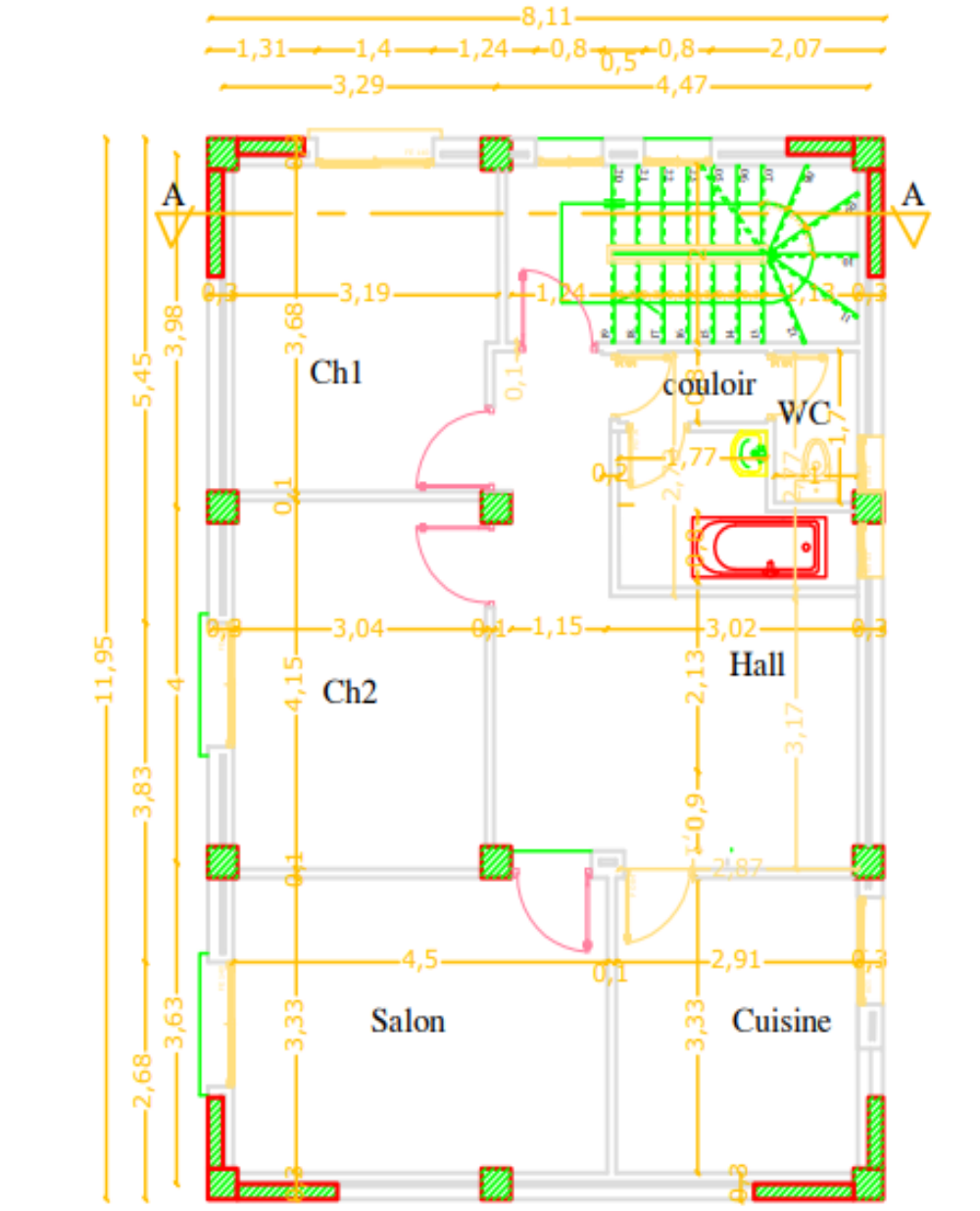


Figure 2- 11 : Plan R1 /R2.

Chapitre 2 : choix de bâtiment de référence et présentation de cas d'étude

2-7 Modélisation :

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

On a utilisé la simulation thermique dynamique (STD) avec logiciel pléiades.

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

Choix de paramètre d'étude :

- Traitement de l'isolation.

2-7-1 Présentation du logiciel :

PLEIADES + COMFIE :

Ce logiciel est le produit de la collaboration entre IZUBA énergies et le Centre d'énergétique de l'école des Mines de Paris. L'ensemble du logiciel PLEIADES + COMFIE permet la conception de projets bioclimatiques en régime dynamique, l'analyse des performances et des ambiances, la formation et l'enseignement sur le comportement thermique de l'habitat.

PLEIADES + COMFIE est particulièrement adapté à la conception solaire bioclimatique et l'étude de bâtiments où la qualité thermique et environnementale des ambiances doit être particulièrement prise en compte. [12]

2-7-2 Caractérisation de logiciel pléiades version 5.21.3.0:

L'interface de logiciel caractériser par :



Bibliothèque : visualiser et personnaliser les différents éléments nécessaires à la description d'un bâtiment et de son utilisation : (matériaux, composition de paroi, menuiseries, ponts thermiques, scénarios, équipements etc).



Modeleur : dessiner le bâtiment, visualiser la saisie en 3D, lancer les calculs d'éclairément, de STD, de RT ou de dimensionnement.



BIM Importer une maquette numérique aux formats gbXML ou IFC4.



Editeur : vérifier la description du bâtiment, lancer les calculs de STD, de RT, de dimensionnement, d'analyses statistique et d'optimisation du projet.

Chapitre 2 : choix de bâtiment de référence et présentation de cas d'étude



Résultats : Afficher les résultats sous forme de graphiques, de tableaux de synthèse ou de rapport personnalisables.



ACV : Evaluer les impacts environnementaux des bâtiments et des quartiers avec EQUER ou la méthode E+C.

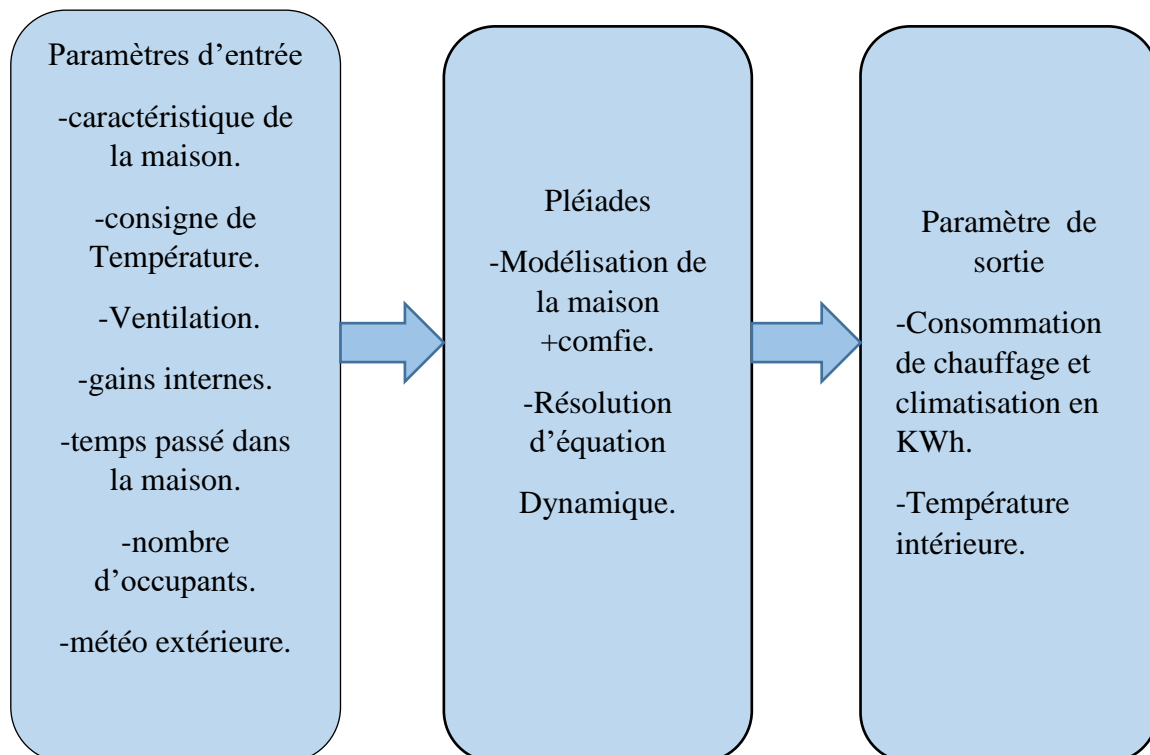


Figure 2- 12: Schéma de principe du logiciel Pléiades +COMFIE (P+C). [35]

2-8 Les équations du logiciel pléiades :

Besoins de chauffage :

Le bâtiment étudié peut être modélisé par une ou plusieurs zones thermiques, chaque zone étant considérée à température homogène. Une zone est délimitée par un certain nombre de parois, qui sont elles-mêmes découpées en mailles. Une zone peut regrouper plusieurs pièces, dans ce cas les parois séparant deux pièces d'une même zone seront appelées « parois internes ». Une maille correspond au volume d'air contenu dans la zone et aux parois internes légères (c'est à dire par convention de capacité thermique surfacique inférieure à 7 Wh/K/m²), supposées être à la même température que l'air.

Maille correspondant au volume d'air :

$$C_{tot} \cdot \dot{T}_{zon} = p + \Sigma_{paroi\ externe} [\Sigma_{vitrage} UA_w + UA] (T_{ext} - T_{zone}) + \Sigma_{paroi} \frac{A/A_{opaque}}{1 + 1/h_{int} + e_{im1}/k_{im1} + e/2k} \cdot Q'_{sol} + \Sigma_{paroi} \frac{A}{1/h_{int} + e_{im1}/k_{im1} + e/2k} \cdot (T_{sol} - T_{zone}) + (\Psi l + (1 - \epsilon) \cdot \dot{m} \cdot c_{air}) \cdot (T_{ext} - T_{zone}) \quad (1)$$

Le coefficient U d'une paroi peut être obtenu de la manière suivante :

$$U = \frac{1}{1/h_{int} + \Sigma_{couches} e/k + 1/h_{ext}} \quad (2)$$

Le flux solaire net restant dans la zone est :

$$Q'_{sol} = [1 - (1 - \alpha_m) \cdot A_{transparent} / (A_{opaque} + A_{transparent})] \cdot Q_{sol} \quad (3)$$

α_m est le facteur d'absorption moyen des surfaces opaques de la zone.

Q_{sol} le rayonnement solaire entrant par les différents vitrages de la zone.

Maille d'une paroi côté intérieur :

$$C \cdot \dot{T} = \frac{A}{1/h_{int} + e_{im1}/k_{im1} + e/2k} \cdot (T_{zone} - T) + \frac{A}{e/2k + e_{im2}/k_{im2} + e'/2k'} \cdot (T' - T) + \frac{A/A_{opaque}}{1 + h_{int} + (e_{im1}/K_{im1} + e/2k)} \cdot Q'_{sol} \quad (4)$$

Maille intermédiaire :

$$C' \cdot \dot{T}' = \frac{A}{e/2k + e_{im2}/k_{im2} + e'/2k'} \cdot (T - T') + \frac{A}{e'/2k' + e_{im3}/k_{im3} + e''/2k''} \cdot (T'' - T') \quad (5)$$

Maille la plus extérieure d'une paroi externe :

$$C'' \cdot \dot{T}' = \frac{A}{e'/2k' + e_{im3}/k_{im3} + e''/2k''} \cdot (T' - T'') + \frac{A}{1/h_{ext} + e_{im4}/k_{im4} + e''/2k''} (T_{ext} - T'') \quad (6)$$

Maille la plus extérieure d'une paroi interne au bâtiment :

$$C'' T'' = \frac{A}{e'/2k' + e_{im3}/k_{im3} + e''/2k''} (T' - T'') + \frac{A}{1/h_{ext} + e_{im4}/k_{im4} + e''/2k''} (T_{eq} - T'') \quad (7)$$

$$T_{eq} = T_{zone\ adjacent} \frac{Q'_{sol}(zone-adjacente)}{h_{int}(zone-adjacente) \cdot A_{opaque}(zone-adjacente)} \quad (8)$$

Les transferts convectifs :

Les échanges par convection naturelle entre deux zones sont pris en compte selon les équations suivantes qui donne la puissance échangé en w.

Sollicitation de puissance interne :

La puissance P_{air} (en W) correspondant au renouvellement et aux infiltrations d'air est calculée en fonction du débit D_{air} (en m³/h) donné par l'utilisateur dans un scénario horo-journalier

$$P_{air} = C_{air} D_{air} (T_{ext} - T_{zone}) \quad (9)$$

C_{air} : capacité thermique de l'air

Calcul des sollicitations de flux solaire :

Pour une porte :

$$p = 44 \cdot A \cdot H^{0.5} \cdot \Delta T^{1.5} \quad (10)$$

A : la surface de la porte.

H : la Hauteur.

ΔT : Différence de température entre les deux zones.

Pour des événements :

$$p = 154 \cdot A \cdot H^{0.5} \cdot \Delta T^{1.5} \quad (11)$$

H : la dénivellation entre les deux zones.

ΔT : Différence de température entre les deux zones.

Chapitre 2 : choix de bâtiment de référence et présentation de cas d'étude

Répartition des apports solaires dans COMFIE : [36]

Le flux solaire net restant dans la zone est alors :

$$Q'_{sol} = \alpha_m / (1 - r) \cdot Q_{sol} \quad (12)$$

$$r = (1 - \alpha_m) (1 - \tau_m A_{transparent} / (A_{totale} - A_{moyenne}))$$

α_m est le facteur d'absorption moyen des surfaces opaques de la zone

Q_{sol} est le rayonnement solaire entrant par les différents vitrages de la zone

Une partie Q_{paroi} de Q_{sol} est distribuée sur chaque paroi en fonction de sa surface A et de son facteur d'absorption α :

$$Q_{paroi} = \frac{A_\alpha}{A_{opaque} \alpha_m} Q'_{sol} \quad (13)$$

Chapitre 2 : choix de bâtiment de référence et présentation de cas d'étude

2-9 Création des matériaux et éléments:

Tableau 2- 3: Création des matériaux et éléments.

Couches :	λ (W/m.K)	Résistance thermique ($m^2.K/W$)	ρ (kg/m^3)	Capacité thermique (j/kg.K)
Mortier ciment	1.4		2200	1080
Béton	1.75	-	2400	1080
Shape de béton	1.4	-	1700-2100	1080
Dalle de sol (céramique) 1cm	1	-	1900	936
Lame d'air 10 cm	-	0.14	1	1224
Briques creuses 10cm	-	0.21	690	900
Entrevous en béton 16cm	1.45	-	1450	1080
Mortier de pose	1.4	-	1700-2100	1080
Béton plein	1.75	-	2400	1080
Polystyrène Quad-Lock	0.038*	-	32	1404
ensembles Quad-Deck + béton	-	2.857	555.056	1052

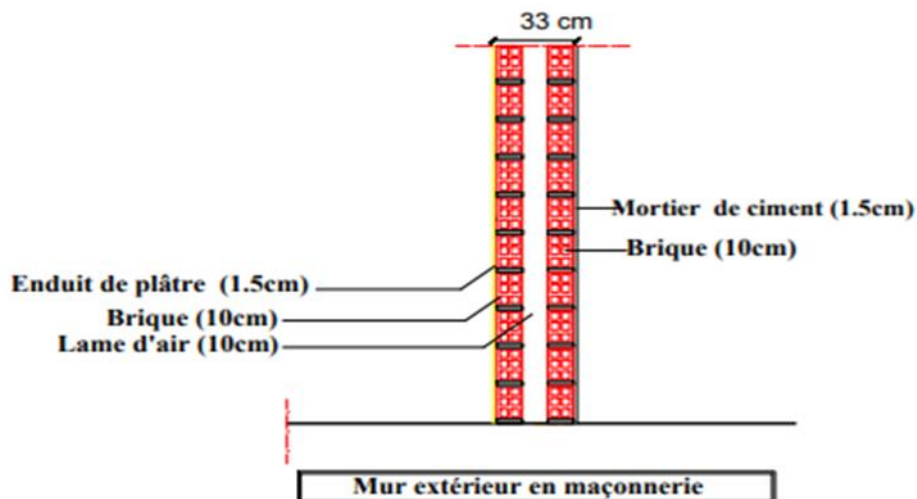
Chapitre 2 : choix de bâtiment de référence et présentation de cas d'étude

2-9-1 Composition des parois avant l'isolation :

2-9-1-1 Mur extérieur En maçonnerie :

Tableau 2- 4: les caractéristiques du mur extérieur En maçonnerie.

Couches :	Epaisseur (cm)	Conductivité (w /m.K)	Résistance (m^2K/w)
1- Mortier ciment	1.5	1.4	0.01
2-Briques creuses	10	0.476	0.21
3-Lame d'air	10	0.714	0.14
4-Briques creuses	10	0.476	0.21
5- Enduit plâtre	1.5	0.35	0.04
Total	33		0.61

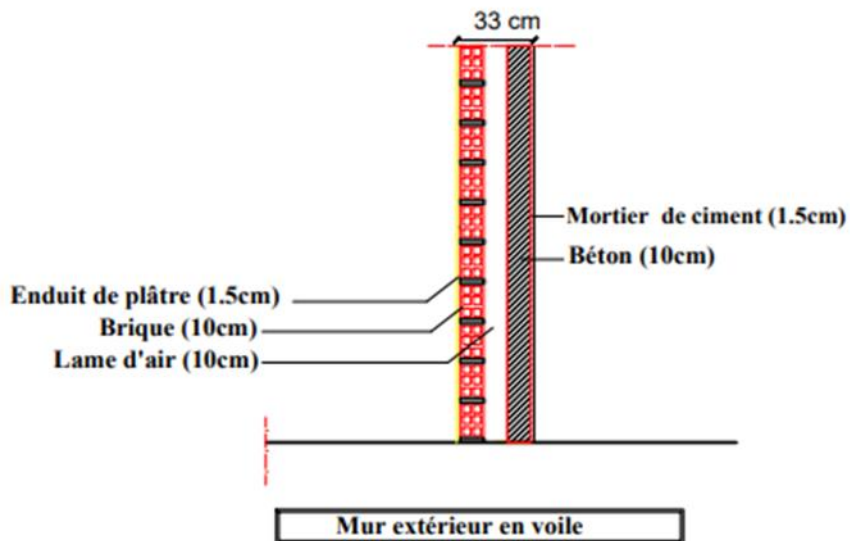


Chapitre 2 : choix de bâtiment de référence et présentation de cas d'étude

2-9-1-2 Mur extérieur En voile :

Tableau 2- 5: les caractéristiques du mur extérieur En Voile.

Couches :	Epaisseur (cm)	Conductivité (w /m.K)	Résistance (m ² K/w)
1- Mortier ciment	1.5	1.4	0.01
2-Béton	10	1.75	0.06
3-Lame d'air	10	0.714	0.14
4-Briques creuses	10	0.476	0.21
5- Enduit plâtre	1.5	0.35	0.04
Total	33		0.46

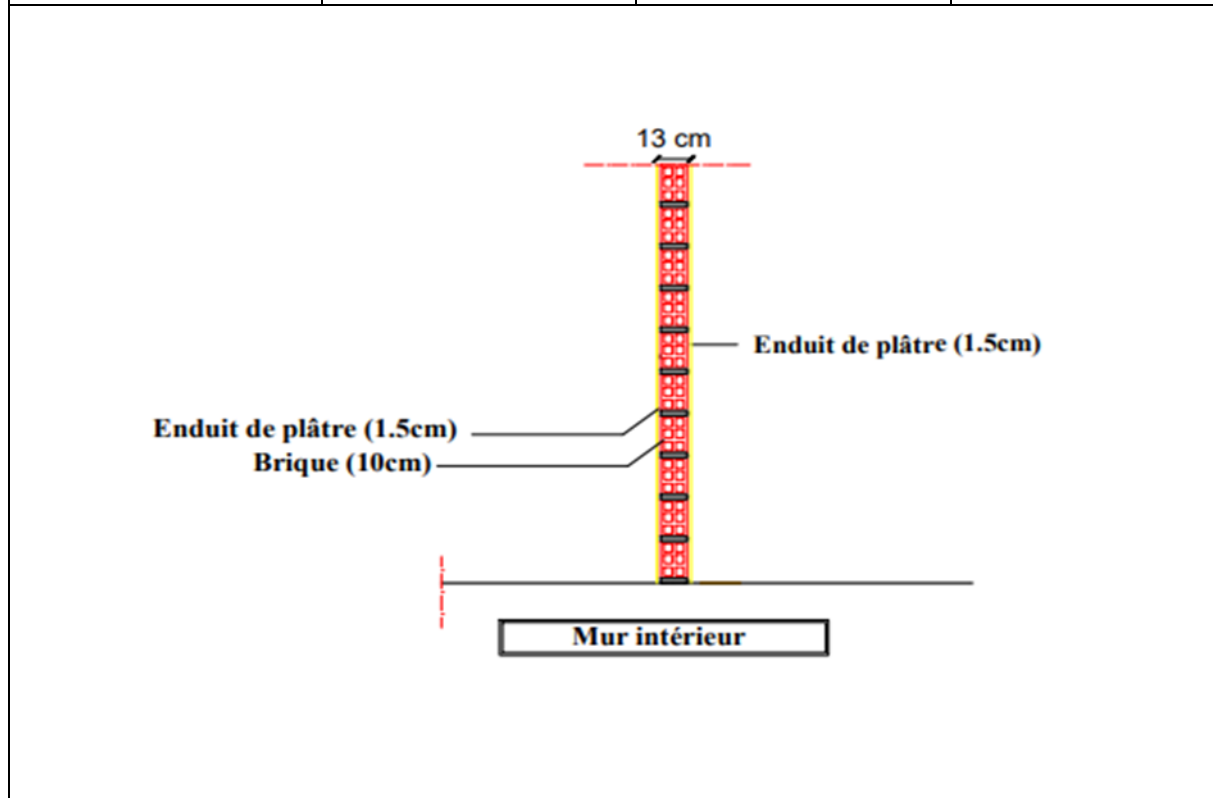


Chapitre 2 : choix de bâtiment de référence et présentation de cas d'étude

2-9-1-3 Mur intérieur :

Tableau 2- 6: les caractéristiques du mur intérieur.

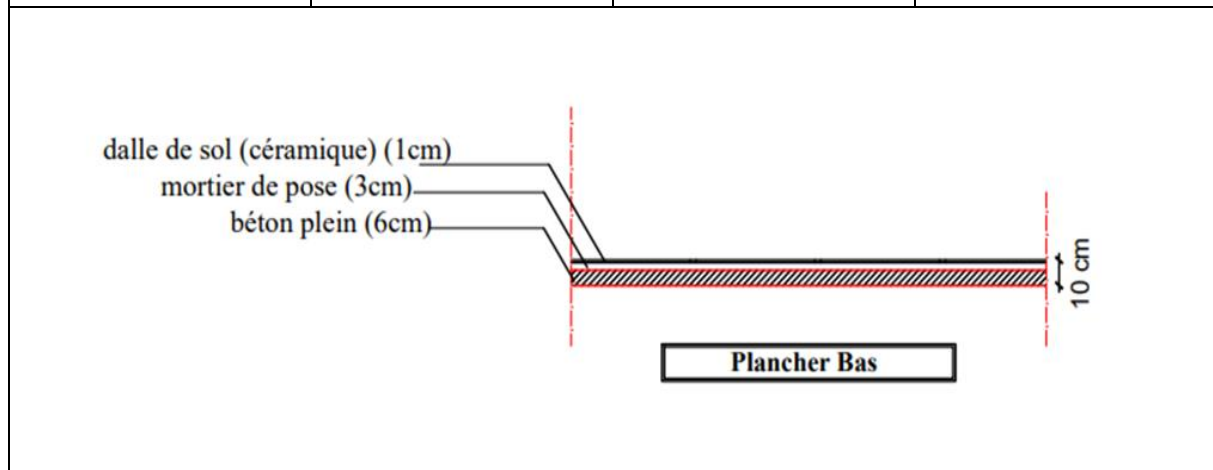
Couches :	Epaisseur (cm)	Conductivité (w /m.K)	Résistance (m^2K/w)
1- Enduit plâtre	1.5	0.35	0.04
2-Briques creuses	10	0.48	0.21
3- Enduit plâtre	1.5	0.35	0.04
Total	13		0.29



2-9-1-4 Plancher Bas :

Tableau 2- 7: les caractéristiques du plancher bas.

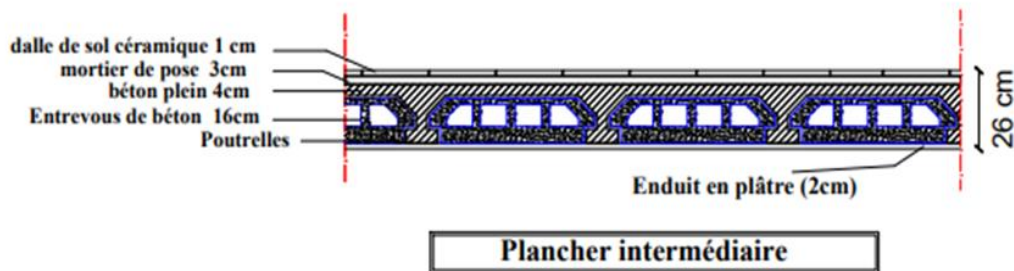
Couches :	Epaisseur (cm)	Conductivité (w /mK)	Résistance (m^2K/w)
1-Dalle de sol (céramique)	1	1	0.01
2- Mortier de pose	3	1.4	0.02
3-Béton plein	6	1.75	0.03
Total	10		0.06



2-9-1-5 Plancher intermédiaire :

Tableau 2- 8: les caractéristiques du Plancher intermédiaire.

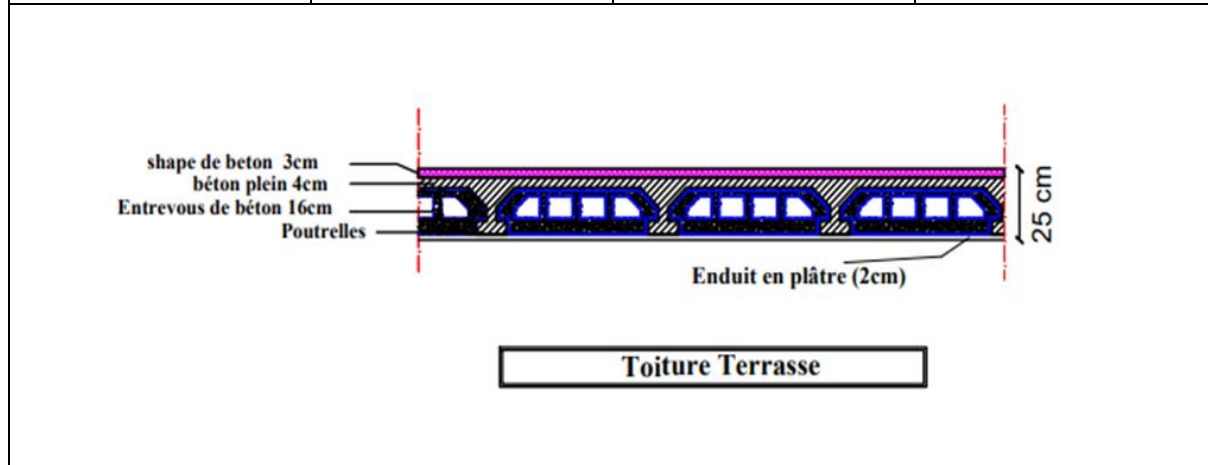
Couches :	Epaisseur (cm) :	Conductivité (W /m.K) :	Résistance (m ² K/w) :
1-Dalle de sol (céramique)	1	1	0.01
2- Mortier de pose	3	1.4	0.02
4- Béton plein	4	1.75	0.02
5- Entrevous en béton de 16cm	16	1.45	0.11
6-Enduit plâtre	2	0.35	0.06
Total	26		0.22



2-9-1-6 Toiture terrasse :

Tableau 2- 9: les caractéristiques de Toiture terrasse.

Couches :	Epaisseur (cm) :	Conductivité (w /mK) :	Résistance (m^2K/w) :
1- Shape de béton	3	1.4	0.02
2- Béton plein	4	1.75	0.02
3- Entrevous en béton de 16cm	16	1.45	0.11
4-Enduit plâtre	2	0.35	0.06
Total	25		0.21



Chapitre 2 : choix de bâtiment de référence et présentation de cas d'étude

2-9-2 Menuiseries :

Tableau 2- 10: Les caractéristiques de menuiseries.

Nom :	Largeur (m) :	Hauteur(m) :	Allège :
Fenêtre bois SV 5mm	1.4	1.4	1.14
Fenêtre en bois escalier 1	0.8	1	0.51
Fenêtre en bois sdb wc	0.4	0.4	1.90
Fenêtre en bois escalier RDC	0.8	1	1.1
Porte en bois villa	0.85	2.10	
Porte extérieur en métal opaque	1.04	2.24	
Porte en bois sdb wc	0.73	1.90	
Porte en bois cuisine	0.73	1.90	

2-9-3 Les ponts thermiques de menuiserie :

Tableau 2- 11: Les caractéristiques des ponts thermiques de menuiserie.

Type de liaison :	Nom :	Coefficient ψ :
Appui :	$\psi = \frac{0.9 \times e}{1.25 + R_m}$	0.146
Linteau :	$\psi = \frac{0.9 \times e}{1.25 + R_m}$	0.146
Tableau :	$\psi = \frac{0.9 \times e}{1.25 + R_m}$	0.146

Chapitre 2 : choix de bâtiment de référence et présentation de cas d'étude

2-9-4 Etats de surfaces :

Tableau 2- 12: les caractéristiques d'états de surfaces.

Type :	Nom :	Classe :
Face externe	Calcaire claire	Pierre et béton
Plancher	Calcaire claire	Pierre et béton
Toiture externe	Ciment	
Face interne	Peinture Blanche	Peintures
Plafond	Peinture Blanche	Peintures

Tableau 2- 13: les coefficients d'états de surfaces.

Nom	Emissivité	Absorptivité
Calcaire clair	0.36	0.35
Peinture blanche	0.91	0.20
Ciment	0.88	0.60

2-4-10 Les Ponts thermiques :

Tableau 2- 14: Les caractéristiques des ponts thermiques.

Type de liaison :	Nom :	Coefficient ψ :
Plancher haut	$0.45 \times e$	0.1305
Plancher intermédiaire	$\psi = \frac{0.4 \times e}{0.15 + R_m}$	0.108
Mur/cloison	$\psi = \frac{0.4 \times e}{0.15 + R_m}$	0.052

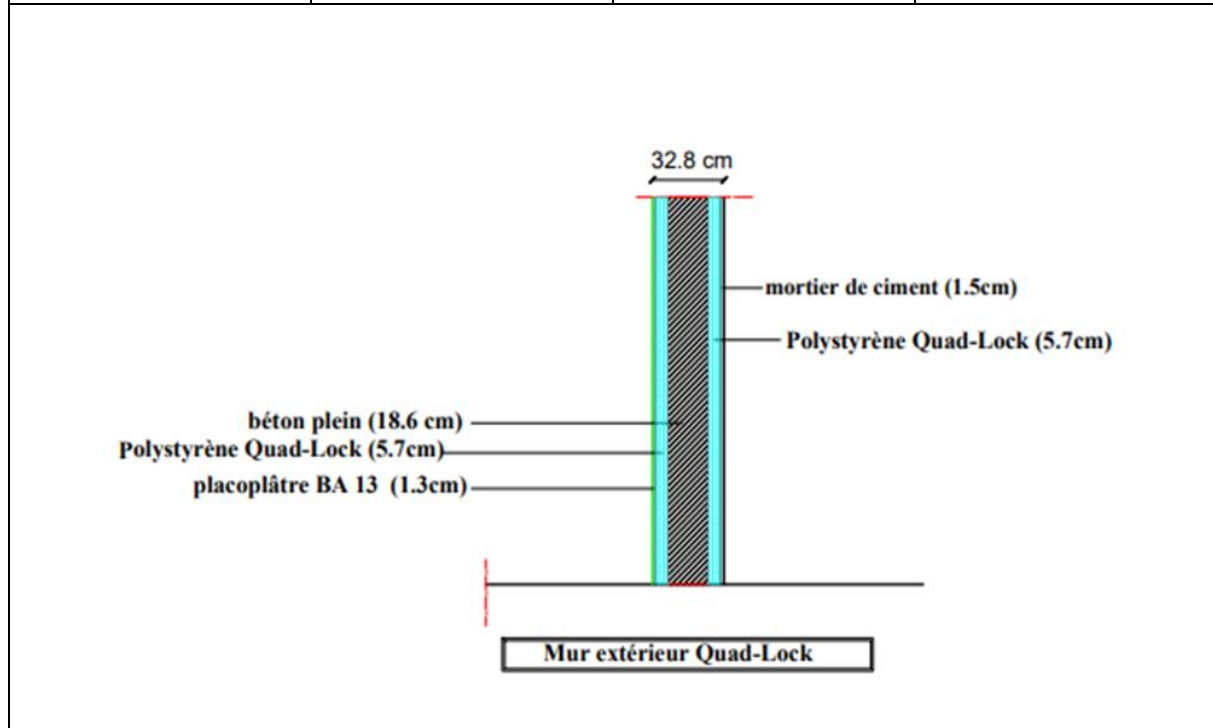
Chapitre 2 : choix de bâtiment de référence et présentation de cas d'étude

2-9-2 La Composition des parois Avec isolation :

2-9-2-1 Composition du mur extérieur :

Tableau 2- 15: les caractéristiques du mur extérieur Quad-Lock.

Couches :	Epaisseur (cm) :	Conductivité (w /mK) :	Résistance (m^2K/w) :
1-Mortier ciment	1.5	1.4	0.01
2-Polystyrène Quad-Lock	5.7	0.038	1.5
3-Béton plein	18.6	1.75	0.11
4-Polystyrène Quad-Lock	5.7	0.038	1.5
5-Placoplatre BA13	1.3	0.325	0.04
Total	32.8		3.16

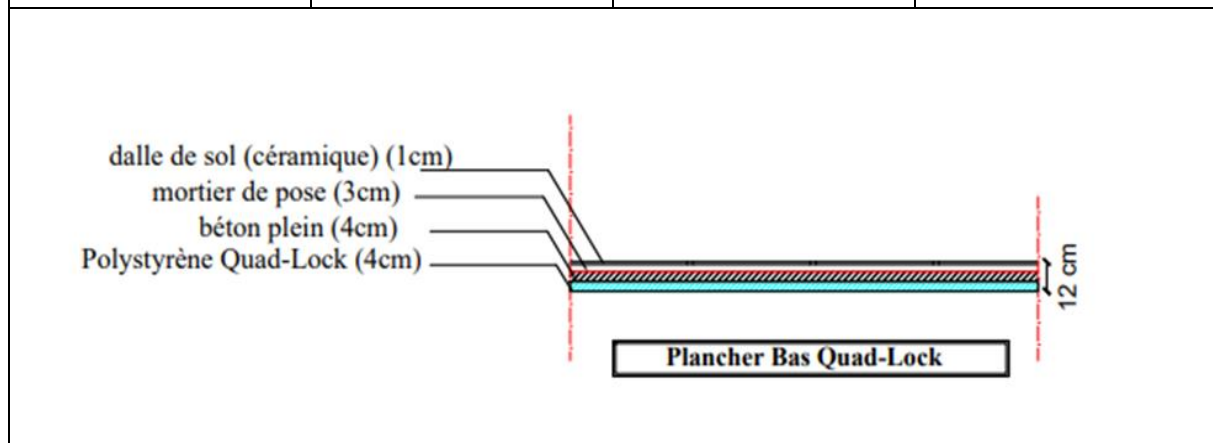


Chapitre 2 : choix de bâtiment de référence et présentation de cas d'étude

2-9-2-2 Composition du plancher bas :

Tableau 2- 16: les caractéristiques du plancher bas Quad-Lock.

Couches :	Epaisseur (cm)	Conductivité (w /mK)	Résistance (m^2K/w)
1-Dalle de sol (céramique)	1	1	0.01
2- Mortier de pose	3	1.4	0.02
3-Béton plein	4	1.75	0.02
4-Polystyrène Quad-Lock	4	0.038	1.05
Total	12		1.1

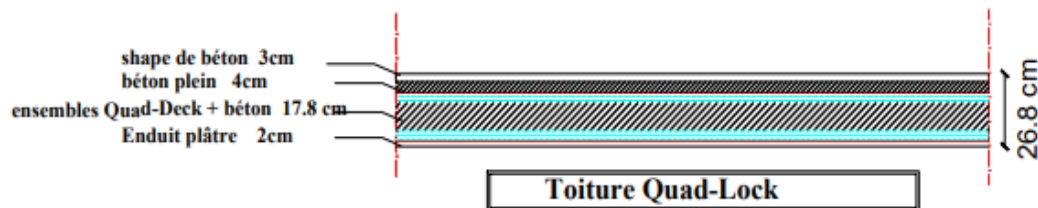


Chapitre 2 : choix de bâtiment de référence et présentation de cas d'étude

2-9-2-3 Composition de toiture :

Tableau 2- 17: les caractéristiques de toiture.

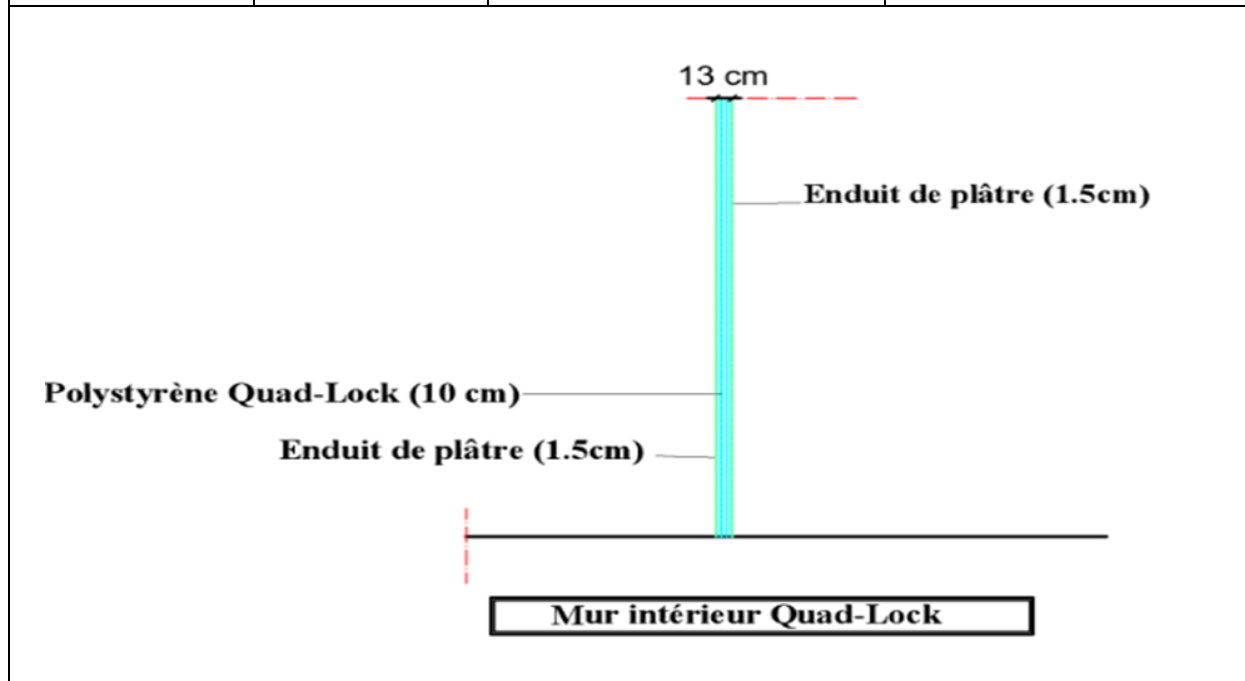
Couches	Epaisseur (cm) :	Conductivité (w /mK) :	Résistance (m^2K/w) :
1- Shape de béton	3	1.4	
2- Béton plein	4	1.75	
3- ensembles Quad-Deck + béton	17.8	0.062	2.857
4-Enduit plâtre	2	0.35	0.06
Total	26.8		2.96



2.9.2.4 Composition du mur intérieur :

Tableau 2- 18: les caractéristiques du mur intérieur.

Couches	Epaisseur (cm) :	Conductivité :(w /mK)	Résistance :(m ² K/w)
Enduit en plâtre	1.5	0.35	0.04
Polystyrène Quad-Lock	10	0.038	2.63
Enduit en plâtre	1.5	0.35	0.04
Total	13		2.71



2-10 Définition des paramètres constructifs sous Modeleur :

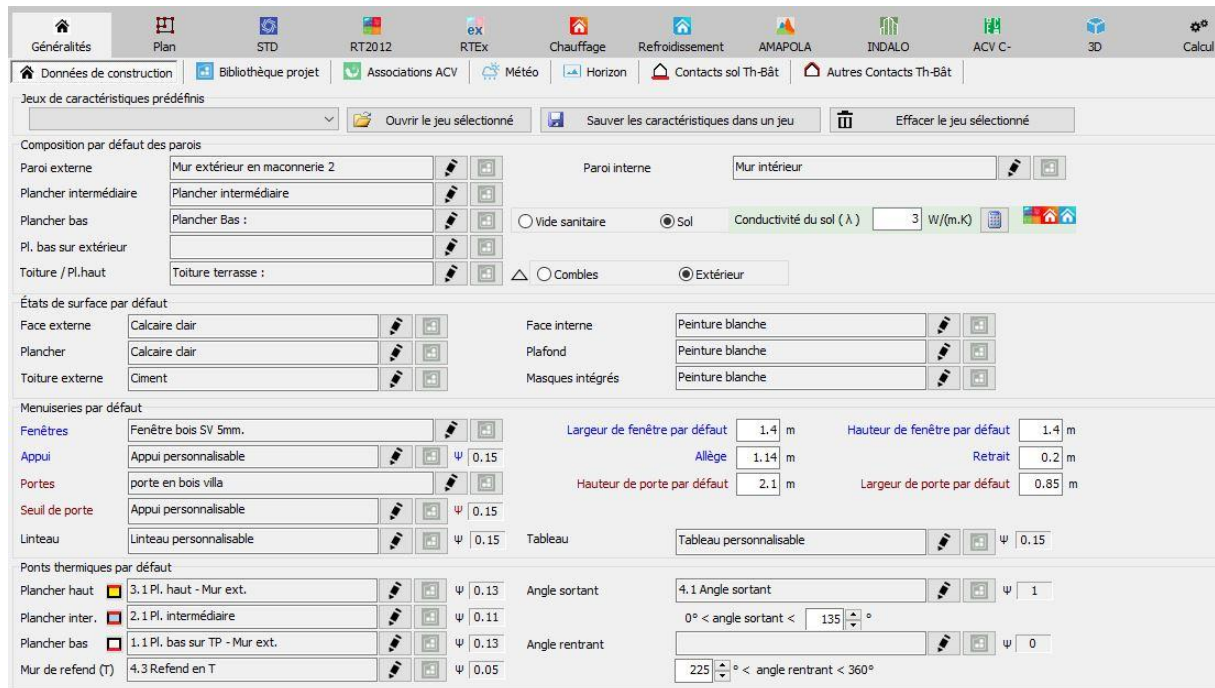


Figure 2- 13: insertion des éléments constructifs sous Modeleur.

2-11 Dessin du plan sous Modeleur :

- Caractéristiques des murs et planchers et toitures.
- Caractéristiques des Menuiseries.
- Identification des pièces.
- Identification des zones.
- Identification des ponts thermiques.

Chapitre 2 : choix de bâtiment de référence et présentation de cas d'étude

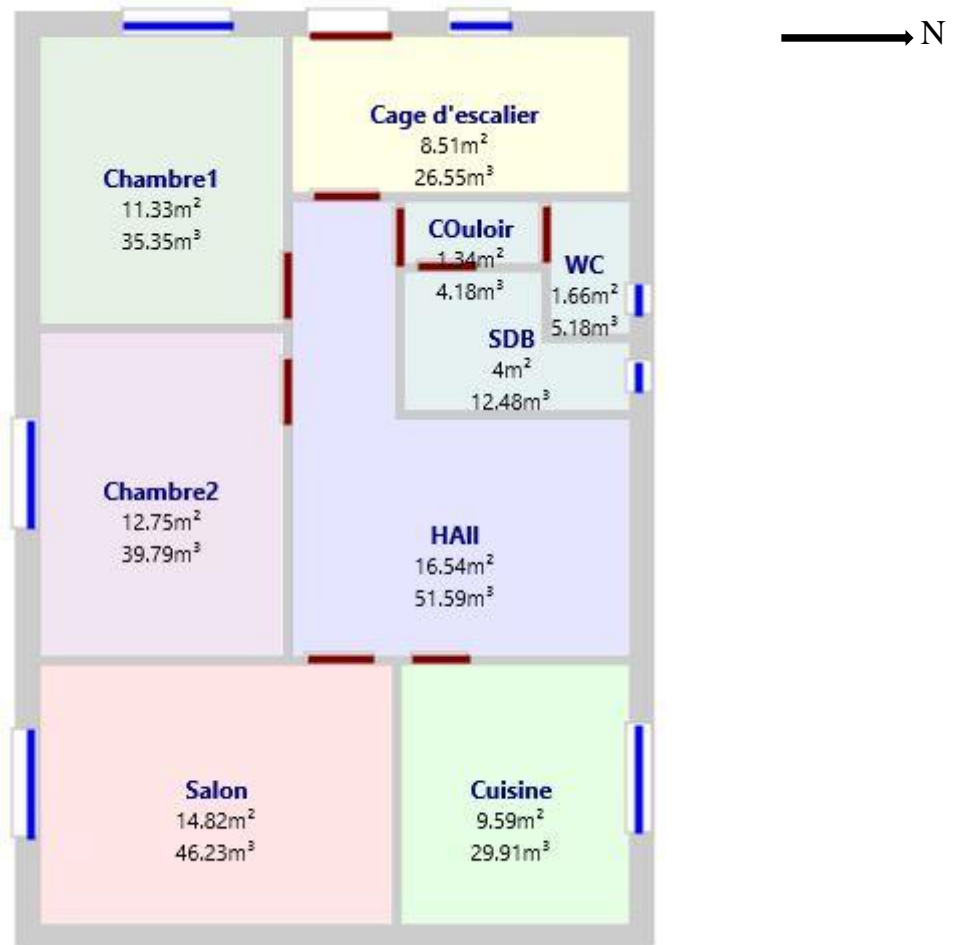


Figure 2- 14: plan RDC sous Modeleur.

Chapitre 2 : choix de bâtiment de référence et présentation de cas d'étude

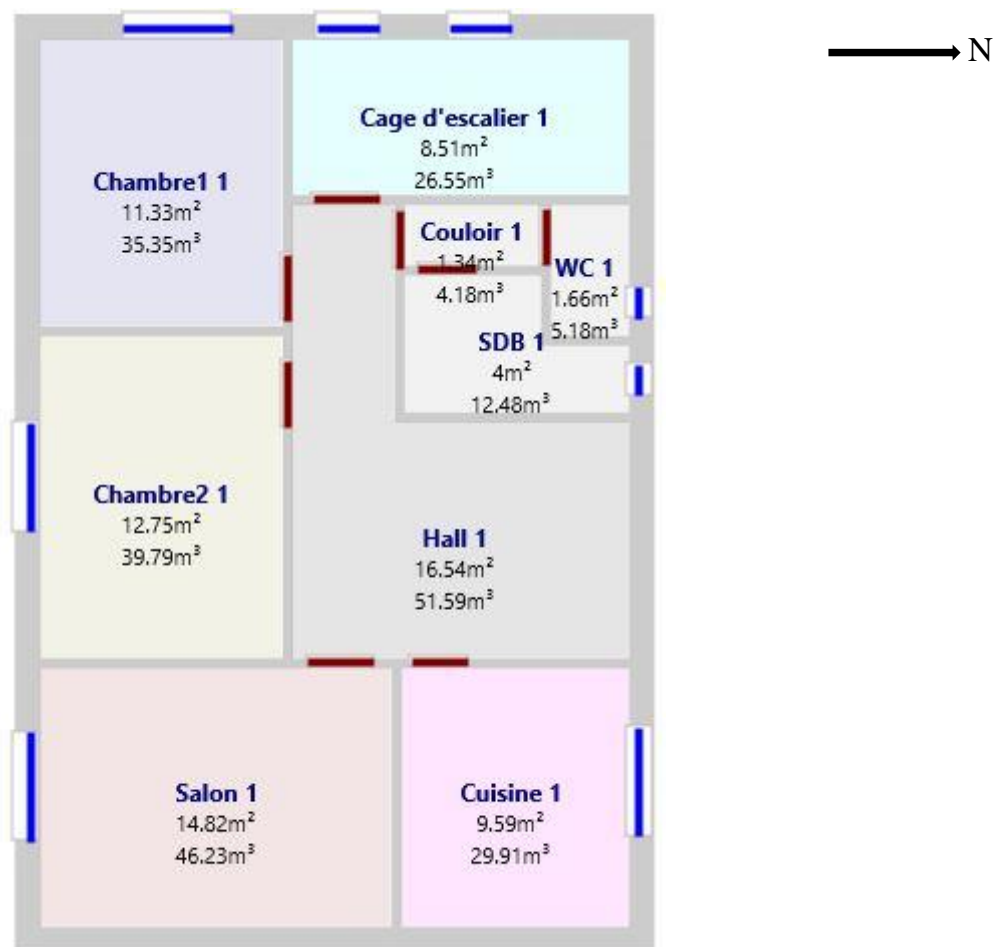


Figure 2- 15: plan 1 et 2 étage sous Modeler.

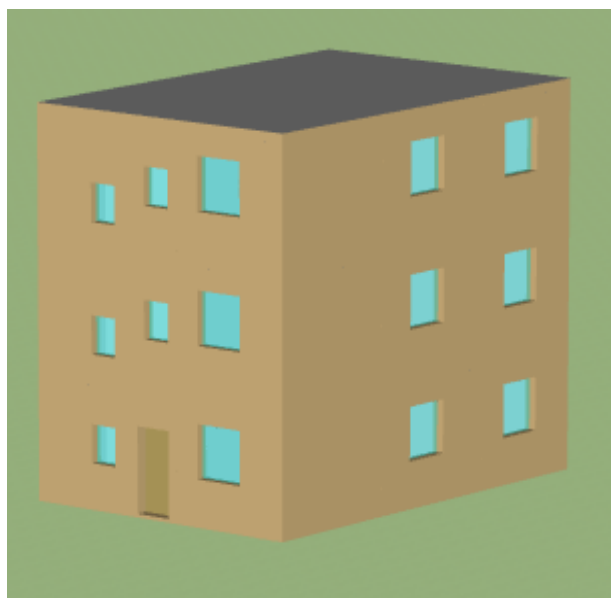


Figure 2- 16: plan 3 D sous Modeler.

2-12 Définition des scénarios de fonctionnement :

- a- Occupation.
- b- Consigne de température.
- c- Ventilation en vol/h.
- d- Puissance dissipée.
- e- Occultation.

2-12-1 Scénario d'occupation :

Le scénario d'occupation permet de définir le nombre des personnes résidant dans la maison et leur fréquence de présence dans cette dernière. [37]

Le but de ce scénario est de déterminer les apports internes produit par l'occupant du logement étudié. [34]

Les apports internes des 5 personnes occupant le logement sont estimés à 80 W/occupant.

Pour notre modélisation, nous avons créé des scénarios d'occupation différents pour quatre zones selon l'occupation de l'espace par heure.

Même scénario qui se répète pour les 3 étages.

➤ Scénario de 2 personnes pour la zone : chambre 1.

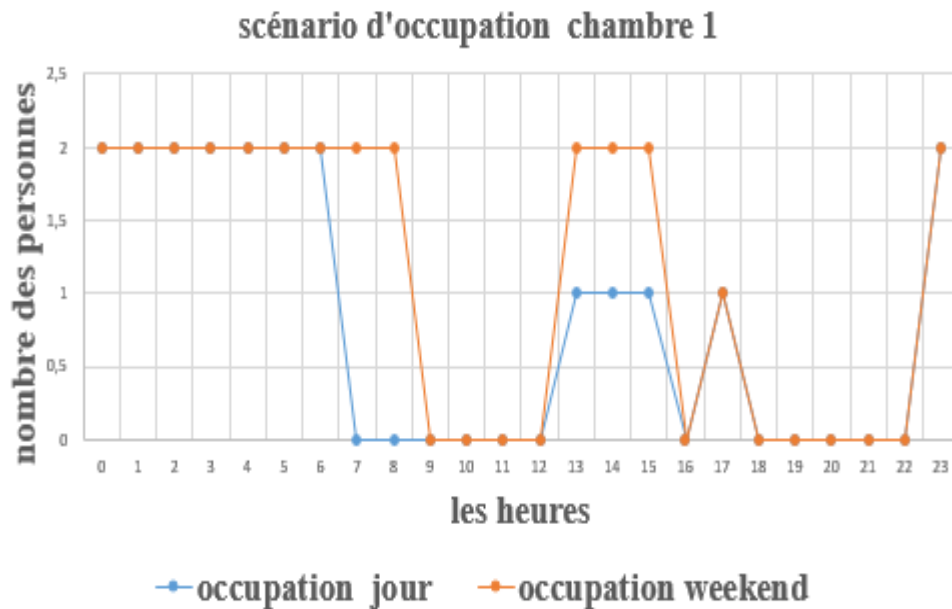


Figure 2- 17:Graphe de Scénario d'occupation pour la chambre 1.

➤ Scénario de 3 personnes pour la zone : chambre 2.

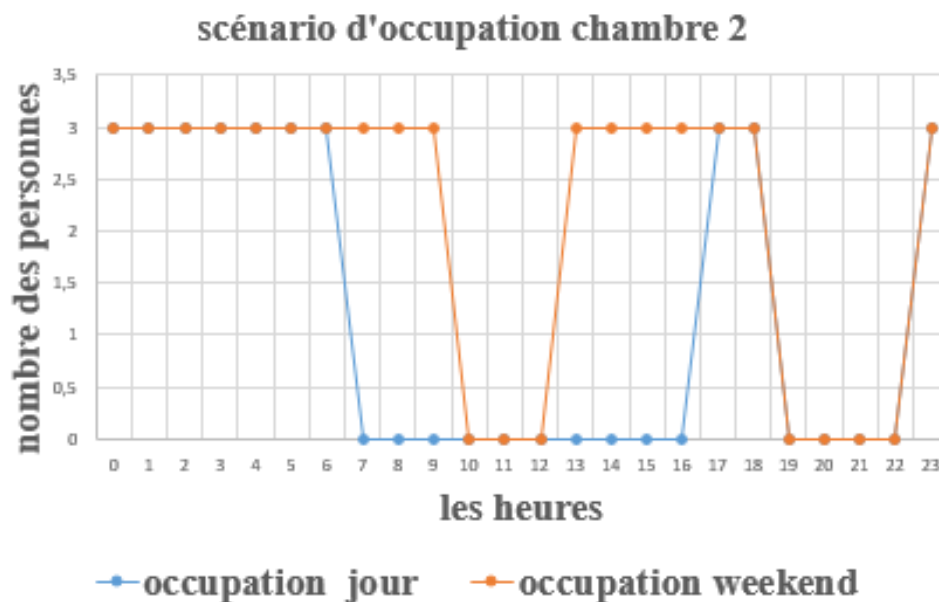


Figure 2- 18: Graphe de Scénario d'occupation pour la chambre 2.

➤ Scénario de 5 personnes pour la zone : cuisine.

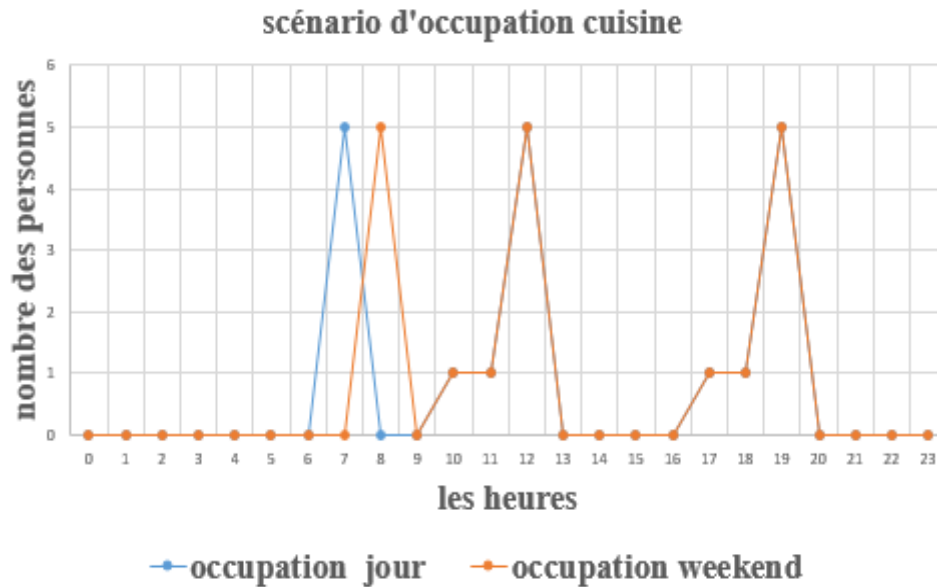


Figure 2- 19 : Graphe de Scénario d'occupation pour la cuisine.

➤ Scénario 5 personnes pour la zone : Salon.



Figure 2- 20: Graphe de Scénario d'occupation pour Salon.

➤ Pour les zones : Hall, Couloir, SDB et WC et cage d'escalier : Occupation passagères donc pas de scénario.

2-12-2 Consigne de température :

Les consignes de thermostat ont pour fonction de déclencher le chauffage si la température dans la pièce descend en dessous de la limite qu'on aura fixée au

Chapitre 2 : choix de bâtiment de référence et présentation de cas d'étude

préalable. Pour nous le consigne de thermostat c'est juste pour déterminer les besoins de chauffage et de climatisation. [37]

L'intervalle de confort thermique est entre 16 °C et 27°C.

➤ Scénario de chauffage :

Pour tous les zones la température de chauffage est de 19°C toute l'année.

Consigne de température

Nom: chauffage logement

Complément:

Origine:

Type: Température

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

Valeur/Jour/Semaine Année Déselection

Valeurs

S	Nom	Valeur	Unité
+	Valeur	19	°C

Jours

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

Semaines

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

Figure 2- 21: Scénario de chauffage pour la maison.

➤ Scénario de climatisation :

Pour toutes les zones la température de climatisation est 21°C toute l'année.

Chapitre 2 : choix de bâtiment de référence et présentation de cas d'étude

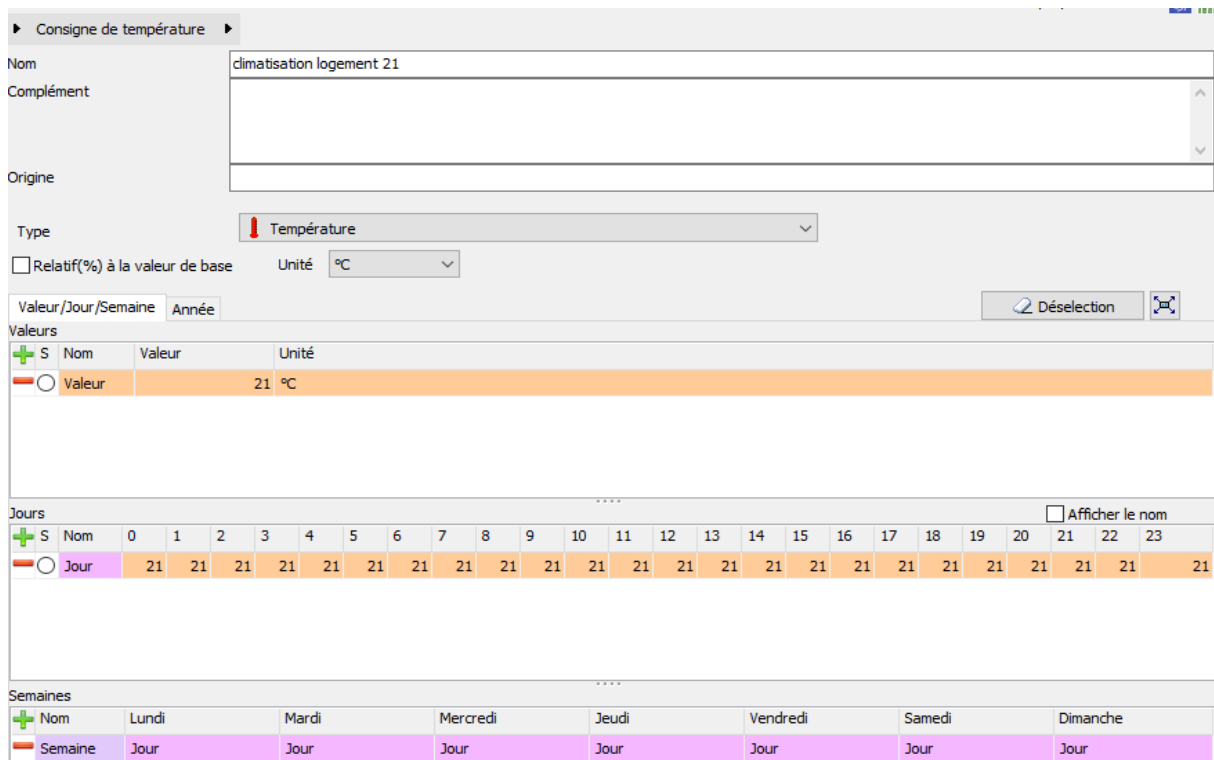


Figure 2- 22: Scénario de climatisation pour la maison.

Pour toutes les zones une dégradation de température de climatisation pour la nuit chaque 2 h.

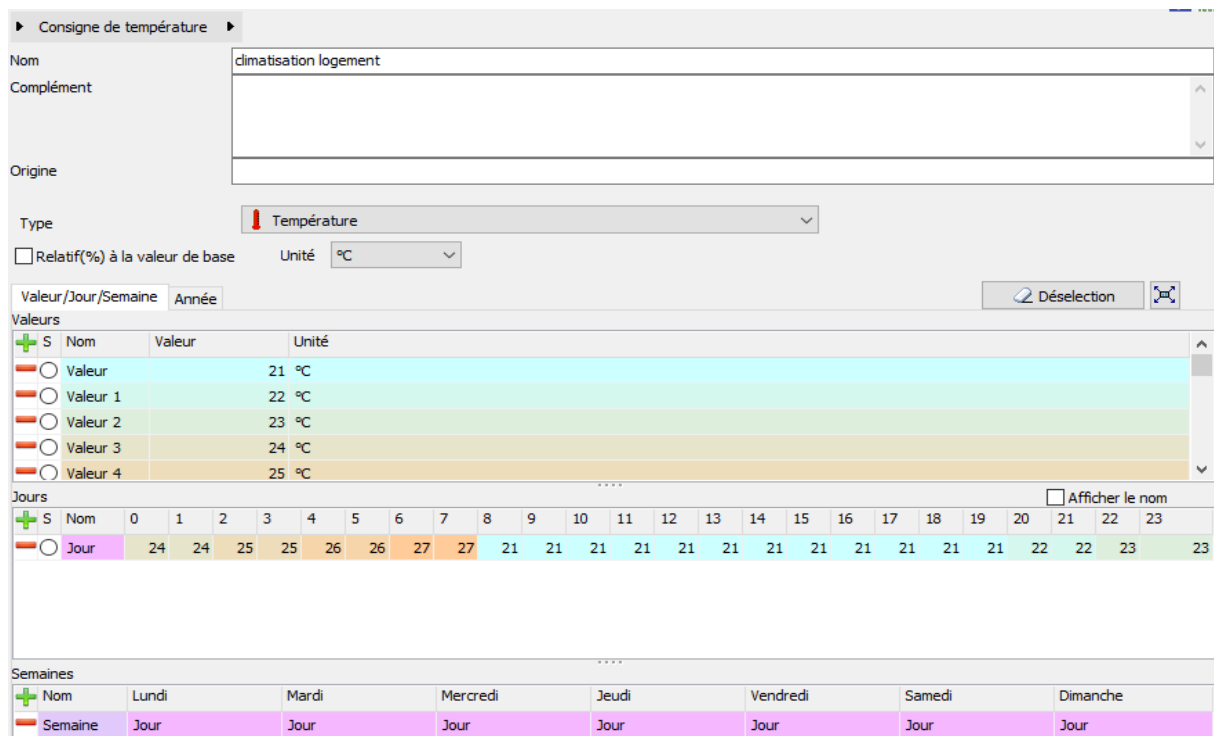


Figure 2- 23: Scénario de dégradation de climatisation pour la maison.

2-12-3 Scénario de ventilation :

Tableau 2- 19: Scénario de fonctionnement de Ventilation.

Zone :	Surface	volume	Infiltration	VMC	Infiltrations + VMC
	m ²	m ³	Vol/h	Vol/h	Vol/h
SDB	4.1137	12.8347	0.2	0.6	0.8
Cuisine	9.6745	30.185	0.2	0.6	0.8
WC	1.6937	5.2845	0.2	0.6	0.8
Salon	14.9613	46.6791	0.2	0.6	0.8
Chambre1	11.0635	34.5141	0.2	0.6	0.8
Chambre2	12.2842	38.3214	0.2	0.6	0.8
Hall	14.9748	46.8103	0.2	0.6	0.8
Couloir	1.4191	4.4276	0.2	0.6	0.8
Cage d'escalier	8.3475	26.0373	0.2	0.6	0.8

-On propose un taux de renouvellement standard de 0.6 du volume habitable.

Chapitre 2 : choix de bâtiment de référence et présentation de cas d'étude

The screenshot shows a software interface for configuring a ventilation scenario. The main window is titled 'Ventilation'. It contains several input fields and a table.

Fields:

- Nom: ventilation logement
- Complément: (empty)
- Origine: (empty)
- Type: Ventilation
- Unité: vol/h
- Relatif(%) à la valeur de base: (unchecked)

Valeurs (Values):

S	Nom	Valeur	Unité
+	Valeur	0.6	vol/h

Jours (Days):

S	Nom	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
+	Jour	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60

Semaines (Weeks):

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

Figure 2- 24: Scénario de ventilation pour la maison.

2-12-4 Scénarios de puissance dissipée :

Permet de simuler la chaleur émise par les appareils électroménagers ou tous ce qui pourrait produire de la chaleur autre que les personnes. [37] Pour cela nous avons généré un scénario en particulier pour chaque zone.

Chapitre 2 : choix de bâtiment de référence et présentation de cas d'étude

Tableau 2- 20: les appareils disponibles dans la maison.

Les zones	Les appareils	Les puissances (watts)
chambre 1.	-Lampe.	30.
	-Tv.	220.
chambre 2.	- Lampe.	30.
	-P.C.	200.
cuisine.	-Lampe.	30.
	-Réfrigérateur.	200.
	-Micro-onde.	200.
Salon.	- Lampe.	30.
	-TV.	220.
Hall	-Lampe	30.
SDB	- Lampe.	30.
WC	-Lampe.	30.

➤ Pour la 1^{ère} zone : chambre 1

scénario de puissance dissipée chambre 1



Figure 2- 25: Graphe de Scenarior de puissance dissipée pour la chambre 1.

Chapitre 2 : choix de bâtiment de référence et présentation de cas d'étude

- Pour la 2^{ème} zone : chambre 2.

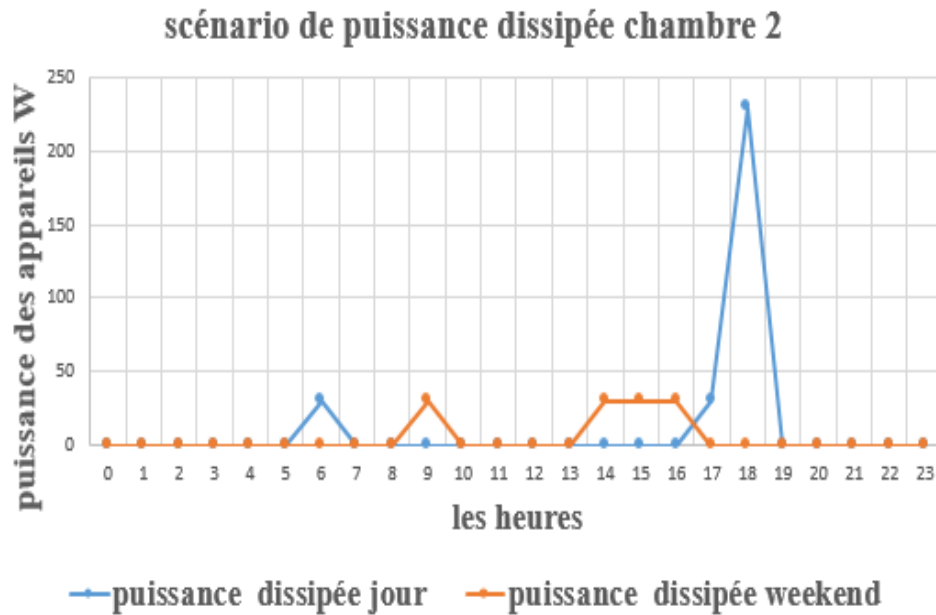


Figure 2- 26: Graphe de Scénario de puissance dissipée pour la chambre 2.

- Pour la 3^{ème} zone : cuisine.

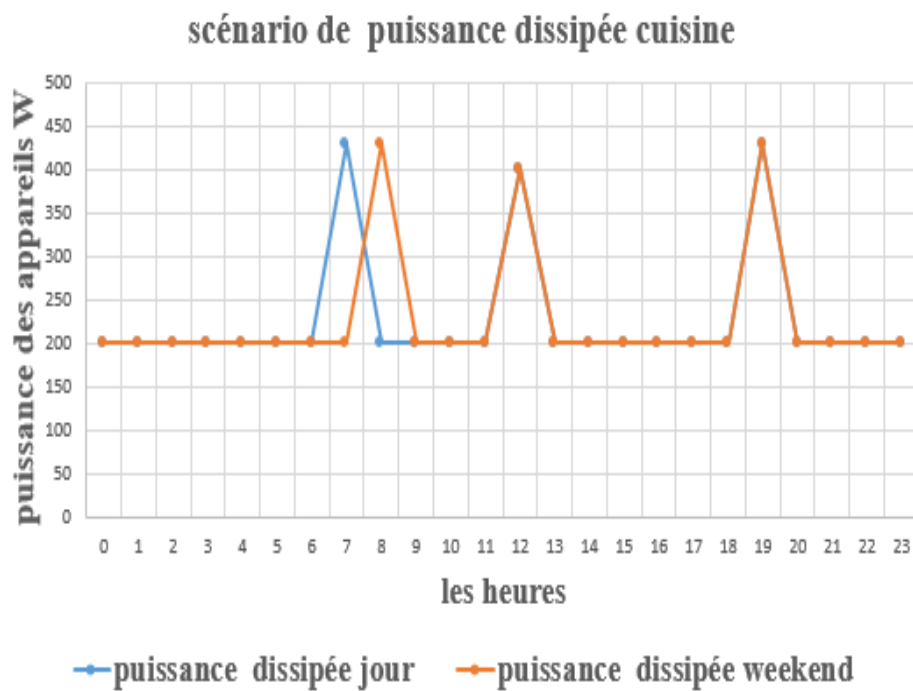


Figure 2- 27: Graphe de Scenario Puissance dissipée pour la cuisine.

➤ Pour la 4^{ème} zone : Salon.



Figure 2- 28: Graphe de Scénario de puissance dissipée pour Salon.

➤ Pour la 5^{ème} zone : Hall.

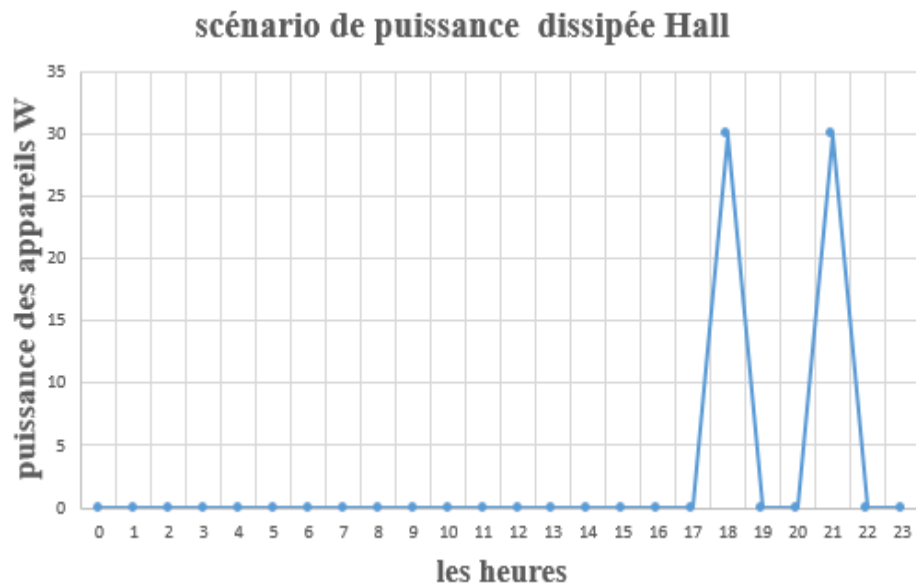


Figure 2- 29: Graphe de Scénario de puissance dissipée pour Hall.

➤ Pour la 6^{eme} zone : SDB.

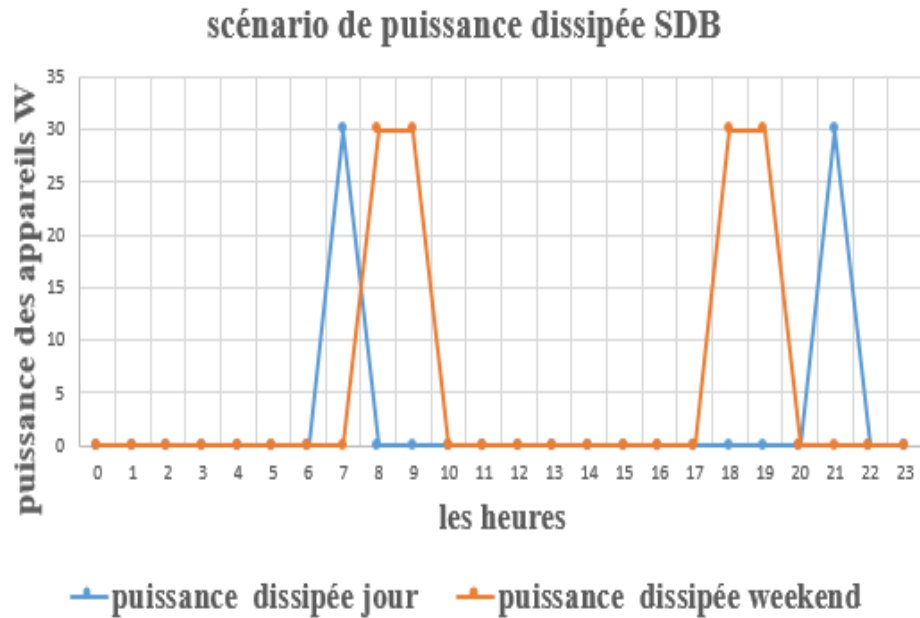


Figure 2- 30: Graphe de Scénario de puissance dissipée pour SDB.

➤ Pour la 7^{eme} zone : WC.

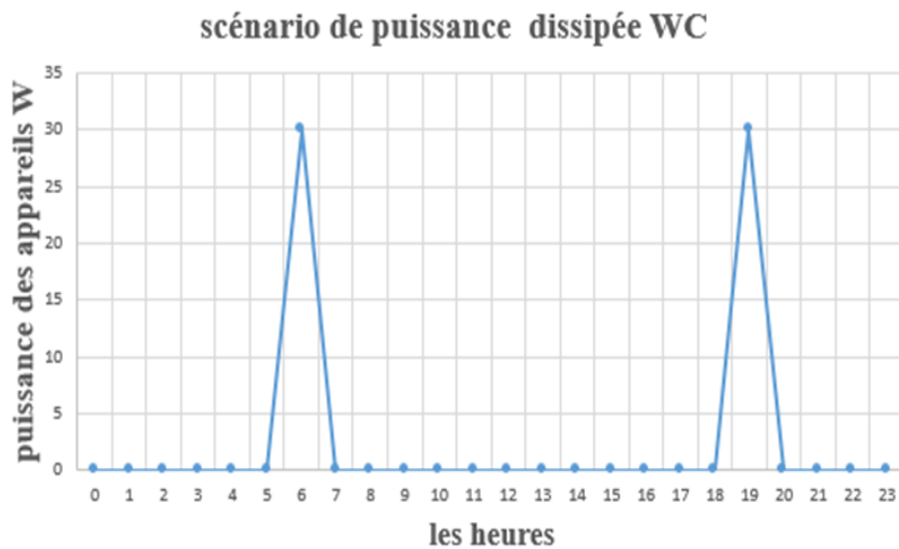


Figure 2- 31 : Graphe de Scénario de puissance dissipée pour WC.

Chapitre 2 : choix de bâtiment de référence et présentation de cas d'étude

2-12-5 Scénario d'occultation :

Les scénarios d'occultations gèrent la fréquence de fermeture des volets de chaque fenêtre du logement. Il est donc possible de gérer chaque fenêtres du logement en choisissant à quelle heure on ouvre et on ferme le volet. Mais aussi de combien on ouvre le volet (entre 0 et 100%). Ces scénarios ont une importance primordiale en été pour éviter les surchauffes dues au soleil. . [37]

Une occultation tous les jours de mois d'Avril à septembre.

The screenshot shows a software interface for configuring a window shading scenario. The main window is titled "Occultation" and contains the following elements:

- Nom:** occultation logement
- Complément:** (empty field)
- Origine:** (empty field)
- Type:** Occultation
- Relatif(%) à la valeur de base:**
- Unité:** %
- Résistance thermique additionnelle:** 0 m².K/W
- Appliquer également à la partie opaque de la paroi:**
- Valeur/Jour/Semaine Année:** (toggle buttons)
- Valeurs Table:**

+	5	Nom	Valeur	Unité
<input type="radio"/>	Valeur	0	%	
<input type="radio"/>	Valeur 1	50	%	
- Jours Table:**

+	5	Nom	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Afficher le nom	
<input type="radio"/>	Jour	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	50	50	50	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- Semaines Table:**

+	Nom	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
<input type="checkbox"/>								

Figure 2- 32: Scénario d'occultation pour la maison.

2-13 Conclusion:

Dans ce chapitre on a présenté la méthodologie pour choisir un bâtiment de référence et présenté le logiciel pléiade. Par la suite, on a fait une description du logement étudié tout en déterminant les caractéristiques climatiques du site choisi et présenté aussi les caractéristiques des matériaux composant les parois et cité les différentes procédures effectuées dans notre simulation.

Chapitre 3 : Résultats et discussions.

3-1 Introduction :

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

3-2 Simulation annuelle sans consigne température :

Dans cet étape de modélisation, on a fait une simulation du notre cas de base sans consigne de température.

3-2-1 Scénarios de fonctionnement intégrés :

- Occupation.
- Ventilation en vol/h.
- Puissance dissipée.

Tableau 3- 1: résultat de la simulation du cas de base sans consigne température.

Zones	Besoins Ch.	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Cuisine B	0 kWh	0 kWh/m ²	0 kWh	0 kWh/m ²	0 W	0 W	11.22 °C	24.83 °C	41.62 °C
SDB B	0 kWh	0 kWh/m ²	0 kWh	0 kWh/m ²	0 W	0 W	8.98 °C	21.21 °C	34.31 °C
Cage d'escalier B	0 kWh	0 kWh/m ²	0 kWh	0 kWh/m ²	0 W	0 W	7.85 °C	21.19 °C	36.63 °C
Chambre1 C	0 kWh	0 kWh/m ²	0 kWh	0 kWh/m ²	0 W	0 W	8.32 °C	23.15 °C	40.51 °C
Chambre2 C	0 kWh	0 kWh/m ²	0 kWh	0 kWh/m ²	0 W	0 W	9.06 °C	23.48 °C	40.33 °C
Salon C	0 kWh	0 kWh/m ²	0 kWh	0 kWh/m ²	0 W	0 W	8.04 °C	22.87 °C	40.67 °C
Cuisine C	0 kWh	0 kWh/m ²	0 kWh	0 kWh/m ²	0 W	0 W	9.44 °C	24.80 °C	43.75 °C
SDB C	0 kWh	0 kWh/m ²	0 kWh	0 kWh/m ²	0 W	0 W	8.45 °C	22.11 °C	37.48 °C
Cage d'escalier C	0 kWh	0 kWh/m ²	0 kWh	0 kWh/m ²	0 W	0 W	7.07 °C	21.94 °C	39.47 °C
WC A	0 kWh	0 kWh/m ²	0 kWh	0 kWh/m ²	0 W	0 W	8.07 °C	20.17 °C	33.57 °C
Hall A	0 kWh	0 kWh/m ²	0 kWh	0 kWh/m ²	0 W	0 W	9.49 °C	21.24 °C	33.81 °C
Couloir A	0 kWh	0 kWh/m ²	0 kWh	0 kWh/m ²	0 W	0 W	8.67 °C	20.50 °C	33.39 °C
WC B	0 kWh	0 kWh/m ²	0 kWh	0 kWh/m ²	0 W	0 W	8.19 °C	20.82 °C	34.80 °C
COULOIR B	0 kWh	0 kWh/m ²	0 kWh	0 kWh/m ²	0 W	0 W	8.82 °C	21.30 °C	35.06 °C
Hall B	0 kWh	0 kWh/m ²	0 kWh	0 kWh/m ²	0 W	0 W	9.50 °C	21.86 °C	35.25 °C
WC C	0 kWh	0 kWh/m ²	0 kWh	0 kWh/m ²	0 W	0 W	7.75 °C	21.67 °C	37.71 °C
Hall C	0 kWh	0 kWh/m ²	0 kWh	0 kWh/m ²	0 W	0 W	8.46 °C	22.58 °C	38.66 °C
COULOIR C	0 kWh	0 kWh/m ²	0 kWh	0 kWh/m ²	0 W	0 W	8.35 °C	22.21 °C	38.11 °C
Total	0 kWh	0 kWh/m ²	0 kWh	0 kWh/m ²	0 W	0 W	9.15 °C	22.49 °C	37.85 °C

3-2-2 Synthèse :

D'après les résultats obtenus, nous remarquons que les besoins en chauffage et climatisations sont nuls car la consigne de température n'est pas intégrée dans cette simulation.

Dans notre bâtiment, la température maximale peut atteindre jusqu' à 37.85°C et diminue jusqu'à 9.15°C (température minimale), alors on a une température moyenne de 22.45°C

3-2-3 Visualisation graphique :

Ces graphes nous permettent d'observer la différence de température entre l'extérieur et l'intérieur et aussi la perturbation des températures dans les différentes zones.

3-2-3-1 La semaine la plus chaude :

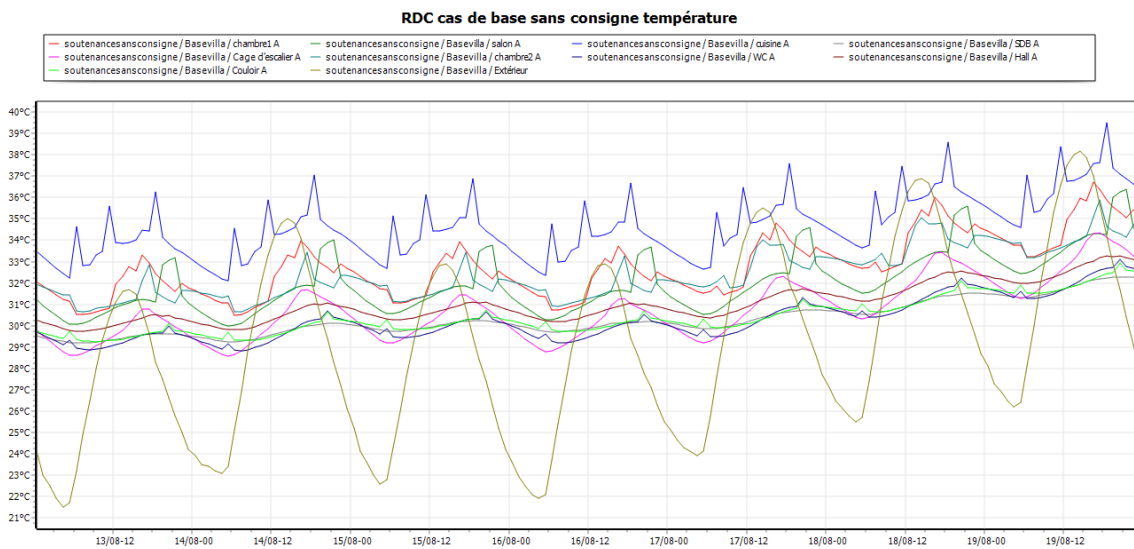


Figure 3- 1: évolution de la température des différentes zones dans la semaine la plus chaude RDC.

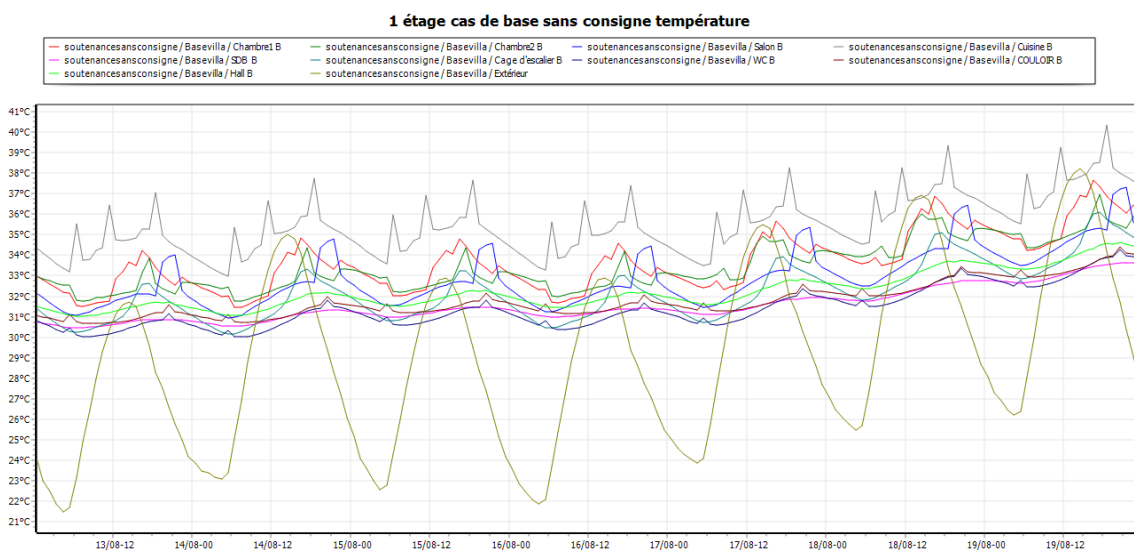


Figure 3- 2: évolution de la température des différentes zones dans la semaine la plus chaude 1 étage.

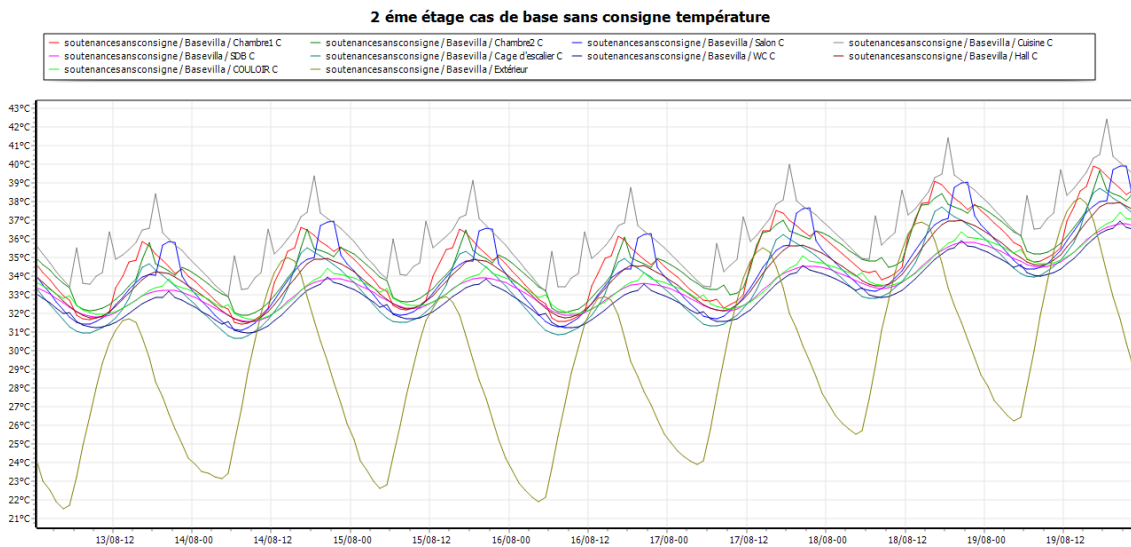


Figure 3- 3: évolution de la température des différentes zones dans la semaine la plus chaude 2 étages.

3-2-3-1-1 Synthèse :

Les figures 1-2-3 représentent les évolutions des températures de l'air à l'intérieur du bâtiment des différentes zones pour le RDC, 1 et 2 étages.

D'après la visualisation graphique, on remarque que les températures à l'intérieur de logement sont plus importantes par rapport à celles de l'extérieur, le confort n'est pas assuré.

- Dans RDC la température à l'intérieur varie entre 28.9 °C et 39.5°C.
- Dans 1 étage la température à l'intérieur varie entre 30°C et 40.2°C.
- Dans 2 étage la température à l'intérieur varie entre 30.8°C et 42.5°C.
- à l'extérieur la température varie entre 21.5°C et 38.1°C.

3-2-3-2 La semaine la plus froide :

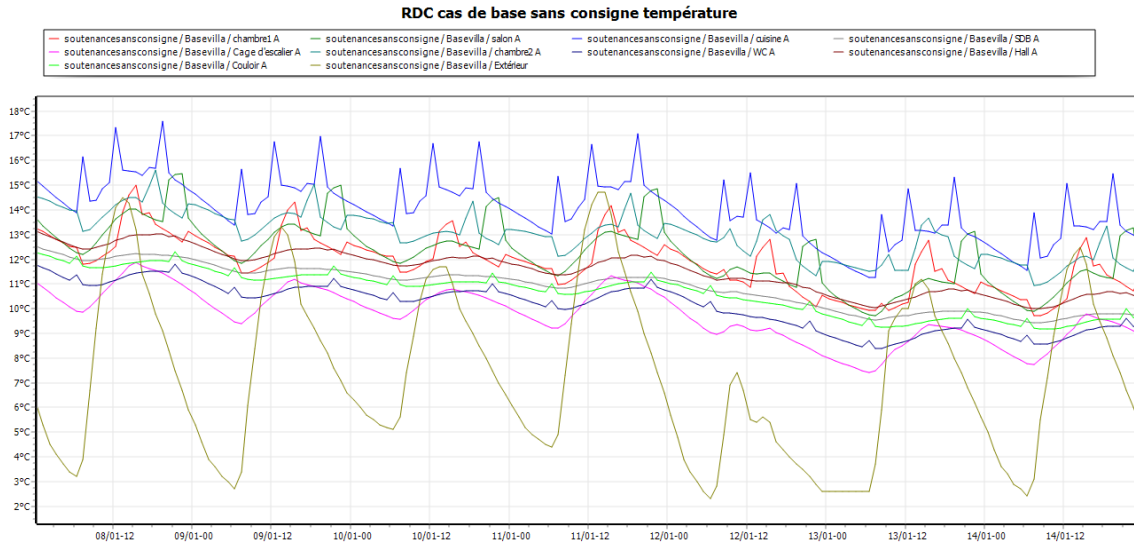


Figure 3- 4: évolution de la température des différentes zones dans la semaine la plus froide RDC.

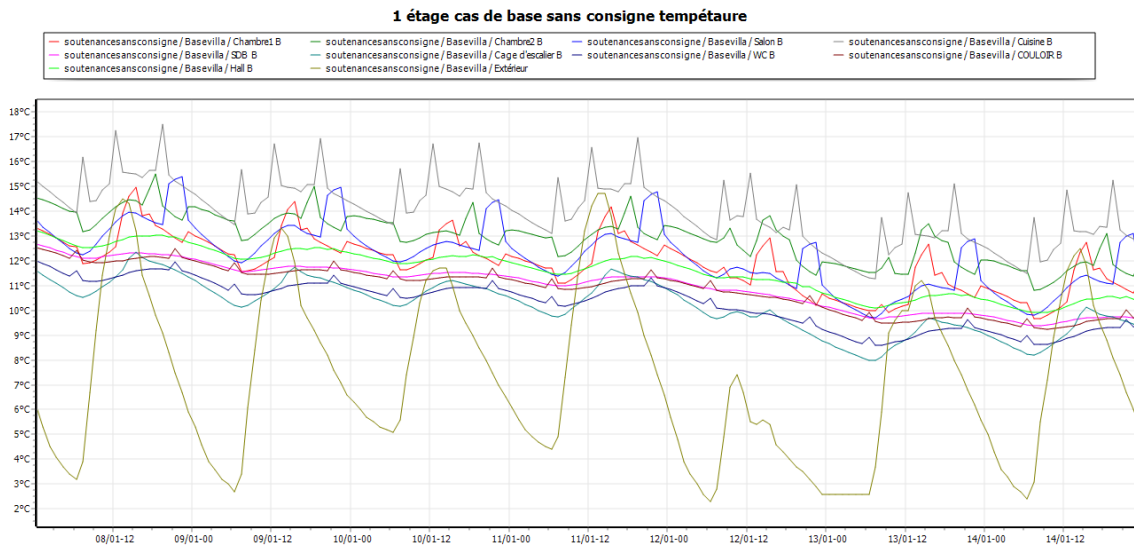


Figure 3- 5: évolution de la température des différentes zones dans la semaine la plus froide 1 étage.

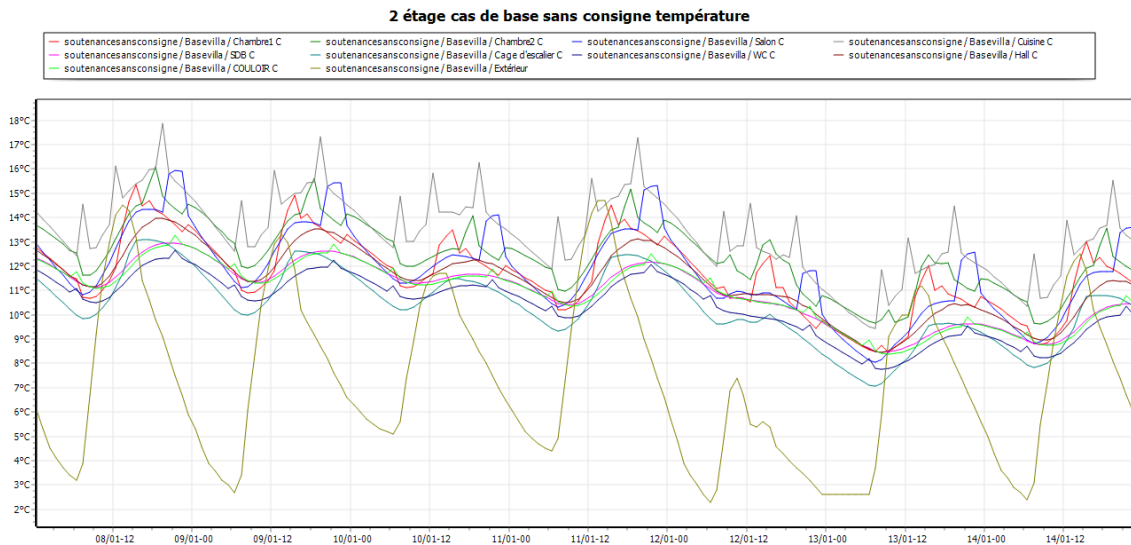


Figure 3- 6: évolution de la température des différentes zones dans la semaine la plus froide 2 étage.

3-2-3-2-1 Synthèse :

Les figures 4-5-6 représentent les évolutions des températures de l'air à l'intérieur du bâtiment des différentes zones pour le RDC, 1 et 2 étages.

D'après la visualisation graphique, on remarque que les températures à l'intérieur de logement sont plus importantes par rapport à celles de l'extérieur, le confort n'est pas assuré.

- Dans RDC la température à l'intérieur varie entre 7.5°C et 17.5°C.
- Dans 1 étage la température à l'intérieur varie entre 8°C et 17.5°C.
- Dans 2 étage la température à l'intérieur varie entre 7°C et 17.9°C.
- à l'extérieur la température varie entre 2.4°C et 14.8°C.

3-2 Simulation annuelle avec consigne température :

La simulation avec consigne température (chauffage climatisation), nous permet d'étudier l'évolution de la température, ainsi que de déterminer les besoins en chauffage et climatisation.

3-3-1 Scénarios de fonctionnement intégrés :

- Occupation.
- Ventilation en vol/ h.
- Puissance dissipée.
- consigne de température (chauffage et climatisation).

Tableau 3- 2: résultat de la simulation du cas de base avec consigne température.

Zones	Besoins Ch.	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
SDB B	171 kWh	43 kWh/m ²	125 kWh	31 kWh/m ²	121 W	1 192 W	16.32 °C	20.75 °C	28.41 °C
Cage d'escalier B	840 kWh	99 kWh/m ²	938 kWh	110 kWh/m ²	647 W	2 024 W	15.28 °C	20.86 °C	30.90 °C
Chambre1 C	1 037 kWh	92 kWh/m ²	2 275 kWh	201 kWh/m ²	1 104 W	3 256 W	15.75 °C	21.65 °C	33.80 °C
Chambre2 C	704 kWh	55 kWh/m ²	2 053 kWh	161 kWh/m ²	963 W	3 657 W	16.65 °C	21.74 °C	33.41 °C
Salon C	1 458 kWh	98 kWh/m ²	2 363 kWh	159 kWh/m ²	1 437 W	3 545 W	15.35 °C	21.39 °C	32.86 °C
Cuisine C	496 kWh	52 kWh/m ²	2 439 kWh	254 kWh/m ²	861 W	2 991 W	16.99 °C	22.37 °C	37.06 °C
SDB C	315 kWh	79 kWh/m ²	467 kWh	117 kWh/m ²	282 W	1 248 W	15.75 °C	21.14 °C	30.51 °C
Cage d'escalier C	1 174 kWh	138 kWh/m ²	1 654 kWh	194 kWh/m ²	995 W	2 425 W	14.61 °C	21.16 °C	32.71 °C
WC A	208 kWh	126 kWh/m ²	149 kWh	90 kWh/m ²	140 W	499 W	15.35 °C	20.41 °C	27.95 °C
Hall A	621 kWh	38 kWh/m ²	352 kWh	21 kWh/m ²	451 W	2 849 W	16.74 °C	20.75 °C	28.54 °C
Couloir A	27 kWh	20 kWh/m ²	21 kWh	16 kWh/m ²	23 W	409 W	15.89 °C	20.52 °C	27.98 °C
WC B	190 kWh	115 kWh/m ²	158 kWh	95 kWh/m ²	135 W	518 W	15.59 °C	20.65 °C	28.96 °C
COULOIR B	18 kWh	14 kWh/m ²	32 kWh	24 kWh/m ²	21 W	418 W	16.19 °C	20.84 °C	29.27 °C
Hall B	515 kWh	31 kWh/m ²	427 kWh	26 kWh/m ²	419 W	3 388 W	16.85 °C	20.99 °C	29.44 °C
WC C	249 kWh	150 kWh/m ²	301 kWh	182 kWh/m ²	202 W	518 W	15.12 °C	20.98 °C	30.73 °C
Hall C	1 160 kWh	70 kWh/m ²	1 842 kWh	111 kWh/m ²	1 081 W	4 204 W	15.79 °C	21.33 °C	31.69 °C
COULOIR C	67 kWh	50 kWh/m ²	146 kWh	109 kWh/m ²	72 W	418 W	15.70 °C	21.21 °C	31.25 °C
Total	14 515 kWh	60 kWh/m ²	26 756 kWh	111 kWh/m ²	14 869 W	59 072 W	16.55 °C	21.33 °C	31.74 °C

3-3-2 Synthèse :

D'après les résultats obtenus, nous remarquons que les besoins sont : en chauffage 60 kWh / m² / an et climatisation 111 kWh / m² /an en total.

Dans notre bâtiment, on remarque que la température maximale peut atteindre jusqu' à **31.74**°C et diminue jusqu'à **16.55**°C (température minimale), alors on a une température moyenne de **21.33**°C.

3-3-3 La semaine la plus chaude :

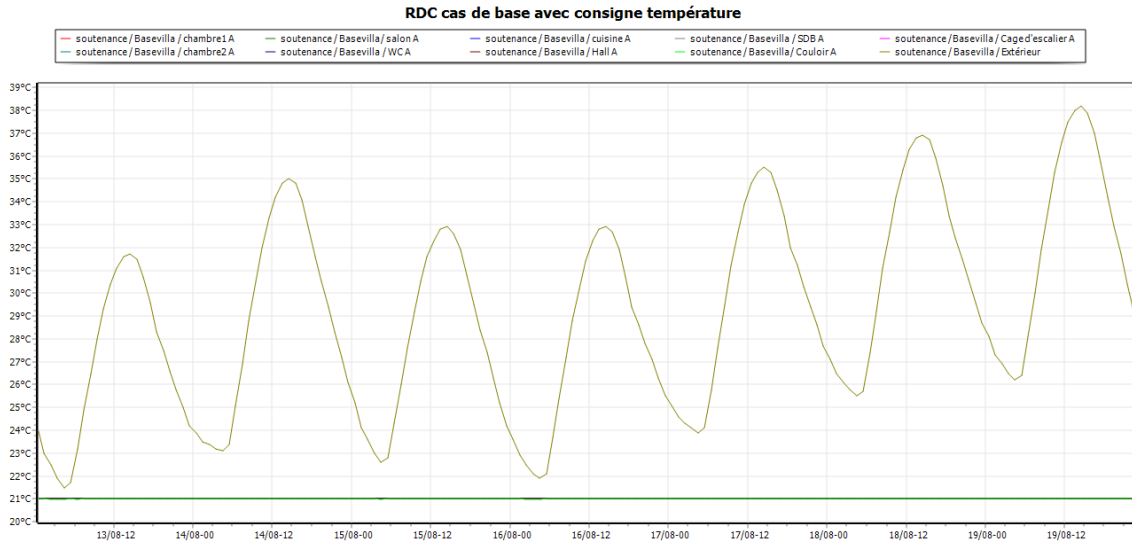


Figure 3- 7: évolution de la température des différentes zones dans la semaine la plus chaude RDC.

3-3-3-1 Synthèse :

La figure 7 représente les évolutions des températures de l'air à l'intérieur du bâtiment des différentes zones pour le RDC.

D'après la visualisation graphique, on remarque que la température à l'intérieur de logement est 21 °C, donc elle est inférieure à celle de l'extérieur.

Remarque :

La valeur de la température intérieure est identique pour tous les étages.

3-3-4 La semaine la plus froide :

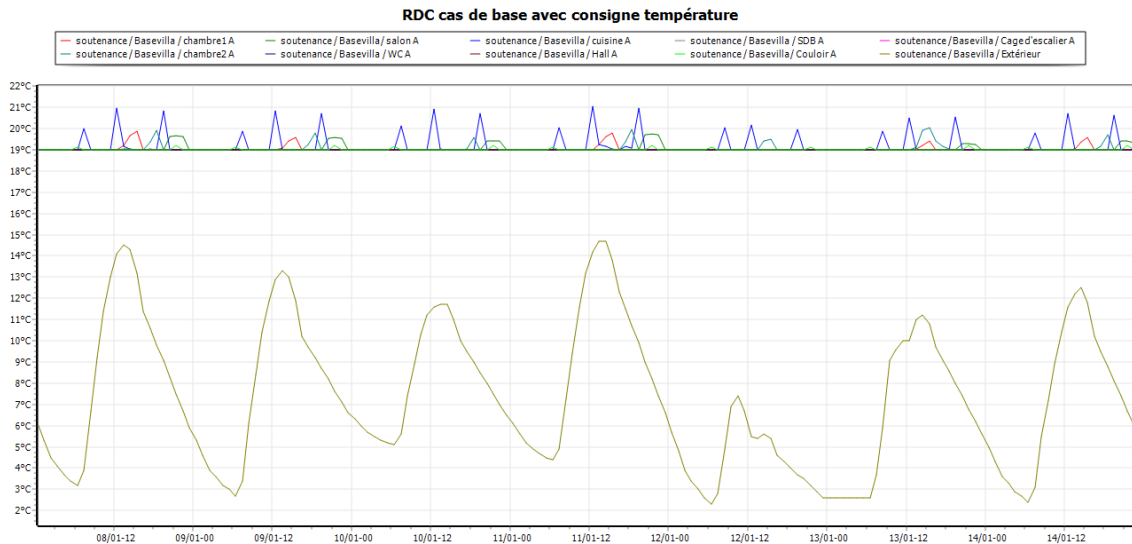


Figure 3- 8: évolution de la température des différentes zones dans la semaine la plus froid RDC.

3-3-4-1 Synthèse :

D'après la visualisation graphique, on remarque que la température à l'intérieur de logement est variée de 19°C à 21 °C, donc elle est supérieure à celle de l'extérieur.

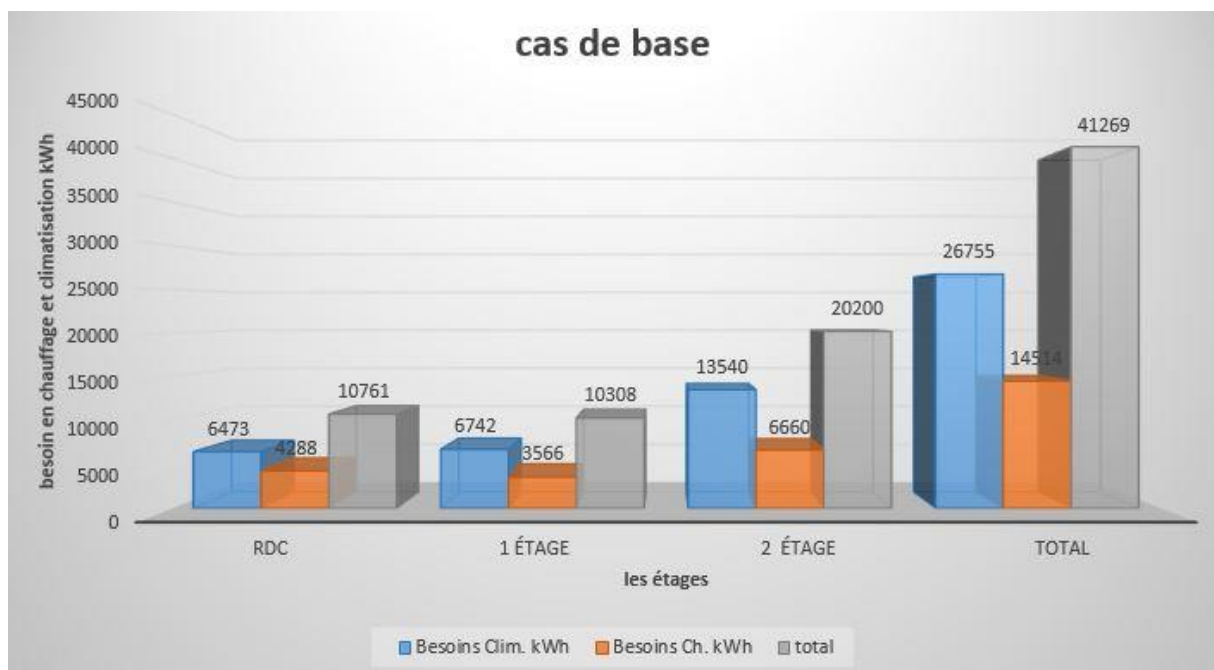


Figure 3- 9: histogramme de besoin en chauffage et climatisation cas de base.

3-3-5 Synthèse:

D'après les résultats obtenus on remarque que les besoins en climatisation et chauffage dans le 2^e étage est supérieur de ceux des autres étages, ils sont estimés de 26755 kWh/an et 14514 kWh /an en total.

3-4 Résultats de simulation des solutions proposées :

3-4-1 Simulation cas de base avec occultation :

Tableau 3- 3: résultat de la simulation de cas de base avec occultation.

Zones	Besoins Ch.	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
SDB B	163 kWh	41 kWh/m ²	126 kWh	32 kWh/m ²	121 W	1 164 W	16.11 °C	20.71 °C	28.21 °C
Cage d'escalier B	841 kWh	99 kWh/m ²	879 kWh	103 kWh/m ²	647 W	1 915 W	15.01 °C	20.76 °C	30.31 °C
Chambre1 C	1 038 kWh	92 kWh/m ²	2 199 kWh	194 kWh/m ²	1 104 W	3 150 W	15.55 °C	21.57 °C	33.26 °C
Chambre2 C	702 kWh	55 kWh/m ²	2 002 kWh	157 kWh/m ²	963 W	3 566 W	16.46 °C	21.68 °C	32.94 °C
Salon C	1 387 kWh	94 kWh/m ²	2 384 kWh	161 kWh/m ²	1 436 W	3 526 W	15.29 °C	21.43 °C	33.35 °C
Cuisine C	494 kWh	52 kWh/m ²	2 367 kWh	247 kWh/m ²	861 W	2 943 W	16.84 °C	22.30 °C	36.51 °C
SDB C	308 kWh	77 kWh/m ²	469 kWh	117 kWh/m ²	282 W	1 248 W	15.65 °C	21.11 °C	30.33 °C
Cage d'escalier C	1 175 kWh	138 kWh/m ²	1 598 kWh	188 kWh/m ²	995 W	2 347 W	14.43 °C	21.09 °C	32.28 °C
WC A	208 kWh	126 kWh/m ²	145 kWh	87 kWh/m ²	140 W	486 W	15.15 °C	20.35 °C	27.64 °C
Hall A	621 kWh	38 kWh/m ²	343 kWh	21 kWh/m ²	451 W	2 684 W	16.45 °C	20.68 °C	28.10 °C
Couloir A	27 kWh	20 kWh/m ²	20 kWh	15 kWh/m ²	23 W	396 W	15.65 °C	20.46 °C	27.61 °C
WC B	190 kWh	114 kWh/m ²	154 kWh	93 kWh/m ²	135 W	518 W	15.39 °C	20.59 °C	28.62 °C
COULOIR B	18 kWh	14 kWh/m ²	30 kWh	22 kWh/m ²	21 W	418 W	15.95 °C	20.77 °C	28.85 °C
Hall B	512 kWh	31 kWh/m ²	419 kWh	25 kWh/m ²	419 W	3 232 W	16.60 °C	20.93 °C	29.04 °C
WC C	249 kWh	150 kWh/m ²	297 kWh	179 kWh/m ²	202 W	518 W	15.00 °C	20.94 °C	30.50 °C
Hall C	1 158 kWh	70 kWh/m ²	1 834 kWh	111 kWh/m ²	1 081 W	4 110 W	15.65 °C	21.29 °C	31.44 °C
COULOIR C	67 kWh	50 kWh/m ²	145 kWh	108 kWh/m ²	72 W	418 W	15.55 °C	21.17 °C	30.97 °C
Total	14 348 kWh	59 kWh/m ²	25 901 kWh	107 kWh/m ²	14 866 W	56 885 W	16.30 °C	21.26 °C	31.34 °C

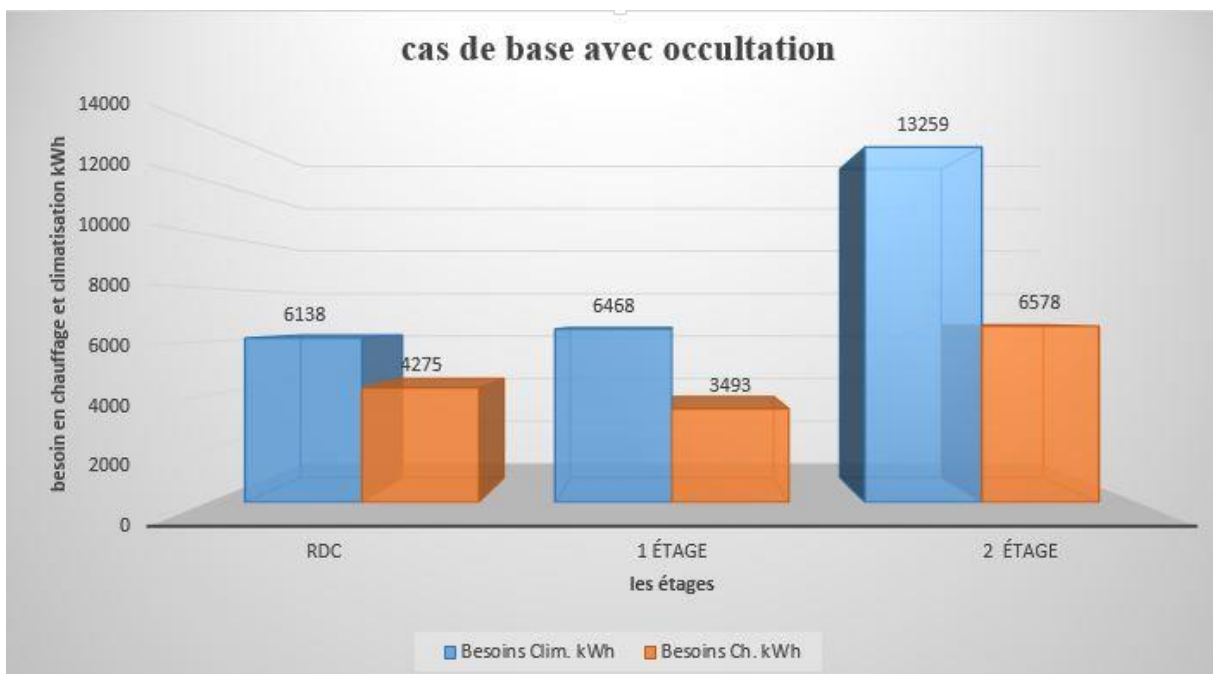


Figure 3- 10: histogramme de besoin en chauffage et climatisation cas de base avec occultation.

3-4-2 Synthèse :

Après l'intégration des occultations aux fenêtres, on constate une légère diminution des besoins en climatisation et chauffage remarquable sont comptées par 25865 kWh/an et 14346 kWh/an en total.

3-5 Simulation avec isolation du mur quad-Lock :

Dans notre étude, on a proposé une technique d'isolation afin d'améliorer les performances énergétiques de l'enveloppe du bâtiment et pour diminuer les besoins énergétiques.

3-5-1 Présentation de la technique :

Les panneaux Quad-Lock sont moulés à partir de polystyrène expansé ignifuge (EPS). Chaque panneau mesure 1219mm de long x 305mm de haut.

Le Quad-Deck est une forme de béton léger et stable conçue pour créer les planchers, les toits, les panneaux inclinables ou préfabriqués en béton armé à poutres en T et dalles.

Inventé en Europe en 1978 par Piero Cretti, Quad-Deck a été créé pour réduire poids, réduire les exigences d'étaielement.

Disponible dans toute l'Europe, la Russie et le Moyen-Orient, Quad-Deck a été fabriqués aux États-Unis depuis 2001 et au Canada depuis 2004.

Quad-Deck est fait de polystyrène expansé (EPS) isolant, profilés métalliques laminés à froid moulés pour servir de support d'étaielement phase de construction. Lorsque le béton a atteint sa pleine résistance et l'étaielement a été enlevé, les formulaires restent en place pour fonctionner comme isolant, tandis que le profilés métalliques peuvent être utilisés pour fixer le plafond ou finitions murales. [38]

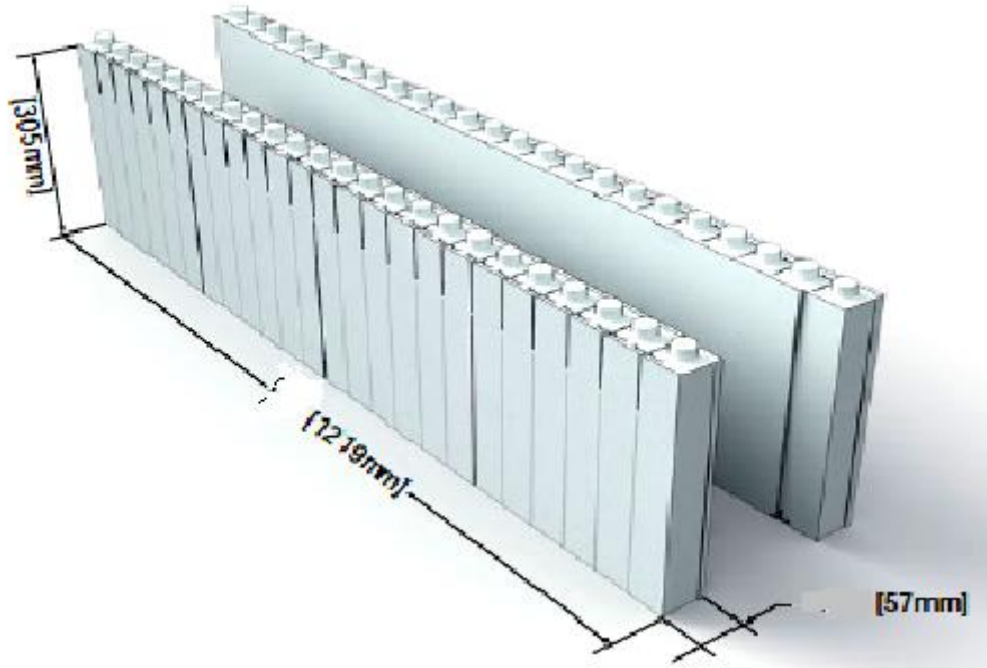


Figure 3- 11: panneau quad- lock.

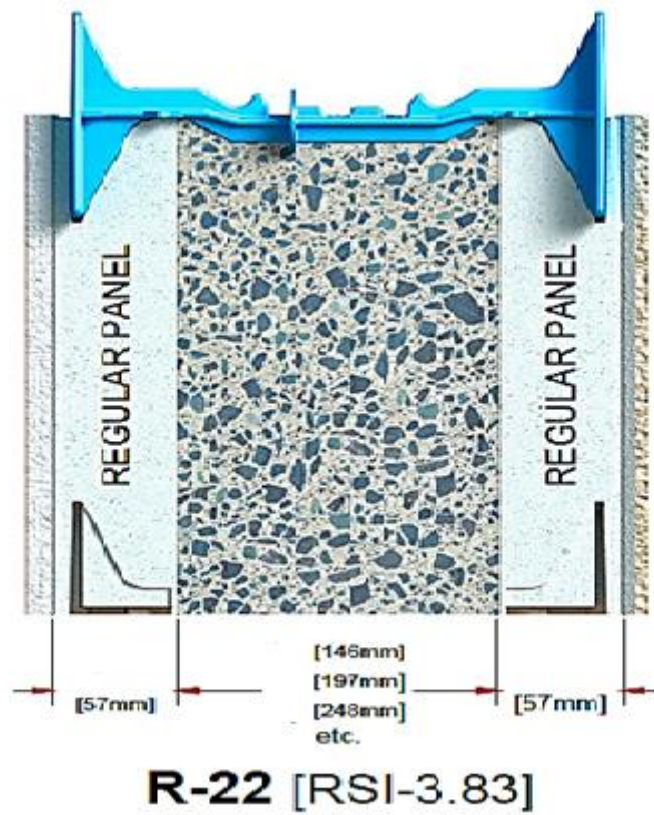


Figure 3- 12: coupe du panneau quad- lock. [11]

Chapitre 3 : Résultats et discussions

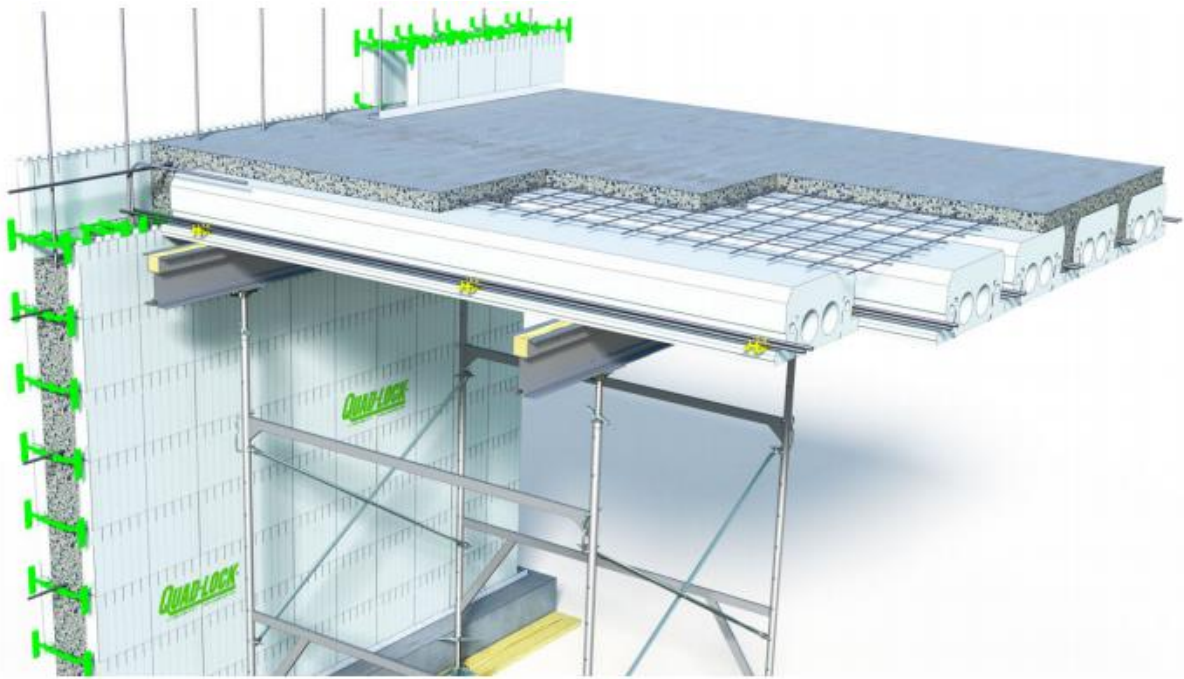


Figure 3- 13: utilisation de la technique dans la construction.

Tableau 3- 4: résultat de la simulation avec isolation du mur.

Zones	Besoins Ch.	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
SDB B	104 kWh	26 kWh/m ²	89 kWh	22 kWh/m ²	83 W	1 013 W	16.84 °C	20.72 °C	27.95 °C
Cage d'escalier B	396 kWh	47 kWh/m ²	623 kWh	73 kWh/m ²	347 W	1 872 W	16.10 °C	21.13 °C	32.58 °C
Chambre 1 C	580 kWh	51 kWh/m ²	1 942 kWh	172 kWh/m ²	780 W	3 248 W	17.42 °C	22.34 °C	37.04 °C
Chambre 2 C	444 kWh	35 kWh/m ²	1 859 kWh	146 kWh/m ²	789 W	3 631 W	18.16 °C	22.31 °C	34.82 °C
Salon C	859 kWh	58 kWh/m ²	2 053 kWh	138 kWh/m ²	1 042 W	3 569 W	16.54 °C	21.82 °C	34.66 °C
Cuisine C	125 kWh	13 kWh/m ²	2 080 kWh	217 kWh/m ²	524 W	2 989 W	19.00 °C	24.08 °C	41.23 °C
SDB C	250 kWh	63 kWh/m ²	432 kWh	108 kWh/m ²	239 W	1 248 W	16.14 °C	21.21 °C	30.80 °C
Cage d'escalier C	720 kWh	85 kWh/m ²	1 335 kWh	157 kWh/m ²	679 W	2 278 W	15.51 °C	21.48 °C	34.97 °C
WC C	130 kWh	79 kWh/m ²	221 kWh	134 kWh/m ²	118 W	514 W	16.33 °C	21.16 °C	31.01 °C
COULOIR C	68 kWh	51 kWh/m ²	137 kWh	102 kWh/m ²	72 W	417 W	16.28 °C	21.31 °C	31.49 °C
HALL C	953 kWh	58 kWh/m ²	1 677 kWh	102 kWh/m ²	926 W	4 109 W	16.34 °C	21.46 °C	32.24 °C
COULOIR B	19 kWh	14 kWh/m ²	23 kWh	17 kWh/m ²	21 W	408 W	17.08 °C	20.85 °C	28.68 °C
WC B	71 kWh	43 kWh/m ²	80 kWh	48 kWh/m ²	53 W	467 W	16.81 °C	20.72 °C	28.31 °C
HALL B	291 kWh	18 kWh/m ²	265 kWh	16 kWh/m ²	281 W	3 129 W	17.80 °C	21.13 °C	29.37 °C
COULOIR A	28 kWh	21 kWh/m ²	16 kWh	12 kWh/m ²	23 W	355 W	16.68 °C	20.50 °C	27.33 °C
WC A	83 kWh	50 kWh/m ²	71 kWh	43 kWh/m ²	56 W	398 W	16.35 °C	20.44 °C	27.15 °C
HALL A	379 kWh	23 kWh/m ²	190 kWh	11 kWh/m ²	309 W	2 556 W	17.44 °C	20.83 °C	28.32 °C
Total	7 518 kWh	31 kWh/m ²	21 394 kWh	89 kWh/m ²	9 453 W	58 374 W	17.66 °C	22.00 °C	33.45 °C

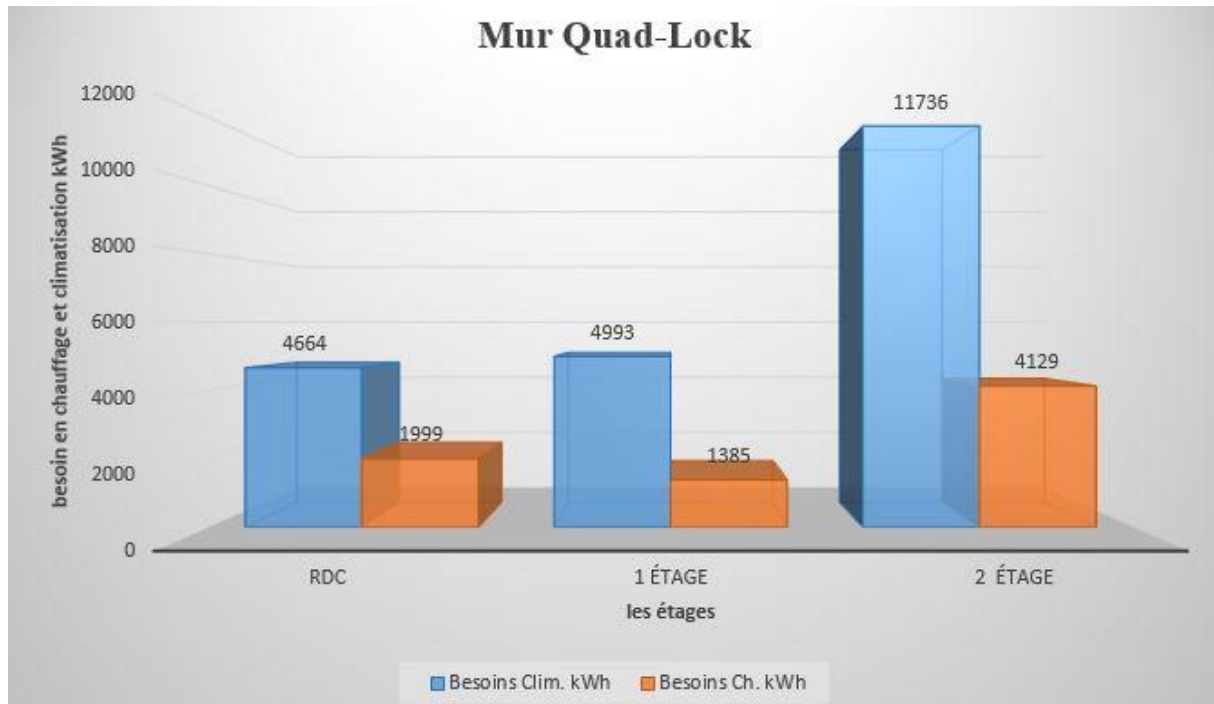


Figure 3- 14: histogramme de besoin en chauffage et climatisation Mur quad-lock.

3-5-2 Synthèse :

Après l'isolation des murs, on constate une diminution des besoins en climatisation et chauffage remarquable sont comptées par 21393 kWh/an et 7513 kWh/an en total.

3-6 Simulation avec isolation du mur + toiture quad-Lock :

Tableau 3- 5: résultat de la simulation avec isolation du mur + toiture.

Zones	Besoins Ch.	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
SDB B	107 kWh	27 kWh/m ²	89 kWh	22 kWh/m ²	83 W	907 W	16.90 °C	20.56 °C	27.29 °C
Cage d'escalier B	398 kWh	47 kWh/m ²	622 kWh	73 kWh/m ²	347 W	1 819 W	16.14 °C	21.07 °C	32.39 °C
Chambre 1 C	214 kWh	19 kWh/m ²	1 100 kWh	97 kWh/m ²	421 W	3 314 W	19.00 °C	22.56 °C	36.36 °C
Chambre 2 C	82 kWh	6 kWh/m ²	899 kWh	71 kWh/m ²	369 W	3 523 W	19.00 °C	22.61 °C	33.81 °C
Salon C	343 kWh	23 kWh/m ²	936 kWh	63 kWh/m ²	519 W	3 274 W	18.03 °C	21.79 °C	32.88 °C
Cuisine C	3 kWh	0 kWh/m ²	1 366 kWh	143 kWh/m ²	164 W	2 989 W	19.00 °C	25.55 °C	42.50 °C
SDB C	123 kWh	31 kWh/m ²	128 kWh	32 kWh/m ²	100 W	1 063 W	16.98 °C	20.72 °C	28.12 °C
Cage d'escalier C	436 kWh	51 kWh/m ²	702 kWh	83 kWh/m ²	386 W	2 147 W	16.29 °C	21.24 °C	33.26 °C
WC C	79 kWh	48 kWh/m ²	96 kWh	58 kWh/m ²	62 W	483 W	16.97 °C	20.73 °C	28.57 °C
COULOIR C	25 kWh	19 kWh/m ²	36 kWh	27 kWh/m ²	26 W	417 W	17.34 °C	20.88 °C	28.99 °C
HALL C	360 kWh	22 kWh/m ²	425 kWh	26 kWh/m ²	351 W	3 449 W	18.00 °C	21.20 °C	29.90 °C
COULOIR B	20 kWh	15 kWh/m ²	23 kWh	17 kWh/m ²	21 W	388 W	17.30 °C	20.71 °C	28.13 °C
WC B	73 kWh	44 kWh/m ²	79 kWh	48 kWh/m ²	53 W	443 W	16.83 °C	20.59 °C	27.78 °C
HALL B	285 kWh	17 kWh/m ²	264 kWh	16 kWh/m ²	278 W	2 976 W	18.10 °C	21.06 °C	29.05 °C
COULOIR A	28 kWh	21 kWh/m ²	16 kWh	12 kWh/m ²	23 W	341 W	16.76 °C	20.45 °C	27.06 °C
WC A	83 kWh	51 kWh/m ²	71 kWh	43 kWh/m ²	56 W	380 W	16.39 °C	20.39 °C	26.90 °C
HALL A	374 kWh	23 kWh/m ²	189 kWh	11 kWh/m ²	308 W	2 488 W	17.64 °C	20.80 °C	28.14 °C
Total	5 023 kWh	21 kWh/m ²	15 341 kWh	64 kWh/m ²	6 632 W	56 378 W	18.07 °C	22.06 °C	32.95 °C

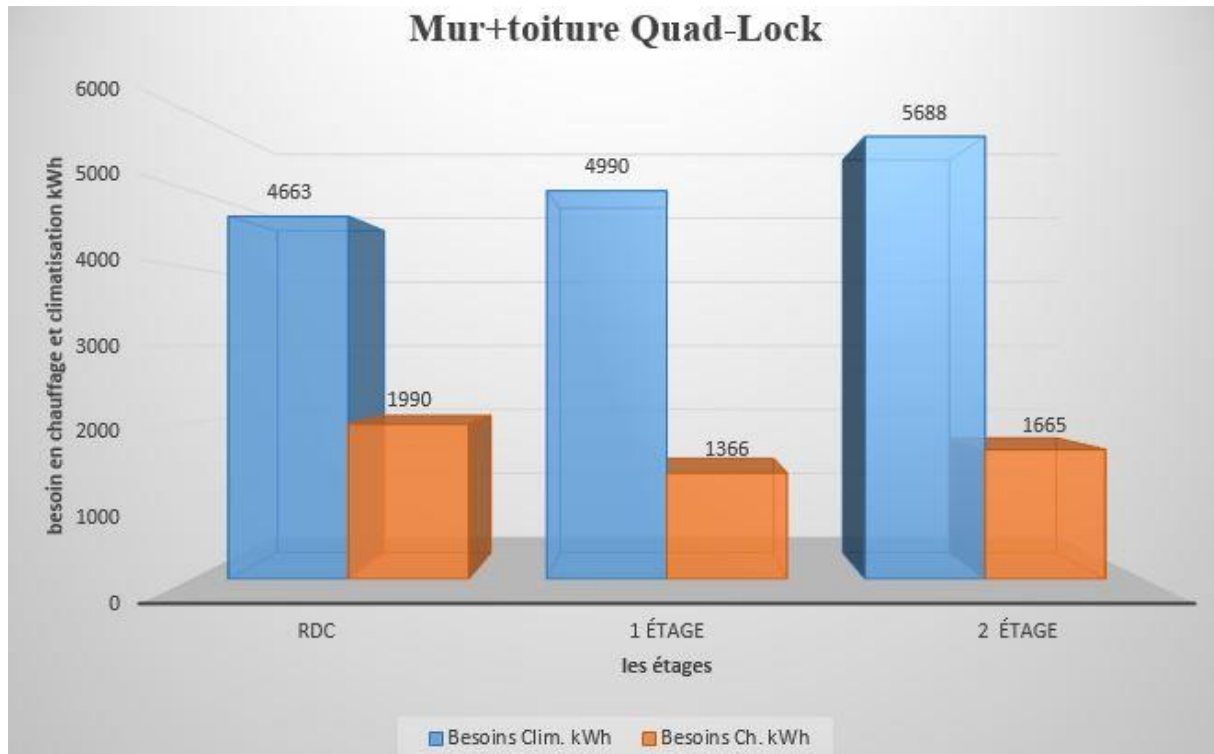


Figure 3- 15: histogramme de besoin en chauffage et climatisation Mur+toiture Quad-lock.

3-6-1 Synthèse :

Après l'isolation des murs + toiture, on constate une diminution des besoins en climatisation et chauffage remarquable sont comptés par 15341 kWh/an et 5021 kWh/an en total.

3-7 Simulation avec isolation du mur + toiture quad-Lock avec une dégradation de climatisation :

Tableau 3- 6: résultat de la simulation avec isolation du mur + toiture + dégradation de climatisation.

Zones	Besoins Ch.	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
SDB B	107 kWh	27 kWh/m ²	90 kWh	23 kWh/m ²	83 W	733 W	16.90 °C	20.65 °C	27.29 °C
Cage d'escalier B	398 kWh	47 kWh/m ²	581 kWh	68 kWh/m ²	347 W	1 459 W	16.14 °C	21.27 °C	32.39 °C
Chambre 1 C	214 kWh	19 kWh/m ²	998 kWh	88 kWh/m ²	421 W	2 690 W	19.00 °C	22.90 °C	36.36 °C
Chambre 2 C	82 kWh	6 kWh/m ²	802 kWh	63 kWh/m ²	369 W	2 616 W	19.00 °C	22.95 °C	33.81 °C
Salon C	343 kWh	23 kWh/m ²	861 kWh	58 kWh/m ²	519 W	2 215 W	18.03 °C	22.02 °C	32.88 °C
Cuisine C	3 kWh	0 kWh/m ²	1 263 kWh	132 kWh/m ²	164 W	2 989 W	19.00 °C	25.94 °C	42.50 °C
SDB C	123 kWh	31 kWh/m ²	121 kWh	30 kWh/m ²	100 W	740 W	16.98 °C	20.84 °C	28.12 °C
Cage d'escalier C	436 kWh	51 kWh/m ²	642 kWh	76 kWh/m ²	386 W	1 437 W	16.29 °C	21.48 °C	33.26 °C
WC C	79 kWh	48 kWh/m ²	86 kWh	52 kWh/m ²	62 W	372 W	16.97 °C	20.91 °C	28.57 °C
COULOIR C	25 kWh	19 kWh/m ²	37 kWh	27 kWh/m ²	26 W	311 W	17.34 °C	21.01 °C	28.99 °C
HALL C	360 kWh	22 kWh/m ²	409 kWh	25 kWh/m ²	351 W	2 204 W	18.00 °C	21.37 °C	29.90 °C
COULOIR B	20 kWh	15 kWh/m ²	25 kWh	19 kWh/m ²	21 W	310 W	17.30 °C	20.81 °C	28.13 °C
WC B	73 kWh	44 kWh/m ²	73 kWh	44 kWh/m ²	53 W	370 W	16.83 °C	20.74 °C	27.78 °C
HALL B	285 kWh	17 kWh/m ²	292 kWh	18 kWh/m ²	278 W	2 256 W	18.10 °C	21.17 °C	29.05 °C
COULOIR A	28 kWh	21 kWh/m ²	18 kWh	14 kWh/m ²	23 W	274 W	16.76 °C	20.53 °C	27.06 °C
WC A	83 kWh	51 kWh/m ²	64 kWh	39 kWh/m ²	56 W	329 W	16.39 °C	20.52 °C	26.90 °C
HALL A	374 kWh	23 kWh/m ²	218 kWh	13 kWh/m ²	308 W	1 936 W	17.64 °C	20.89 °C	28.14 °C
Total	5 023 kWh	21 kWh/m ²	14 216 kWh	59 kWh/m ²	6 632 W	44 057 W	18.07 °C	22.29 °C	32.95 °C

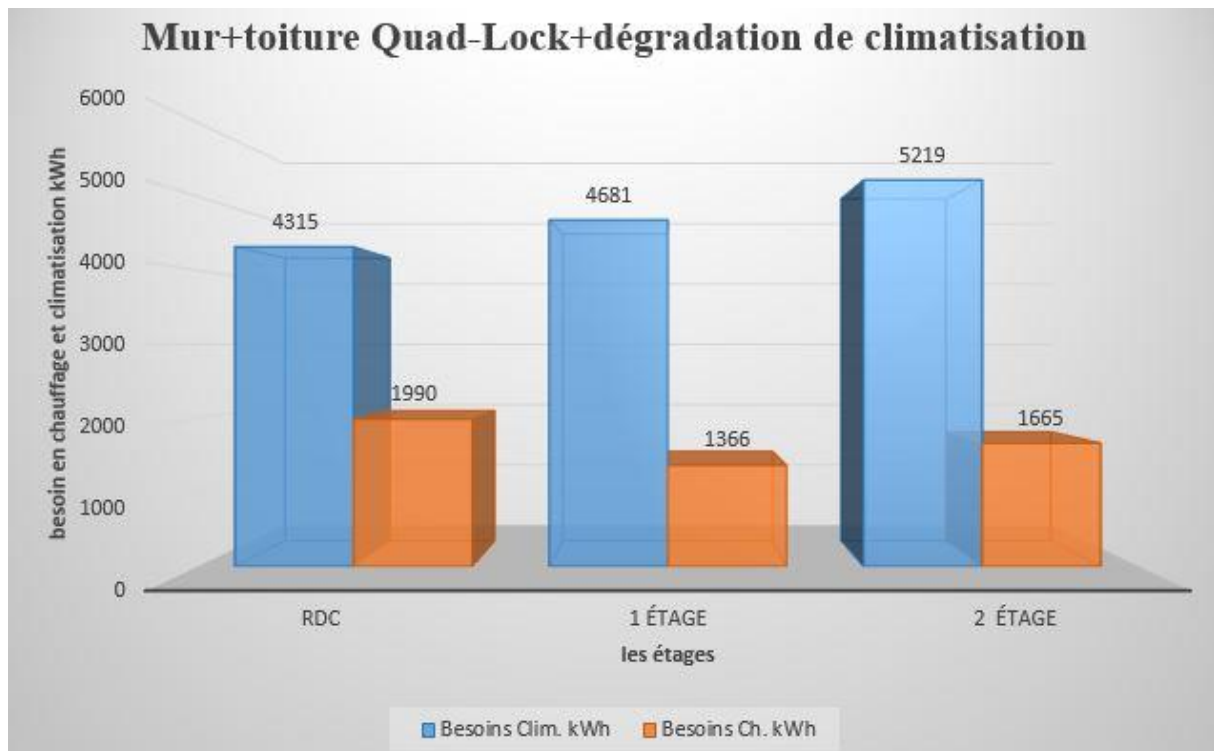


Figure 3- 16: histogramme de besoin en chauffage et climatisation Mur+toiture Quad-lock+dégradation de climatisation.

3-7-1 Synthèse:

Après l'isolation des murs + toiture et la dégradation de climatisation, on constate une diminution des besoins en climatisation remarquable est comptée par 14215 kWh/an en total.

3-8 Comparaison des résultats :

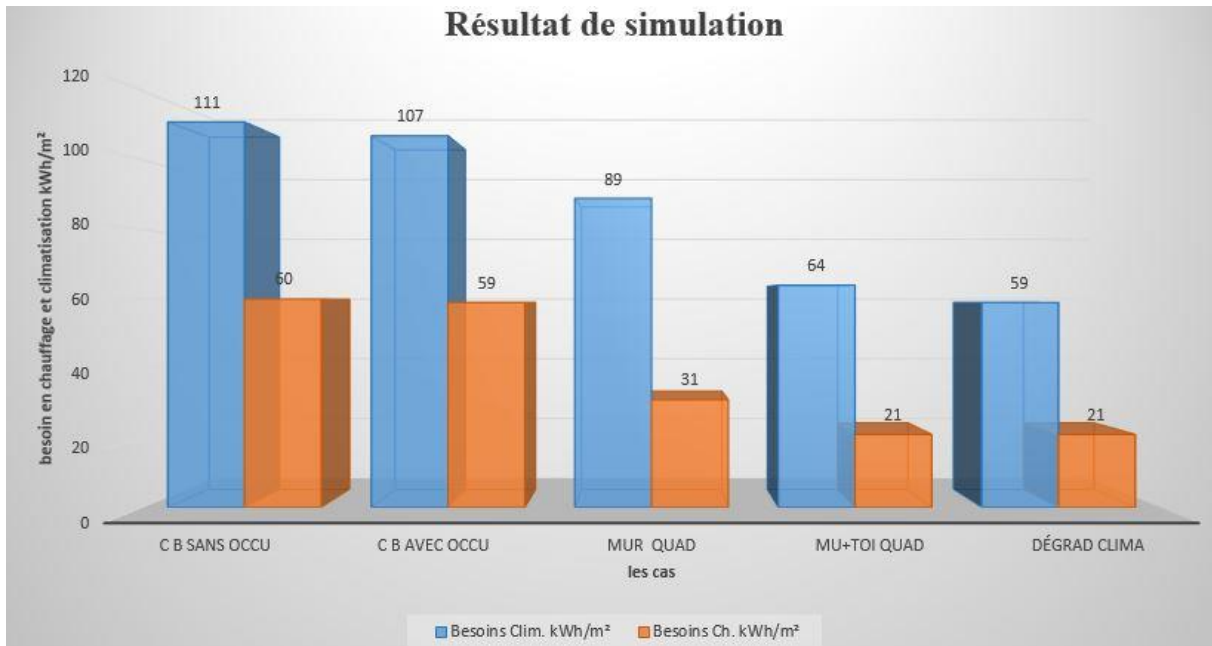


Figure 3- 17: histogramme de besoin en chauffage et climatisation pour chaque cas.

3-8-1 Synthèse de comparaison :

D'après la comparaison des simulations qui ont été faites lors de cette étude, on a constaté que :

- Par l'intégration des occultations aux fenêtres on a pu diminuer les besoins en climatisation et chauffage.
- Après intégration de l'isolation des murs on a constaté que le logement consomme moins d'énergie par rapport celui sans isolation (cas de base).
- Avec isolation des murs et toiture, on remarque y a une diminution importante et remarquable des besoins en climatisation et chauffage.
- Avec isolation des murs et toiture et la dégradation de climatisation on a

Enregistré une diminution considérable des besoins en climatisation et chauffage.

On remarque que les besoins pour le 2^{ème} étage sont plus important que les autres étages à cause de compacité et les déperditions en toiture.

On est arrivé à une baisse de consommation :

Chapitre 3 : Résultats et discussions

Tableau 3- 7: comparaison des besoins en chauffage et climatisation pour chaque cas de simulation.

Les cas de simulation	Besoin en chauffage kWh/m ²	Besoin en climatisation kWh/m ²
Cas de base	60	111
Avec occultation	59	107
Isolation Mur quad-lock	31	89
Isolation Mur et toiture quad-lock	21	64
Isolation Mur et toiture et plancher bas quad-lock	21	64
Isolation Mur et toiture et dégradation de climatisation	21	59

Dans notre simulation, on a intégré une isolation de plancher bas, on remarque que y a pas d'influence sur les besoins en climatisation et chauffage.

3-8-2 La semaine la plus chaude :

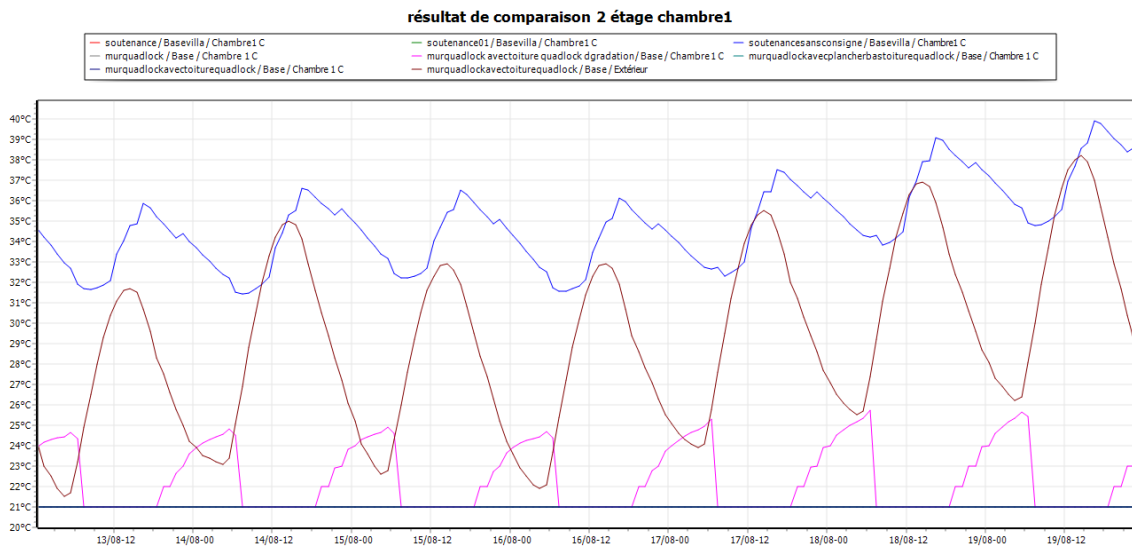


Figure 3- 18: l'évolution de la température dans la chambre 1 2étage pour les différents cas.

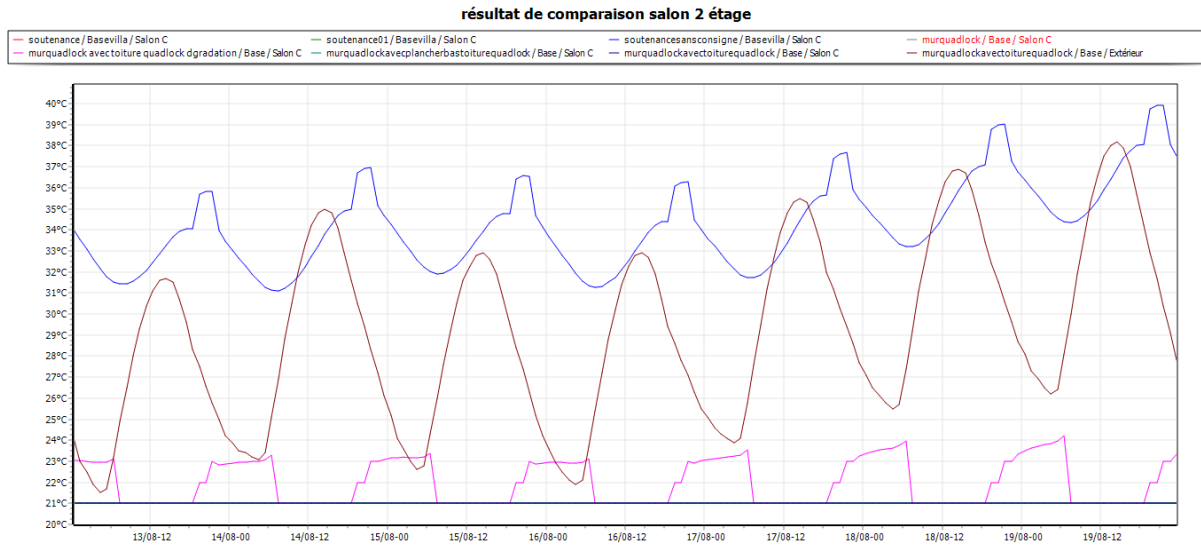


Figure 3- 19: l'évolution de la température dans le salon 2 étage pour les différents cas.

3-8-2-1 Synthèse de comparaison :

Chambre1 :

On observe que y une baisse de température : de 40°C (cas de base sans consigne) à 25.8°C avec isolation de murs et toiture et la dégradation de climatisation.

Salon :

On remarque que y une baisse de température : de 40°C (cas de base sans consigne) à 24.2°C avec isolation des murs et toiture et la dégradation de climatisation.

On remarque aussi : avec l'isolation, la température de l'intérieur est inférieure de celle de l'extérieur donc le confort est assuré.

Remarque :

Pour le 2 ème étage les fluctuations sont relativement importantes à cause du facteur de compacité.

3-8-3 La semaine la plus froide :

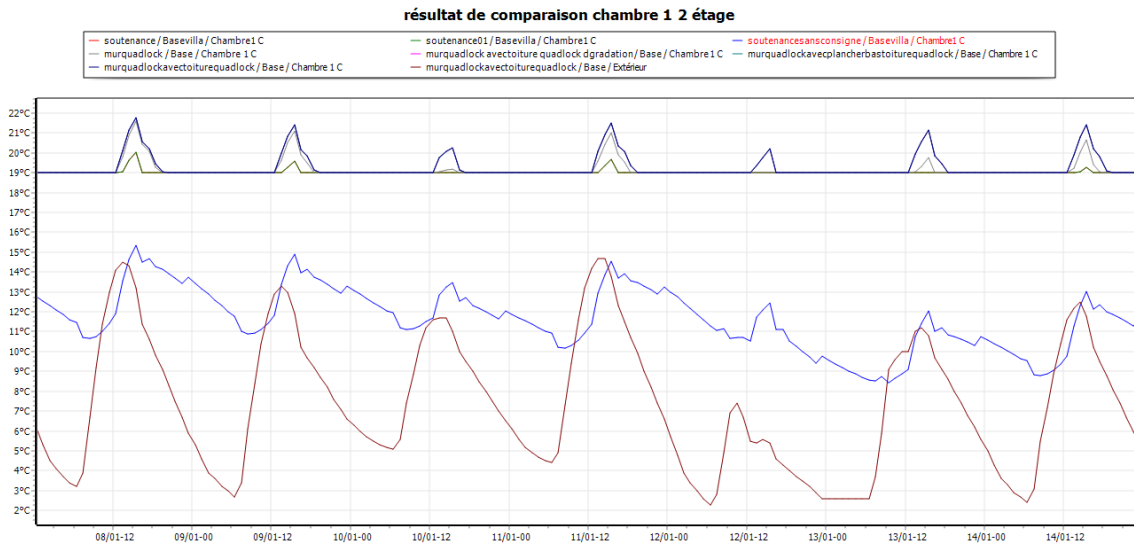


Figure 3- 20: l'évolution de la température dans la chambre 1 2étage pour les différents cas.

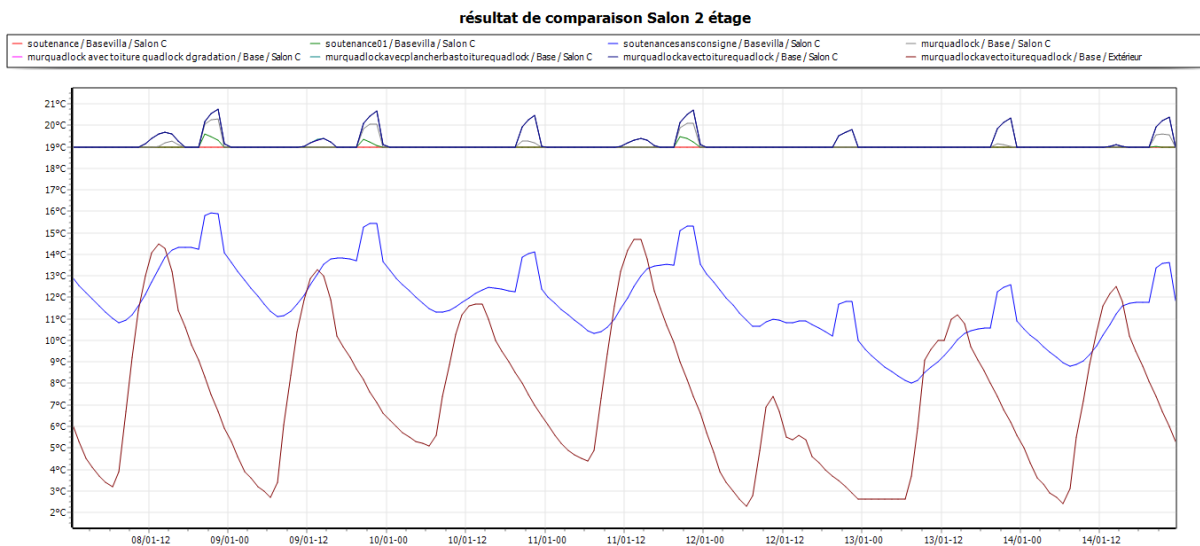


Figure 3- 21: l'évolution de la température dans le salon 2 étage pour les différents cas.

3-8-3-1 Synthèse de comparaison :

Chambre1 :

On observe que y une élévation de température : de 15.5°C (cas de base sans consigne) à 20°C avec isolation des murs et 21.9°C avec isolation des murs et la toiture.

Salon :

On observe que y une élévation de température : de 16 °C (cas de base sans consigne) à 20.2°C avec isolation des murs et 20.8°C avec isolation des murs et la toiture.

On remarque aussi : avec l'isolation, la température de l'intérieur est supérieur de celle de l'extérieur donc le confort est assuré.

3-9 Conclusion:

Par le traitement de l'enveloppe extérieure de notre cas d'étude, le confort est atteint.

Grace aux solutions proposées lors de notre étude, des occultations aux fenêtres, isolation des murs, isolation des murs et la toiture, isolation des murs et la toiture avec une dégradation de climatisation on a pu réduire les besoins en climatisation jusqu' à 53%, et le chauffage jusqu' à 35%.

On est arrivé à une basse de consommation :

Pour la climatisation : de **111** kWh /m²/an à **59** kWh /m²/an.

Pour le chauffage: de **60** kWh /m²/an à **21** kWh /m²/an.

Conclusion générale

Dans un monde où les besoins énergétiques augmentent jour après jour en utilisant des sources épuisables, c'est le temps de prendre conscience de la manière la plus efficace d'améliorer les ambiances intérieures en réduisant les impacts énergétiques et environnementaux liés à une forte consommation d'énergie.

L'isolation thermique dans le bâtiment est un paramètre très important dans l'économie énergétique, vu que le bâtiment représente le quart des émissions de gaz à effet de serre. L'épaisseur de l'isolant et sa position changent le comportement thermique de l'habitat.

Le travail que nous avons entrepris a porté sur « étude d'une maison construite en coffrage à béton isolé » d'un logement situé à Blida.

A travers la STD (simulation thermique dynamique) on peut estimer les besoins de chauffage/climatisation d'un n'importe quel habitat à travers de connaître ces détails de conception, donc on peut éviter plusieurs étapes et plusieurs contraintes lorsque de la réalisation en réalité. En tous les cas nous avons pu minimiser les besoins de cet habitat en arrivant à des valeurs très acceptables.

Dans notre étude, on a essayé d'intégrer une isolation dans le bâtiment mais d'une façon qui peut satisfaire les besoins de l'occupant et en même temps réduire la consommation énergétique.

On a étudié le comportement thermique du bâtiment à l'aide d'un logiciel de simulation thermique dynamique pléiades version **5.21.3.0**, cet outil de simulation prend en considération les conditions météorologiques du site étudié, cette étude s'est basée sur la variation des paramètres d'études, des solutions passives ont été proposées afin de garantir le confort à l'intérieur du logement et de réduire la consommation énergétique, d'après les résultats obtenus après intégration de l'occultation, l'isolation des murs et la toiture une réduction de chauffage pu atteint jusqu'à 35%, avec dégradation de climatisation une réduction de climatisation pu obtenu jusqu'à 53%.

Notre étude a permis d'atteindre les objectifs suivants :

- ✓ Montrer les différentes notions et principe de base de la conception bioclimatique et l'isolation thermique.
- ✓ La méthodologie pour le choix d'un bâtiment de référence.
- ✓ L'étude du comportement thermique dynamique du logement à l'aide d'un logiciel(STD), qui a permis d'identifier les besoins.

Conclusion générale

- ✓ Définir les solutions passives qui peuvent garantir le confort à l'intérieur du logement et réduire la consommation énergétique pour la climatisation et le chauffage.
- ✓ Réduction de la consommation énergétique du bâtiment pour la climatisation 53%, le chauffage 35% après avoir isolé le logement.
- ✓ Dans ce travail nous avons également démontré que l'isolation par des panneaux quad-lock est une solution plus efficace qui donne les meilleurs résultats en termes d'économie d'énergie.
- ✓ Les résultats ont montré que L'isolation thermique joue un rôle principal dans la réduction des consommations énergétiques et également dans la création d'un espace de vie sain et plus confortable dans le bâtiment.
- ✓ on a constaté que avec une isolation de l'enveloppe du bâtiment permet de minimiser les pertes et l'empêchement de propagation du flux de chaleur vers l'intérieur de la pièce pendant la période de l'été et ver l'extérieur pendant la période d'hiver.

Références bibliographiques et Webographiques :

- [1] <https://www.unc.edu.dz>
- [2] <https://www.cder.dz>
- [3] <https://www.researchgate.net>
- [4] <https://dl.ummtto.dz>
- [5] <http://eprints.univ-batna2.dz>
- [6] <https://dspace.uni-ouargla.dz>
- [7] O.N.S. / Exploitation exhaustive du recensement général de la population et de l'habitat - RGPH 2008.
- [8] Mémoire de Magister <évaluation des performances énergétique et des confort thermique dans l'habitat cas des logements de l'OPGI de Blida Présenté par : Mme FERRADJI Kenza le 18. 06. 2017.
- [9] Mémoire de master en Architecture Option:« haute technologie : bioclimatique » Intitulé : centre de réadaptation et de prise en charge des malades d'Alzheimer, Tlemcen Présenté par: ZAHZOUH Amina, YOUCEF TANI Wissem 2016-2017. Faculté de technologie département d'architecture
- [10] Mémoire de master Architecture bioclimatique Traitement de microclimat intérieur des bâtiments industriels (Abri MSAN télécom Tébessa) Elaboré par : Sedairia abou oubaida 2015-2016.
- [11] Product Catalog Quad -lock Building Systems; [www. Quad lock.com](http://www.Quadlock.com)
- [12] Mémoire pour l'obtention du Master « bioclimatisation et confort thermique : analyse de la conception du bâtiment à partir du logiciel COMFIE + PLEIADES » Présenté par ABDERAMANE Choua. Le 18 juin 2011
- [13] Thèse de Doctorat physique Énergétique et Matériaux Par : RAZIKA KHARCHI« étude énergétique de chauffage, rafraichissement et eau chaude sanitaire d'une maison type Algérie » 2012 / 2013.

Références bibliographiques et webographiques

[14] Mémoire de Master Option : architecture et durabilité architecturale <L'efficacité énergétique dans le bâtiment architectural. Cas d'étude : Évaluation des performances énergétiques du rectorat de l'université d'Oum El Bouaghi > Ansar Ahmed Mounir ,Djebaili Imed Abd Errahmane 2016-2017.

[15] Mémoire Master Génie Mécanique « caractérisation d'un matériau à base d'algue Marine pour l'isolation d'un habitat situé à Timimoune » par Hamdine Mohamed amine .oukham Mohamed 2017 /2018.

[16] Guide_Construction_Eco_energetique_APRUE

https://www.academia.edu/34739223/Guide_Construction_Eco_%C3%A9nerg%C3%A9tique_APRUE_GIZ.

[17] Mémoire de Master Etude Numérique des performances des matériaux isolants dans le bâtiment (régime permanent) sous conditions de températures réelles de Constantine Présenté par : Mansouri Zine Eddine Soutenu le : 2 juillet 2018.

[18] Mémoire de Master option habitat architecturale thème les exigences de l'habitat écologique le confort thermique lié à l'humidité dans le logement cas de la ville de Tipaza présenté par Aimeur Amira 2016 2017.

[19] rapport : « L'isolation thermique dans la conception et la réalisation des locaux de travail » COULOMB Philippe / HERRMANN Guillaume / SARLIN Sophie.

[20] Mémoire MASTER « Modélisation des consommations d'énergie du Secteur résidentiel en Algérie à long terme » par KHENFER Abderaouf et CHACHA Abdelbari 2017 /2018.

[21]<https://www.quelleenergie.fr/economies-energie/isolation-thermique/les-isolants-eskmz/polystyrene-expanse>.

[22] Mémoire Master génie civile « modélisation des bétons ordinaires par des plans d'expériences » par : AYAD MOHAMED BARKA YASSINE le 24 Juin 2013.

[23] https://www.academia.edu/6310477/Le_B%C3%A9ton

[24]<https://soumissionrenovation.ca/fr/blogue/difference-coffrage-fondation>

Références bibliographiques et webographiques

- [25] <https://www.ecopassiv.fr/le-concept-ecopassiv/pourquoi-utiliser-le-coffrage-isolant/>
- [26] www.polycrete.com
- [27] <http://www.le-coffrage-isolant.com/constructions-avec-le-coffrage-isolant.html>
- [28] <https://magu-coffrage-isolant.fr/coffrage-isolant-polystyrene-avantages>.
- [29] https://www.lafarge.dz/sites/algeria/files/documents/fiche_produit...
- [30] <https://conseils-thermiques.org/contenu/polystyrene-expanse.php>
- [31] <https://www.lawinsider.com>
- [32] [https://www.nrel.gov/U.S. Department of Energy Commercial Reference Building Models of the National Building Stock](https://www.nrel.gov/U.S._Department_of_Energy_Commercial_Reference_Building_Models_of_the_National_Building_Stock)
- [33] Livre: A Portuguese approach to define reference buildings for cost-optimal Methodologies Ana Brandão de Vasconcelos a, Manuel Duarte Pinheiro b, Armando Manso a, António Cabaço 2014
- [34] Mémoire de Master en Génie Mécanique « intégration du système actif dans le bâtiment » présentée par : Mme OUKACI SOUMIA
- [35] <https://journals.openedition.org/developpementdurable/11766>
- [36] Méthode COMFIE 28/02/2019 <https://www.cours-gratuit.com/cours-algorithme/tutoriel-complet-d...>
- [37] Mémoire de Master en Génie Mécanique « Amélioration Energétique D'un Habitat Situé A Blida » présenter par : Mr. Meghari talal 2011/2012
- [38] Quad-Deck plastbau technology Product manuel version 1.10 june 2008.
- [39] mémoire de Master en génie civile « management de l'efficacité énergétique dans le bâtiment » présentée par : Mme Djerroufi Mohammed el Amin, Juin 2014.
- [40] <https://mediatheque.Snbpe.org> Le Béton atout de nos territoires | Médiathèque (snbpe.org). Les bétons : formulation, fabrication et mise en œuvre FICHES TECHNIQUES.

ANNEXES

Graphes additionnelles :

La semaine la plus chaude :

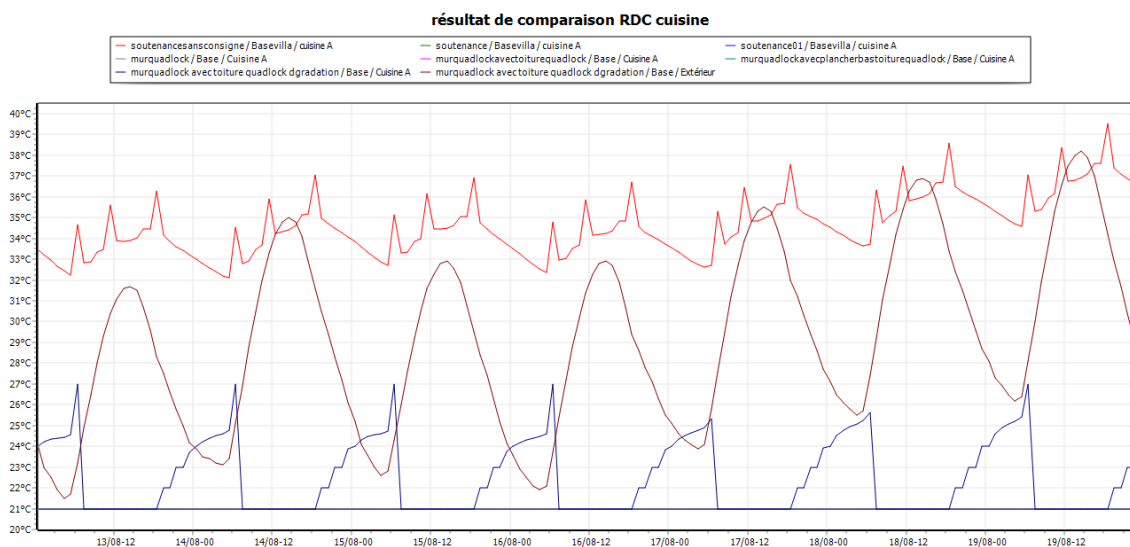


Figure: l'évolution de la température dans la cuisine RDC pour les différents cas.

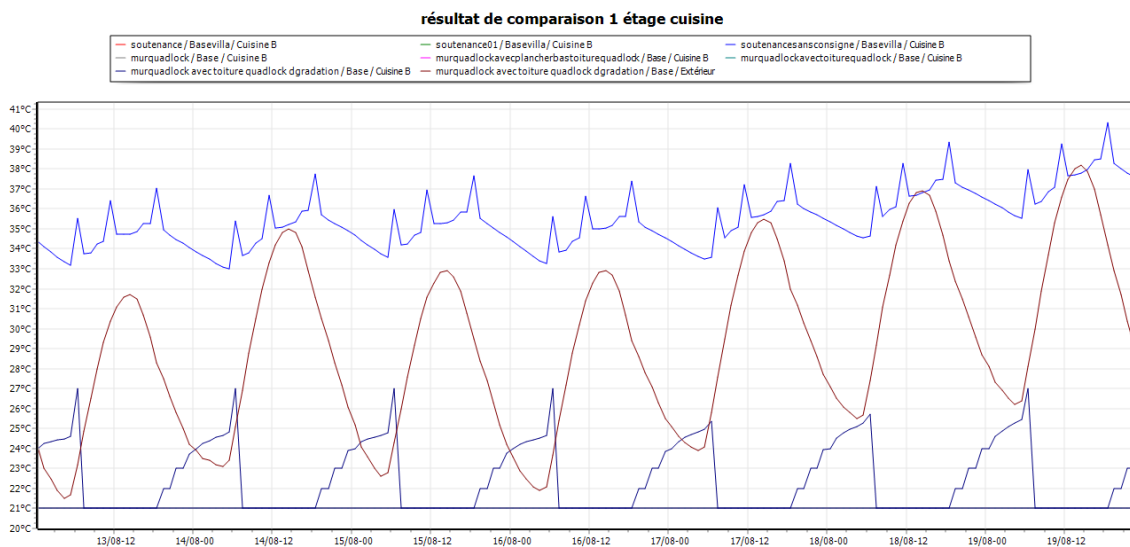


Figure: l'évolution de la température dans la cuisine 1 étage pour les différents cas.

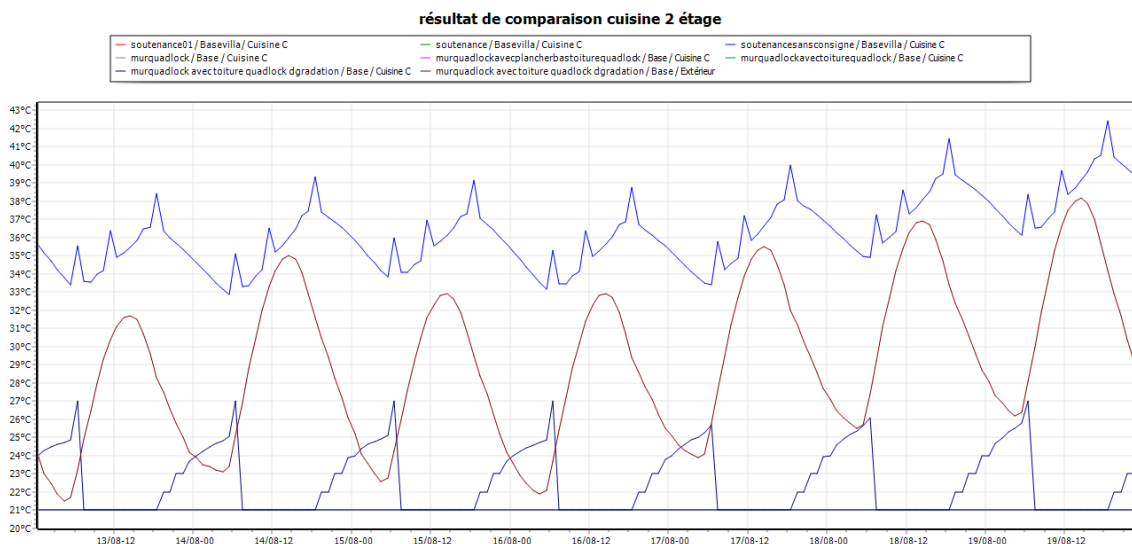


Figure: l'évolution de la température dans la cuisine 2 étage pour les différents cas.

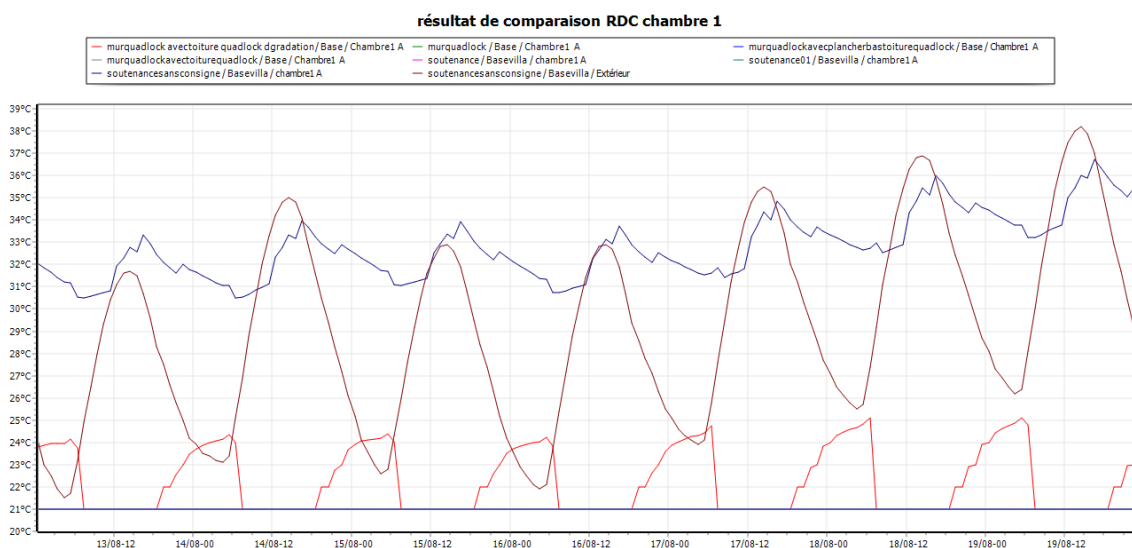


Figure: l'évolution de la température dans chambre 1 RDC pour les différents cas.

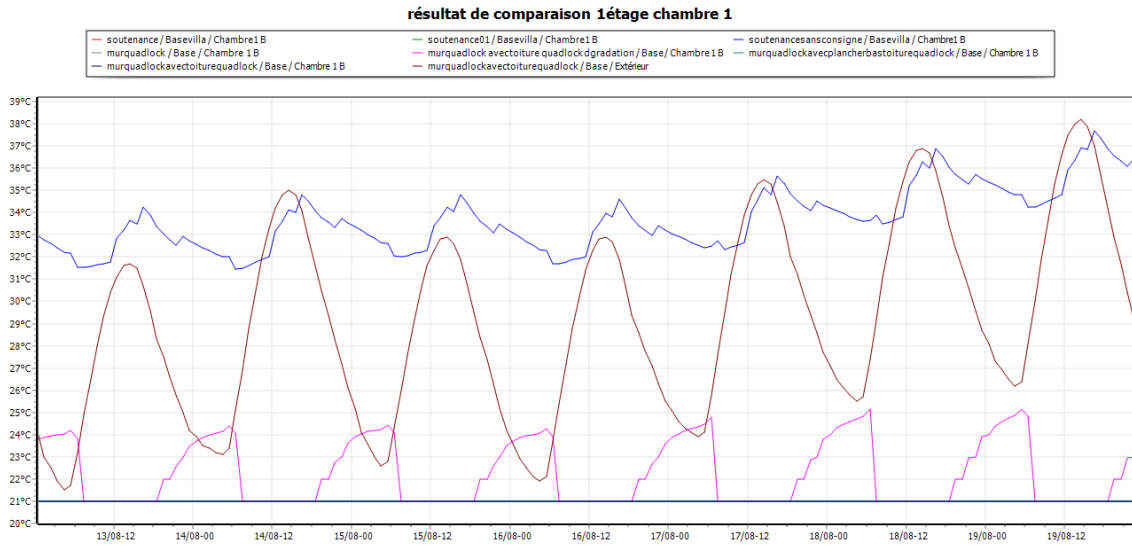


Figure: l'évolution de la température dans chambre 1 1^{er} étage pour les différents cas.

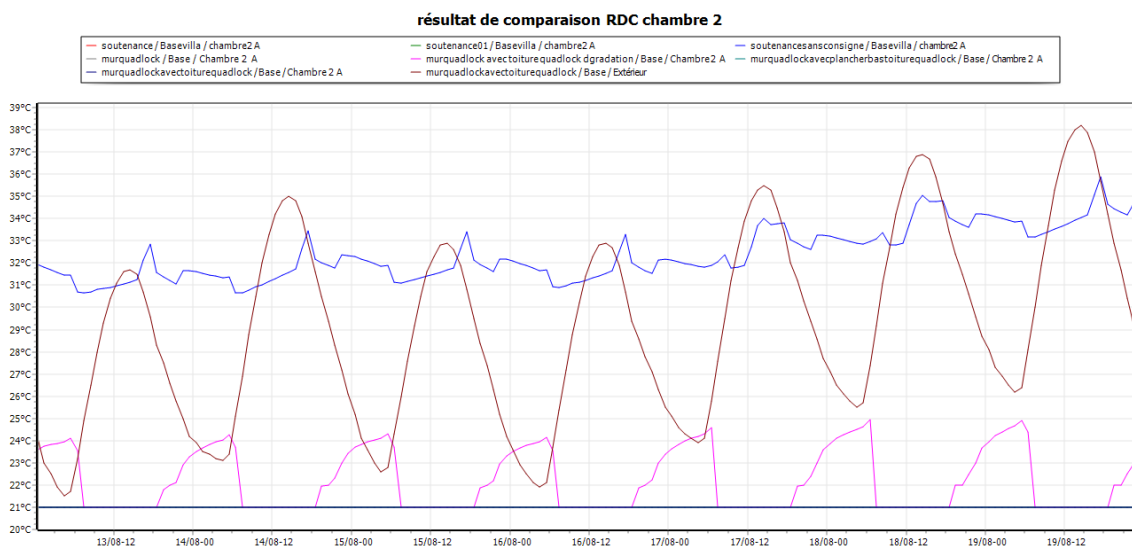


Figure: l'évolution de la température dans chambre 2 RDC pour les différents cas.

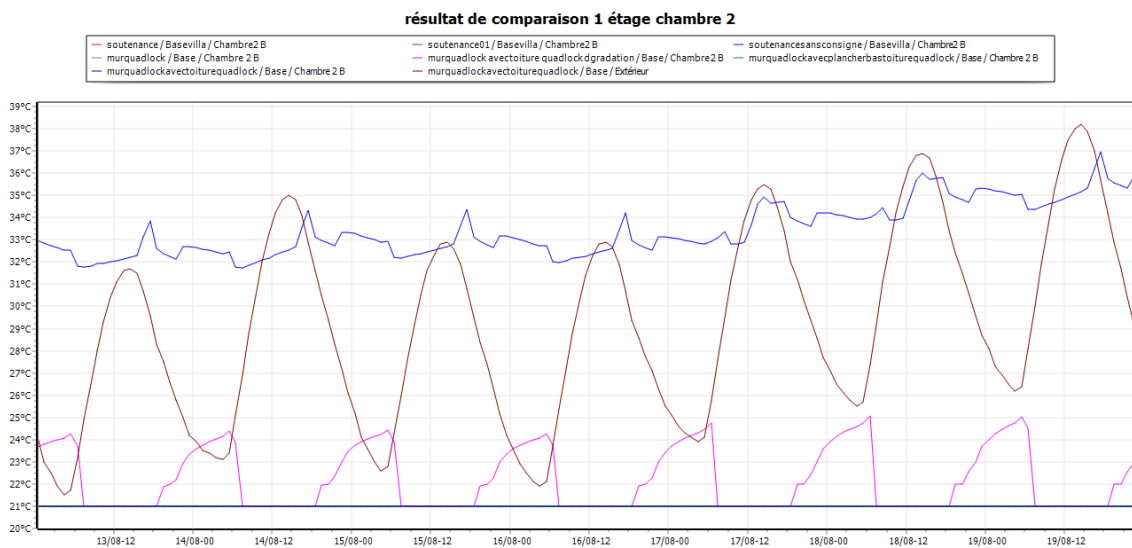


Figure: l'évolution de la température dans chambre 2 1 étage pour les différents cas.

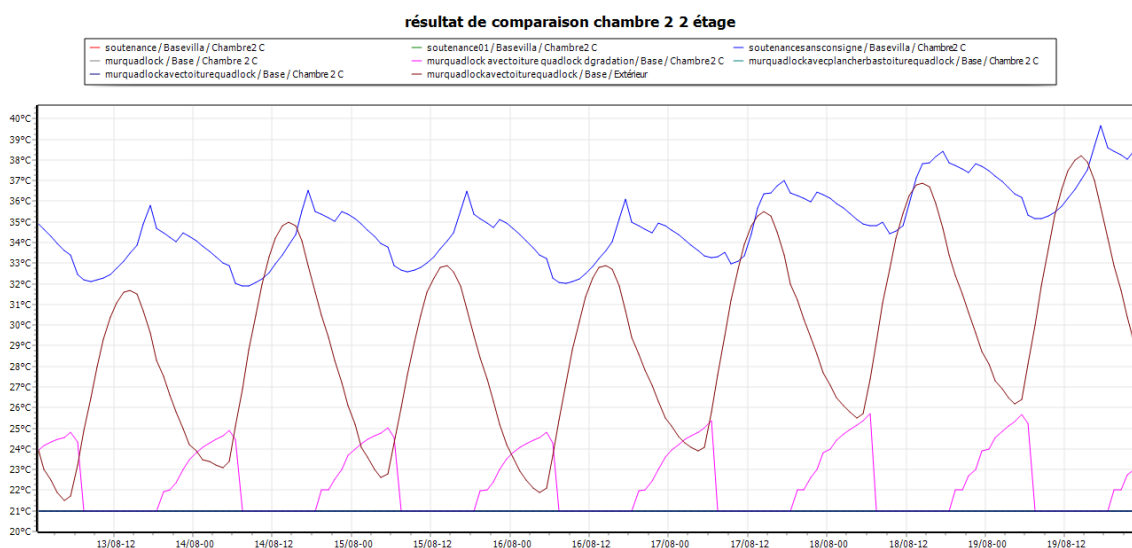


Figure: l'évolution de la température dans chambre 2 2 étage pour les différents cas.

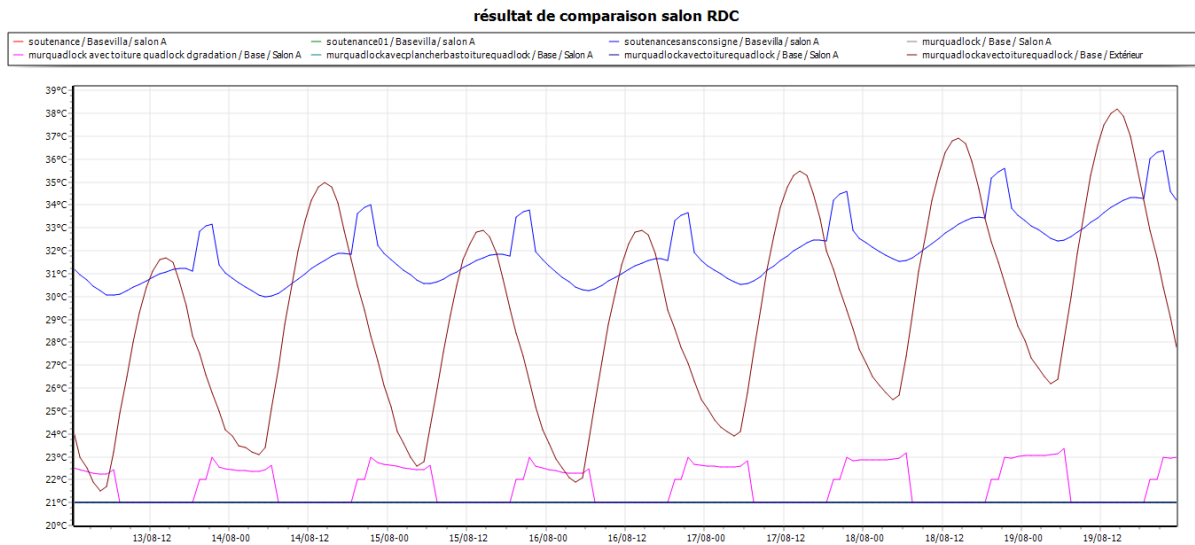


Figure: l'évolution de la température dans Salon RDC pour les différents cas.

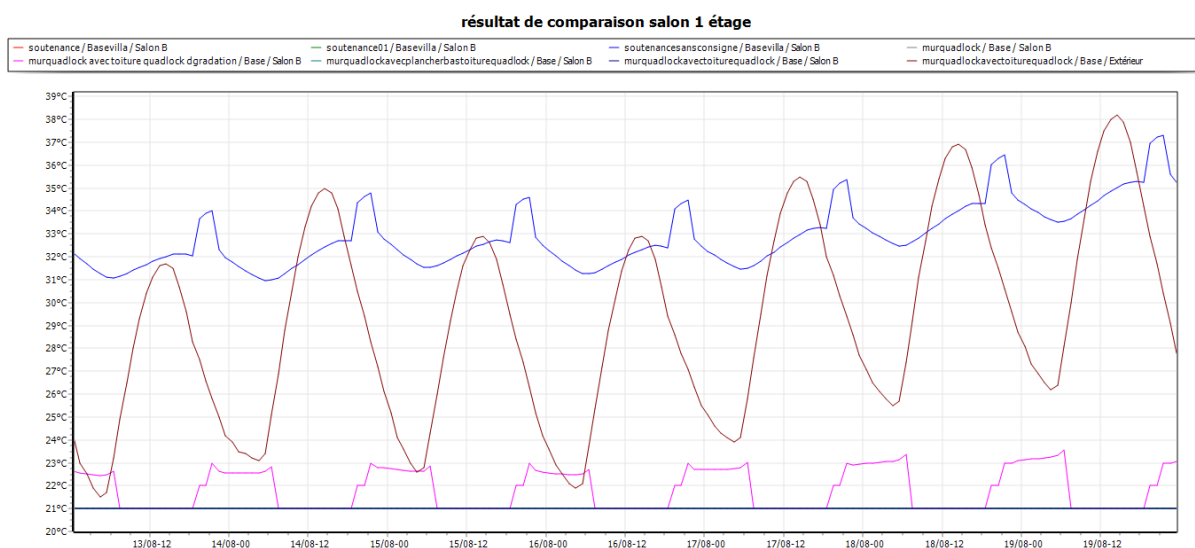


Figure: l'évolution de la température dans Salon 1 étage pour les différents cas.

La semaine la plus froide :

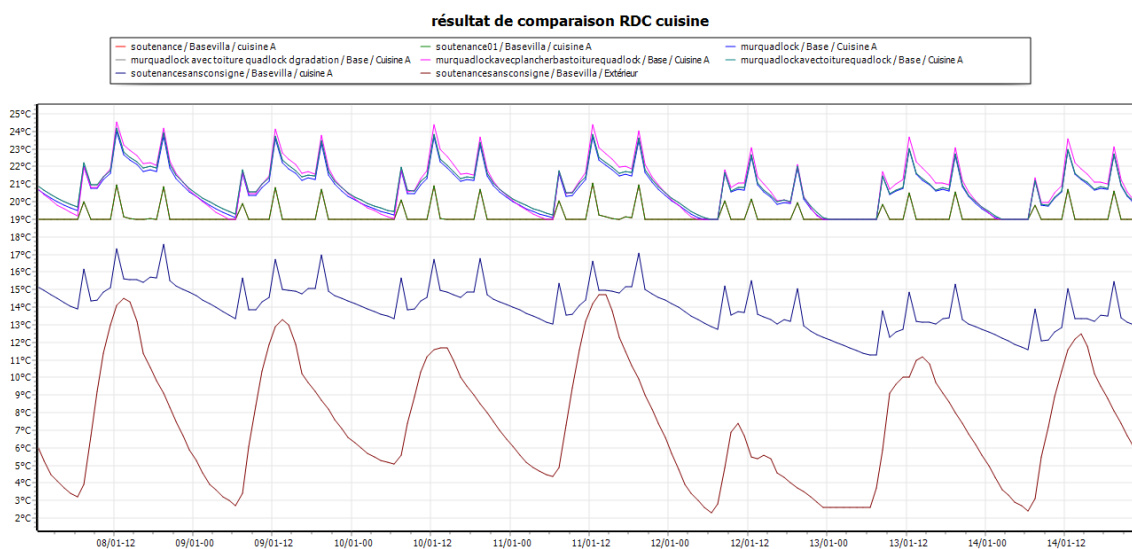


Figure: l'évolution de la température dans cuisine RDC pour les différents cas.

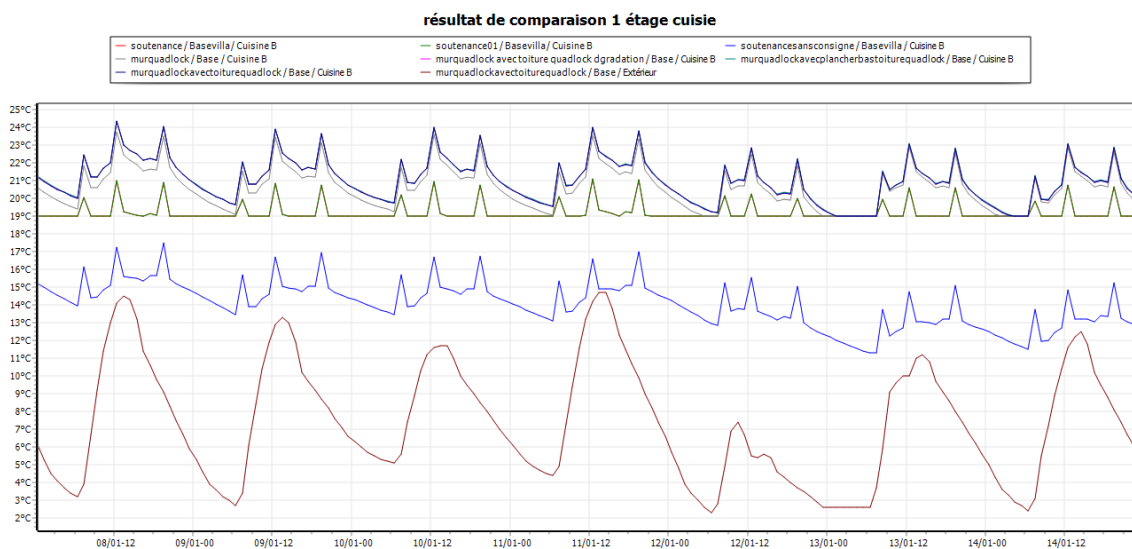


Figure: l'évolution de la température dans cuisine 1 étage pour les différents cas.

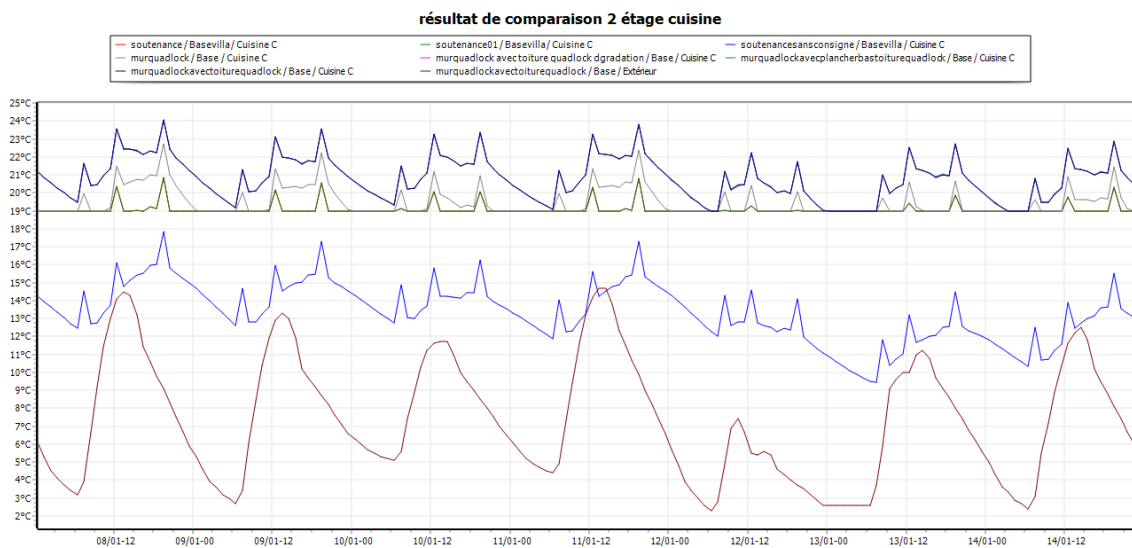


Figure: l'évolution de la température dans cuisine 2 étage pour les différents cas.

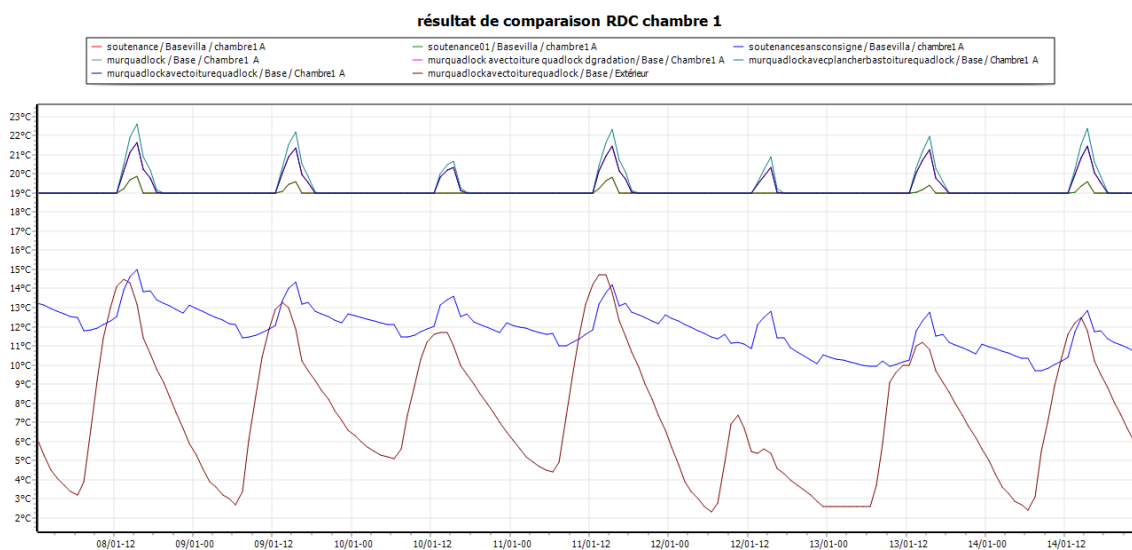


Figure: l'évolution de la température dans chambre 1 RDC pour les différents cas.

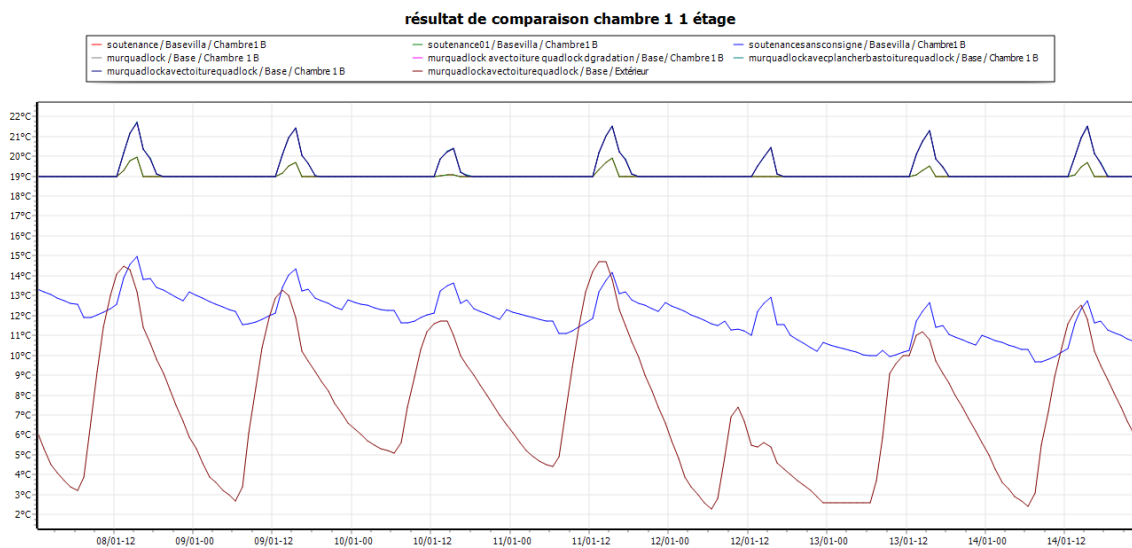


Figure: l'évolution de la température dans chambre 1 1 étage pour les différents cas.

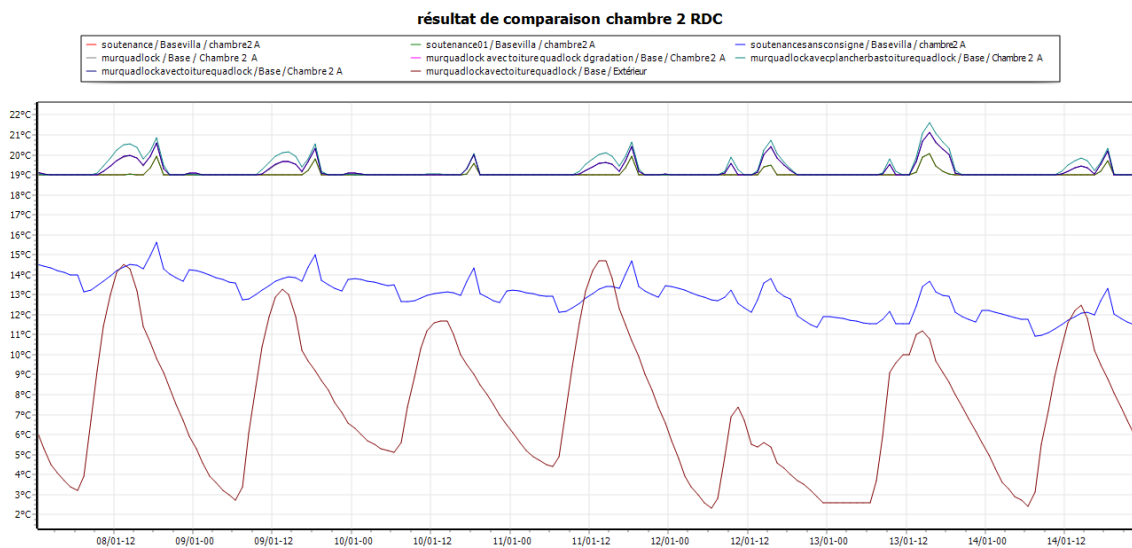


Figure: l'évolution de la température dans chambre 2 RDC pour les différents cas.

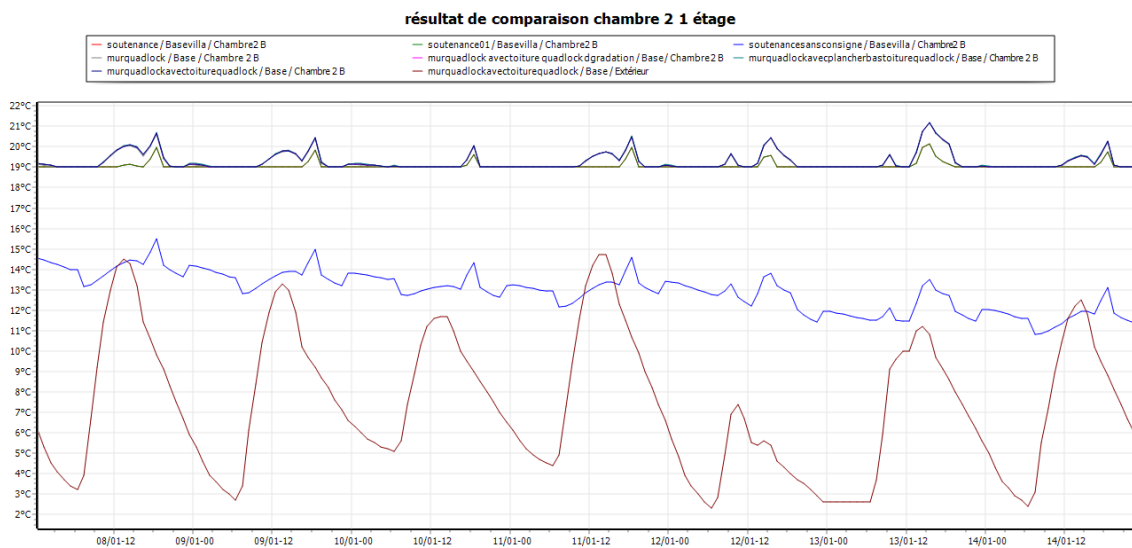


Figure: l'évolution de la température dans chambre 2 1 étage pour les différents cas.

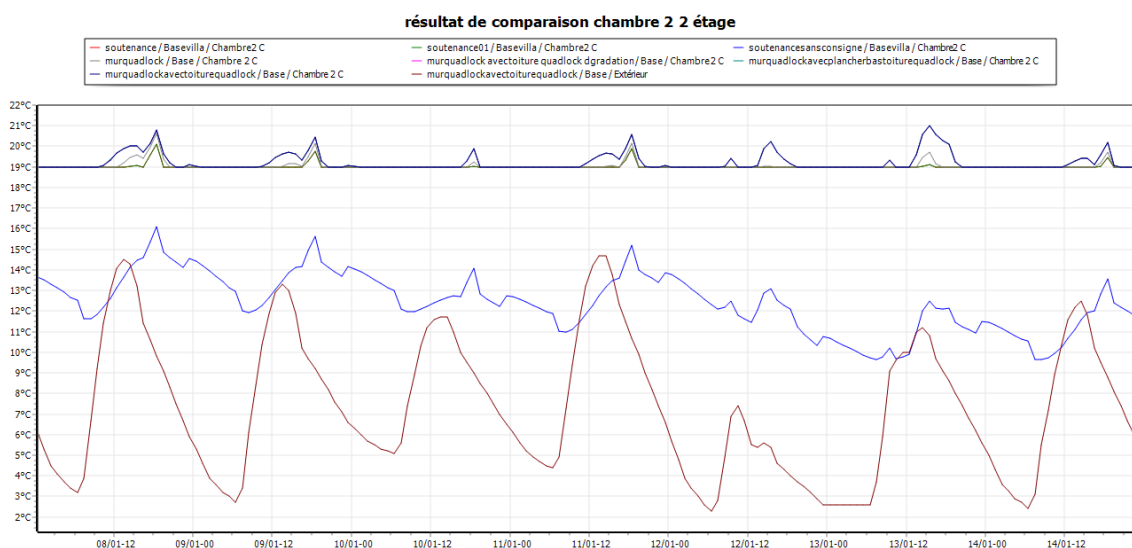


Figure: l'évolution de la température dans chambre 2 2 étage pour les différents cas.

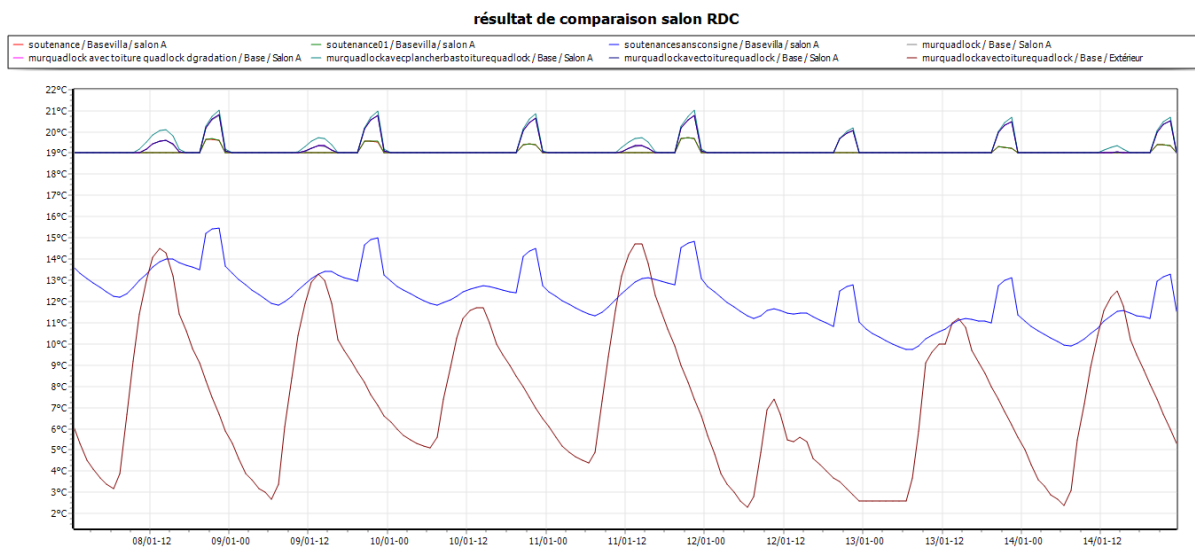


Figure: l'évolution de la température dans Salon RDC pour les différents cas.

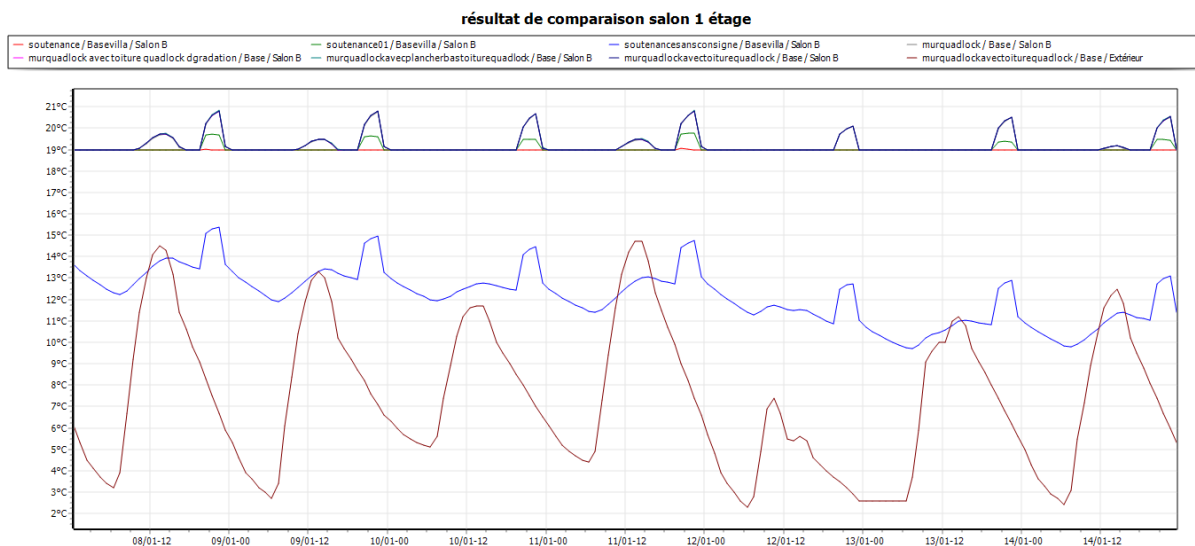


Figure: l'évolution de la température dans Salon 1 étage pour les différents cas.