

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Université de Blida 1

Faculté de Technologie

Département des Énergies Renouvelables



Projet de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de
Master en Énergies Renouvelables

Option : **A**pplication Des **É**nergies **R**enouvelables Dans l'**H**abitat

THÈME

**CONTRIBUTION À L'AMÉLIORATION DE
L'ÉNERGIE DANS L'HABITAT**

par :

Melle. CHAOU SIHAM

Soutenu le 19/06/2016 devant le jury composé de :

HAMID Abdelkader

MCA

Président

Mme. MOKHTARI

MAA

Examinatrice

LAFRI Djamel

MAA

Examineur

SEMMAR Djaffar

MCA

Promoteur

2015/2016

Dédicace

Ce travail, et bien au-delà, je le dois à mes très chers parents qui m'ont donné la vie et qui m'ont fourni au quotidien un soutien et une confiance sans faille et de ce fait, je ne saurais exprimer ma gratitude seulement par des mots.

À MAMAN, tu m'as inculqué le goût du travail, de la rigueur et de l'ambition. Parce que tu m'avais toujours soutenu depuis ma première année scolaire juste pour me voir parmi les meilleures.

À PAPA, tu étais toujours présent pour me soutenir, tu étais mes jambes lorsque j'allais si mal, tu m'as tout donné juste pour avancer en meilleures conditions. Je te dois tellement.

À la mémoire de ma grand-mère, j'aurais souhaité qu'elle ait vécu plus longtemps juste pour me voir, Qu'est-ce que je vais devenir.

À ma précieuse sœur SARAH, les mots ne peuvent résumer ma reconnaissance et mon amour à ton égard.

À mes deux chers frères HAMZA et DJAHID que j'aime autant, que Dieu vous protège et vous garde pour moi.

À ma chère amie NESRINE, en témoignage de l'amitié qui nous unit et des souvenirs de tous les moments que nous avons passés ensemble, que Dieu te garde pour moi.

À ma protectrice HANANE qui a veillé sur moi pendant toute l'année, je te souhaite plein de bonheur ma chérie.

À mon amie d'enfance SOUMIA avec qui j'ai partagé mon enfance, et qui n'a jamais arrêté de m'encourager malgré la distance.

À SIMOU, merci pour ton aide, ta patience et ton amour durant mes années d'études, que Dieu te garde pour ta famille et pour moi également.

Que toute personne m'ayant aidé de près ou de loin, trouve ici l'expression de ma reconnaissance.

SJHAM

Remerciement

Je remercie le BON DIEU tout puissant de m'avoir donné le courage et la volonté d'élaborer ce travail.

Je souhaite adresser mes remerciements les plus sincères aux personnes qui nous ont apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire ainsi qu'à la réussite de cette formidable année universitaire.

Je tiens à remercier en premier lieu, Professeur D. SEMMAR qui a été à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi pour l'inspiration, l'aide et le temps qu'il a bien voulu me consacrer et sans lui ce travail n'aurait jamais vu le jour.

Je remercie également Professeur A. HAMID pour leurs précieux conseils.

Je remercie tous mes professeurs de département des énergies renouvelables, grâce à eux, qu'on est là aujourd'hui.

Je remercie les membres du jury pour leur lecture et intérêt pour ce modeste travail.

Résumé

L'énergie est l'un des facteurs déterminants communs liés aux problèmes sociaux, environnementaux et économiques, mais elle peut aussi contribuer à leur solution. Parmi les secteurs où les études pourraient être faites en vue de réduire la demande énergétique, est le secteur du bâtiment. Dans ce travail, une analyse est présentée de l'utilisation des différents vecteurs énergétiques dans un logements HPE traitée dans le cadre du projet Eco-Bat, dans des sites de différentes zones climatiques ; Tamanrasset (zone D'), Bechar (zone D), et Alger (zone A), A l'aide d'un programme de simulation des paramètres thermiques du bâtiment, nous avons identifié les sources de déperditions énergétiques, ainsi que les possibilités d'économie d'énergie pour ce bâtiment. Les résultats obtenus sont comparés entre elles afin de sortir un outil d'aide pour le concepteur dans ce programme dans le but de minimiser au maximum la consommation énergétique de logement HPE en fonction du site d'implantation de ce dernier.

ملخص

الطاقة هي واحدة من العوامل المشتركة المتعلقة بالترتيب الاجتماعي والبيئي والاقتصادي الضيق، ولكن يمكن أيضا أن تساهم في حلها. ومن بين أقطاعات التي يمكن أن تجرى فيه دراسات للحد من استهلاكات الطاقة، هو قطاع الهندسة والبناء. هذا العمل يقدم تحليلا لمختلف الاتجاهات الطاقوية في المساكن HPE المعالجة في برنامج Eco-Bat في مناطق مناخية مختلفة . تمناست (المنطقة D) وبشار (منطقة D) والجزائر (منطقة A) باستخدام برنامج محاكاة للعوامل الحرارية للمبنى، وحددنا مصادر ضياع الطاقة وفرص توفيرها للمبنى. تتم مقارنة النتائج مع بعضها لاستخراج أداة تساعد أي مصمم في هذا البرنامج لتقليل إلى حد أقصى استهلاك المسكن للطاقة على حسب موقع هذا الأخير.

Abstract

Energy is one of the common determinants related to social, environmental and economic problems, but it can also be part of the solution. The building sector is one of the main sectors where the studies could be made to reduce energy demand. In this work an analysis is presented on the use of different energy vectors in a housing HPE treated as part of the Eco-Bat project in sites with different climatic zones; Tamanrasset (Zone D), Bechar (zone D) and Algiers (zone A) Using a simulation program of thermal parameters of the building, we identified the sources of energy losses and opportunities to save energy for this building. The results are compared to each other in order to release a tool which is going to help any designer in the program to ensure minimal energy consumption of HPE housing depending on the area of implantation of the latter.

Sommaire :

Introduction Générale	01
Chapitre 01 : Recherche Bibliographique Et État De L'art	
1. Introduction	02
2. Recherche Bibliographique :	02
2.1. Le Bâtiment Est Un Gros Consommateur D'énergie Erreur ! Signet non défini.	02
2.2. L'amélioration De La Consommation Par La Démarche NÉGAWATT Erreur ! Signet non défini.	02
a. Sobriété	02
b. Efficacité	03
c. Énergies Renouvelables	03
2.3. Les Besoins De L'occupant	03
2.4. Qualité d'environnement intérieur	03
2.4.1. Confort	07
2.4.2. Aération	07
2.5. Définition De L'efficacité Énergétique	07
2.6. Les Concepts D'habitats Existants	07
2.6.1. Le Bâtiment à Basse Consommation	08
2.6.2. Le Bâtiment Passif	08
2.6.3. Le Bâtiment Haute Performance Énergétique HPE	08
2.6.4. Le Bâtiment Bioclimatique	16
3. État De L'art	16
3.1. Mémoires consultés	16
3.1.1. Mémoire n°1 : Pour l'obtention d'un diplôme de magister en Physique Énergétique et Matériaux « La Conception D'un Habitat Écologique À Tlemcen »	16
3.1.2. Mémoire n°2 : Pour l'obtention d'un diplôme de magister en génie mécanique à L'université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou « Réhabilitation Thermique D'un Local Dans Une Zone Aride Cas De Ghardaia »	17
3.1.3. Mémoire n°3 : Pour l'obtention d'un diplôme de magister en génie mécanique à Université Saad Dahlab De Blida « Évaluation De La Consommation Énergétique Des Logements A Haute Performance Énergétique De Tamanrasset Et Opportunité D'utiliser Les Systèmes Solaires »	17
3.2. Articles consultés	17
3.2.1. Article n°01 : «Réalisation D'un Bâtiment universitaire À Énergie 1 Positive À L'île De La Réunion De La Phase Programme A La Conception. »	

3.2.2. Article n°02 : L.houidef « Le Programme ECO-BAT, Réalisation De 600 Logements A Haute Performance Énergétique » présentation Aprue 2009	18
3.2.3. Article n°03 : Efficacité Énergétique Des Logements À Haute Performance Énergétique, HPE: Application Au Site De Bechar	18
3.2.4. Article n°04 : La conception des logements à haute performance énergétique (HPE) en Algérie Proposition d'un outil d'aide à la conception dans les zones arides et semi-arides	19
3.2.5. Article n°05 : Simulation du confort thermique intérieur pour l'orientation d'un bâtiment collectif à Biskra, Algérie	20
3.3. Projets réalisés	20
3.3.1. Le modèle étudié est classé comme un projet pilote construction d'une maison à haute efficacité énergétique Souidania- Alger	20
3.3.2. Bâtiments intelligents et efficacité énergétique ; 3 Maisons prototype de démonstration à basse consommation réalisées par CEA , fin 2011	21
3.3.3. Immeuble AC04 De La SACOVIV Venissieux	21
3.3.4. La ZAC DES Haut De Feuilly Projet MCP	22
4. Conclusion	22

Chapitre 02 : Présentation Du Logement D'étude Dans Les Différents Sites Tamanrasset, Bechar, Alger

1. Introduction	23
2. Classification Du Climat En Algérie	24
3. Présentations Des Villes D'étude	26
3.1. La Ville De Tamanrasset	26
3.1.1. La Situation Géographique Du Site	26
3.1.2. Les Caractéristiques Du Climat	27
3.2. La Ville De Bechar	28
3.2.1. La Situation Géographique Du Site	29
3.2.2. Les Caractéristiques Du Climat	29
3.3. La Ville d'Alger	31
3.3.1. La Situation Géographique Du Site	31
3.3.2. Les Caractéristiques Du Climat	31
3.4. Recommandations De L'analyse Climatique	33
4. Description Du Projet	34
4.1. Dossier Graphique	34
4.2. Enveloppe De Logement	37
4.2.1. Caractéristiques Des Parois	37

4.2.2. Caractéristiques De La Menuiserie	38
4.3. Définition Des Zones Thermiques Interieures	39
5. Conclusion	40

Chapitre 03 : Modélisation Du Logement D'étude

1. Introduction	41
2. Présentation Des Outils De Simulation, Le Logiciel Pleiade + Comfie, Alcyone, Meteonom Et Pv Syst	41
2.1. Pour Quoi La Simulation Thermique Dynamique (STD)	41
2.2. Comment Ça Marche ?	41
2.3. Présentation Des Logiciels Utilisés Dans La Simulation	42
2.3.1. Procédures D'injection Des Données Sur Pléiade	43
2.3.2. Caractéristiques Principales Du Logiciel D'étude	43
3. Le Bilan Énergétique Du Bâtiment	46
4. Modélisation De Bâtiment	50
4.1. Présentation Des Plans De Logement HPE Réalisés Par ALCYONE	51
4.2. Description Des Systèmes Constructifs Et Conditions Aux Limites Sous Pléiade Comfie	52
4.2.1. Description Des Parois	51
4.2.2. Dédution Des Scenarios	53
4.3. Les Indices De La Sortie De Simulation	70
5. Conclusion	70

Chapitre 04 : Simulation Et Discussion

1. Introduction	71
2. Les Simulations Du Logement Dans Les Différents Sites D'études ; Tamanrasset, Bechar, Alger	71
2.1. Résultats Des Simulations Sur Le Cas De Base	
2.1.1. Simulation Sans Consigne De Thermostat	71
2.1.2. Simulation Avec Consigne De Thermostat	76
2.1.3. Analyse Et Interprétation Annuelle Des Besoins	83
2.2. Résultats Des Simulations Après La Modalisation Des Solutions Passives	84
2.2.1. Les Solutions Passives de l'architecture bioclimatique Choisies	84
2.2.2. Solution 01 : Occultation	86
2.2.3. Solution 02 : Intégration De La Végétation Au Niveau Des Façades Exposé Au Soleil	88
2.2.4. Solution 03 : Renforcement De L'isolation De L'enveloppe	91

Thème : Contribution À L'amélioration De L'énergie Dans L'habitat

2.2.5. Solution 04 : Modélisation De La Ventilation Nocturne	98
2.2.6. Solution 05 : Vérification De L'orientation Des Logements	101
2.3. Les Besoins Annuels Finals Apres L'amélioration Des Logement	103
3. Les Perspectives	104
4. Application Des Énergies Renouvelables	105
4.1. Dimensionnement De Système Photovoltaïque À Installer Dans Les 3 Sites	105
4.2. Résultats Des Simulations Par Pvsyst	107
5. Conclusion	111
Conclusion Générale	112

Liste Des Figures :

Figure 1.1 : La démarche de Négawatt	3
Figure 1.2 : Échanges thermiques d'un individu avec son entourage	5
Figure 1.3 : Confort visuel dans une pièce	6
Figure 1.4 : Les notions de l'architecture bioclimatique	8
Figure 1.5 : Les pourcentages de rayonnement intercepté par une surface en fonction de l'angle d'incidence	9
Figure 1.6 : La disposition des ouvertures et des façades par rapport aux vents dominants influe sur la qualité de L'aération	9
Figure 1.7 : Orientation pour un meilleur gain	10
Figure 1.8 : Les déperditions thermiques en fonction du périmètre de la maison	10
Figure 1.9 : Les différents types de protection solaire	11
Figure 1.10 : Exemples des différents types de protections solaires fixes.	11
Figure 1.11 : Types de ventilation	13
Figure 1.12 : L'inertie thermique selon le type de paroi utilisée	13
Figure 1.13: Les facteurs énergétiques	15
Figure 1.14 : Vue 3d de l'université de l'Ile De La Réunion	18
Figure 1.15 : Plan R.D.C	19
Figure 1.16: Plan 1er étage	19
Figure 1.17 : Maison prototype réalisé par CEA	21
Figure 2.1 : Classification du climat en Algérie	24
Figure 2.2 : Température moyenne mensuelles (Tamanrasset)	27
Figure 2.3: Valeurs journalières de la température Moy, Max et Min (Tamanrasset)	27
Figure 2.4 : Moyennes journalières du rayonnement global (Tamanrasset)	28
Figure 2.5 : Valeurs Mensuelles du rayonnement global (Tamanrasset)	28
Figure 2.6 : Valeurs Mensuelles de la durée d'insolation (Tamanrasset)	28
Figure 2.7 : Température moyenne mensuelles (Bechar)	30
Figure 2.8 : Valeurs journalières de la température Moy, Max et Min (Bechar)	30
Figure 2.9 : Moyennes journalières du rayonnement global (Bechar)	30
Figure 2.10 : Valeurs Mensuelles du rayonnement global (Bechar)	31
Figure 2.11 : Valeurs Mensuelles de la durée d'insolation (Bechar)	31
Figure 2.12 : Température moyenne mensuelles (Alger)	32
Figure 2.13 : Valeurs journalières de la température Moy, Max et Min (Alger)	32
Figure 2.14 : Moyennes journalières du rayonnement global (Alger)	33

Thème : Contribution À L'amélioration De L'énergie Dans L'habitat

Figure 2.15 : Valeurs Mensuelles du rayonnement global (Alger)	33
Figure 2.16 : Valeurs Mensuelles de la durée d'insolation (Alger)	33
Figure 2.17 : Vue sur l'ensemble de projet, 3d réalisé par sketchup	34
Figure 2.18 : Vue sur le logement d'étude, 3d réalisé par sketchup	35
Figure 2.19 : Vue en plan du RDC réalisé par autocad	35
Figure 2.20 : Vue en plan du 1er étage réalisé par autocad	36
Figure 2.21 : Vue en plan de toiture réalisé par autocad	36
Figure 2.22 : Façade principale (Sud) réalisé par sketchup	37
Figure 2.23 : Façade latérale (Ouest) réalisé par sketchup	37
Figure 2.24 : Interface de la bibliothèque de pléiade de la fenêtre utilisée	39
Figure 2.25 : Entrée d'air réglable	39
Figure 2.26 : Fenêtre double vitrages en aluminium	39
Figure 3.1 : Procédures d'injection des données sur PLÉIADE	43
Figure 3.2 : Interface d'intégration des masques sur PLÉIADE	44
Figure 3.3 : Interface des scenarios sur PLÉIADE	44
Figure 3.4 : Interface des scenarios sur PLÉIADE	45
Figure 3.5 : Interface sorties : résultats des simulations sur PLÉIADE	45
Figure 3.5 : Interface du logiciel Pvsyst	45
Figure 3.7 : Logement en 3d réalisé par alcyone	50
Figure 3.8 : Logement en 3d réalisé par alcyone	50
Figure 3.9 : Plan de RDC dessiné par ALCYONE	51
Figure 3.10 : Plan de 1 ^{er} Étage dessiné par ALCYONE	51
Figure 4.1 : Fonctionnement avec consigne de thermostat	76
Figure 4.2 : Histogramme de comparaison de besoin en période hivernale dans les 3 sites	79
Figure 4.3 : Histogramme de comparaison de besoin en période estivale dans les 3 sites	82
Figure 4.4 : Besoins annuels en chauffage et rafraîchissement de la maison à l'état actuel	83
Figure 4.5 : Liste des labels HPE	84
Figure 4.6 : Fenêtre en aluminium avec un rideau	84
Figure 4.7 : Mur végétaliste en lierre grim pant	85
Figure 4.8 : Ventilation nocturne matérialiser avec l'ouverture des fenêtres la nuit	85
Figure 4.9 : Hauteur du soleil selon la période	85

Thème : Contribution À L'amélioration De L'énergie Dans L'habitat

Figure 4.10 : Histogramme de comparaison de besoin en période estivale avant et après l'intégration d'occultation	87
Figure 4.11 : Le ratio de sinistralité des feuilles pour chèque saison pour lierre grimpant	88
Figure 4.12 : Implantation de lierre grimpant sur les façades	88
Figure 4.13 : Histogramme de comparaison de besoin en période estivale dans les 3 sites avant et après l'ajout de la végétation	90
Figure 4.14 : Plancher bas proposé avec isolation	93
Tableau 4.15 : Fenêtre en aluminium améliorée	95
Figure 4.16 : Histogramme de comparaison de besoin avant le renforcement de l'isolation et après dans le site de Tamanrasset	97
Figure 4.17 : Histogramme de comparaison de besoin avant le renforcement de l'isolation et après dans le site de Bechar	97
Figure 4.18 : Histogramme de comparaison de besoin avant le renforcement de l'isolation et après dans le site d'Alger	97
Figure 4.19 : Histogramme de comparaison de besoin en période estivale dans les 3 sites après la modélisation de la ventilation nocturne	101
Figure 4.20 : Les quartes orientations choisis	101
Figure 4.21 : Interface responsable de l'orientation du bâtiment dans PLEIADE	101
Figure 4.22 : Histogramme de comparaison de besoin en climatisation en période estivale dans les 3 sites dans les différentes orientations	102
Figure 4.23 : Histogramme de comparaison de besoin en chauffage en période hivernale dans les 3 sites dans les différentes orientations	102
Figure 4.24 : Histogramme de comparaison de besoin en climatisation en période hivernale dans les 3 sites dans les différentes orientations	103
Figure 4.25 : Utilisation de climatiseur dans les deux modes	105
Figure 4.26 : Caractéristiques de panneau solaire utilisé	106
Figure 4.27 : Interface d'orientation des plans dans logiciel Pvsyst	107
Figure 4.28 : Dimensionnement des panneaux dans le site de Tamanrasset par le logiciel Pvsyst	107
Figure 4.29 : Dimensionnement des panneaux dans le site de Bechar par le logiciel Pvsyst	108
Figure 4.30 : Dimensionnement des panneaux dans le site de d'Alger par le logiciel Pvsyst	108
Figure 4.31 : intégration des panneaux photovoltaïques au niveau des toitures	110

Liste Des Tableaux :

Tableau 1.1: Quelques sources de pollution	6
Tableau 1.2 : isolation des murs	15
Tableau 2.1 : Caractéristiques spécifiques de la zone A	24
Tableau 2.2 : Caractéristiques spécifiques de la zone B	25
Tableau 2.3 : Caractéristiques spécifiques de la zone C	25
Tableau 2.4 : Caractéristiques spécifiques de la zone D4	26
Tableau 2.5 : Données climatiques de TAMANRASSET	27
Tableau 2.6 : Données climatiques de BECHAR	29
Tableau 2.7 : Données climatiques d'ALGER	32
Tableau 2.8 : Composition de parois utilisées pour le bâtiment de référence	38
Tableau 2.9 : Caractéristique des fenêtres	39
Tableau 2.10 : Caractéristique des pièces en fonction des zones	40
Tableau 3.1 : les coefficients de déperdition thermique en fonction des zones climatiques	49
Tableau 3.2 : les coefficients de déperdition thermique des 3 sites d'étude	49
Tableau 3.3 : Mur extérieur	52
Tableau 3.4 : Mur intérieur	52
Tableau 3.5 : Plancher bas	53
Tableau 3.6 : Plancher intermédiaire	53
Tableau 3.7 : Plancher haut	53
Tableau 3.8 : Scenario d'occupation de la zone de confort	54
Tableau 3.9 : Scenario d'occupation de la zone 3 : hall et l'escalier	54
Tableau 3.10 : Scenario d'occupation de la zone 4 : cuisine	55
Tableau 3.11 : Scenario de puissance dissipé de la zone de confort	55
Tableau 3.12 : Scenario de puissance dissipé de la 2eme zone : s.d.b et w.c	56
Tableau 3.13 : Scenario de puissance dissipé de la 3eme zone : couloir et l'escalier	56
Tableau 3.14 : Scenario de puissance dissipé de la 4eme zone : cuisine	57
Tableau 3.15: Quelques polluants émis par une personne en activité de bureau	58
Tableau 3.16 : Calculatrice psychrométrique pour le site de Tamanrasset période hivernale (conditions de base extérieures)	59
Tableau 3.17 : calculatrice psycom2trique pour le site de Tamanrasset période hivernale (conditions de base intérieures)	59
Tableau 3.18 : Calculatrice psychrométrique pour le site de Tamanrasset période estivale (conditions de bases extérieures)	60

Thème : Contribution À L'amélioration De L'énergie Dans L'habitat

Tableau 3.19 : Calculatrice psychrométrique pour le site de Tamanrasset période estivale (conditions de base intérieures)	60
Tableau 3.20 : Scenario de ventilation hiver pour le site de Tamanrasset	61
Tableau 3.21: scenario de ventilation été pour le site de Tamanrasset	61
Tableau 3.22 : Calculatrice psychrométrique pour le site de Bechar période hivernale (conditions de base extérieures)	62
Tableau 3.23 : Calculatrice psychrométrique pour le site de Bechar période hivernale (conditions de base intérieures)	62
Tableau 3.24 : Calculatrice psychrométrique pour le site de Bechar période estivale (conditions de base extérieures)	63
Tableau 3.25 : Calculatrice psychrométrique pour le site de Bechar période estivale (conditions de base intérieures)	63
Tableau 3.26: scenario de ventilation hiver pour le site de Bechar	64
Tableau 3.27: scenario de ventilation été pour le site de Bechar	64
Tableau 3.28 : Calculatrice psychrométrique pour le site d'Alger période hivernale (conditions de base extérieures)	65
Tableau 3.29 : Calculatrice psychrométrique pour le site d'Alger période hivernale (conditions de base intérieures)	65
Tableau 3.30 : Calculatrice psychrométrique pour le site d'Alger période estivale (conditions de base extérieures)	66
Tableau 3.31 : Calculatrice psychrométrique pour le site d'Alger période estivale (conditions de base intérieures)	66
Tableau 3.32 : scenario de ventilation hiver pour le site d'Alger	67
Tableau 3.33 : scenario de ventilation été pour le site d'Alger	67
Tableau 3.34 : scenario de consigne de thermostat de chauffage	68
Tableau 3.35 : scenario de consigne de thermostat de climatisation	68
Tableau 3.36 : scenario d'occultation pour la période estivale	69
Tableau 3.37 : scenario d'occultation de la période hivernale	69
Tableau 3.37 : Liste d'indice de Pleiade	70
Tableau 4.1 : Récapitulatif des besoins en hiver sans consigne, site de Tamanrasset	72
Tableau 4.2 : Récapitulatif des besoins en hiver sans consigne du site de Bechar	72
Tableau 4.3: Récapitulatif des besoins en hiver sans consigne du site d'Alger	72
Tableau 4.4: Récapitulatif des besoins en été sans consigne du site de Tamanrasset	74
Tableau 4.5 : Récapitulatif des besoins en été sans consigne du site de Bechar	74
Tableau 4.6 : Récapitulatif des besoins en été sans consigne du site d'Alger	74

Thème : Contribution À L'amélioration De L'énergie Dans L'habitat

Tableau 4.7 : variation des températures dans la semaine la plus froide	76
Tableau 4.8 : Récapitulatif des besoins en hiver avec consigne du site de Tamanrasset	77
Tableau 4.9 : Récapitulatif des besoins en hiver avec consigne du site de Bechar	77
Tableau 4.10 : Récapitulatif des besoins en hiver avec consigne du site d'Alger	77
Tableau 4.11 : variation des températures dans la semaine la plus froide	79
Tableau 4.12 : Récapitulatif des besoins en été avec consigne du site de Tamanrasset	80
Tableau 4.13 : Récapitulatif des besoins en été avec consigne du site de Bechar	80
Tableau 4.14 : Récapitulatif des besoins en été avec consigne du site d'Alger	80
Tableau 4.15 : variation des températures dans la semaine la plus chaude	82
Tableau 4.16 : Besoins annuels en chauffage et rafraîchissement de la maison à l'état actuel	83
Tableau 4.17 : Récapitulatif des besoins en été avec intégration d'occultation été du site de Tamanrasset	86
Tableau 4.18 : Récapitulatif des besoins en été avec intégration d'occultation été du site de Bechar	86
Tableau 4.19 : Récapitulatif des besoins en été avec intégration d'occultation été du site d'Alger	86
Tableau 4.20 : Récapitulatif des besoins en hiver avec intégration d'occultation hiver du site d'Alger	87
Tableau 4.21 : Récapitulatif des besoins en été avec intégration de végétation sur les murs du site de Tamanrasset	89
Tableau 4.22 : Récapitulatif des besoins en été avec intégration de végétation sur les murs du site de Bechar	89
Tableau 4.23 : Récapitulatif des besoins en été avec intégration de végétation sur les murs du site d'Alger	89
Tableau 4.24 : mur extérieur	91
Tableau 4.25 : mur extérieur	91
Tableau 4.26 : mur extérieur après le renforcement de l'isolation	92
Tableau 4.27 : plancher bas	92
Tableau 4.28 : plancher bas après le renforcement de l'isolation	92
Tableau 4.29 : plancher intermédiaire	93
Tableau 4.30 : plancher intermédiaire après le renforcement d'isolation	93
Tableau 4.31 : plancher haut	94
Tableau 4.32 : plancher haut après le renforcement de l'isolation	94

Thème : Contribution À L'amélioration De L'énergie Dans L'habitat

Tableau 4.33 : Fenêtre en aluminium améliorée	95
Tableau 4.34 : Récapitulatif des besoins en été avec renforcement de l'isolation du site de Tamanrasset	95
Tableau 4.35 : Récapitulatif des besoins en hiver avec renforcement de l'isolation du site de Tamanrasset	95
Tableau 4.36 : Récapitulatif des besoins en été avec renforcement de l'isolation du site de Bechar	95
Tableau 4.37 : Récapitulatif des besoins en été avec renforcement de l'isolation du site de Bechar	96
Tableau 4.38 : Récapitulatif des besoins en été avec renforcement de l'isolation du site d'Alger	96
Tableau 4.39 : Récapitulatif des besoins en hiver avec renforcement de l'isolation du site d'Alger	96
Tableau 4.40 : Récapitulatif des besoins en été avec modalisation d'un système de ventilation nocturne du site de Tamanrasset	98
Tableau 4.41 : Récapitulatif des besoins en été avec modalisation d'un système de ventilation nocturne du site de Bechar	99
Tableau 4.42 : Récapitulatif des besoins en été avec modalisation d'un système de ventilation nocturne du site d'Alger	99
Tableau 4.43 : Résumé des solutions passives convenables de chaque site	103

Liste Des Graphes :

Graphe 4.1: Évolution de température en hiver dans le site de Tamanrasset (la semaine la plus froide)	73
Graphe 4.2: Évolution de température en hiver dans le site de Béchar (la semaine la plus froide)	73
Graphe 4.3: Évolution de température en hiver dans le site d'Alger (la semaine la plus froide)	73
Graphe 4.4: Évolution de température en été sans consigne dans le site de Tamanrasset (la semaine la plus chaude)	75
Graphe 4.5: Évolution de température en été sans consigne dans le site de Bechar (la semaine la plus chaude)	75
Graphe 4.6: Évolution de température en été sans consigne dans le site d'Alger (la semaine la plus chaude)	75
Graphe 4.7: Évolution de température en hiver avec consigne dans le site de Tamanrasset (la semaine la plus froide)	78
Graphe 4.8: Évolution de température en hiver avec consigne dans le site de Bechar (la semaine la plus froide)	78
Graphe 4.9: Évolution de température en hiver avec consigne dans le site d'Alger (la semaine la plus froide)	78
Graphe 4.10: Évolution de température en été avec consigne dans le site de Tamanrasset (la semaine la plus chaude)	81
Graphe 4.11: Évolution de température en été avec consigne dans le site de Bechar (la semaine la plus chaude)	81
Graphe 4.12: Évolution de température en été avec consigne dans le site d'Alger (la semaine la plus chaude)	81
Graphe 4.13: Évolution de température en été avec ventilation nocturne dans le site de Tamanrasset (La semaine la plus chaude)	100
Graphe 4.14: Évolution de température en été avec ventilation nocturne dans le site de Bechar (La semaine la plus chaude)	100
Graphe 4.15: Évolution de température en été avec ventilation nocturne dans le site d'Alger (La semaine la plus chaude)	100

Nomenclature

r : L'humidité absolue en g/kg.

T_e : température air extérieur en °C.

T_i : température intérieure.

$(D_s)_i$ (en $W/°C$) représente les déperditions surfaciques à travers les parties courantes des parois en contact avec l'extérieur,

$(D_{li})_i$ (en $W/°C$) représente les déperditions à travers les liaisons,

$(D_{inc})_i$ (en $W/°C$) représente les déperditions à travers les parois en contact avec les locaux non chauffés .

DT (en $W/°C$) représente les déperditions par transmission du logement,

$D_{réf}$ (en $W/°C$) représente les déperditions de référence.

K (en $W/m^2 \cdot °C$) est le coefficient de transmission surfacique ;

A (en m^2) est la surface intérieure de la paroi.

Acronyme

ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (France).

APRUE : Agence pour la promotion et la rationalisation de l'utilisation de l'énergie.

BBC : Bâtiment Basse Consommation énergétique.

CDER : Centre de développement des énergies renouvelables

CNERIB : Centre National de la Recherche de l'Industrie du Bâtiment

DTR : Document technique réglementaire.

DV : Double vitrage

ECS : Eau chaude sanitaire

EnR : Énergies renouvelables

HPE : bâtiment a haute performance énergétique.

OPGI : Offices de promotion et de gestions immobilières

PNME : Programme national pour la maîtrise de l'énergie

STD : Simulation thermique dynamique.

SV : simple vitrage

THPE : Très haute performance énergétique.

CNL : Caisse Nationale du Logement

Introduction Générale

Les énergies renouvelables sont propres et constituent une solution alternative pour subvenir aux besoins de la société actuelle, car sa consommation ne limite pas son utilisation future.

C'est le cas de l'énergie du soleil, du vent, des cours d'eau de la terre de la biomasse, à l'échelle de la durée de vie de l'humanité, ce n'est pas le cas pour les combustibles fossiles et nucléaires.

L'utilisation des énergies renouvelables n'est pas nouvelle, elles ont été exploitées par l'homme depuis l'aube de l'humanité, bois de feu, traction animale, bateau à voile, moulin à vent ...

Malheureusement, ces énergies furent délaissées au profit d'autres sources d'énergies que l'on pensait à l'époque plus intéressantes.

Ce n'est que dernièrement, suite à la pollution atmosphérique, le réchauffement climatique du à l'effet de serre, les risques du nucléaire et les limites des ressources (pétrole, gaz, charbon et uranium) qu'il y a eu prise de conscience qu'un développement économique respectueux de l'environnement est absolument nécessaire.

Même si les énergies fossiles (pétrole et gaz) ne vont pas être remplacées de sitôt par les énergies renouvelables en Algérie, la part de ces derniers ne cesse d'augmenter, depuis la création du commissariat aux énergies renouvelables en 1982, et l'élaboration récente des textes législatifs, loi sur les énergies renouvelables en 2004, et le programme national sur les énergies renouvelables adopté par l'état en 2010.

Si la consommation d'énergie du résidentiel tertiaire a connu une forte croissance, le gisement d'économies de l'énergie reste important pour ce secteur.

L'amélioration de l'efficacité énergétique passe par le développement de technologies performantes, où sont privilégiés des systèmes valorisant les énergies renouvelables et la mise au point de dispositifs à haute efficacité.

Le bâtiment est le premier secteur consommateur de l'énergie. En Algérie, il représente 41 % de la consommation annuelle d'énergie finale.

Thème : Contribution À L'amélioration De L'énergie Dans L'habitat

L'objectif de cette étude est de définir et maîtriser les facteurs clés de l'architecture bioclimatique dans les habitations pour améliorer leurs performances énergétiques selon le climat, la finalité étant de réduire la consommation énergétique liée au système de chauffage/climatisation en assurant un confort thermique durant toute l'année.

Notre recherche comprend quatre chapitres :

Le premier chapitre : Ce chapitre nous permis à travers une recherche bibliographique et l'état de l'art de tirer les recommandations nécessaires pour notre cas d'étude.

Le deuxième chapitre : Ce chapitre se consacre à la réunion des données climatiques qui permettront ensuite de choisir une stratégie énergétique qui sera adaptée au site.

Le troisième chapitre : Ce chapitre présente le model de logement, et les concepts utilisés qui influencent directement sur la consommation énergétique de ce logement, et les scenarios de déroulements des activités des occupants de ce dernier et les appareils utilisés etc, à l'aide de l'outil informatique.

Le quatrième chapitre : Ce chapitre comprend les résultats après les simulations, et une discussion sur l'influence des paramètres de l'architecture bioclimatique choisis sur le bilan énergétique du bâtiment ECO BAT considéré dans les 3 sites d'étude ; Tamanrasset, Bechar et Alger, et l'intégration des énergies renouvelables issues du soleil (modules photovoltaïques) pour couvrir le solde minimisé.

A la fin de cette recherche, on terminera par une conclusion générale dans laquelle on présentera les résultats obtenus ainsi que les tendances de nos solutions dans le bâtiment.

Mots clés : Efficacité énergétique - Eco-Bat - Développement durable - Haute Performance Énergétique - confort thermique.

Chapitre 01 :

Recherche Bibliographique

Et État De L'art

1. Introduction :

« Tout immeuble de logements, ou maison individuelle, sera optimisé par rapport à son environnement climatique si le maître d'œuvre a tenu compte des vents amenant le froid et la pluie, de l'orientation des pièces en fonction de leurs usages pour un meilleur confort thermique et visuel. » (Eric Durand, 1986)

L'essor de « l'architecture solaire » puis « bioclimatique » permet à la fois la théorisation et la concrétisation de cette réflexion dans la production normale du cadre bâti. Cette expression vise principalement l'amélioration du confort qu'un espace bâti peut induire de manière « naturelle », c'est-à-dire en minimisant le recours aux énergies non renouvelables, les effets pervers sur le milieu naturel et les coûts d'investissement et de fonctionnement.

L'intérêt du « bioclimatique » va donc du plaisir d'habiter ou d'utiliser un espace à l'économie de la construction, ce qui en fait un facteur fondamental de l'art de construire. Pour cela, il faut veiller à :

- Préserver les ressources énergétiques conventionnelles,
- Réduire les coûts des investissements énergétiques, notamment en matière de chauffage et de climatisation,
- Réduire l'impact des énergies fossiles sur l'environnement.

Avec la raréfaction des ressources d'énergies fossiles et leurs coûts qui prennent l'ascenseur, en plus des effets négatifs des émissions qui en résultent sur le réchauffement de la planète, on commence à prendre conscience des biens faits d'intégrer le climat dans le mode de construire et d'en faire un facteur important (pour ne pas dire prépondérant) dans la recherche architecturale pour adapter les constructions aux conditions climatiques de la région d'implantation afin d'atteindre le niveau de confort thermique requis à moindre consommation d'énergie.

Le but de ce travail est de réaliser un concept permettant de :

1. Minimiser les besoins en énergie calorifique du bâtiment tout en fournissant un air à l'intérieur de bonne qualité par l'application des solutions purement passives sur le même logement dans 3 sites différents ; TAMANRASSET, BECHAR, ALGER et retirer à la fin les solutions convenables pour le climat de chaque site.
2. L'utilisation des énergies renouvelables pour les besoins énergétiques de la maison après l'amélioration.
3. Maitriser les impacts d'un bâtiment sur l'environnement extérieur.
4. Créer un environnement sain et confortable pour les utilisateurs.

Pour plus de confort, on a recours à une surconsommation d'énergie, pour cela il faudrait d'abord améliorer le bâtiment afin de réduire la demande en chauffage et en rafraîchissement.

Bien réfléchir sur la composition des parois de l'enveloppe, la compacité du volume chauffé, l'emplacement, l'orientation et le type de vitrages.

Bilan au niveau de bâtiment = » calcul statique et comparaison avec le bâtiment de référence
Modalisation et simulation avec pléiades-confie

2. Recherche Bibliographique :

2.1. Le Bâtiment Est Un Gros Consommateur D'énergie :

Dans les pays industrialisés, les bâtiments consomment une partie importante de l'énergie utilisée par la société et, en conséquence, ils sont source d'une partie non négligeable de la pollution. Cette énergie est l'objet de nombreux usages, notamment :

- Le chauffage et/ou le refroidissement, pour assurer un climat intérieur confortable
- La circulation de fluides tels que l'air (ventilation), l'eau (eau chaude, chauffage)
- Les transports (ascenseurs)
- L'éclairage
- Les communications (téléphone, radio, télévision)
- La production de biens (fabriques, cuisines, couture, etc.)

Dans les climats tempérés et froids, la plus grande part de l'énergie utilisée par un bâtiment sert au chauffage. Le flux de chaleur généré dans le système de chauffage aboutit inévitablement à l'extérieur par différentes voies plus ou moins directes.

Dans les climats plus chauds, il peut être nécessaire et en tous cas confortable d'abaisser la température intérieure des bâtiments. Ce refroidissement, et l'assèchement de l'air (sous les tropiques) peut aussi être un grand consommateur d'énergie.

2.2. L'amélioration De La Consommation Par La Démarche NÉGAWATT :

Les trois piliers suivants, issus de la démarche NÉGAWATT, guident l'application du principe « mieux consommer au lieu de produire plus ».

a. Sobriété :

La sobriété énergétique consiste à supprimer les gaspillages absurdes et coûteux à tous les niveaux de l'organisation de notre société et dans nos comportements individuels.

La sobriété n'est ni l'austérité ni le rationnement : elle répond à l'impératif de fonder notre avenir sur des besoins énergétiques moins boulimiques, mieux maîtrisés, plus équitables. Elle s'appuie sur la responsabilisation de tous les acteurs, du producteur au citoyen.

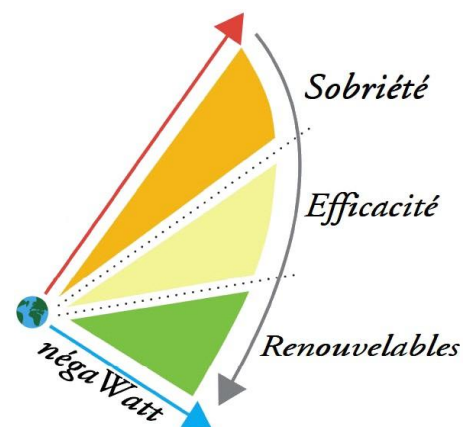


Figure 1.1 : La démarche de NÉGAWATT

b. Efficacité :

L'efficacité énergétique consiste à réduire le plus possible les pertes par rapport à la ressource utilisée et à augmenter le rendement des transformations énergétiques. Le potentiel d'amélioration de nos bâtiments, de nos moyens de transport et des appareils que nous utilisons est en effet considérable : il est possible de réduire d'un facteur 2 à 5 nos consommations d'énergie et de matières premières à l'aide de techniques déjà largement éprouvées (eau chaude solaire, meilleure isolation etc.). La maison passive illustre particulièrement bien ce concept. En effet, il s'agit d'une technologie maîtrisée et efficace qui repose uniquement sur des techniques existantes. On est loin d'un système expérimental dont on ignorerait tout des effets secondaires.

c. Énergies Renouvelables :

Les actions de sobriété et d'efficacité réduisent nos besoins d'énergie à la source. Le solde doit être fourni à partir d'énergies renouvelables issues de ressources naturelles inépuisables.

Une source d'énergie est renouvelable si le fait d'en consommer n'en limite pas sa consommation future du fait de son épuisement ou des dommages impliqués pour l'environnement et la société. Ainsi, les éoliennes transforment l'énergie du vent, les centrales hydrauliques, celle de l'eau, l'architecture bioclimatique, les capteurs thermiques, les cellules photovoltaïques utilisent l'énergie du soleil, la biomasse, la bio_méthanisation, la gazéification, les biocarburants se servent du bois et de certains résidus organiques ; la géothermie de la chaleur de la terre, certaines turbines utilisent même l'énergie des vagues ou des marées...

Bien réparties, décentralisées, n'ayant qu'un faible impact sur notre environnement, les énergies renouvelables (solaire, hydraulique, éolien, biomasse) sont les seules qui permettent d'équilibrer durablement nos besoins en énergie avec les ressources de notre planète [1].

2.3. Les Besoins De L'occupant :

Le rôle premier d'un bâtiment est de protéger ses occupants des rigueurs du climat extérieur. Un bâtiment confortable assure à ses habitants un climat intérieur agréable et peu dépendant des conditions extérieures, notamment météorologiques et acoustiques. La gestion optimale de l'énergie, quoique très importante du point de vue de son impact sur l'environnement, intervient en deuxième priorité, lorsque que les conditions de confort sont satisfaites.

Les exigences actuelles peuvent être classées en plusieurs catégories, qui interagissent entre elles: exigences de confort thermique, exigences de qualité d'air, besoins en éclairage, protection acoustique et exigences en termes de consommation d'énergie.

Il doit être clair que les besoins des occupants passent avant les exigences énergétiques. Le bâtiment est d'abord construit pour assurer le bien être de l'occupant, et non pour économiser de l'énergie. Dans le cas contraire, on économiserait un maximum d'énergie en ne construisant pas le bâtiment, ou en ne le chauffant pas en hiver. Il n'est toutefois pas correct de gaspiller l'énergie, notamment parce que la pollution qui en résulte est nuisible à l'occupant.

2.4. Qualité D'environnement Intérieur :

Le rôle premier d'un bâtiment est de protéger ses occupants des rigueurs du climat extérieur. Un bâtiment confortable assure à ses habitants un climat intérieur agréable et peu dépendant des conditions extérieures, notamment météorologiques et acoustiques. La gestion optimale de l'énergie, quoique très importante du point de vue de son impact sur l'environnement, intervient en deuxième priorité, lorsque que les conditions de confort sont satisfaites.

2.4.1. Confort :

Le confort est un état de bien être général. Il est mesuré a contrario par le taux d'insatisfaction des occupants. Indépendamment des conditions propres à l'individu (métabolisme, activité, habillement), il est reconnu que les paramètres suivants interviennent dans le confort, en plus des paramètres qui caractérisent l'individu lui-même (taux d'activité, habillement, etc):

- Conditions thermiques:** Température de l'air
Sources de rayonnement (radiateurs, poêles, soleil)
Température des surfaces environnantes
Perméabilité thermique des surfaces en contact avec le corps
- Qualité de l'air:** Vitesse relative de l'air par rapport au sujet
Humidité relative de l'air
Pureté ou pollution de l'air, odeurs
Acoustique: Niveau de bruit, nuisance acoustique
Temps de réverbération (durée d'écho)
- Visuel:** Éclairage naturel et artificiel
Couleurs
Volumes intérieur et distribution des volumes
Autres influences: Degré d'occupation des locaux
"Ambiance" etc.

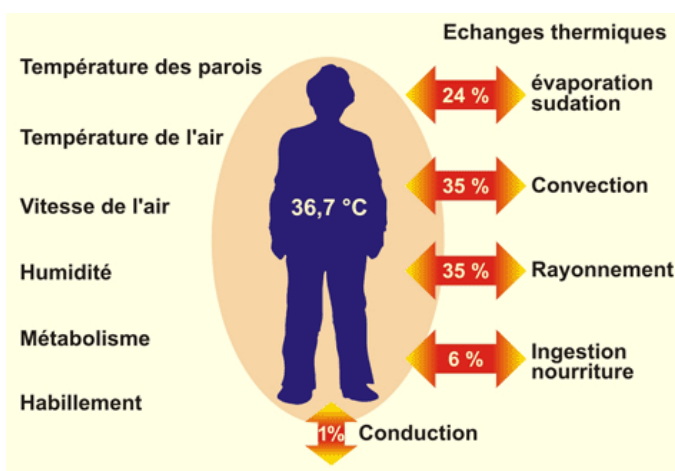
Nous nous limiterons ici essentiellement aux conditions thermiques et aérauliques [2].

a. Confort thermique :

Le confort est donc une sensation physiologique faisant intervenir plus d'un paramètre. Le confort thermique ne tient compte que des paramètres suivants:

1. Les facteurs liés à l'individu:
 - Son activité et le rendement de cette activité
2. Son habillement
3. Les facteurs liés à l'environnement:
 - Températures de l'air et des surfaces environnantes
 - Vitesse relative de l'air et le degré de turbulence
 - Pression de vapeur d'eau ou humidité relative

En effet, la chaleur dégagée par le métabolisme, plus ou moins grande selon l'activité, est éliminée, directement ou au travers des habits, par convection et conduction vers l'air ambiant, par rayonnement vers les surfaces voisines et par évapotranspiration dans l'air.



On notera que, dans la zone confortable, les échanges par rayonnement, convection conduction et évapotranspiration se répartissent en trois parts approximativement égales. Ainsi, contrairement à ce qui est généralement admis, il est erroné de vouloir satisfaire ces critères de confort par une simple régulation de la température de l'air intérieur de l'habitation. [4]

Figure 1.2 : Échanges thermiques d'un individu avec son entourage

b. Confort visuel :

Assurer pour l'homme le confort visuel et bien plus difficile que le confort thermique. Les études ont montré que les différences entre individu peuvent être très grandes et que, statistiquement, il n'est pas possible de satisfaire simultanément plus de 75% des personnes (alors que ce maximum est de 95% pour le confort thermique).

Les appréciations doivent donc être redéfinies et nous parlerons de:

1. Confort optimal lorsque 75% des individus sont satisfaits.
2. Confort si 60% et plus des personnes sont satisfaites.
3. D'inconfort lorsque plus de 75% des personnes sont insatisfaites (ou moins de 25 % satisfaites). [4]

Trois conditions doivent être simultanément observées afin d'assurer le confort visuel :

1. Un niveau d'éclairage adéquat.
2. Des contrastes modérés.
3. Un bon rendu des couleurs.

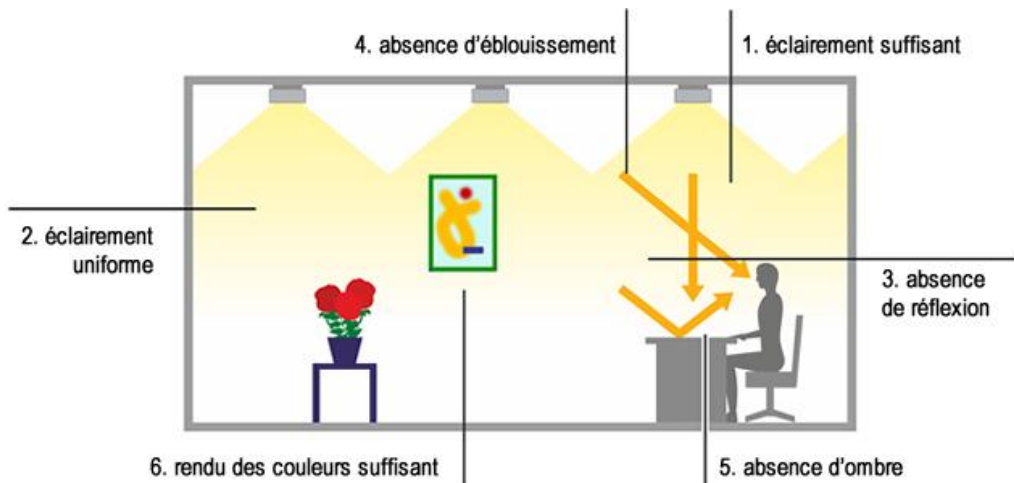


Figure 1.3 : Confort visuel dans une pièce

c. Qualité de l'air :

Un air de bonne qualité ne contient pas d'impuretés en quantités gênantes ou dangereuses pour les occupants.

Toutefois, ce ne sont pas les sources de pollution qui manquent, comme le montre la Table 1.1. En général, l'air intérieur est plus pollué que l'air extérieur. Le rôle de l'aération est précisément de remplacer l'air intérieur pollué par de l'air extérieur, en principe plus propre. [4]

Air extérieur	SO2, NOx, CO, hydrocarbures, poussières, bactéries,
Chauffages, transports, industrie Nature	spores, pollens
Occupant	Odeurs, CO2, vapeur d'eau, particules, bactéries
Tabac, feux ouverts	CO, aldéhydes, particules
Combustion de gaz	CO, CO2, vapeur d'eau, NOx, particules
Matériaux	Aldéhydes, amiante, solvants
Produits divers	Odeurs, solvants, composés organiques
Sprays, nettoyage, papier, encre, etc.	
Terrain	Radon, méthane

Tableau 1.1: Quelques sources de pollution

2.4.2. Aération

a. Nécessité de l'aération

Le but de l'aération est d'assurer un environnement intérieur confortable, maintenant les occupants en bonne santé. Un air sans cesse renouvelé à l'intérieur des bâtiments est nécessaire, non pour assurer l'apport d'oxygène indispensable à la vie, mais surtout pour éliminer au fur et à mesure les divers polluants générés dans le bâtiment et qui rendent l'atmosphère malodorante et toxique.

En l'absence d'aération, l'oxygène est la dernière chose qui manque. Les occupants seront incommodés en premier lieu par une concentration trop élevée en polluants divers, dont notamment les odeurs, la vapeur d'eau et la chaleur.

Ces nuisances sont essentiellement générées par l'activité des occupants. Elles sont notamment:

1. Les odeurs, auxquelles les personnes entrant dans les locaux sont très sensibles.
2. La vapeur d'eau, qui augmente l'humidité relative, donc le risque de moisissures.
3. Le gaz carbonique, qui, en trop grande concentration, rend les occupants léthargiques.
4. Les poussières, aérosols et gaz toxiques provenant des activités et du bâtiment lui-même.
5. La chaleur en excès, provenant des activités humaines, qui augmente la température et doit donc être évacuée.

En principe, le bâtiment (les matériaux de construction et les installations techniques) ne devrait pas être une source de nuisances. Ce n'est malheureusement pas toujours le cas.

b. Conditions générales pour une bonne qualité d'air

Les trois conditions principales à remplir pour assurer une bonne qualité de l'air intérieur tout en limitant la consommation d'énergie sont:

1. Limiter l'intensité des sources de polluants
2. Contrôler les débits d'air
3. Réduire la perméabilité à l'air de l'enveloppe [4]

2.5. Définition De L'efficacité Énergétique:

C'est un des concepts clé de l'éco-conception et des approches de type Haute Qualité Environnementale (HQE), C'est le rapport entre l'énergie directement utilisée (dite énergie utile) et l'énergie consommée (en général supérieure du fait des pertes).

Les objectifs de performance (habitat économe, ou à énergie positive..) vont déterminer la conception d'un bâtiment dès son esquisse.

L'efficacité énergétique c'est réduire à la source la quantité d'énergie nécessaire pour un même service, mieux utilisé l'énergie à qualité de vie constante.

2.6. Les Concepts D'habitats Existants :

2.6.1. Le Bâtiment à Basse Consommation

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

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

- 1- Les logements neufs ne doivent pas dépasser l'objectif de consommation de 50 kW hep/m².an.

2-Les logements existants doivent présenter une consommation inférieure à 50 % de la consommation conventionnelle. L'objectif de consommation est fixé pour eux à 80 kW hep/m².an.

2.6.2. Le Bâtiment Passif

Le terme PassivHaus est un Label qui a été développé par l'institut de recherche allemand PassivHaus, est dont le label BBC s'est inspiré dont les besoins de chauffage (en énergie utile) sont de l'ordre de 15 h/m². Et la consommation en énergie primaire est inférieure à 120 h/m².

Pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire et l'électricité.

Le bâtiment passif est une construction dont la consommation énergétique au mètre carré est très basse, voire entièrement compensée par les apports solaires ou par les calories émises par les apports internes (matériel électrique et habitants).

2.6.3. Le Bâtiment Haute Performance Énergétique HPE

La « Haute performance énergétique » est un ensemble de normes et de prescriptions réglementaires qui s'est progressivement établi à partir de 1978 entre divers acteurs du bâtiment, de l'environnement, des services publics de l'énergie comme l'EDF, des maîtres d'ouvrages et des organismes publics de certification (PUCA, Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie, Centre scientifique et technique du bâtiment CSTB, la Fédération française du bâtiment. C'est une démarche qualitative qui intègre toutes les activités liées à la conception, la construction, le fonctionnement et l'entretien d'un bâtiment (logement, bâtiment public, tertiaire ou industriel).

2.6.4. Le Bâtiment Bioclimatique

2.6.4.1. Définition :

Une construction bioclimatique est un bâtiment qui tire le meilleur parti du rayonnement solaire (en s'en protégeant ou en profitant de ses bienfaits) et de la circulation naturelle de l'air pour maintenir des températures agréables, contrôler l'humidité, favoriser l'éclairage naturel, tout en réduisant les besoins énergétiques. [5]

Il n'y a pas de prototype idéal de construction bioclimatique car la conception des bâtiments varie d'un lieu à l'autre suivant le climat et le site d'implantation.

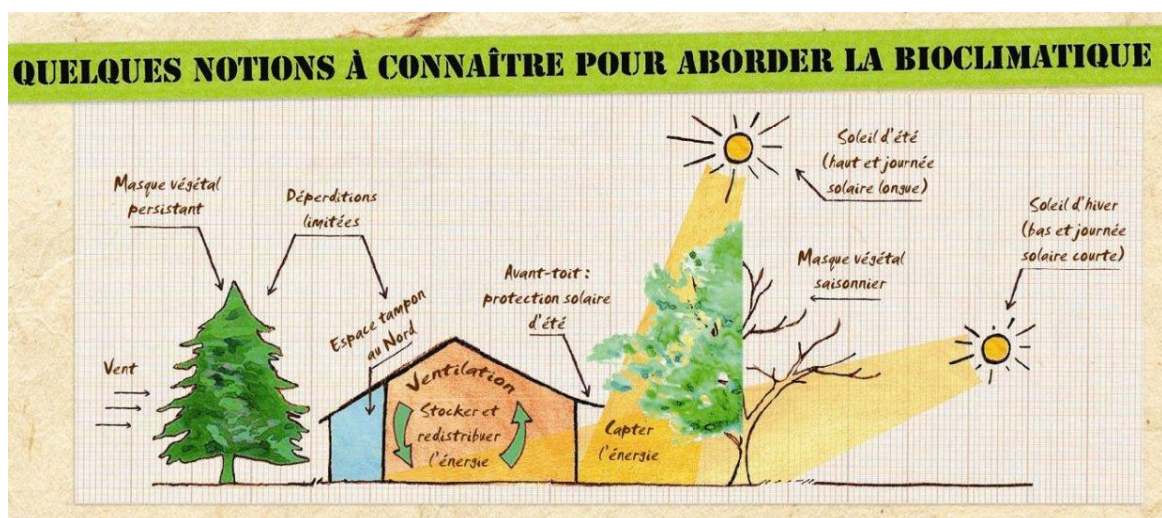


Figure 1.4 : Les notions de l'architecture bioclimatique

2.6.4.2. Principes De La Conception Bioclimatique :

La conception bioclimatique cherche une synthèse harmonieuse entre la destination du bâtiment, le confort de l'occupant et le respect de l'environnement, en faisant largement appel aux principes de l'architecture. Cette architecture permet de réduire les besoins énergétiques et de créer un climat de bien être dans les locaux avec des températures agréables, une humidité contrôlée et un éclairage naturel abondant. Ces principes sont fondés sur un choix judicieux de la forme du bâtiment, de son implantation, de la distribution des espaces, des matériaux utilisés et de l'orientation en fonction des particularités du site : climat, vents dominants, qualité du sol, topographie, ensoleillement et vues.

1. Une Bonne Implantation Sur Le Site :

a. Une Bonne Orientation :

Le choix d'une orientation est soumis d'après Baruch Givoni à de nombreuses considérations, telles que la vue, dans différentes directions, la position du bâtiment par rapport aux voies, la topographie du site, la position des sources de nuisances, le rayonnement solaire et ses effets d'échauffement, ainsi que la ventilation en rapport avec la direction des vents dominants. Il place le concept de l'orientation au centre des éléments influant sur les ambiances intérieures d'un bâtiment.

L'ensoleillement est en très grande partie responsable de divers effets sur les bâtiments.

Il peut être considéré en même temps comme:

- Source d'énergie gratuite en hiver (qui entre dans le bilan énergétique de chauffage.)
- Source d'énergie, cause d'inconfort thermique en été.

Au plan énergétique, l'orientation d'une paroi par rapport au rayonnement solaire influe sur l'énergie solaire incidente.

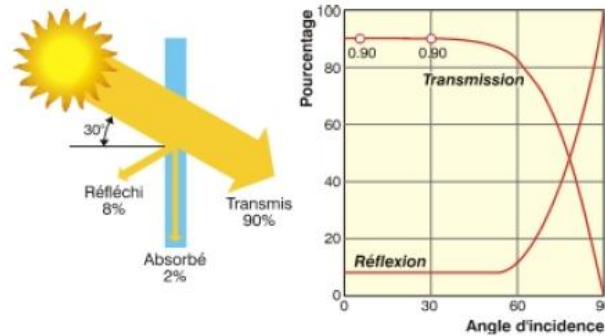


Figure 1.5 : Les pourcentages de rayonnement intercepté par une surface en fonction de l'angle d'incidence

Les façades principales seront disposées de préférence face aux vents dominants, c'est-à-dire de secteur Est-Nord Est

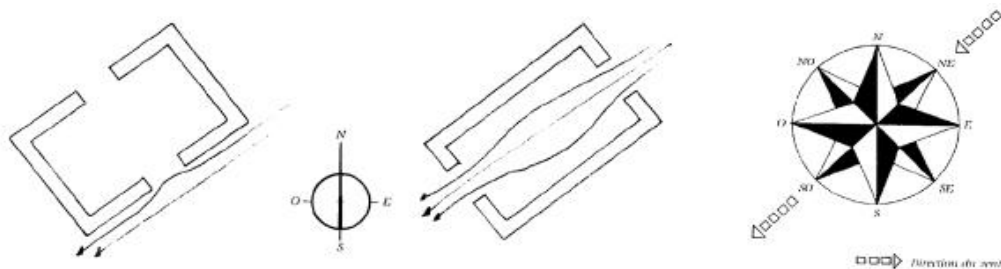


Figure 1.6 : La disposition des ouvertures et des façades par rapport aux vents dominants influe sur la qualité de l'aération

b. Une bonne utilisation de la topographie :

Les bâtiments seront implantés de préférence dans les zones à bonne potentialité de ventilation naturelle, par exemple :

au vent, au voisinage du sommet d'un morne entre deux obstacles, en créant un « effet Venturi »

2. Agencement des Pièces :

Les pièces à vivre seront situées au Sud, afin de bénéficier de la lumière naturelle et des apports de chaleur ; tandis que les pièces peu utilisées serviront d'espace tampon, au Nord, entre l'extérieur et les pièces de vie.

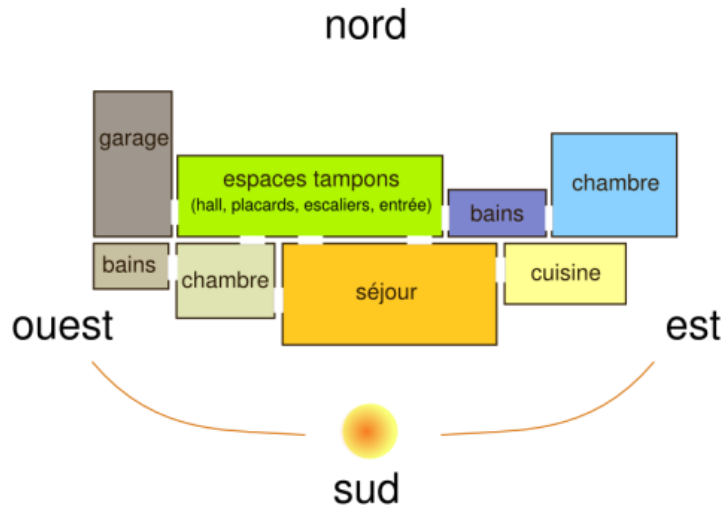


Figure 1.7 : Orientation pour un meilleur gain

On pensera également à équiper l'entrée principale d'un sas qui limite la sortie de l'air chaud en hiver par le simple fait d'ouvrir la porte. Le sas est aussi utile en été puisqu'il empêche l'air chaud d'entrer dans la maison.

3. Formes et Compacité :

La maison bioclimatique est de forme simple et compacte. En effet, plus la maison est compacte, plus la surface en contact avec l'extérieur est petite, plus les déperditions thermiques sont limitées, plus les consommations d'énergie sont faibles.

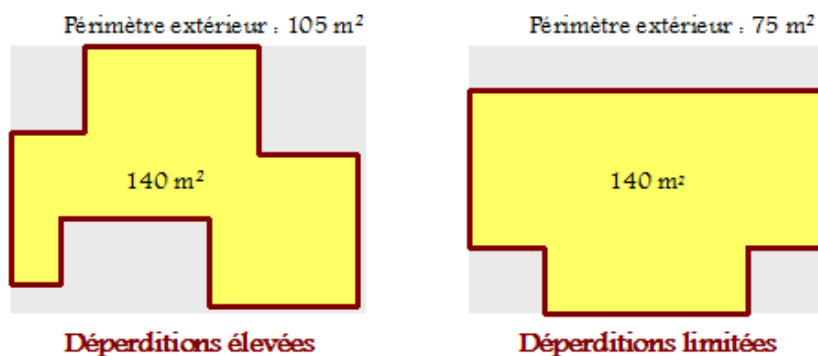


Figure 1.8 : Les déperditions thermiques en fonction du périmètre de la maison

4. Protection Solaire :

Pour exploiter la chaleur du soleil en hiver tout en évitant les surchauffes en été, des masques et des protections solaires sont indispensables. Ces derniers augmentent le pouvoir isolant des fenêtres

et contrôlent l'éblouissement. Ils peuvent être fixes, comme les porches et auvents, ou amovibles comme les stores et persiennes.

La végétation à feuilles caduques fournit des zones d'ombrage et forme un écran face au vent.

Les protections solaires fixes ont des couts non négligeables. C'est pour cette raison qu'il est nécessaire de calculer leurs dimensions en fonction de leur utilisation.

Par exemple, un auvent orienté au sud doit laisser passer les rayons du soleil en hiver et les bloquer en été pour éviter les surchauffes.

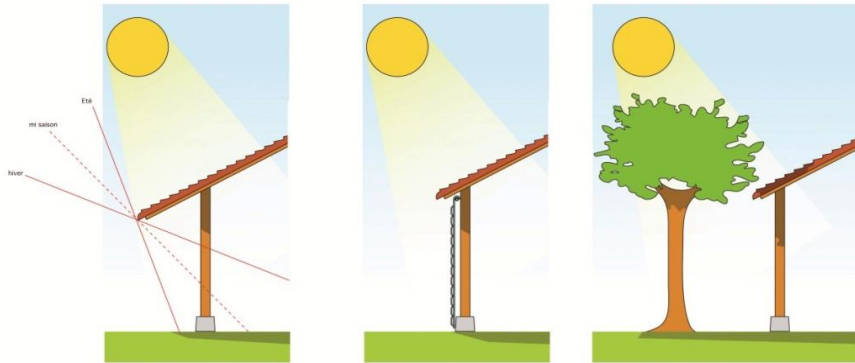


Figure 1.9 : Les différents types de protection solaire

a. Les différents types de protection solaire

De nombreux types de dispositifs de protection solaire existent, ils peuvent être structurales, fixes (porche, véranda, brise soleil) ou appliquées, mobiles (stores, persiennes, volets...), extérieurs ou intérieurs, verticaux ou horizontaux. Ils peuvent aussi être liés à l'environnement comme la végétation.

L'efficacité des protections solaires est fonction de sa typologie, de son orientation et la période de l'année.

a.1. Les protections fixes

La mise en œuvre de protections solaires fixes peut, dans certains cas, s'avérer particulièrement intéressante dans la mesure où leur effet sera indépendant de l'action des utilisateurs. Ainsi, un local équipé d'un brise-soleil adapté sera protégé de la surchauffe, indépendamment de son occupation. L'inconvénient est qu'il offre une protection différente selon la position du soleil, Le local ne profite donc que peu des apports solaires en hiver, leur dimensionnement doit donc être correctement réalisé pour qu'il soit efficace.



Figure 1.10 : Exemples des différents types de protections solaires fixes.

En général les typologies les plus usuelles sont les suivantes :

L'auvent : constitué d'une avancée horizontale au dessus de l'ouverture: auvent, débord de toit, débord de dalle, balcon filant, brise-soleil horizontal, casquette, linteau de fenêtre. L'occultation au rayonnement direct est bonne en été et la casquette laisse passer le soleil quelle que soit l'orientation de la façade en hiver.



Le flanc : constitué par des pans verticaux à côté de l'ouverture : décrochement de façade, saillie de refends, tableau de fenêtre, écran à lames verticales. L'occultation est quasiment constante (mais faible) toute l'année en orientation sud. Elle est assez forte à l'Est et à l'Ouest en hiver, ce qui n'est généralement pas souhaité, et quasi nulle en été.



La loggia : combinée entre l'auvent et les flancs: loggia, Tableaux + linteau de fenêtre, balcon filant+séparation verticale, écran à lames croisées. La protection solaire est bonne l'été, du Sud-est au Sud-ouest. Elle est moyenne toute l'année à l'Est et à l'Ouest.



a.2. Les protections mobiles :

1- Les protections extérieures mobiles

Il s'agit de stores vénitiens (lamelles horizontales), de stores enroulables, de stores à lamelles (verticales), etc., disposés du côté extérieur de la fenêtre.

Avec ce type de protection solaire, la protection peut être adaptée constamment aux conditions extérieures et intérieures: Elles sont utilisées en fonction des besoins, et permettent une protection efficace en été tout en bénéficiant des apports solaires en hiver.

2- Les protections intérieures mobiles

Stores extérieures, claustras, panneaux coulissants..etc, elles sont utilisées en fonction des besoins, elles permettent d'éviter le rayonnement direct sur une personne. Les protections intérieures laissent en effet pénétrer le soleil dans la pièce, bénéficiant ainsi des apports solaires en hiver, mais elles ne sont pas très efficaces en été, puisque ce rayonnement solaire se transforme après en chaleur.

3- La protection végétale

Par la végétation (arbre à feuille caduque, plantes autour du bâtiment) on peut se protéger des rayonnements solaires et leur feuillage persistant interceptent le rayonnement solaire et les empêchent d'atteindre les façades.

De plus elle se comporte comme humidificateur réduisant la température de l'air par évaporation. En hiver, ce type d'arbre perd leur feuillage et laisse pénétrer le rayonnement solaire. [6]

5. Ventilation :

Il faut assurer le renouvellement d'air dans le logement de manière optimale. Différents procédés existent :

1. La ventilation naturelle assistée : traditionnellement par simple convection (élévation de l'air chaud) elle n'est pas motorisée. Elle se décline de plus en plus dans les « tours à vent », notamment en Angleterre.
2. La Ventilation Mécanique Contrôlée (VMC) simple flux : le renouvellement d'air se fait par aspiration de l'air extérieur « propre » et rejet de l'air intérieur vicié. Il existe aussi une VMC hygrométrique qui permet de réguler le taux d'humidité ambiant du bâtiment.
3. La VMC double flux : un système d'échangeur récupère les calories de l'air chaud évacué. Ce principe, très intéressant dans les climats froids, est moins adapté aux climats océaniques les plus doux.

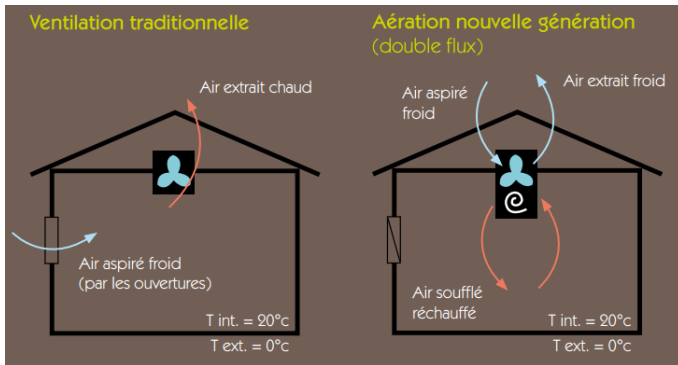


Figure 1.11 : Types de ventilation

- Aspiration de l'air humide
- L'air extérieur entre par les grilles d'aération des fenêtres, par les interstices, par le seuil de la porte d'entrée.

- Régulation optimale de l'air : renouvellement et extraction
- Filtration
- Intégration dans l'habitat
- Programmation en fonction des saisons, en particulier pour le rafraîchissement d'été.

6. Le Choix Des Matériaux (L'inertie Thermique) :

Derrière les surfaces vitrées qui captent la chaleur, la maison bioclimatique est pourvue de dalles ou de murs denses, constitués de matériaux à forte inertie thermique (béton, pierre, terre,...).

Ils emmagasinent une grande quantité de chaleur le jour et la rediffusent la nuit ou en période froide. Ils permettent de lisser la température intérieure de la maison dans le temps, évitant les pics de chaleur en journée puis les chutes de température la nuit. C'est un avantage aussi bien pour les personnes qui vivent à l'intérieur de cette maison, que pour le système de chauffage qui fonctionne de façon constante et non par à coup.

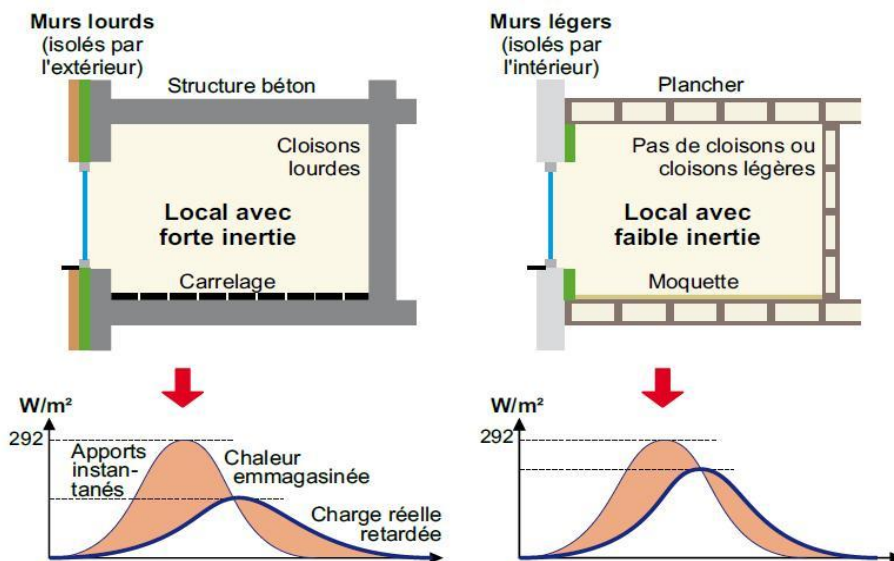


Figure 1.12 : L'inertie thermique selon le type de paroi utilisée

Ces éléments doivent être de teinte plutôt foncée sinon ils réfléchiraient la lumière sans la convertir en chaleur. Ils ne doivent pourtant pas être trop sombres au risque que leur surface s'échauffe énormément et atteigne des températures qui peuvent devenir dangereuses pour les occupants. Une teinte brune ou terre cuite est un bon compromis entre les performances thermiques et le rendu esthétique.

Plus la masse du matériau est importante, plus il pourra absorber par inertie une quantité d'énergie importante, l'objectif étant de capter pendant la journée suffisamment d'énergie pour la rediffuser pendant toute la nuit. C'est le véritable radiateur de la maison; il fonctionne à basse température, un peu comme un plancher chauffant, et rayonne sa chaleur sur toute sa surface.

7. Isolation Thermique :

L'isolation thermique est un élément indispensable au bon fonctionnement d'une maison bioclimatique. Elle empêche la chaleur de sortir de la maison.

On isolera en priorité la toiture, qui représente entre 30 et 40% des déperditions thermiques d'une maison, mais les murs, vitrages et planchers bas ne devront pas être négligés.

Il faudra porter une attention particulière aux ponts thermiques.

a. Qualité des isolants thermiques

La conductivité thermique n'est pas la seule propriété à prendre en compte dans le choix d'un isolant. Les caractéristiques suivantes sont au moins aussi importantes, et peuvent être primordiales suivant les applications:

- Résistance au feu
- Résistance mécanique (traction et compression)
- Étanchéité à l'air
- Résistance à la diffusion de vapeur d'eau
- Faible absorption d'eau par immersion, par flottaison et par diffusion
- Stabilité dimensionnelle et comportement à la chaleur
- Qualités acoustiques
- Prix.

On distingue plusieurs types d'isolants, présents sur le marché sous différentes formes :

Matériaux minéraux : la laine de verre, la laine de roche.

Matériaux fibreux organiques: cellulose, chanvre, mousse organique (le polystyrène expansé ou extrudé).

Mousse inorganique : mousse de verres, vermiculite, la perlite, béton cellulaire.

Matériaux ligneux : liège, bois léger, paille agglomérée.

b. L'isolation des murs

L'isolation des murs réduit les pertes de chaleur et permet d'augmenter la température intérieure des parois.

Pour l'isolation par l'intérieur, des panneaux sont installés, alors que pour l'isolation extérieure, un isolant est reparti sur la surface extérieure du mur puis il est protégé des intempéries par un bardage ou un enduit.

Schéma	Isolation par l'intérieur	Isolation par l'extérieur
Avantages	Ne modifie pas l'aspect extérieur de la maison Prix réduit	Regroupe les opérations d'isolation et de ravalement Traite un grand nombre de ponts thermiques Protège les murs des variations climatiques Ne modifie pas la surface des pièces
Inconvénients	Réduit la surface des pièces Gènes éventuelles lors de l'ouverture et de la fermeture des portes et fenêtres Mise en œuvre difficile si présence de prises, canalisations, équipements à démonter Ne traite pas tous les ponts thermiques	Cout supérieur Modifie l'aspect extérieur Technique moins employée
Solutions techniques	Panneaux simples d'isolants protégés par une cloison de doublage Panneaux composites constitués d'un parement de plâtre et d'un isolant Panneaux sandwich où l'isolant est placé entre deux plaques de plâtre. Préconises pour les	Enduit mince sur isolant : collage sur le mur puis couverture avec un enduit spécifique armé de fibres de verre puis d'un enduit de finition Enduit hydraulique sur isolant en remplacement d'un enduit mince, projeté sous forme de mortier Parements sur isolant : isolant colle sur un support puis revêtements de carrelages, pierres minces ou panneaux de bardage Vêtures : éléments préfabriqués comprenant un isolant et une plaque de parement.

Tableau 1.2 : isolation des murs

8. Vitrages Et Propriétés Thermiques

Les baies vitrées et leurs distributions sur l'enveloppe sont des paramètres essentiels lors de la conception d'un bâtiment. Leur premier rôle est d'assurer le confort visuel et thermique des occupants et de gérer les apports solaires en toute saison. Par conséquent, l'évaluation des aspects positifs et négatifs de la paroi transparente, exige une grande attention à plusieurs éléments; comme le type de vitrage, la position, l'orientation et le type de protection solaire associée.....etc.

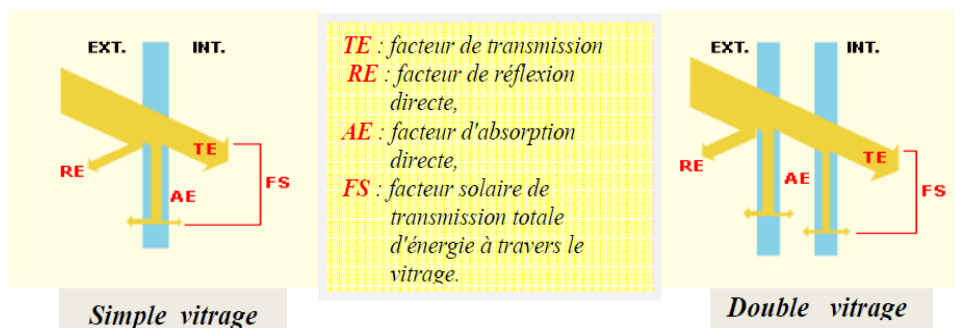


Figure 1.13: Les facteurs énergétiques

La nature du vitrage a une influence sur la transmission énergétique du rayonnement solaire selon les caractéristiques suivantes :

1-Les vitrages clairs sont connus pour leur haute capacité à laisser pénétrer la lumière et le rayonnement solaire.

2-Les vitrages absorbants : ils sont teintés et permettent au verre de diminuer la fraction transmise du rayonnement solaire au profit de la fraction absorbée. Ils réduisent sensiblement la lumière et l'énergie transmise.

3-Les vitrages réfléchissants sont caractérisés par la présence d'une très fine couche métallique réfléchissante et transparente, qui accroît la part du rayonnement solaire réfléchi et diminue donc la fraction transmise. Ils sont surtout utilisés en bâtiment tertiaire, Leur objectif est de limiter l'éblouissement et les surchauffes en été (donc réduire les éventuelles consommations de climatisation).

3. État De L'art :

3.1. Mémoires Consultés :

3.1.1. Mémoire n°1 : Pour l'obtention d'un diplôme de magister en Physique Énergétique et Matériaux « La Conception D'un Habitat Écologique À Tlemcen »

U.R.M.E.R, Université Abu Bekr Belkaid, Tlemcen)

Présenté par : Mohammed El Amine Boukli Hacene, Nasr-Eddine CHABANE SARI

Mars 2009

Le but de cette étude est de réaliser un concept permettant de minimiser les besoins en énergie calorifique du bâtiment tout en fournissant un air à l'intérieur de bonne qualité, ils ont donc eu recours à l'étude du type de matériau utilisé, à l'architecture de la maison, ainsi que le calcul des déperditions thermiques de chaque élément de la maison, pour obtenir enfin un bilan économique favorable à l'élaboration de ce concept.

Le principe de ce travail est la réalisation d'un prototype à l'ouest algérien précisément dans la région de Tlemcen « Latitude 34° 52' 01" Nord, Longitude 1°28' 01" Ouest. Située à 850 m d'altitude, la ville de Tlemcen jouit d'un climat tempéré». Le but est d'utiliser les énergies renouvelables tout en limitant les déperditions

Le bilan énergétique doit être économique positif. La demande pour le chauffage doit être inférieure ou égale à 15 kWh/m².an (contre 220 kWh/m².an pour une Maison Conventionnelle), et la demande totale en énergie doit être elle aussi inférieure ou égale à 50 kWh/m².an soit entre 0.03 et 0.04 €/m² contre 0.32€/m². La maison doit alors répondre aux principes et aux normes de l'habitat écologique. [7]

3.1.2. Mémoire n°2 : Pour l'obtention d'un diplôme de magister en génie mécanique à L'université Mouloud Mammeri de TIZI OUZOU

« Réhabilitation Thermique D'un Local Dans Une Zone Aride Cas De Ghardaia »

Présenté par : Farida SAM en 2012

L'objectif principal de cette recherche consiste à améliorer le confort thermique du local d'étude ainsi que la réduction de la consommation énergétique à travers une intervention de réhabilitation thermique qui prend en charge :

1. Les principes de l'architecture bioclimatique (isolation thermique et inertie pour le stockage d'énergie.
2. Utilisation de l'énergie solaire pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire.

Méthodologie de la recherche :

- pour l'amélioration du confort thermique, la méthode repose sur l'utilisation du diagramme Psychrométrique sur lequel sont réparties les données météorologiques il permet de déterminer la zone de confort qui permettra à son tour de choisir les différentes solutions passives pour améliorer l'ambiance intérieure par conséquent réduire la consommation énergétique.
- Utilisation de l'énergie solaire pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire.

La méthode de dimensionnement repose sur l'utilisation de la méthode **F-CHART** ainsi que l'utilisation du logiciel-DCESAL. [8]

3.1.3. Mémoire n°3 : Pour l'obtention d'un diplôme de magister en génie mécanique à Université Saad Dahlab De Blida Faculté de technologie Département de Mécanique

« Évaluation De La Consommation Énergétique Des Logements A Haute Performance Énergétique De Tamanrasset Et Opportunité D'utiliser Les Systèmes Solaires »

Présentée par : Mr. Khodja Mohamed el hadi

Ce travail consiste à faire le bilan thermique global des logements HPE de Tamanrasset à travers un logiciel de simulation en évaluant les déperditions thermiques en rapport avec les exigences du DTR (Document Technique réglementaire) en terme de renouvellement d'air, température de confort et degré d'humidité.

Il est en général possible d'obtenir un confort plus ou moins satisfaisant dans les habitats en été en jouant sur la conception du bâtiment, l'utilisation de matériaux lourds, famille à laquelle la roche appartient, contribue à donner au bâtiment une forte inertie qui permet de lisser les températures extrêmes. Des protections solaires positionnées sur la face extérieure des vitrages contribuent fortement à minimiser les apports solaires, source principale de l'inconfort en été dans l'habitat ; ainsi l'occultation par végétation adéquate, on offrant l'ombre maximale pendant l'été et en se dépouillant des feuilles lorsque l'on a besoin de l'ensoleillement pendant les mois froids d'hiver. Sans oublier la ventilation nocturne, qui permet d'obtenir un admissible confort thermique d'été en stockant la fraîcheur de la nuit qui sera restituée pendant la journée mais cela n'est pas suffisant, reste la climatisation pour assurer la différence du besoin en froid, on peut utiliser dans ce cas soit le puits canadien pour rester toujours dans le passif ou bien la climatisation conventionnelle (possibilité d'utiliser le photovoltaïque). Cette étude montre que l'habitat HPE peut assurer un confort thermique acceptable, cela permet d'éliminer le besoin en chauffage et de diminuer la puissance de la climatisation à installer. [9]

3.2. Articles consultés :

3.2.1. Article n°01 : « Réalisation D'un Bâtiment universitaire À Énergie 1 Positive À L'île De La Réunion De La Phase Programme A La Conception. »

**François Garde¹, Dalila Bentaleb¹, Alain Bastide, Eric Ottenwelter, Eric Pothin
Laboratoire de Physique du Bâtiment et des Systèmes, Université de La Réunion. En 2006**



Figure 1.14 : Vue 3d de l'université de l'Ile De La Réunion

L'objectif de ce travail est de réaliser un bâtiment consommant deux fois moins d'énergie qu'un bâtiment standard. La méthodologie a porté sur des exigences définies dès la phase programme sur la conception thermique et les systèmes. Les innovations portant sur la conception architecturale du bâtiment, sur les performances des systèmes et sur les simulations numériques sont présentées. Les toitures photovoltaïques intégrées au bâtiment assurent la production de l'énergie électrique qui permettra au bâtiment de produire plus d'énergie qu'il n'en consomme.

Les objectifs fixés en termes de consommation ont été atteints. Ce résultat a pu être possible grâce à une forte collaboration entre l'équipe de maîtrise d'œuvre et les chercheurs de l'université, avec une mise en commun non seulement des outils de dimensionnement et d'expertise, mais également des habitudes de conception. Ainsi, avec quelques innovations architecturales telles que les jalousies intérieures, les lampes en appliques, l'utilisation de brasseurs d'air, une meilleure gestion et un dimensionnement intelligent des systèmes, l'équipe a pu arriver à réaliser un bâtiment qui consomme trois fois moins qu'un bâtiment standard avec un surcoût de 2% du principalement à la GTC optimisée. Les installations PV produiront en outre l'équivalent de 2,5 fois la consommation du bâtiment. [10]

3.2.2. Article n°02 : L.Houidef « Le Programme ECO-BAT, Réalisation De 600 Logements à Haute Performance Énergétique » présentation 2009

Ce premier projet pilote est lancé par l'APRUE (Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Énergie) en partenariat avec le Ministère de l'Habitat. Pour sa mise en œuvre, des conventions ont été signées avec la Caisse Nationale du Logement (CNL) et les OPGI (Offices de Promotion et de Gestion Immobilière)

Le nombre de logements est réparti comme suit pour les 11 wilayas concernées :

Laghouat, Béchar, Blida, Tamanrasset, Alger (Hussein Dey), Djelfa, Sétif, Skikda, Mostaganem, Oran et El Oued.

Stratégie de conception adoptée pour le projet:

- Limitation des déperditions thermiques.
- Orientation et conception adéquates des façades.
- Emploi des stratégies conceptuels et de matériaux adéquats [11]

3.2.3. Article n°03 : « Efficacité Énergétique Des Logements À Haute Performance Énergétique, HPE: Application Au Site De Bechar » S. Sami-Mécheri, D. Semmar et A. Hamid Juin 2012

Le but de cet article est de donner un exemple de simulation des logements Haute Performance Énergétique (HPE) de la ville de Béchar traitée dans le cadre du projet Eco-Bat.

Réalisation de 30 logements HPE à Bechar, une ville située au Sud-Ouest de l'Algérie à 1115 km de la capitale. Les logements sont de type F3 Duplex, Rez-de-Chaussée plus un étage (70 m² habitable).

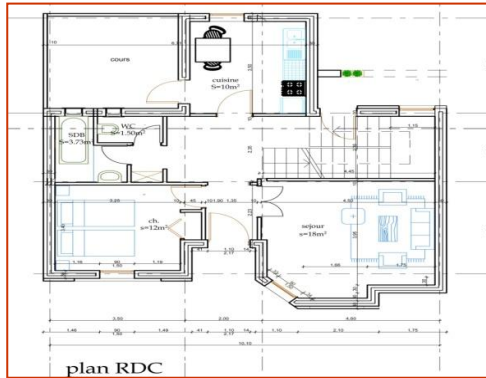


Figure 1.15 : Plan R.D.C

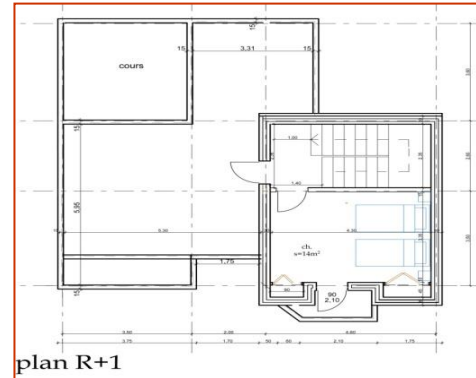


Figure 1.16: Plan 1^{er} étage

L'étude est basée sur les données météorologiques du site et en appliquant les principes de la conception bioclimatique avec variation de paramètres d'étude :

1. L'orientation : afin de minimiser les pertes de chaleur et favoriser les apports solaires pendant la période hivernale.
2. L'isolation: une bonne isolation intérieure et même des planchers hauts afin d'avoir une maison passive; choix de l'isolant ainsi que l'épaisseur qui donne un meilleur rendement au logement étudié.
3. Choix du vitrage: utilisant des fenêtres performantes.
4. Choix des matériaux de construction.

Une simulation dynamique sous logiciel 'Pleiades + Comfie a permis d'étudier le comportement thermique du bâtiment et d'identifier les besoins en chauffage et en climatisation.

Selon la simulation qui a été faite dans le cadre de l'étude : les besoins en chauffage ont réduit grâce à une bonne isolation du bâtiment , Aussi les besoins estimés par la simulation nous ont permis la recommandation d'installer un système de climatisation passif, et cela pour garder un confort thermique .

3.2.4. Article n°04 : « La conception des logements à haute performance énergétique (HPE) en Algérie Proposition d'un outil d'aide à la conception dans les zones arides et semi-arides »

S. Semahi et B. Djebri : 30 Septembre 2013

L'objectif de cet article est de faire sortir un outil qui aidera tout concepteur dans les zones arides et semi arides a réalisé un bâtiment à haute performance énergétique.

Paramètres considérés et les éléments architecturaux dans les phases en amont de la conception architecturale, sont les suivants :

Conditions environnementales :

- La situation géographique du terrain (altitude, latitude, longitude, topographie).
- L'orientation du terrain et les interférences du site (autres constructions, végétation).
- Les conditions climatiques.
- La direction et vitesse des vents dominants.
- La direction de la construction (orientation des façades).

- Les ombres extérieures liées à l'enveloppe.

Aspects généraux du bâtiment :

- La volumétrie externe et la morphologie.
- L'orientation des façades concernant le terrain et les points cardinaux.
- Les surfaces externes opaques et vitrées exposées à la radiation solaire.
- Les surfaces externes ouvertes à la ventilation.
- Le niveau de masque sur les façades dû à des dispositifs intégrés (dispositifs architecturaux).
- Les matériaux de construction basiques.

La réalisation des objectifs d'économie d'énergie et de réduction des gaz à effet de serre passe par la conception, la réalisation de bâtiments à haute performance énergétique et le maintien de cette performance dans le temps (gestion). [12]

3.2.5. Article n°05 : « Simulation du confort thermique intérieur pour l'orientation d'un bâtiment collectif à Biskra, Algérie »

**Belkacem Berghout, Daniel Forgues et Danielle Monfet
École de technologie supérieure, Montréal, Québec**

L'objectif de cette recherche est d'évaluer l'impact de l'orientation d'un bâtiment sur le confort de l'occupant, en vue de répondre à ses besoins énergétiques et de confort à un moindre coût d'une part et d'autre part, de concevoir des bâtiments collectifs plus performants du point de vue thermique et énergétique.

La méthodologie proposée permet d'examiner la performance énergétique d'un bâtiment collectif sous les conditions climatiques de la ville de Biskra dans le but de maîtriser naturellement le confort d'été et d'hiver en plus de réduire considérablement les dépenses en climatisation et en chauffage.

La recherche porte particulièrement sur l'influence de l'orientation des façades d'un bâtiment par rapport aux rayonnements solaires et au vent et sur la réduction des besoins en énergie de climatisation et chauffage.

Enfin, les simulations réalisées aboutissent à l'identification de l'orientation optimale qui démontre une réduction efficace des températures intérieures et une diminution des fortes fluctuations quotidiennes de ces dernières températures. Ainsi, le résultat induit une réduction des gains de chaleur impliquant une diminution de la consommation énergétique liée à la climatisation et au chauffage tout en maintenant le confort des occupants. [13]

3.3. Projets réalisés:

3.3.1. Le modèle étudié est classé comme un projet pilote construction d'une maison à haute efficacité énergétique Soudania Alger

La maison est une habitation rurale de type F3 de 70m² de surface, construite au CNERIB (Centre National d'études et de recherches intégrées du bâtiment) avec la collaboration du CDER (Centre de Développement des énergies renouvelables), ces deux institutions ont été sélectionnées par le programme MED-ENEC (Mediterranean Energy Efficiency in Construction Structure).

Utilisation des principes d'une conception bioclimatique pour avoir une maison HQE :

1. Orientation de la maison.
2. Choix des matériaux ; utilisation de la pierre en BTS séchée au soleil pour le remplissage des murs.

3. Isolation des murs et des planchers ; utilisation du polystyrène expansé comme isolant.
4. Utilisation du double vitrage pour une meilleure isolation thermique et acoustique.

Intégration de l'énergie solaire (capteurs solaires au niveau de la toiture) pour le chauffage :

Le système de chauffage est composé des éléments suivants :

1. Champ de captation constitué de 4 capteurs montage en série.
2. Une cuve de stockage d'eau de 300 L de l'eau chaude sanitaire.
3. Canalisation du fluide caloporteur.
4. Des pompes de circulation et des vannes.
5. locaux à chauffer. [14]

3.3.2. Bâtiments intelligents et efficacité énergétique ; 3 Maisons prototype de démonstration à basse consommation réalisées par CEA , fin 2011

La plate-forme est composée de trois maisons d'expérimentation, totalement instrumentées, chacune de 100m² habitables. La première est construite en blocs de béton sur le modèle « cavity wall » avec une isolation interne, la deuxième est en béton banché, avec une isolation par l'extérieur, et la troisième est en ossature bois.

Les trois maisons sont naturellement équipées de panneaux solaires photovoltaïques et thermiques. En effet, 50% de la surface du toit de la maison est recouvert de panneaux solaires photovoltaïques. L'orientation « sud » de la maison permet d'exploiter au maximum ces panneaux dont le but est de produire de l'électricité. L'énergie ainsi produite permettra de rendre positif le bilan annuel énergétique de la maison.



Figure 1.17 : Maison prototype réalisé par CEA

En moyenne, une maison individuelle équipée d'une installation photovoltaïque de 3 kW sur son toit produira 3 000 kWh par an, ce qui équivaut à la consommation d'électricité (hors chauffage et eau chaude sanitaire) d'une famille de quatre personnes.

L'énergie produite par les capteurs de ces panneaux alimente un chauffe-eau solaire individuel (CESI). [15]

3.3.3. Immeuble AC04 de la SACOVIV Venissieux

Situé aux franges du centre ville de Venissieux, le projet AC04 pilote par la SEML SACOVIV comprend la construction de 30 logements collectif sociaux HQE, Ce programme de densification urbaine a recueilli le label BBC effinergie (basse consommation d'énergie). La consommation s'engage sous forme d'un chantier propre par la gestion des déchets et des nuisances sonores.

Des économies d'énergies pour des économies des charges :

1. Isolation renforcée par l'extérieur qui supprime les ponts thermiques
2. Forme architecturale compacte
3. Minimum d'ouvertures au nord
4. 60% des besoins d'eau chaude couverts par l'énergie solaire

Résultat final:

- Chauffage : 14,3 kwh/m²/an - Eau chaude sanitaire : 15,5 kwh/m²/an

- Électricité spécifique (ventilation + éclairage + auxiliaires) : 13,5 kwh/m²/an
- Production photovoltaïque : 8 800 kwh/an
- Taux de couverture des besoins par les énergies renouvelables : 56% [16]

3.3.4. La ZAC DES Haut de Feuilly projet MCP

Situé au cœur du site de la porte des Alpes, la ZAC des Haut de Feuilly est un quartier d'habitation occupant 27 700 m² considérée comme une vitrine de l'application du concept de Développement Durable et du Référentiel Qualité Environnementale du Grand Lyon, parmi les 117 maisons de la ZAC le groupe MCP promotion en construit 31 (de 110 à 155m²) conçues selon les critères du label allemand (maison passive).

Une architecture bioclimatique :

1. Façade en bois douglas certifié PEFC + traitement autoclave avec pigments
2. Isolation renforcée : 250 mm isolant en laine minérale sur les murs, 400 mm de laine minérale sous toiture, et toiture végétalisée extensive sur garage
3. Fenêtre en bois aluminium avec triple vitrage peu émissif krypton, 60% des surfaces vitrées au sud, protection solaire (stores sur baies, tonnelle végétalisée au sud)

La part belle aux énergies renouvelables :

1. Eau chaude sanitaire solaire avec 5m² de capteur, avec ballon de 300 L, et appoint électrique
2. Module domotique de suivi des consommations
3. Des maisons plus qu'exemplaires
4. Déperdition d'énergie inférieures de 53% par rapport à un bâtiment RT 2005 [17]

4. Conclusion :

Les travaux de recherche présentés ci-dessus m'ont permis d'avoir une idée sur les méthodes et solutions pour la réduction et la rationalisation de l'énergie dans le bâtiment.

A travers ces travaux j'ai pu constater que tout concepteur à besoin de connaître le climat du site où il doit construire ; c'est-à-dire le régime de température et de l'humidité de l'air, l'ensoleillement, le régime et la nature des vents qui va être présenté dans le chapitre suivant. Ces paramètres climatiques avec le soleil constituent des éléments essentiels à considérer lors de toute phase en amont de la conception architecturale.

La réalisation des objectifs d'économie d'énergie et de réduction des gaz à effet de serre passe par la conception, la réalisation de bâtiments à haute performance énergétique et le maintien de cette performance dans le temps (gestion).

Chapitre 02 :

Présentation Du Logement D'étude

Dans Les Différents Sites

Tamanrasset, Bechar, Alger

1. Introduction :

Ce chapitre se consacre à la réunion des données climatiques qui permettront ensuite de choisir une stratégie énergétique qui sera adaptée au site.

Quelles données dans quel but?

On compte en Algérie environ 450 stations météorologiques, parmi lesquelles 75 fournissent toutes les observations météorologiques courantes, 40 donnent ; la température, l'humidité relative, précipitations, durée d'insolation, rayonnement global horizontal, force et direction du vent, les autres uniquement la pluie. Ces données sont généralement disponibles sous forme de moyennes mensuelles, on peut également obtenir des valeurs horaires.

L'interaction de chacune de ces données avec le bâtiment est très différente et seulement une petite partie de ces informations sont nécessaires à l'architecture bioclimatique.

La température de l'air extérieur est de première importance. La durée de l'hiver y est étroitement liée. De sa valeur moyenne dépend l'importance de l'isolation thermique. En fonction de ses valeurs extrêmes, hivernales ou estivales, on dimensionnera le chauffage et le rafraîchissement, naturel ou non.

L'ensoleillement du site est tout aussi important. En fonction du soleil, le bâtiment s'ouvrira sur l'extérieur ou s'en protégera. Sa régularité aura une influence sur le chauffage. Par la lumière qu'il apportera, c'est le soleil qui créera l'ambiance du bâtiment. De plus, l'éclairage naturel pourra contribuer à une part importante des besoins en lumière, réduisant ainsi la consommation d'électricité.

Les données sur l'ensemble d'une saison ou de l'année sont nécessaires pour évaluer les performances énergétiques globales du bâtiment.

Une fois les connaissances acquises, il faut avoir recours à des outils de traitement de ces données par une analyse bioclimatique qui nous permet de déterminer la température neutre et la zone de confort ainsi que les paramètres de conception qui peuvent influencer sur la consommation énergétique de notre bâtiment en assurant un milieu confortable à l'habitant.

Notre choix s'est porté sur 3 villes de différentes zones climatiques : Tamanrasset, Bechar et Alger

2. Classification Du Climat En Algérie :

L'Algérie occupe une vaste étendue territoriale, sa superficie dépasse les deux millions de Km². Plus de 4/5 de sa superficie est désertique. D'où une large variété géographique et climatique allant du littoral au désert. La classification climatique en Algérie permet de distinguer quatre zones principales (figure 2.1).

Zone A : Littoral marin

Zone B : Arrière littoral montagne

Zone C : Hauts plateaux

Zone D : Présaharien et saharien

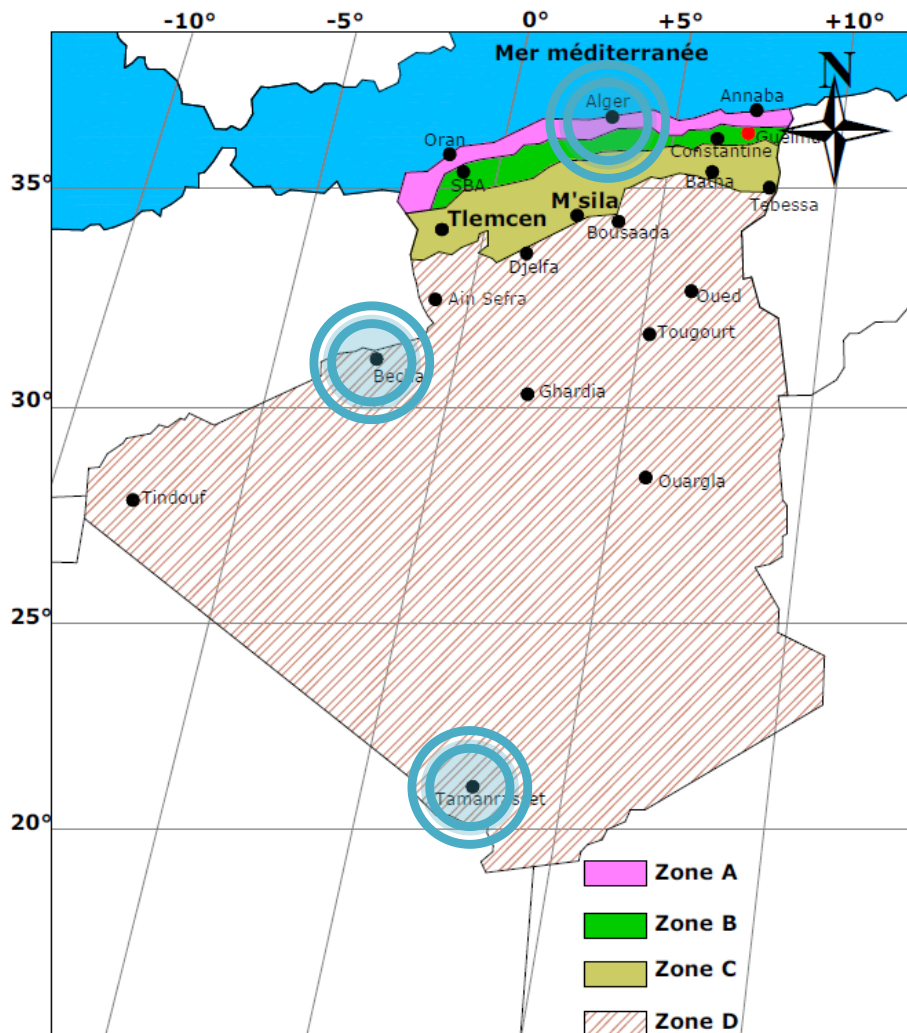


Figure 2.1 : Classification du climat en Algérie

Le littoral marin jouit d'un climat particulièrement tempéré, dû à la l'action modératrice de la mer. Caractérisé par des hivers doux et pluvieux, et des étés chauds et humides avec de faibles amplitudes.

Zone A : Littoral marin	
Localisation	Latitude : entre la limite supérieure de 35°N à l'ouest à 37°25N à l'est La limite inférieure de 35°15 à l'ouest à 37° 35 à l'est.
Variations saisonnières	spectre climatique varié de chauds étés avec soleil abondants et peu de pluies et des hivers modérés.
Températures	20 à 25 °C.
Précipitations	assez pluvieux de 500 mm.
Humidité	peu élevée.
Vents	modérés, nord à nord ouest en hiver.

Tableau 2.1 : Caractéristiques spécifiques de la zone A

Le climat de l'arrière littoral montagne est plus froid en hiver, où l'altitude et l'éloignement de la mer entraînent une baisse de température et des amplitudes diurnes et annuelles. Les étés sont chauds et moins humides.

Zone B : Arrière littoral montagne	
Localisation	Latitude: entre la limite supérieure de 35°10 N à l'ouest à 37°35N à l'est La limite inférieure de 35°25 à l'ouest à 36° 25 à l'est.
Variations saisonnières	avec des hivers plus frais.

Tableau 2.2 : Caractéristiques spécifiques de la zone B

Or, le climat des hauts plateaux est relativement homogène, à tendance aride et très continentale. Ses hivers sont plutôt froids et longs qu'à la même altitude dans la zone A et B. Les températures sont très basses avec une fréquence de neige. Ses étés sont chauds et secs.

Zone C : Hauts plateaux	
Localisation	Latitude: entre la limite supérieure de 35°25N à l'ouest à 36°25N à l'est La limite inférieure de 34°50 à l'ouest à 35° à l'est.
Températures	supérieure à 30°C. Ecart important (15-18). En hiver, les températures tombent en dessous de 0.
Précipitations	environ 300mm mais très variable.
Humidité	peu élevée.
Conditions célestes et rayonnement	ciel clair avec des périodes de nuage léger. Rayonnement diffus modéré, des nuages et rayonnement réfléchi par le sol de modéré à élevé.
Vents	Essentiellement de direction ouest. Tendent à être forts débutant en fin de matinée atteignent le maximum dans l'après midi. Nuits calmes.

Tableau 2.3 : Caractéristiques spécifiques de la zone C

Le climat Présaharien ou saharien quant à lui est caractérisé par l'intensité du rayonnement solaire et une faible humidité, d'où le caractère du climat aride. L'absence de nuages favorise une forte amplitude de température. La période froide est plus courte avec des jours modérés et des nuits très froides. L'été est très chaud et rigoureux, les températures atteignent les 45°C à l'ombre.

Les vents sont chauds et sont fréquemment accompagnés de tourbillons de sable et de poussière. Les précipitations sont rares et interviennent souvent sous forme d'averses ou de pluies orageuses.

La température du corps augmente avec l'activité physique et, pour qu'elle reste voisine de 37°C, le corps doit perdre la chaleur à la même vitesse qu'elle a été produite en l'échangeant avec l'environnement: c'est la thermorégulation.

Cet échange se produit, approximativement, pour 1/3 par convection, 1/3 par rayonnement, 1/4 par sudation et le reste par ingestion de nourriture.

Le confort thermique est estimé essentiellement en fonction des paramètres climatiques extérieurs. Dans les zones arides, les besoins de chauffage en hiver sont faibles, bien que réels, mais les besoins de refroidissement, en été, soient beaucoup plus importants.

Zone D : Présaharien et Sahara	
Localisation	Latitude: entre la limite supérieure de 34°50N à l'ouest à 35°N à l'est. La limite inférieure de 19° à l'est et à l'ouest.
Variations saisonnières	02 saisons, chaude et froide.
Température	T° Moy, Max : 45°C et entre 20-30°C en hiver, variation saisonnière de 20°C. L'effet de la latitude les hivers deviennent de plus en plus froids.
Précipitations	Pluies rares, torrentielles par moments.
Humidité	réduite entre moins 20% après midi à plus de 40% la nuit.
Conditions célestes et rayonnement	ciel clair pour une grande partie de l'année, mais les vents sable et les tempêtes sont fréquents, arrivant généralement les après midis. Rayonnement solaire intense augmenté par les rayons réfléchit par le sol.
Végétation	extrêmement clairsemée.
Vents	généralement locaux.

Tableau 2.4 : Caractéristiques spécifiques de la zone D

Les données disponibles, concernant les températures moyennes mensuelles et annuelles, couvrent une période de 09 ans (2000-2009), et les rayonnements solaires mensuels et annuels couvrent une période de 19 ans (1991-2010)

3. Présentations Des Villes D'étude

3.1. La Ville De Tamanrasset

Plus de 85 % de la surface totale de l'Algérie est caractérisée par un climat chaud et sec. La ville de Tamanrasset, zone retenue dans cette étude, est caractérisée par de longues périodes de surchauffe où l'inconfort est fortement ressenti. L'analyse de la distribution mensuelle de la température et de l'humidité relative de la ville de Tamanrasset indique que la majeure partie de l'année se situe en dehors de la zone de confort. Les bâtiments doivent, donc, être conçus selon les exigences d'été; celles de l'hiver seront satisfaites en conséquence. Il est donc plus approprié de viser la période de surchauffe pour déterminer les techniques de refroidissement passif qui aident à réduire les températures internes pour atteindre des ambiances confortables.

3.1.1. La Situation Géographique Du Site

Notre site météorologique est implanté à Tamanrasset, une ville située au sud Est à environ : 1500 km de la capitale Alger.

Le logiciel METEONORM (version 7.1) nous donne la description du site suivant :

Altitude : 1377 m.

Latitude : 22°.47 N.

Longitude : 5°.31 (+E).

Ces différentes données seront importantes en vue de déterminer les conditions climatiques auxquelles le site est soumis tout au long de l'année et notamment l'éclairement global.

3.1.2. Les Caractéristiques Du Climat

Données de METEONORM 7.1 du site de Tamanrasset :

Mois	Ta [C]	H_Gh [kWh/m2]	H_Dh [kWh/m2]	H_Bn [kWh/m2]	Sd [h]	Rh [%]	FF [m/s]
Janvier	14.0	156	33	231	252	20.1	2.1
Février	16.5	166	36	210	248	18.7	2.4
Mars	20.4	216	42	260	258	16.9	2.9
Avril	25.0	225	55	233	254	17.4	3.2
Mai	28.6	237	58	254	270	14.5	3.4
Juin	30.4	220	62	226	166	15.8	3.1
Juillet	30.9	235	58	247	140	16.1	3.4
Août	30.3	223	63	225	154	19.7	2.8
Septembre	29.0	194	52	205	149	20.3	2.6
Octobre	24.7	183	46	223	264	21.6	2.4
Novembre	19.2	158	32	220	261	20.5	1.6
Décembre	15.9	147	32	210	238	20.7	1.5
Année	23.7	2360	568	2744	2654	18.5	2.6

Tableau 2.5 : Données climatiques de TAMANRASSET

Les températures :

Les températures du site de TAMANRASSET varient entre 7.5° ET 36° en moyenne tout au long de l'année, comme l'indique le graphe suivant :

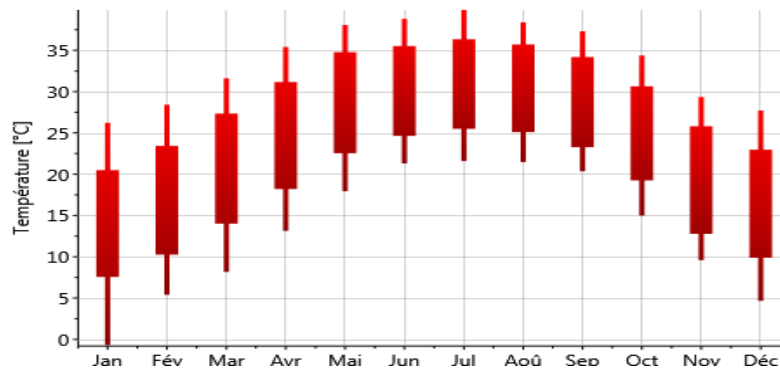


Figure 2.2 : Température moyenne mensuelles (Tamanrasset)

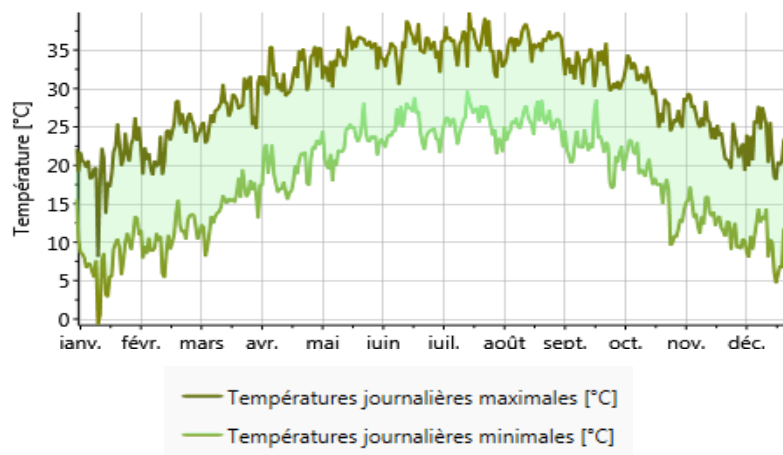


Figure 2.3: Valeurs journalières de la température Moy, Max et Min (Tamanrasset)

En été les températures varient entre 32° et 36° tandis qu'en hiver elles oscillent entre 7.5° et 27°.

L'enseillement :

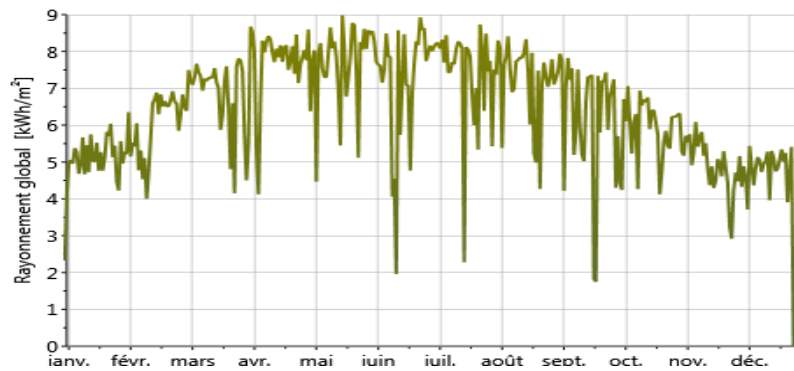


Figure 2.4 : Moyennes journalières du rayonnement global (Tamarrasset)

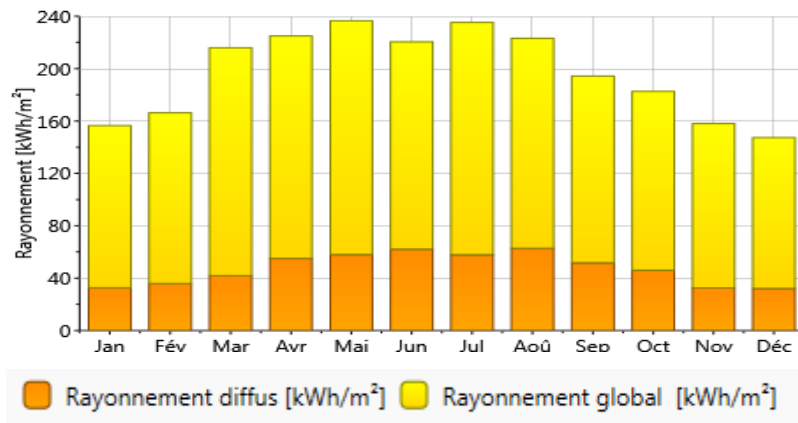


Figure 2.5 : Valeurs Mensuelles du rayonnement global (Tamarrasset)

On peut déduire que l'enseillement globale oscille autour de 5 kwh/m² en hiver et peut dépasser les 8 kwh/m² en été, ces données seront notamment prises en considération lors de l'évolution des apports solaires.

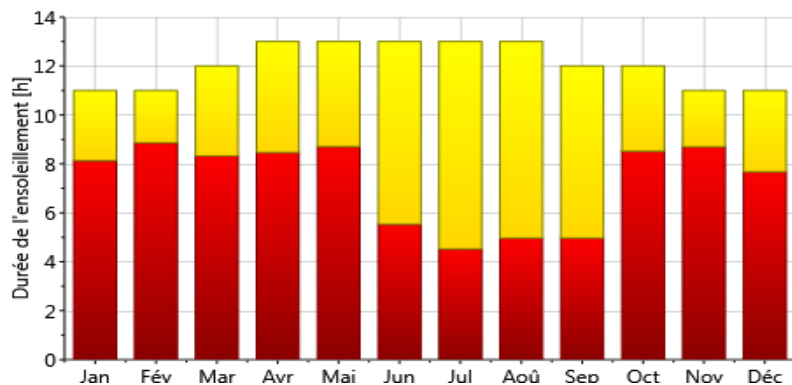


Figure 2.6 : Valeurs Mensuelles de la durée d'insolation (Tamarrasset)

3.2. La Ville De Bechar

La ville de Béchar est caractérisée par de longues périodes de surchauffe où l'inconfort est fortement ressenti. L'analyse de la distribution mensuelle de la température et de l'humidité relative

de la ville de Béchar indique que la majeure partie de l'année se situe en dehors de la zone de confort.

Les bâtiments doivent, donc, être conçus selon les exigences d'été; celles de l'hiver seront satisfaites en conséquence. Il est donc plus approprié de viser la période de surchauffe pour déterminer les techniques de refroidissement passif, qui aident à réduire les températures internes pour atteindre des ambiances confortables.

3.2.1. La Situation Géographique Du Site

Notre site météorologique est implanté à BECHAR, une ville située au sud-ouest du territoire national. S'éloigne de 1 150 km au sud-ouest de la capitale Alger, et 852 km de la wilaya de Tindouf et à environ 80 km à l'ouest de la frontière marocaine.

Le logiciel METEONORM (version 7.1) nous donne la description du site suivant :

Altitude : 772 m.

Latitude : 31°.37 N.

Longitude : -2°.14 (+E).

Ces différentes données seront importantes en vue de déterminer les conditions climatiques auxquelles le site est soumis tout au long de l'année et notamment l'éclairement global.

3.2.2. Les Caractéristiques Du Climat

Données de METEONORM 7.1 du site de Bechar :

Mois	Ta [C]	H_Gh [kWh/m2]	H_Dh [kWh/m2]	H_Bn [kWh/m2]	Sd [h]	Rh [%]	FF [m/s]
Janvier	10.4	126	21	223	252	41.9	1.8
Février	13.6	135	28	199	248	35.9	2.3
Mars	18.4	196	32	270	258	26.5	3.3
Avril	22.0	224	39	274	254	22.9	4.2
Mai	26.5	248	52	272	270	21.0	4.3
Juin	32.2	246	54	268	166	18.4	3.6
Juillet	35.9	247	58	263	140	15.9	3.4
Août	34.7	233	51	257	154	18.2	3.2
Septembre	29.1	185	53	207	149	26.1	3.1
Octobre	23.5	158	38	206	264	34.3	2.5
Novembre	16.1	127	23	220	261	42.4	2.2
Décembre	11.9	114	20	215	238	48.0	1.8
Année	22.9	2238	471	2873	2654	29.3	3.0

Tableau 2.6 : Données climatiques de BECHAR

Les températures :

Les températures du site de BECHAR varient entre 5° ET 44° en moyenne tout au long de l'année, comme l'indique le graphe suivant :

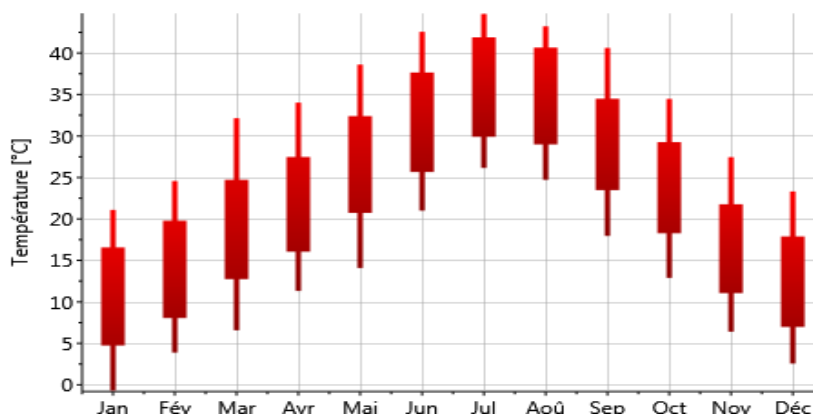


Figure 2.7 : Température moyenne mensuelles (Bechar)

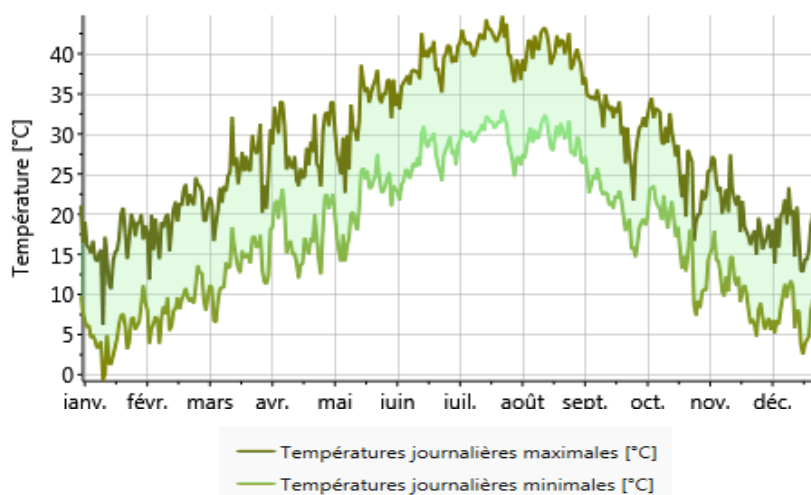


Figure 2.8 : Valeurs journalières de la température Moy, Max et Min (Bechar)

En été les températures varient entre 35° et 44° tandis qu'en hiver elles oscillent entre 5° et 27°.

L'ensoleillement :



Figure 2.9 : Moyennes journalières du rayonnement global (Bechar)

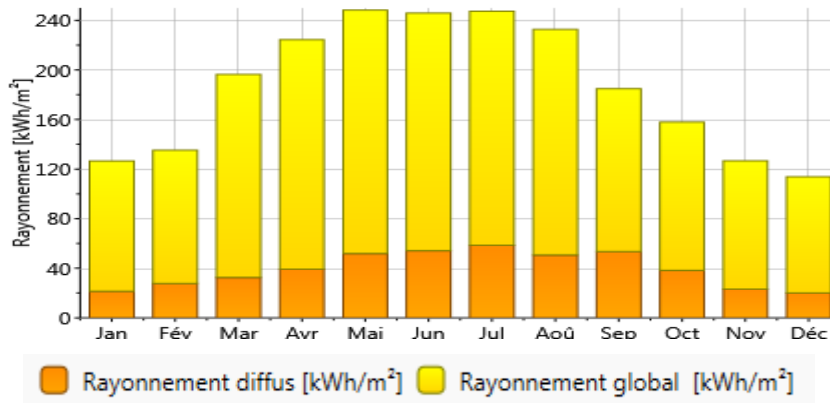


Figure 2.10 : Valeurs Mensuelles du rayonnement global (Bechar)

On peut déduire que l'insolation globale oscille autour de 4 kwh/m² en hiver et peut dépasser les 8 kwh/m² en été, ces données seront notamment prises en considération lors de l'évolution des apports solaires.

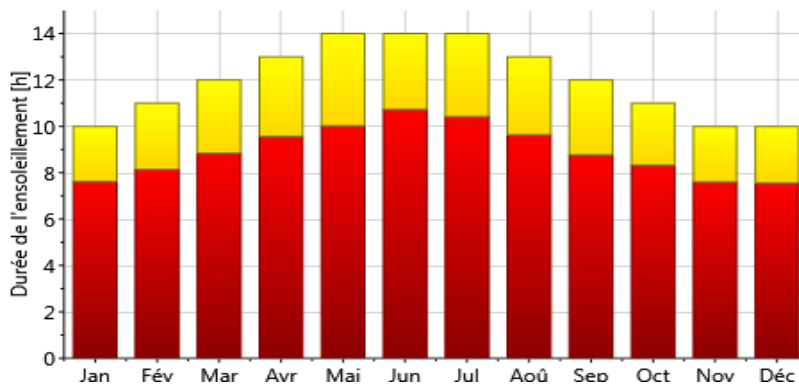


Figure 2.11 : Valeurs Mensuelles de la durée d'insolation (Bechar)

3.3. La Ville d'Alger

3.3.1. La Situation Géographique Du Site

La ville d'Alger est bordée d'ouest en Est par les méridiens 2,43°E et 2,48°E et de Sud au Nord par les parallèles 36,58°N et 36,60N. L'altitude moyenne de la zone d'étude est de 112m administrativement parlant la ville d'Alger s'étend sur une seule commune (66Km²), elle est le chef lieu de la wilaya du même nom située à 68Km à l'Ouest d'Alger. Au Nord elle est limitée par la mer méditerranée, à l'Ouest par les communes de Cherchell et Nador, à l'Est par la commune d'Ain Ta gourait et au Sud par Hadjout et Sidi Rachad

Le logiciel METEONORM (version 7.1) nous donne la description du site suivant :

Altitude : 116 m.

Latitude : 36°.75N.

Longitude : 3° (+E).

Ces différentes données seront importantes en vue de déterminer les conditions climatiques auxquelles le site est soumis tout au long de l'année et notamment l'éclairement global.

3.3.2. Les Caractéristiques Du Climat

Données de METEONORM 7.1 du site d'Alger :

Mois	Ta [C]	H_Gh [kWh/m2]	H_Dh [kWh/m2]	H_Bn [kWh/m2]	Sd [h]	Rh [%]	FF [m/s]
Janvier	10.1	82	32	119	166	77.7	2.4
Février	10.9	93	42	107	170	74.5	2.5
Mars	13.4	144	57	147	200	73.0	2.7
Avril	15.5	171	70	154	223	72.0	3.0
Mai	19.0	203	81	179	280	70.3	3.0
Juin	23.1	229	76	220	300	64.4	3.1
Juillet	25.8	244	64	251	330	65.6	3.1
Août	26.2	211	69	206	300	65.4	2.9
Septembre	23.2	161	56	169	241	69.3	2.8
Octobre	20.1	129	45	160	209	71.4	2.3
Novembre	14.6	89	31	132	172	73.5	2.5
Décembre	11.7	73	29	114	161	75.4	2.6
Année	17.8	1827	653	1957	2752	71.0	2.7

Tableau 2.7 : Données climatiques d'ALGER

Les températures :

Les températures du site d'ALGER varient entre 6° et 33° en moyenne tout au long de l'année, comme l'indique le graphe suivant :

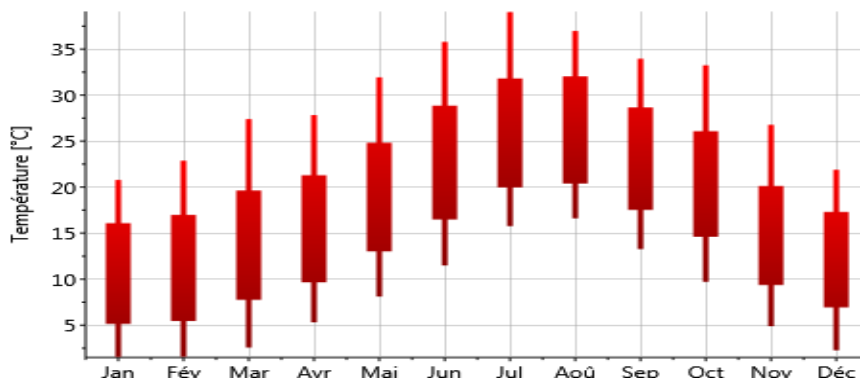


Figure 2.12 : Température moyenne mensuelles (Alger)

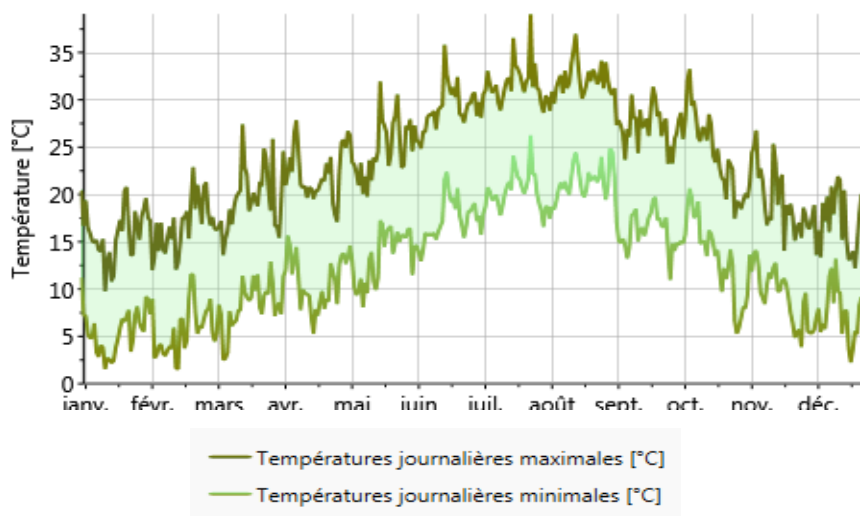


Figure 2.13 : Valeurs journalières de la température Moy, Max et Min (Alger)

En été les températures varient entre 25° et 33° tandis qu'en hiver elles oscillent entre 6° et 22°.

L'enseillement :

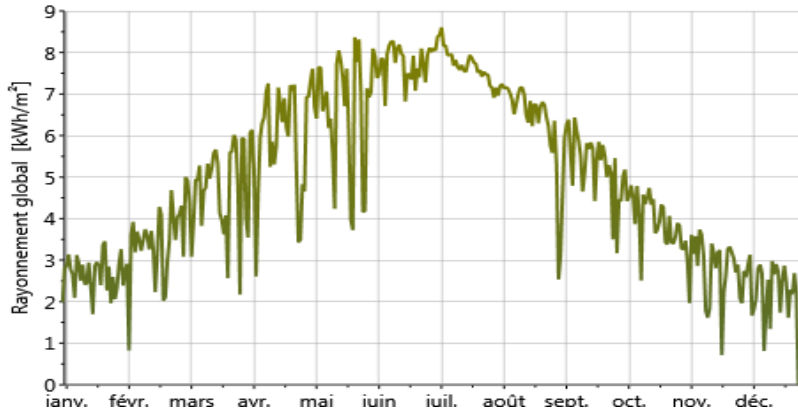


Figure 2.14 : Moyennes journalières du rayonnement global (Alger)

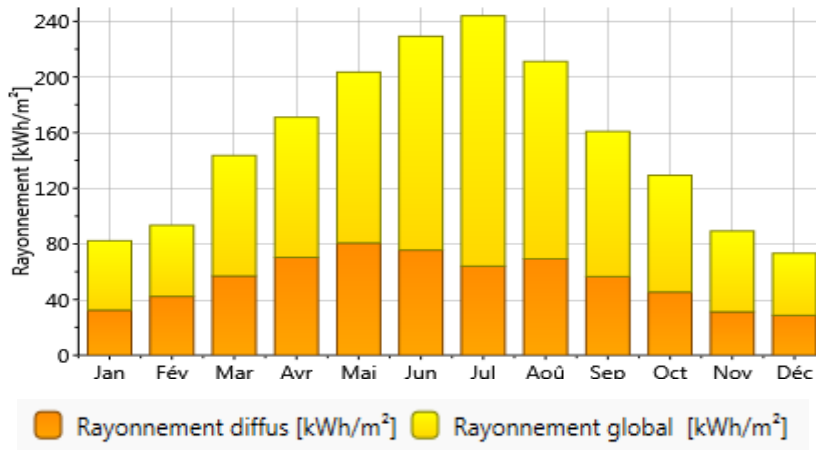


Figure 2.15 : Valeurs Mensuelles du rayonnement global (Alger)

On peut déduire que l'enseillement globale oscille autour de 2.5 kwh/m² en hiver et peut dépasser les 8 kwh/m² en été, ces données seront notamment prises en considération lors de l'évolution des apports solaires

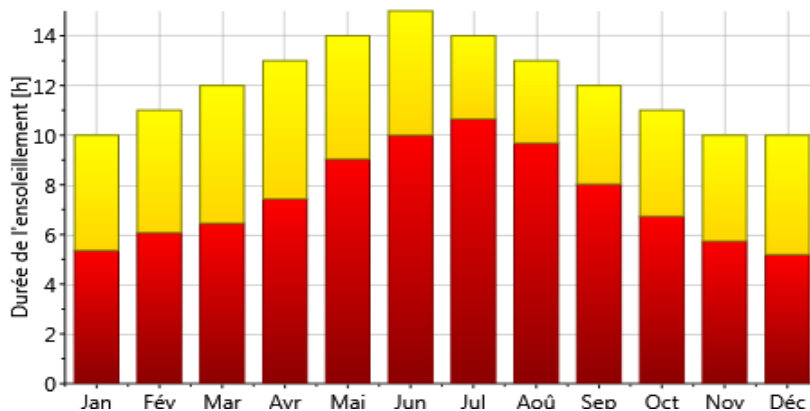


Figure 2.16 : Valeurs Mensuelles de la durée d'insolation (Alger)

3.4. Recommandations De L'analyse Climatique :

On peut distinguer pour les 3 sites ; Tamanrasset, Bechar, Alger deux saisons :

- Une saison chaude, s'étalant du mois de Mai au mois de Septembre, avec un maximum au mois de juillet (du 15^{ème} à la 43^{ème} semaine)
- Une saison froide, qui s'étale du mois de Novembre au mois d'Avril, avec un minimum au mois de Janvier (du 44^{ème} à la 14^{ème} semaine)

On peut dire aussi que l'absence de confort thermique peut être senti en hiver comme en été, mais beaucoup plus en période estivale si on considère que la température du confort varie entre 20°C et 26°C

4. Description Du Projet

Dans le cadre du Programme National pour la Maîtrise de l'Énergie, 'PNME', l'Algérie lance un projet de réalisation des logements à haute performance énergétique sur le territoire national. Le programme Eco-Bat porte sur la réalisation de 600 logements à haute performance énergétique, couvrant les différentes zones climatiques du pays.

Ce programme consiste à introduire l'efficacité énergétique dans le bâtiment et vise à atteindre 40 % d'économie sur les consommations d'énergie pour le chauffage et la climatisation

Le logement étudié rentre dans le cadre du programme Eco-Bat : « réalisation des 30 logements HPE à Tamanrasset ».

Les logements sont de type individuelle ; F3 duplexe; rez-de-chaussée plus un étage (environ 90,00 m² habitable : voir Figure 2.17).

Chaque unité comporte 2 chambres, un séjour, une cuisine et une salle de bain (salle d'eau, toilette) et au cœur un hall, escalier et sans oublier les deux cours et la terrasse.

Dans la réalisation de ce projet des paramètres sont respectés :

L'orientation ; qui joue un rôle très important pour minimiser les pertes de chaleur est d'orienter les façades avec une grande surface vitrée vers le sud-est. La disposition des chambres est particulièrement importante : de ce fait, les espaces de vie tels que la salle de séjour et les chambres devraient être orientés vers le sud.

4.1. Dossier Graphique :



Figure 2.17 : Vue sur l'ensemble de projet, 3d réalisé par sketchup



Figure 2.18 : Vue sur le logement d'étude, 3d réalisé par sketchup

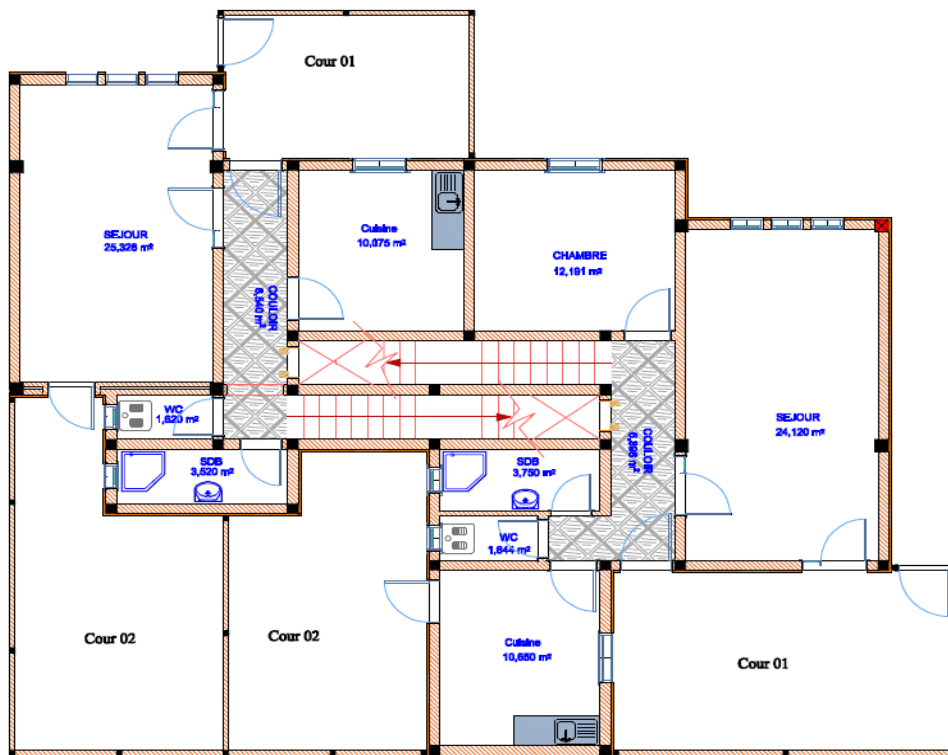


Figure 2.19 : Vue en plan du RDC réalisé par autocad

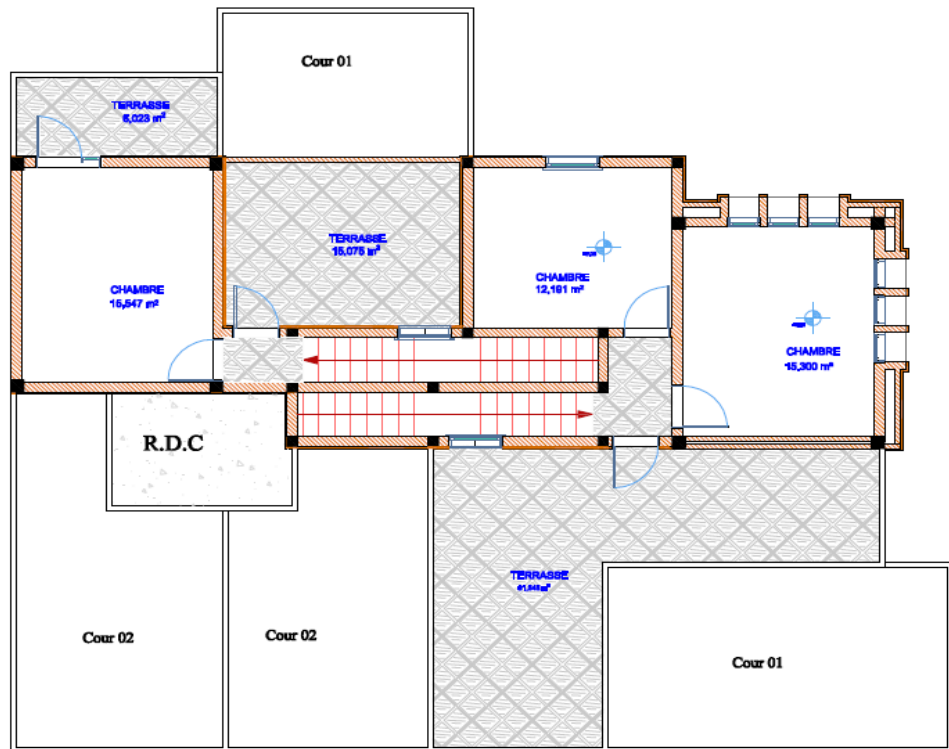


Figure 2.20 : Vue en plan du 1^{er} étage réalisé par autocad

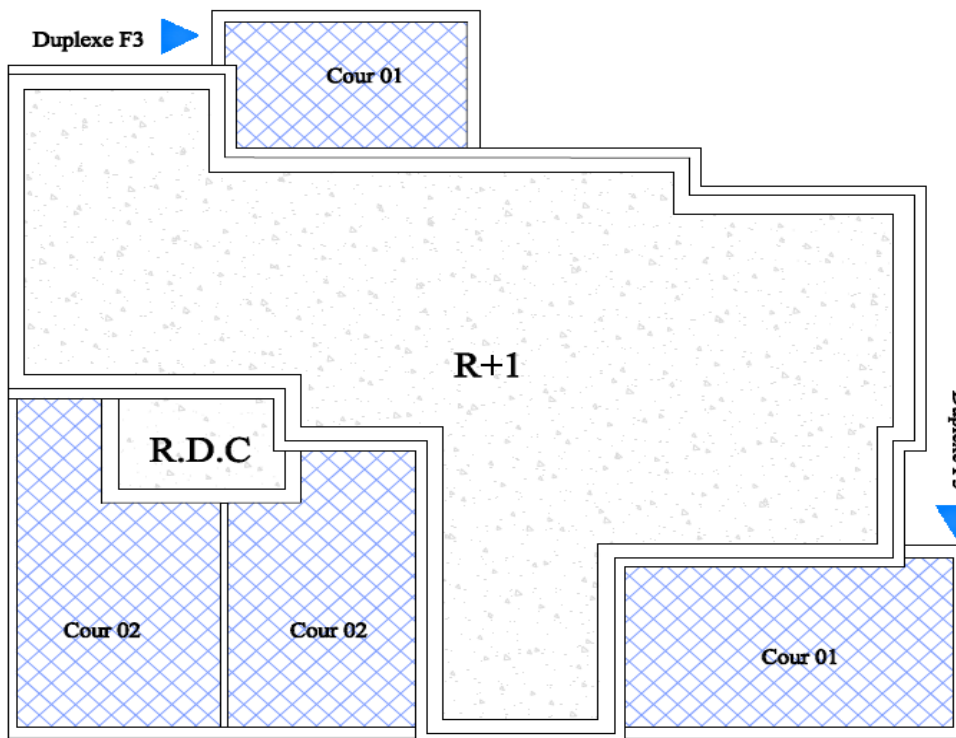


Figure 2.21 : Vue en plan de toiture réalisé par autocad

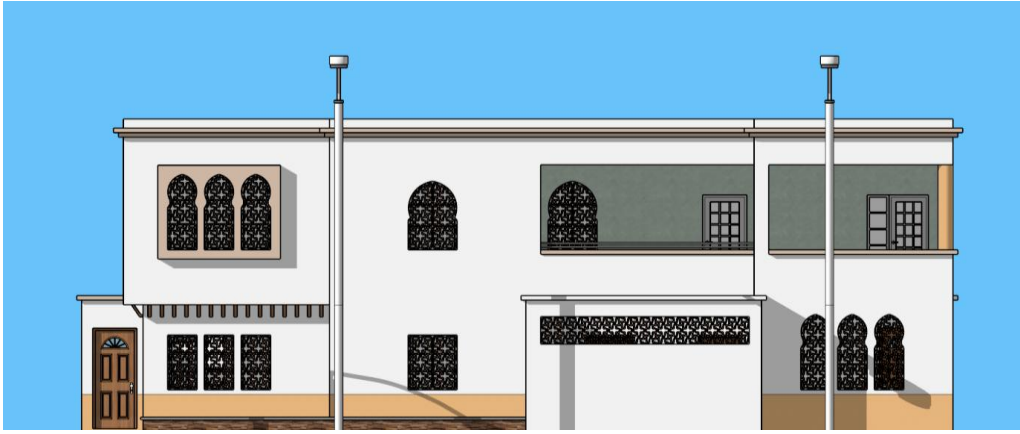


Figure 2.22 : Façade principale (Sud) réalisé par sketchup

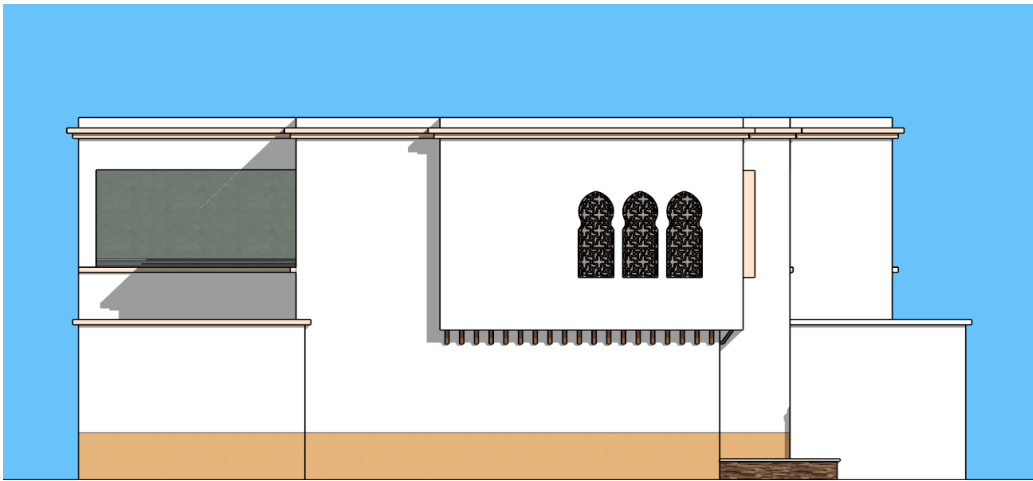


Figure 2.23 : Façade latérale (Ouest) réalisé par sketchup

4.2. Enveloppe De Logement

L'isolation est la clef de la maison passive, elle doit être appliquée sur toute l'enveloppe extérieure du bâtiment.

Le vitrage ; utilisant des fenêtres en aluminium doubles vitrages.

Pour minimiser les déperditions thermiques par transmission, la maison passive nécessite une enveloppe de bâtiment extrêmement étanche qui capte et retient l'énergie solaire. L'énergie solaire est ensuite utilisée pour générer de la chaleur. Dans ce projet on utilise des matériaux de construction bien définis ainsi qu'une bonne isolation interne.

4.2.1. Caractéristiques Des Parois :

Pour définir le besoin en énergie de logement de référence, tableau 2.8 contient les caractéristiques des matériaux, des épaisseurs d'isolant correspondent à des valeurs classiques pour un bâtiment bien isolé.

Les caractéristiques des parois du bâtiment de référence sont les suivantes :

Désignation et représentation	Couche	Épaisseur [m]	λ [W/m.°C]	R [m ² . °C/W]
MUR EXTÉRIEUR	1/he			0.06
	1 - Pierre	0.40	1.70	0.235
	2 - Polystyrène	0.08	0.04	2.00
	3 - Enduit plâtre	0.013	0.35	0.037
	1/hi			0.110
				2,442
MUR INTÉRIEUR	1/he			0.110
	1 - Enduit Plâtre	0.013	0.35	0.037
	2 - Brique Creuse	0.10	0.48	0.21
	3 - Enduit Plâtre	0.013	0.35	0.037
	1/hi			0.110
				0.504
PLANCHER INTERMÉDIAIRE	1/hi			0.110
	1 - Plâtre	0.015	0.35	0.043
	2 - Hourdis	0.20	1.33	0.150
	3- Dalle En Béton	0.04	0.16	0.250
	4 - Polystyrène	0.10	0.04	2.50
	5-Forme De Pente	0.03	0.16	0.187
	6-Carrelage Blanc	0.02	1.7	0.012
	1/he			0.110
				3.362
PLANCHER BAS	1/hi			0.110
	1 - Carrelage	0.02	1.70	0.0118
	2 - Mortier	0.04	1.15	0.035
	3 - Béton Lourd	0.20	1.75	0.114
				0.271
PLANCHER HAUT	1/hi			0.06
	1 - Plâtre	0.015	0.35	0.043
	2 - Hourdis	0.20	1.33	0.150
	3- Dalle En Béton	0.04	0.16	0.250
	4 - Polystyrène	0.10	0.04	2.50
	5-Forme De Pente	0.03	0.16	0.187
	1/he			0.110
				3.300

Tableau 2.8 : Composition de parois utilisées pour le bâtiment de référence

4.2.2. Caractéristiques De La Menuiserie :

Les caractéristiques des ouvrants du bâtiment de référence sont les suivantes :

Les fenêtres existantes sur la bibliothèque de notre logiciel pléiades

Les fenêtres en double vitrage :

Nom : Fenêtre aluminium

Complément : Double vitrage 4 + 4 mm - coupure thermique

Origine : Ouvrage "Conception thermique de l'habitat"+ règles TH-BV

Nombre de vitrage : 2 vitrages

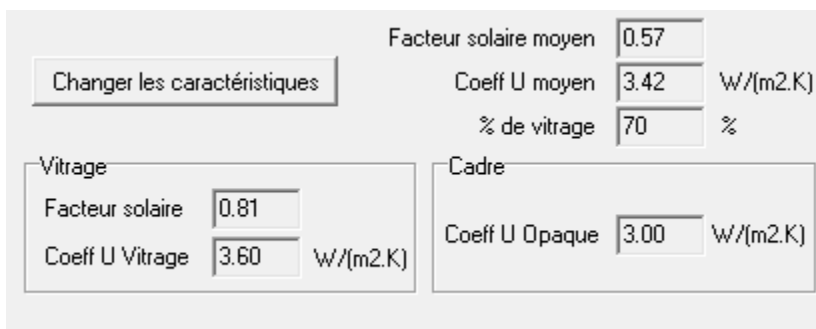


Figure 2.24 : Interface de la bibliothèque de pléiade de la fenêtre utilisée

Composant	Cadre (30%)	Vitrage (70%)	Cadre + vitrage 100%
Facteur solaire	—	0,81	0,57
Coeff U (W / m ² K)	3,00	3.60	3

Tableau 2.9 : Caractéristique des fenêtres

Le double vitrage est composé de deux vitres isolées par un vide, remplies d'air ou de gaz. En installant une fenêtre double vitrage, l'ouverture est hermétique avec un gain d'isolation de 30% par rapport au vitrage classique.

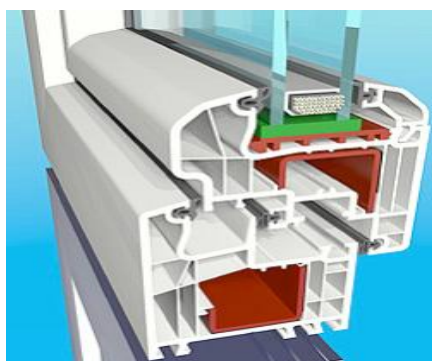


Figure 2.26 : Fenêtre double vitrages en aluminium

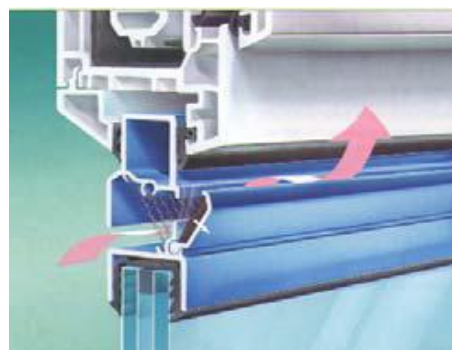


Figure 2.25 : Entrée d'air réglable

Avantages du double vitrage :

- Lutte contre la déperdition d'énergie.
- Offre une bonne isolation phonique.
- Garantit une sécurité renforcée.
- Réduit l'effet « vitre froide » (en rapprochant la température du vitrage de la température ambiante : de ce fait, la consommation d'énergie peut être abaissée jusqu'à 10 %).
- Propose une option autonettoyante.

4.3. Définition Des Zones Thermiques Intérieures :

La classification des différents espaces en différentes zones couplées les unes aux autres, se fait en fonction de l'usage d'utilisation, l'occupation de l'espace. Le logement est divisé en cinq zones thermiques, à savoir :

Espace	Surface m ²	Volume m ³	Zone
Séjour	25.15	77.91	zone 01 : zone de confort
Chambre 01	13.20	35.66	
Chambre 02	15.55	52.02	
w.c	01.65	07.23	Zone 02 :
s.d.b	03.75	16.13	
Hall	07.75	23.71	Zone 03 :
Escalier	05.00	30.30	
Cuisine	10.65	39.00	Zone 04 :
Cour 01	22.90	74.59	Zone extérieur
Cour 02	20.65	66.44	
Terrasse 01	15.00	40.17	
Terrasse 02	03.00	19.13	
Total	142.25	482.29	

Tableau 2.10 : Caractéristique des pièces en fonction des zones

Chaque zone thermique présente une couleur qui va être utilisée dans le logiciel de dessin ALCYONE

Surface habitable :	82.70 m²
Surface de la zone de confort :	54.00 m²
Volume habitable :	165.59 m³

5. Conclusion :

Ce chapitre englobe les données climatiques des 3 sites choisis TAMANRASSET, BECHAR, ALGER, à l'aide de logiciel métronome 7.1. Rayonnement: Période nouvelle = 1991-2010.

Température: Période nouvelle = 2000-2009 ainsi les détails architecturaux du logement (parois extérieures et intérieures, plancher bas, plancher intermédiaire, plancher haut, les ouvrants).

Ces données vont être modélisées à l'aide d'un logiciel de dessin Alcyone, et logiciel de simulation Pleiade Comfie dans le chapitre 3, avant de définir les besoins énergétiques des logements d'études.

Chapitre 03 :

Modélisation Du Logement

D'Étude

1. Introduction :

Les besoins en termes d'environnement de simulation changent en fonction de l'état d'avancement d'un projet, ce qui explique la grande diversité des outils qui existent pour simuler le comportement énergétique des bâtiments. Il faut en effet disposer d'outils simples pour pouvoir faire, dès la phase d'esquisse, des choix judicieux qui sont primordiaux pour ne pas aboutir à une décision qu'elle sera par la suite difficile de rendre préformante.

Au niveau de l'avant projet, l'outil de simulation doit permettre d'optimiser l'enveloppe du bâtiment pour réduire ses besoins de chauffage et de rafraîchissement. Par la suite, on doit donner une estimation des consommations du bâtiment, de dimensionner leurs équipements. On utilise des outils pour lesquels un plus grands nombre d'entrées est nécessaire et qui sont souvent moins conviviaux, plus longs à pratiquer mais ils présentent une précision bien définie sur le comportement dynamique du bâtiment sur le plan énergétique, tel que l'environnement de simulation dynamique PLÉIADE COMFIE qui a été utilisé dans cet étude.

Dans ce chapitre la, je vous présente le model de logement, et les concepts utilisés qui influencent directement sur la consommation énergétique de ce bâtiment, et les scenarios de déroulements des activités des occupants de ce dernier et les appareils utilisés etc.

2. Présentation des outils de simulation, le logiciel Pleiade + Comfie, Alcyone, Meteonom et Pv system :

2.1. Pour quoi la Simulation thermique dynamique (STD)

Un bâtiment à très faible consommation d'énergie ne se comporte pas comme les bâtiments traditionnels. Une modélisation fine de son comportement est nécessaire pour optimiser sa conception au regard des besoins de chauffage et du confort d'été.

En effet, des phénomènes auparavant négligeables dans les bâtiments à 200 kWh/m².an de besoins de chauffage deviennent de première importance dans les BBC (de l'ordre de 30 kWh/m².an de besoins de chauffage) : le traitement des ponts thermiques, la gestion des apports solaires et internes, l'étanchéité du bâtiment...

De plus, un bâtiment très isolé est davantage sujet aux surchauffes estivales de par un effet « Thermos ».

Il est alors essentiel de minimiser les apports solaires et internes, de maximiser l'inertie et de mettre en place une stratégie de rafraîchissement naturel efficace.

Il devient donc nécessaire de quantifier à l'avance les impacts de la conception architecturale sur les besoins de chauffage et le confort d'été. C'est là l'intérêt de la simulation thermique dynamique (STD).

2.2. Comment ça marche ?

La simulation thermique dynamique simule au pas de temps horaire le métabolisme du bâtiment en fonction de la météo, de l'occupation des locaux,...Au final, on accède aux températures, aux besoins de chauffage/climatisation, aux apports solaires...heure par heure dans les différentes zones prédéfinies du bâtiment.

La STD permet de prendre en compte l'inertie thermique du bâtiment, les ponts thermiques, le comportement des usagers, la stratégie de régulation et de mener les études de sensibilités afférentes.

La STD permet donc d'identifier et de quantifier l'impact des différentes fuites énergétiques (ponts thermiques, infiltration, ventilation...) afin de valider les concepts et solutions techniques retenues.

Le choix des logiciels s'est donc porté vers Pleiades+Comfie, un logiciel permet d'effectuer des calculs dynamiques. Il n'utilise pas directement des équations de la mécanique des flux, mais des équations simplifiées qui permettent de réduire considérablement les temps de calcul.

2.3. Présentation des logiciels utilisés dans la simulation :



PLÉIADE COMFIE :

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

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

- La conception bioclimatique et l'analyse du confort thermique (moteur COMFIE de simulation thermique dynamique) avec calcul des besoins et des consommations énergétiques et indicateurs de confort.
- La vérification des exigences réglementaires (moteurs RT-existant et RT2012).
- le dimensionnement des systèmes de chauffage ou de climatisation.

PLEIADE est complété par deux outils qui facilitent grandement son utilisation :



ALCYONE :

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



METEONORM 7.1 :

Le pack Stations Meteonorm comporte plus de 220 stations météo complémentaires (France métropolitaine, Belgique, Suisse, Luxembourg et pays du Maghreb) pour la simulation thermique dynamique.

COMFIE est un moteur de calcul de simulation thermique dynamique multizone des bâtiments développé depuis 1990 par le Centre d'énergétique de l'école des Mines de Paris. Il calcule de façon précise et rapide :

Les flux thermiques entre zones thermiques à partir du descriptif du bâtiment, de son environnement et des occupants et en tenant compte de l'influence de l'inertie sur les besoins de chauffage et sur le confort d'été. Un outil idéal pour la conception de bâtiments à basse consommation et haut niveau de confort. Les temps de calcul réduits sont l'assurance d'une meilleure productivité. Des calculs complémentaires. Les débits d'air en ventilation naturelle et forcée pour chaque menuiserie, entrée d'air etc. L'influence de matériaux à changement de phase incorporés aux parois. Les performances d'une installation photovoltaïque intégrée au bâtiment. L'influence d'un puits climatique couplé au bâtiment.

Les besoins d'éclairage artificiel. Des critères de confort adaptatif, suivant les normes 7730 (PPD-PMV) et 15251 et le diagramme de Givoni.

2.3. 1. Procédures d'injection des données sur pléiade :

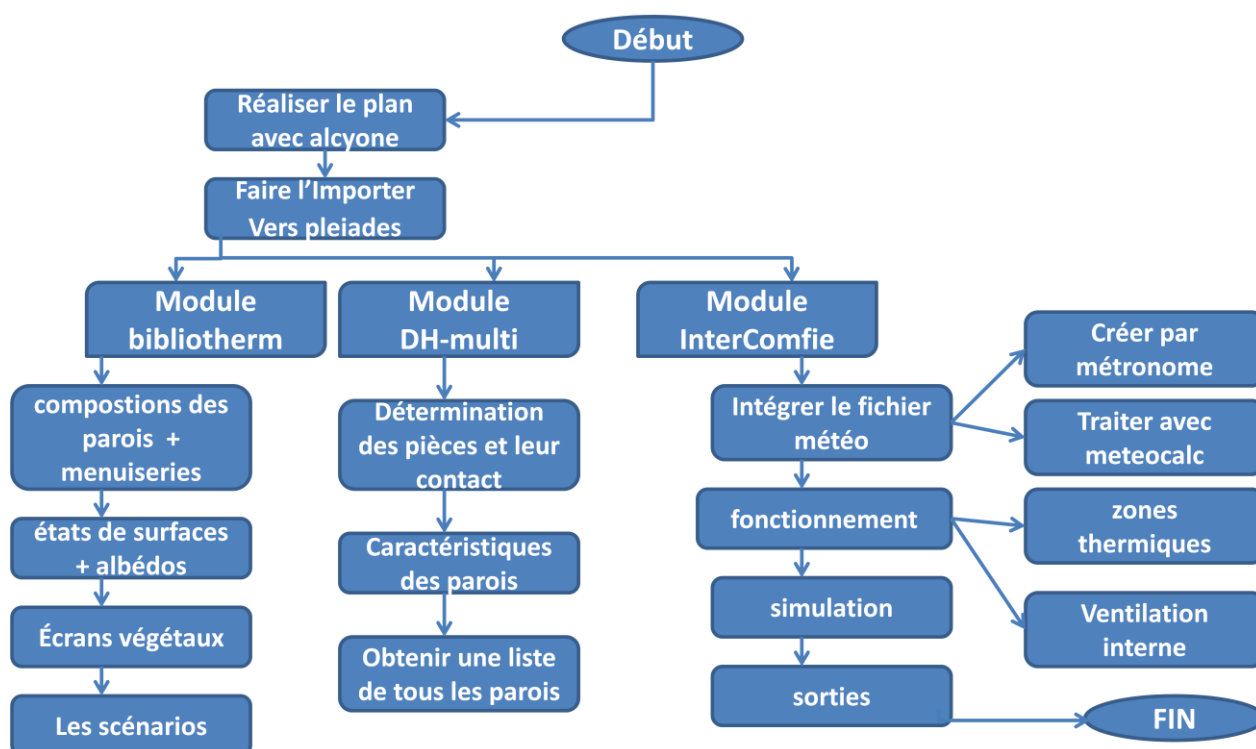


Figure 3.1 : Procédures d'injection des données sur PLÉIADE

2.3.2. Caractéristiques principales du logiciel d'étude :

- PLEIADE intègre une bibliothèque de données thermiques sur les matériaux et les éléments constructifs (blocs, panneaux...)
- Création de compositions de parois
- PLEIADE intègre également une bibliothèque de menuiseries, de scénarios d'albédos, d'écrans végétaux et d'états de surface (absorption du rayonnement solaire et émission infrarouge).
- L'analyse s'effectue sur des séquences de temps sur 2 semaines en été et 6 semaines en saison de chauffe, ou sur une année réelle.
- Simulation possible de 10 zones thermiques différentes.
- Prise en compte de l'environnement : masques lointains, obstacles à l'ensoleillement à proximité de chaque paroi (arbre, masques architecturaux...).

- Chaque ouverture vitrée peut être affectée d'un masque intégré à la construction de n'importe quel type.
- Prise en compte des coefficients d'émission et d'absorption des parois externes ou internes.
- Il est possible d'affecter à chaque paroi extérieure un scénario mensuel de réflexion du sol (albédo), un scénario mensuel d'occultation par un écran végétal, de tenir compte de l'exposition au vent...
- Des fermetures (volets par exemple) peuvent être programmées par scénario réglable d'heure en heure pour chaque jour de la semaine.
- Gestion des ventilations extérieures sur chaque zone par scénario hebdomadaire et horaire.
- Prise en compte de différents types de ventilation interne entre les zones thermiques :

1. Ouverture de porte avec indication de la fréquence d'ouverture ou d'une régulation
2. Orifices de ventilation
3. Ventilation mécanique inter zones
4. Mur Trombe.

- Les zones peuvent être à évolution libre (température flottante), thermostatées (avec un scénario de consigne hebdomadaire et horaire), ou bien climatisées (avec une consigne de chauffage et une consigne de climatisation hebdomadaire et horaire). Dans ce dernier cas les puissances de chauffe et de rafraîchissement nécessaires pour maintenir la température souhaitée sont calculées au cours de la simulation.

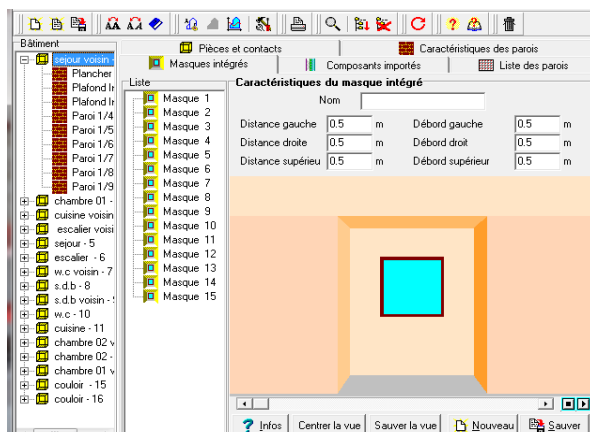


Figure 3.2 : Interface d'intégration des masques sur Pléiade

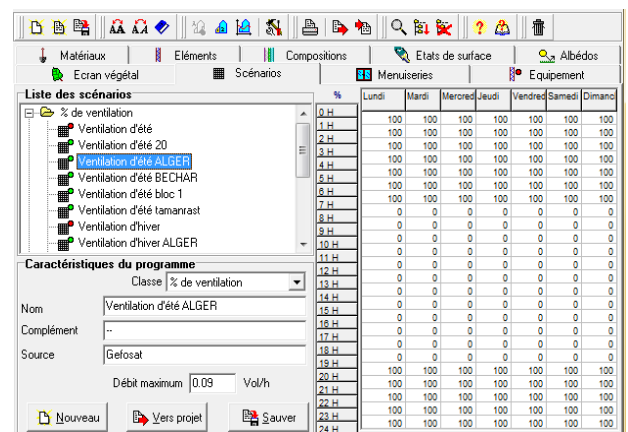


Figure 3.3 : Interface des scénarios sur Pléiade

- Pour chaque zone, il est possible de définir la puissance de l'équipement de chauffage, la puissance de refroidissement, l'efficacité de l'échangeur récupérateur, la position du thermostat.
- La saisie dans PLEIADE est à tout moment sécurisée contre toute valeur erronée ou hors limite. La simulation n'est lancée qu'après un contrôle de cohérence des données.
- À la fin de la simulation, il calcule sur les différentes semaines de calcul, les températures et les puissances de chauffage pour chaque zone thermique. Édition heure par heure des résultats.
- Création automatique à chaque simulation d'un descriptif intégral du projet.
- Un éditeur de graphes très facilement paramétrable facilite l'analyse graphique des projets et la comparaison des variantes :
- Toutes les variantes précédemment calculées d'un projet peuvent être comparées entre elles.

- Tous les résultats (analyses, valeurs et courbes) peuvent être imprimés, récupérables par copier coller, ou bien enregistrés sous forme de fichier RTF ou PICT pour exportation dans d'autres logiciels comme Word ou Excel.
- En plus des résultats, une série d'indices est générée après la simulation pour apprécier rapidement les performances du bâtiment :

1. Moyenne Surchauffe Max. : moyenne de dépassement de température durant la période de surchauffe la plus importante.
2. Amplification de Température extérieure : moyenne des pourcentages journaliers d'amplification de la température extérieure.
3. Taux d'inconfort : pourcentage de temps durant lequel la température a été supérieure ou inférieure à certaines valeurs
4. Besoins Chauffage+Froid : somme des besoins nets de chauffage et de rafraîchissement par m3.
5. Part de besoins nets : pourcentage de besoins nets de chauffage par rapport aux déperditions.

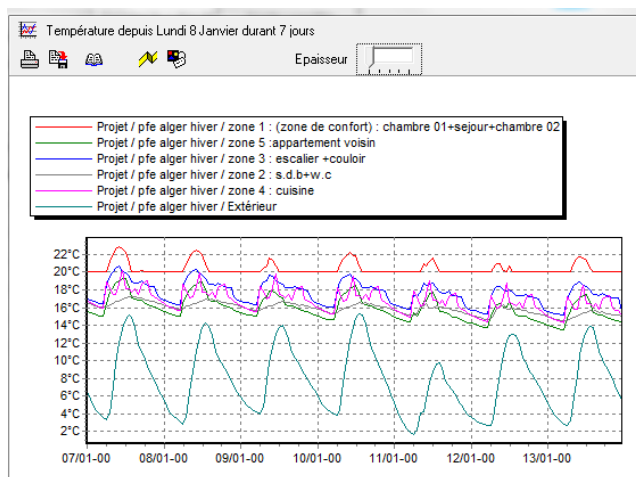


Figure 3.4 : Interface des scenarios sur Pléiade

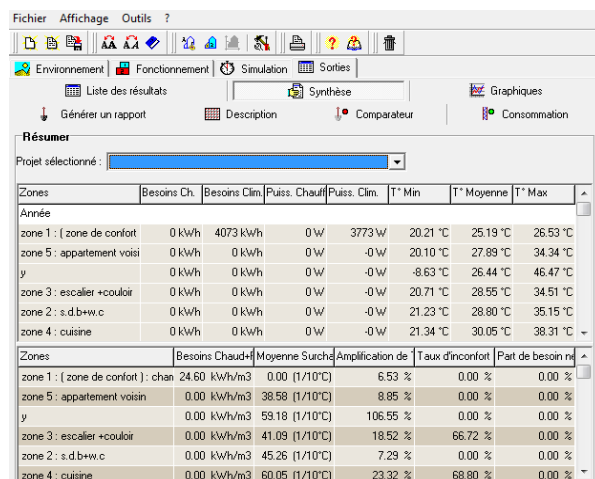


Figure 3.5 : Interface sorties : résultats des simulations sur Pléiade



PVSYSY :

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

Le logiciel coûte environ 700 €, une version d'essai gratuite de 15 jours est téléchargeable sur leur site.

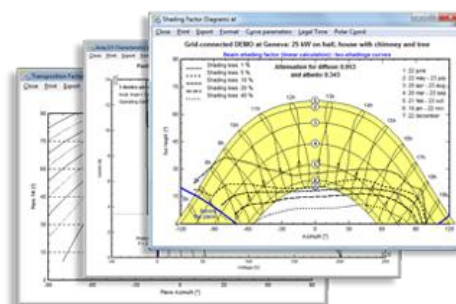


Figure 3.6 : Interface du logiciel Pvsyst

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

3. Le Bilan Énergétique Du Bâtiment [20] (Utilisation de D.T.R c 3-2)

Le bilan énergétique du bâtiment est basé sur le fait que pratiquement toute l'énergie entrant dans un bâtiment finit par être transformée en chaleur. Étant donné qu'en moyenne, l'intérieur du bâtiment est à température constante, toute cette énergie finirait par en sortir.

Pendant une période de temps donnée. Ce bilan doit évidemment être équilibré, par conservation de l'énergie.

Calcul des déperditions et apports calorifiques des bâtiments

Données :

Surface des fenêtres : $(0.6 \times 1.2) \times 3 + (1 \times 1.2) \times 3 + (0.6 \times 0.6) \times 2 = \mathbf{6.48 \text{ m}^2}$

Surfaces de portes fenêtres : $(1.2 \times 2.17) \times 2 = \mathbf{5.20 \text{ m}^2}$

Surface des portes : $(0.94 \times 2.17) + (0.84 \times 2.17) \times 2 = \mathbf{5.68 \text{ m}^2}$

Surface de plancher haut : $29.5 + 15.55 + 6.57 = \mathbf{51 \text{ m}^2}$

Surface de plancher bas : $\mathbf{64.02 \text{ m}^2}$

Surface des murs extérieurs : $\mathbf{162 \text{ m}^2}$

Surface des murs extérieurs sans ouvertures : $162 - (6.48 + 5.20 + 5.68) = \mathbf{144.64 \text{ m}^2}$

Périmètre planchers bas : $(3.6 + 6.7) \times 2 + (3.75 + 3.25) \times 2 = \mathbf{67.45 \text{ m}}$

Périmètre des fenêtres : $[(0.6 + 1.2) \times 2] \times 3 + [(1 + 1.2) \times 2] \times 3 + [(0.6 + 0.6) \times 2] \times 2 = \mathbf{28.80 \text{ m}}$

Périmètre des portes fenêtres : $[(1.2 + 2.17) \times 2] \times 2 = \mathbf{6.74 \text{ m}}$

Périmètre des portes : $[(0.94 + 2.17) \times 2] + [(0.84 + 2.17) \times 2] \times 2 = \mathbf{18.26 \text{ m}}$

Calcul les coefficients de déperditions K :

$$K = 1 / R \text{ [W/m}^2 \cdot \text{°C]}$$

Mur extérieur : $R = 2.442 \text{ m}^2 \cdot \text{°C/w}$; $K = 0.409 \text{ w/m}^2 \cdot \text{°C}$

Mur intérieur : $R = 0.504 \text{ m}^2 \cdot \text{°C/w}$; $K = 1.984 \text{ w/m}^2 \cdot \text{°C}$

Plancher bas : $R = 0.271 \text{ m}^2 \cdot \text{°C/w}$; $K = 3.690 \text{ w/m}^2 \cdot \text{°C}$

Plancher intermédiaire : $R = 3.362 \text{ m}^2 \cdot \text{°C/w}$; $K = 0.297 \text{ w/m}^2 \cdot \text{°C}$

Plancher haut : $R = 3.312 \text{ m}^2 \cdot \text{°C/w}$; $K = 0.301 \text{ w/m}^2 \cdot \text{°C}$

Porte : $R = 4 \text{ m}^2 \cdot \text{°C/w}$; $K = 0.25 \text{ w/m}^2 \cdot \text{°C}$

Fenêtre : $R = 4 \text{ m}^2 \cdot \text{°C/w}$; $K = 0.25 \text{ w/m}^2 \cdot \text{°C}$

3.1. Les déperditions par transmission (DT)_i d'un volume i sont données par :

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

- (Ds)_i (en W/°C) représente les déperditions surfaciques à travers les parties courantes des parois en contact avec l'extérieur
- (Dli)_i (en W/°C) représente les déperditions à travers les liaisons
- (Dsol)_i (en W/°C) représente les déperditions à travers les parois en contact avec le sol
- (Dlnc)_i (en W/°C) représente les déperditions à travers les parois en contact avec les locaux non chauffés

3.1.1. Déperditions surfaciques par transmission à travers les parois

Les déperditions surfaciques par transmission à travers une paroi, pour une différence de température de 1 °C entre les ambiances que sépare cette paroi, sont données par la formule:

$$D_s = K \times A \quad [W/°C]$$

- K (W/ m².°C) est le coefficient de transmission surfacique.
- A (m²) est la surface intérieure de la paroi.

Si la paroi est hétérogène, le coefficient K à utiliser dans les calculs est le coefficient K moyen de la paroi K_{moy}.. Celui-ci est donné par formule ci-après :

$$K_{\text{moy}} = \frac{\sum K_i A_i}{\sum A_i} \quad [W/m^2.°C]$$

Murs extérieurs avec menuiseries :

$$K_{\text{moy}} = (0.409 \times 144.64 + 4 \times 6.48 + 4 \times 5.20 + 4 \times 5.68) / (144.64 + 6.48 + 5.20 + 5.68) = \mathbf{0.79} \text{ w/m}^2.\text{°c}$$

$$D_s = 0.79 \times 162 = \mathbf{128.59} \text{ w/°c}$$

Plancher haut :

$$D_s = 0.301 \times 51 = \mathbf{15.35} \text{ w/°c}$$

Déperditions thermiques surfaciques :

$$D_{S \text{ total}} = \mathbf{143.941} \text{ w/c°}$$

3.1.2. Déperditions À Travers Les Ponts Thermiques :

Les déperditions à travers une liaison, ou pont thermique, Dli pour une différence de température de 1 °C, sont données par la formule:

$$Dli = KI \times L \quad [W/°C]$$

- Kl ($W/m \cdot ^\circ C$) représente le coefficient de transmission linéique de la liaison;
- L (m) représente la longueur intérieure de la liaison.

Calcul Simplifié

Les déperditions par ponts thermiques pour tout le logement peuvent être évaluées à 20% des pertes surfaciques par transmission à travers les parois du logement, soit :

$$\sum (kl \times L) = 0,20 \sum (K \times A) [W/^\circ C]$$

Dans le cas d'un calcul pièce par pièce, les pertes calorifiques par transmission affectées à chaque volume doivent être majorées de 20 %.

$$D_{li} = 0,20 \times 143,941 = 28,78 \text{ w/}^\circ\text{c}$$

3.1.3. Les Déperditions D_{sol} , Pour Un Plancher Bas, Est Donnée Par La Formule :

$$D_{sol} = k_S \times p \quad [W/^\circ C]$$

- k_S (en $W/m^2 \cdot ^\circ C$) est le coefficient de transmission linéique du plancher bas
- p (en m) est la longueur de la paroi.

La formule tient compte des déperditions surfaciques à travers les parties courantes des parois en contact avec le sol, ainsi que des déperditions à travers les ponts thermiques.

$K_S = 1,75 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ C$ entre la profondeur -0.2 à 0.2 m (déterminer de DTR)

$$D_{sol} = 1,75 \times 67,45 = 118,037 \text{ w/}^\circ\text{c}$$

3.2. Calcul Statique Et Comparaison Avec Le Bâtiment De Référence :

3.2.2. Calcul Des Déperditions De Référence :

Les déperditions de référence $D_{réf}$ sont calculées par la formule suivante :

$$D_{réf} = a \times S1 + b \times S2 + c \times S3 + d \times S4 + e \times S5 \quad [W/^\circ C]$$

Les S_i (en m^2) représentent les surfaces des parois en contact avec l'extérieur, un comble, un vide sanitaire, un local non chauffé ou le sol. Elles concernent respectivement $S1$ la toiture, $S2$ le plancher bas, y compris les planchers bas sur locaux non chauffés, $S3$ les murs, $S4$ les portes, $S5$ les fenêtres et les portes fenêtres. $S1$, $S2$, $S3$ sont comptées de l'intérieur des locaux, $S4$ et $S5$ sont comptées en prenant les dimensions du pourtour de l'ouverture dans le mur ;

Les coefficients a , b , c , d et e , (en $W/m^2 \cdot ^\circ C$), sont donnés dans le tableau 2.1. Ils dépendent de la nature du logement et de la zone climatique (cf. annexe 1).

Zone	Logement individuel					Logement en immeuble collectif				
	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e
A	1,10	2,40	1,40	3,50	4,50	1,10	2,40	1,20	3,50	4,50
B	1,10	2,40	1,20	3,50	4,50	0,90	2,40	1,20	3,50	4,50
B'	1,10	2,40	1,20	3,50	4,50	0,90	2,40	1,20	3,50	4,50
C	1,10	2,40	1,20	3,50	4,50	0,85	2,40	1,20	3,50	4,50
D	2,40	3,40	1,40	3,50	4,50	2,40	3,40	1,40	3,50	4,50
D'	2,40	3,40	1,40	3,50	4,50	2,40	3,40	1,40	3,50	4,50

Tableau 3.1 : Les coefficients de déperdition thermique en fonction des zones climatiques

Ville	TAMANRASSET	ALGER	BECHAR
Zone climatique	D'	A	D
a	2.4	1.1	2.4
b	3.4	2.4	3.4
c	1.4	1.4	1.4
d	3.5	3.5	3.5
e	4.5	4.5	4.5

Tableau 3.2 : Les coefficients de déperdition thermique des 3 sites d'étude

Pour le calcul des déperditions de référence, les déperditions par renouvellement d'air n'ont pas été prises en compte.

Pour la zone D et D' :

$$D_{\text{réf}} = 1.1 \times 51 + 2.4 \times 64.02 + 1.4 \times 144.64 + 3.5 \times 5.68 + 4.5 \times 11.68 = 602.2 \text{ w/}^\circ\text{c}$$

Pour la zone A :

$$D_{\text{réf}} = 2.4 \times 51 + 3.4 \times 64.02 + 1.4 \times 144.64 + 3.5 \times 5.68 + 4.5 \times 11.68 = 484.68 \text{ w/}^\circ\text{c}$$

3.2.1. Vérification Réglementaire :

Les déperditions par transmission D_T du logement doivent vérifier :

$$D_T \leq 1.05 \times D_{\text{réf}} \quad [\text{W/}^\circ\text{C}]$$

- D_T (en $\text{W/}^\circ\text{C}$) représente les déperditions par transmission du logement,
- $D_{\text{réf}}$ (en $\text{W/}^\circ\text{C}$) représente les déperditions de référence.

Pour le logement de Tamanrasset et Bechar :

$$290.76 \leq 1.05 \times 602.2 \quad [W/^\circ C]$$

$$290.76 \leq 632.31 \quad [W/^\circ C]$$

L'exigence réglementaire est vérifiée

Pour le logement d'Alger :

$$290.76 \leq 1.05 \times 484.68 \quad [W/^\circ C]$$

$$290.76 \leq 508.91 \quad [W/^\circ C]$$

L'exigence réglementaire est vérifiée

L'exigence réglementaire de la conformité du bâtiment est vérifiée pour les 3 logements d'études ; le logement de Tamanrasset, Bechar et Alger.

4. Modélisation De Bâtiment :

Il n'est pas possible d'importer dans la même simulation Pléiade + Comfie, des scénarios pour l'hiver et l'été, et pour cela on a lancé deux simulations, une pour l'hiver et une autre pour l'été.



Figure 3.7 : Logement en 3d réalisé par alcyone

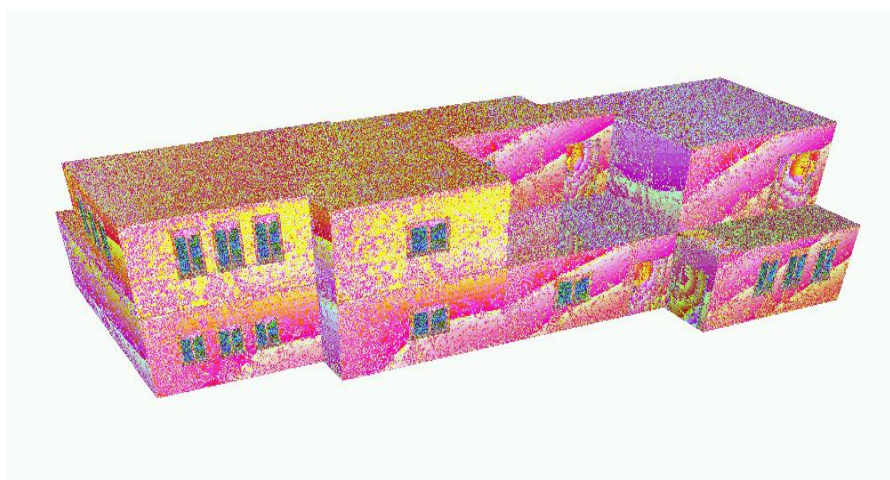


Figure 3.8 : Logement en 3d réalisé par alcyone

4.1. Présentation Des Plans De Logement HPE Réalisés Par ALCYONE

Le bloc contient deux logements de type HPE imbriqués, l'étude a été faite sur le logement gauche indiqué sur la figure 3.9, en prenant compte du logement voisin qui influence directement sur la consommation énergétique du logement d'étude.

L'orientation du logement d'étude est fixe (zone de confort orienté vers le sud) pour les 3 sites.

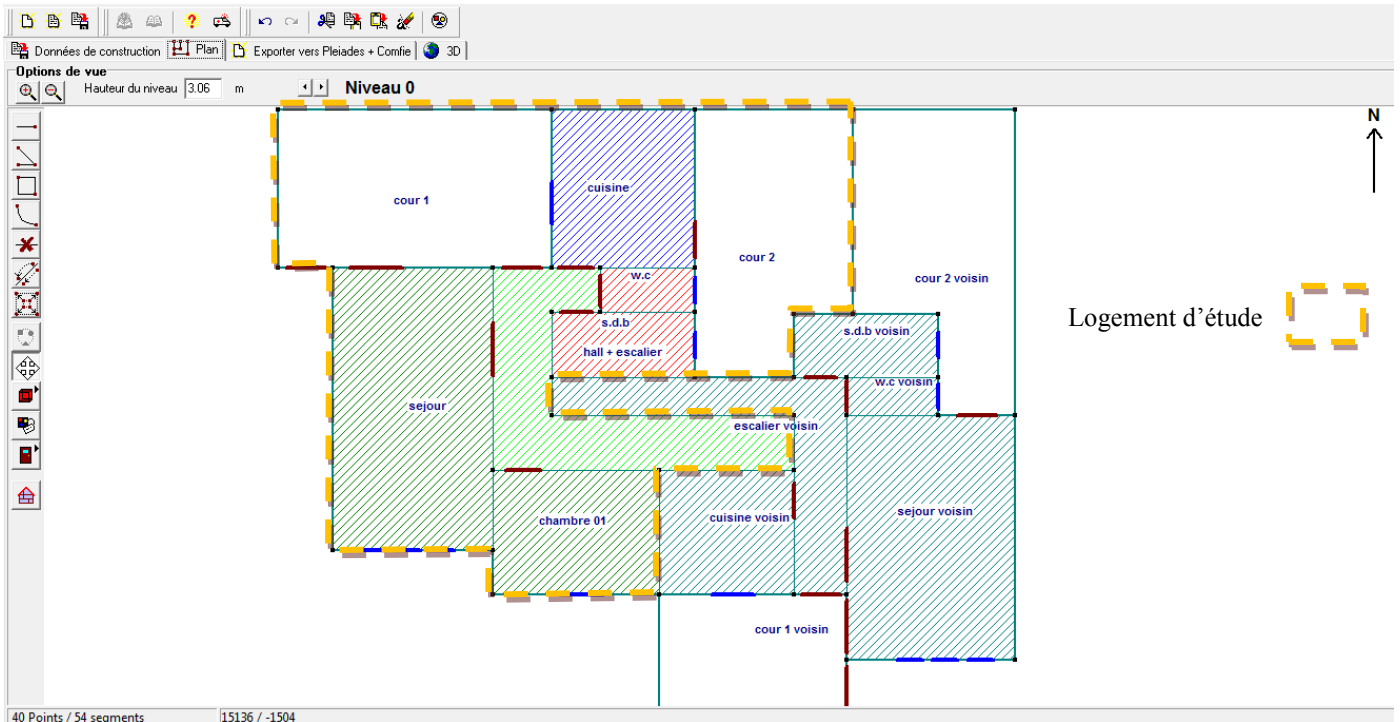


Figure 3.9 : Plan de RDC dessiné par ALCYONE

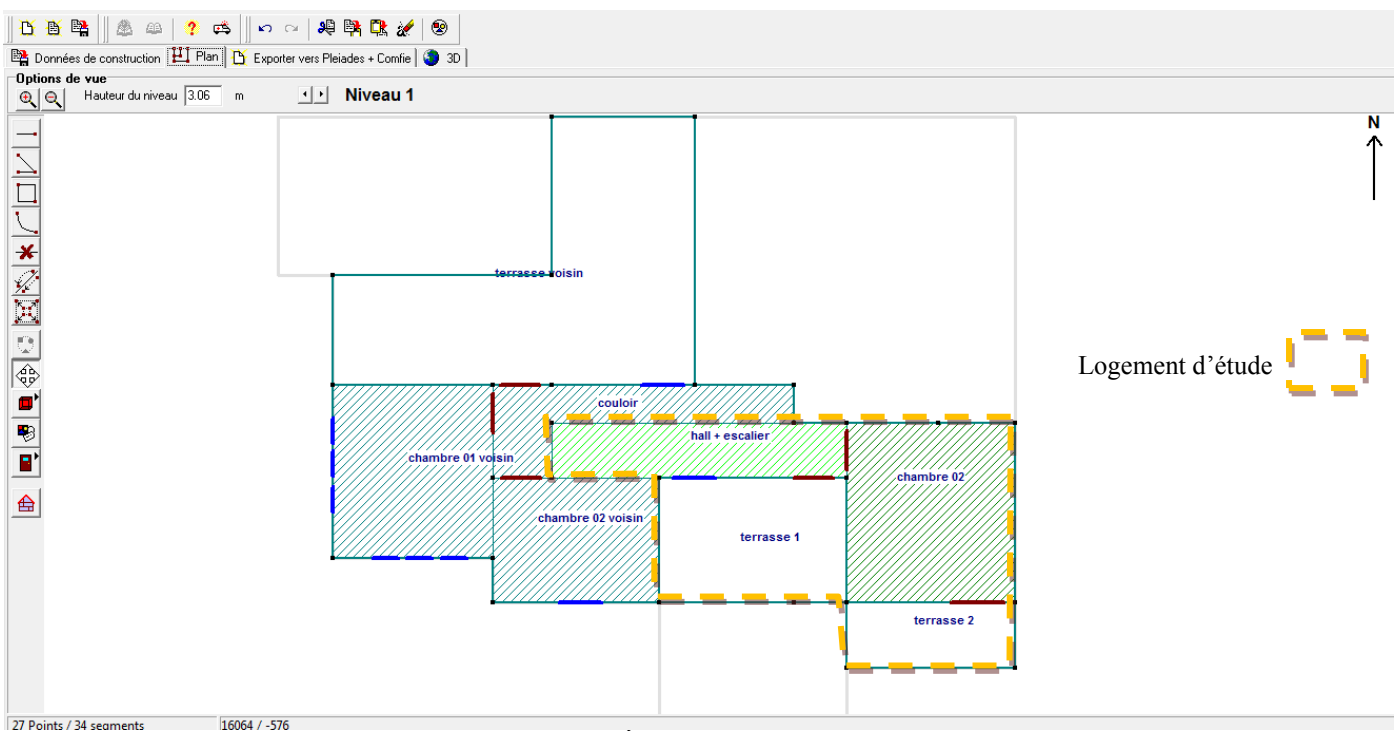


Figure 3.10 : Plan de 1^{er} Étage dessiné par ALCYONE

Les pièces de la même couleur appartiennent à la même zone thermique, et ont les mêmes conditions intérieures (température, occupation, ventilation, ...)

Le logement est devisé sur quartes zones thermiques comme j'ai indiqué dans le chapitre précédent :

Zone 01 : zone de confort : Séjour, Chambre 01, Chambre 02

Zone 02 : W.C et salle de bain

Zone 03 : Hall et l'escalier (espace de circulation horizontal et vertical)

Zone 04 : Cuisine

Zone 05 : le logement voisin qui influence directement sur notre logement d'étude car il est en relation directe avec ce dernier.

4.2. Description des systèmes constructifs et conditions aux limites sous PLEIADE COMFIE

4.2.1. Description des parois :

Le logiciel PLEIADE-COMFIE possède une grande base de données de matériaux, et même on peut faire rentrer d'autres éléments connaissant leurs masses volumiques, leurs conductivités thermiques et leurs capacités thermiques.

La modélisation des surfaces de l'enveloppe thermique utilisée se fait comme suit :

Composants	T	cm	kg/m ³	λ	R	
pierre	M	40.0	1200	1.70	0.24	Extérieur ↓ Intérieur
Polystyrène expansé	M	8.0	2	0.04	2.05	
Enduit plâtre	M	1.3	20	0.35	0.04	
Total		49.3	1222		2.33	

Tableau 3.3 : Mur extérieur

Composants	T	cm	kg/m ³	λ	R	
Enduit plâtre	M	1.3	20	0.35	0.04	Extérieur ↓ Intérieur
Brique creuse de 10 cm	E	10.0	69	0.48	0.21	
Enduit plâtre	M	1.3	20	0.35	0.04	
Total		12.6	109		0.29	

Tableau 3.4 : Mur intérieur

Composants	T	cm	kg/m ²	λ	R	Extérieur ↓ Intérieur
Béton lourd	M	20.0	460	1.75	0.11	
Mortier	M	4.0	80	1.15	0.03	
Carrelage	M	2.0	46	1.70	0.01	
Total		26.0	586		0.15	

Tableau 3.5 : Plancher bas

Composants	T	cm	kg/m ²	λ	R	Extérieur ↓ Intérieur
Carrelage	M	2.0	46	1.70	0.01	
Béton cellulaire 400	M	3.0	12	0.16	0.19	
Polystyrène expansé	M	10.0	3	0.04	2.56	
Béton cellulaire 400	M	4.0	16	0.16	0.25	
Hourdis de 20 en béton	E	20.0	260	1.33	0.15	
Plâtre courant	M	1.5	12	0.35	0.04	
Total		40.5	349		3.20	

Tableau 3.6 : Plancher intermédiaire

Composants	T	cm	kg/m ²	λ	R	Extérieur ↓ Intérieur
Béton cellulaire 400	M	3.0	12	0.16	0.19	
Polystyrène expansé	M	10.0	3	0.04	2.56	
Béton cellulaire 400	M	4.0	16	0.16	0.25	
Hourdis de 20 en béton	E	20.0	260	1.33	0.15	
Plâtre courant	M	1.5	12	0.35	0.04	
Total		38.5	303		3.19	

Tableau 3.7 : Plancher haut

4.2.2. Dédution des scénarios :

Avant de lancer les simulations, on modélise les scénarios qui présentent les gains internes (sources de chaleur liées à l'environnement intérieur provenant des occupants, de l'éclairage, des appareils électriques ou de l'évaporation d'eau).

Des scénarios horaires peuvent être définis sur une année entière pour les consignes de températures, les occupations, les puissances dissipées par les équipements, les occultations des vitrages, les ventilations, etc

4.2.2.1. Les scénarios d'occupation :

En ce qui concerne les scénarios d'occupation, nous avons supposé que la maison était occupée par une famille de 5 personnes, Les apports internes des 5 personnes occupants le logement sont estimés à 80 W/personne. Le but de ces scénarios étant de reproduire la chaleur émise par la présence d'une personne.

Les repas du midi sont pris à l'intérieur le midi pendant la semaine. Les chambres sont occupées la nuit, le séjour aux heures de repas, en soirée et le week-end. Les salles de bain sont utilisées brièvement le matin et le soir.

Pour la zone de confort : zone 01 : séjour, chambre 01, chambre 02

Le week end : le logement est t'occupé par les 5 personnes de 22h à 09 du matin, pour le reste de la journée l'occupation varie de 5 à 3 personnes

Les autres jours : le logement est t'occupé par les 5 personnes de 22h à 07 du matin, pour le reste de la journée l'occupation varie de 4 à 1 personnes

%	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H	100	100	100	100	100	100	100
1 H	100	100	100	100	100	100	100
2 H	100	100	100	100	100	100	100
3 H	100	100	100	100	100	100	100
4 H	100	100	100	100	100	100	100
5 H	100	100	100	100	100	100	100
6 H	100	100	100	100	100	100	100
7 H	100	100	100	100	100	100	100
8 H	0	0	0	0	100	100	0
9 H	0	0	0	0	60	60	0
10 H	20	20	20	20	60	60	20
11 H	20	20	20	20	60	60	20
12 H	0	0	0	0	0	0	0
13 H	20	20	20	20	100	100	20
14 H	20	20	20	20	100	100	20
15 H	20	20	20	20	100	100	20
16 H	20	20	20	20	100	100	20
17 H	20	20	20	20	100	100	20
18 H	80	80	80	80	80	80	80
19 H	80	80	80	80	80	80	80
20 H	80	80	80	80	80	80	80
21 H	0	0	0	0	0	0	0
22 H	80	80	80	80	80	80	80
23 H	100	100	100	100	100	100	100
24 H	100	100	100	100	100	100	100

Tableau 3.8 : Scenario d'occupation de la zone de confort

Pour la zone 03 : hall et l'escalier (circulation)

Les espaces de circulation sont occupés par une moyenne d'une seule personne de 7h à 23 h

%	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H	0	0	0	0	0	0	0
1 H	0	0	0	0	0	0	0
2 H	0	0	0	0	0	0	0
3 H	0	0	0	0	0	0	0
4 H	0	0	0	0	0	0	0
5 H	0	0	0	0	0	0	0
6 H	0	0	0	0	0	0	0
7 H	0	0	0	0	0	0	0
8 H	20	20	20	20	20	20	20
9 H	20	20	20	20	20	20	20
10 H	20	20	20	20	20	20	20
11 H	20	20	20	20	20	20	20
12 H	20	20	20	20	20	20	20
13 H	20	20	20	20	20	20	20
14 H	20	20	20	20	20	20	20
15 H	20	20	20	20	20	20	20
16 H	20	20	20	20	20	20	20
17 H	20	20	20	20	20	20	20
18 H	20	20	20	20	20	20	20
19 H	20	20	20	20	20	20	20
20 H	20	20	20	20	20	20	20
21 H	20	20	20	20	20	20	20
22 H	20	20	20	20	20	20	20
23 H	20	20	20	20	20	20	20
24 H	0	0	0	0	0	0	0

Tableau 3.9 : Scenario d'occupation de la zone 3 : hall et l'escalier

Pour la zone 04 : cuisine

Le logement est t'occupé par une seule personne de 08h à 12h et de 19h à 20h, et par les 5 personnes de 7h à 8h et de 20h à 21h durant toute la semaine.

	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H							
1 H	0	0	0	0	0	0	0
2 H	0	0	0	0	0	0	0
3 H	0	0	0	0	0	0	0
4 H	0	0	0	0	0	0	0
5 H	0	0	0	0	0	0	0
6 H	0	0	0	0	0	0	0
7 H	0	0	0	0	0	0	0
8 H	100	100	100	100	100	100	100
9 H	20	20	20	20	20	20	20
10 H	20	20	20	20	20	20	20
11 H	20	20	20	20	20	20	20
12 H	20	20	20	20	20	20	20
13 H	100	100	100	100	100	100	100
14 H	0	0	0	0	0	0	0
15 H	0	0	0	0	0	0	0
16 H	0	0	0	0	0	0	0
17 H	40	40	40	40	40	40	40
18 H	0	0	0	0	0	0	0
19 H	0	0	0	0	0	0	0
20 H	20	20	20	20	20	20	20
21 H	100	100	100	100	100	100	100
22 H	0	0	0	0	0	0	0
23 H	0	0	0	0	0	0	0
24 H	0	0	0	0	0	0	0

Tableau 3.10 : Scenario d'occupation de la zone 4 : cuisine

4.2.2.2. Les scenarios de Puissance Dissipée :

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

Pour la 1^{ère} zone : 2 chambres + séjour (zone de confort) :

- 6 lampes (33 watts pour chaque une) de 18h-00h
- 1 tv + 1 Démodulateur + (100+100 watts) de 13h-22h
- pc (100 watts) de 18h- 22h

	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H							
1 H	0	0	0	0	0	0	0
2 H	0	0	0	0	0	0	0
3 H	0	0	0	0	0	0	0
4 H	0	0	0	0	0	0	0
5 H	0	0	0	0	0	0	0
6 H	0	0	0	0	0	0	0
7 H	0	0	0	0	0	0	0
8 H	0	0	0	0	0	0	0
9 H	0	0	0	0	0	0	0
10 H	0	0	0	0	0	0	0
11 H	0	0	0	0	0	0	0
12 H	0	0	0	0	0	0	0
13 H	0	0	0	0	0	0	0
14 H	0	0	0	0	0	0	0
15 H	200	200	200	200	200	200	200
16 H	200	200	200	200	200	200	200
17 H	200	200	200	200	200	200	200
18 H	200	200	200	200	200	200	200
19 H	400	400	400	400	400	400	400
20 H	400	400	400	400	400	400	400
21 H	400	400	400	400	400	400	400
22 H	400	400	400	400	400	400	400
23 H	200	200	200	200	200	200	200
24 H	200	200	200	200	200	200	200

Tableau 3.11 : Scenario de puissance dissipée de la zone de confort

Pour la 2eme zone : s.d.b et w.c:

- 2 lampes (33 watts pour chaque une) de 18h-00h , on suppose qu'une seule lampe est allumée en alternance , une heure allumée et une heure atteinte .
- Machine à lavé (200 watts) tout les vendredi de 09h-12h

Watts	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H							
1 H	33	33	33	33	33	33	33
2 H	0	0	0	0	0	0	0
3 H	33	33	33	33	33	33	33
4 H	0	0	0	0	0	0	0
5 H	33	33	33	33	33	33	33
6 H	0	0	0	0	0	0	0
7 H	33	33	33	33	33	33	33
8 H	0	0	0	0	0	0	0
9 H	33	33	33	33	33	33	33
10 H	0	0	0	0	200	200	0
11 H	33	33	33	33	200	200	33
12 H	0	0	0	0	200	200	0
13 H	33	33	33	33	33	33	33
14 H	0	0	0	0	0	0	0
15 H	33	33	33	33	33	33	33
16 H	0	0	0	0	0	0	0
17 H	33	33	33	33	33	33	33
18 H	0	0	0	0	0	0	0
19 H	33	33	33	33	33	33	33
20 H	0	0	0	0	0	0	0
21 H	33	33	33	33	33	33	33
22 H	0	0	0	0	0	0	0
23 H	33	33	33	33	33	33	33
24 H	0	0	0	0	0	0	0

Tableau 3.12 : Scenario de puissance dissipé de la 2eme zone : s.d.b et w.c

Pour la 3^{eme} zone : couloir + escalier :

- 3 lampes (33 watts pour chaque une) de 18h-00h

Watts	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H	0	0	0	0	0	0	0
1 H	0	0	0	0	0	0	0
2 H	0	0	0	0	0	0	0
3 H	0	0	0	0	0	0	0
4 H	0	0	0	0	0	0	0
5 H	0	0	0	0	0	0	0
6 H	0	0	0	0	0	0	0
7 H	0	0	0	0	0	0	0
8 H	0	0	0	0	0	0	0
9 H	0	0	0	0	0	0	0
10 H	0	0	0	0	0	0	0
11 H	0	0	0	0	0	0	0
12 H	0	0	0	0	0	0	0
13 H	0	0	0	0	0	0	0
14 H	0	0	0	0	0	0	0
15 H	0	0	0	0	0	0	0
16 H	0	0	0	0	0	0	0
17 H	0	0	0	0	0	0	0
18 H	100	100	100	100	100	100	100
19 H	100	100	100	100	100	100	100
20 H	100	100	100	100	100	100	100
21 H	100	100	100	100	100	100	100
22 H	100	100	100	100	100	100	100
23 H	100	100	100	100	100	100	100
24 H	100	100	100	100	100	100	100

Tableau 3.13 : Scenario de puissance dissipé de la 3eme zone : couloir et l'escalier

Pour la 4eme zone : Cuisine:

- 1 lampe (33 watts) de 18h-00h
- un réfrigérateur (70 watts)
- Four à gaz (300 watts) de 13h-22h

Watts	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H							
1 H	70	70	70	70	70	70	70
2 H	70	70	70	70	70	70	70
3 H	70	70	70	70	70	70	70
4 H	70	70	70	70	70	70	70
5 H	70	70	70	70	70	70	70
6 H	70	70	70	70	70	70	70
7 H	70	70	70	70	70	70	70
8 H	370	370	370	370	370	370	370
9 H	370	370	370	370	370	370	370
10 H	70	70	70	70	70	70	70
11 H	70	70	70	70	70	70	70
12 H	370	370	370	370	370	370	370
13 H	370	370	370	370	370	370	370
14 H	70	70	70	70	70	70	70
15 H	70	70	70	70	70	70	70
16 H	70	70	70	70	70	70	70
17 H	70	70	70	70	70	70	70
18 H	70	70	70	70	70	70	70
19 H	403	403	403	403	403	403	403
20 H	403	403	403	403	403	403	403
21 H	103	103	103	103	103	103	103
22 H	103	103	103	103	103	103	103
23 H	103	103	103	103	103	103	103
24 H	103	103	103	103	103	103	103

Tableau 3.14 : Scenario de puissance dissipée de la 4eme zone : cuisine

4.2.2.3. Dédution des scenarios de ventilation:

Une bonne qualité de l'air intérieur dans nos bâtiments est aujourd'hui une préoccupation de plus en plus grande.

a. Évacuer les polluants par renouvellement de l'air :

Aérer et ventiler sont deux actions indispensables. Certes, ouvrir les fenêtres 10 minutes tous les jours permet de se débarrasser d'un excès d'humidité et d'une partie de la pollution présente dans l'air. Cependant, la ventilation est le complément indispensable à l'aération si celle-ci n'est pas suffisante.

Une ventilation adaptée et bien gérée permet de renouveler l'air en assurant une circulation générale et en continu. C'est un moyen efficace pour diminuer les concentrations de polluants et réduire le taux d'hygrométrie à condition d'être bien conçue, bien dimensionnée et entretenue. Pour assurer l'efficacité et la qualité du renouvellement d'air d'une VMC double flux, il est nécessaire d'éviter toute fuite d'air.

b. Conditions générales pour une bonne qualité d'air :

Les trois conditions principales à remplir pour assurer une bonne qualité de l'air intérieur tout en limitant la consommation d'énergie sont:

1. Limiter l'intensité des sources de polluants
2. Contrôler les débits d'air
3. Réduire la perméabilité à l'air de l'enveloppe

c. Calcule des débits d'air nécessaires : [20]

Les polluants émis par cette personne moyenne en activité dont donnés dans la Table 3.15. Cette table donne aussi des concentrations limite acceptables et les débits qui en résultent.

Polluant	Odeurs	CO2	Vapeur d'eau
Intensité de source	1 olf	18 l/h	72 g/h
Concentration limite	0,2 pol	1000 ppm	8 g/kg
Concentration extérieure	0,1 Pol	360 ppm	5 g/kg
Débit d'air [m³/h]	36 m³/h	28 m³/h	29 m³/h

Tableau 3.15: Quelques polluants émis par une personne en activité de bureau

En Détail, Les Calculs Sont Les Suivants :

La personne émet 1 olf, on tolère un accroissement de 0,1 pol par rapport à l'air extérieur. On aura donc:

$$\text{Débit nécessaire} = \frac{1 \text{ olf}}{0.1 \text{ pol}} = 10 \text{ l/s ou } 36 \text{ m}^3/\text{h}$$

Pour 5 personnes on aura un débit de 180 m³/h

Cette personne expire 18 l/h de CO2. Avec les concentrations données dans le tableau, on obtient:

$$\text{Débit nécessaire} = \frac{18 \text{ l/s}}{(1000 - 360) 10^{-6}} = 28 \text{ 125 l/s ou } 28 \text{ m}^3/\text{h}$$

Pour 5 personnes on aura un débit de 140 m³/h

Une personne typique transpire environ 72 g d'eau par heure.

Les masses volumiques de l'air intérieur sont calculé à partie des volumes spécifiques de chaque cas.

Pour les pressions, on a prie une pression moyenne pour chaque saison.

$$\text{Débit nécessaire en hiver} = \frac{72 \text{ g/h}}{(r_{\text{int}} - r_{\text{ext}}) \text{ g/kg}}$$

d. Définir le débit minimal de la zone de confort (séjour, chambre 01, chambre 02):

On se référant au diagramme psychrométrique (utilisation du logiciel CalcPsychro), on peut définir les humidités absolues pour calculer la gamme de débits nécessaire dans les deux périodes de l'année dans les trois sites :

1. Pour le logement de TAMANRASSET

Période hivernale:

Pression atmosphérique : $P_{moy} = 858.403 \text{ Kpa}$

Les conditions de base extérieures :
 Température sèche de l'air extérieur :
 on prend la température extérieure de base pour le site de Tamanrasset :
 $T_{ext} = 1.8^\circ\text{C}$
 L'humidité relative : $\phi = 19.31\%$

On obtient l'humidité absolue
 $r_{ext} = 0.975 \text{ g/kg}$

Enthalpie de référence		
$h = 1,0000.t_s + r.(2490 + 1,960.t_s)$		
Données		
Altitude	1377	[m]
Température sèche	1.8	[°C]
Humidité relative	19,31	[%]
Paramètres calculés		
Humidité absolue	0,975	[geau/kgas]
Température de bulbe humide	-3,976	[°C]
Température de rosée	-19,138	[°C]
Enthalpie spécifique	4,23	[kJ/kgas]
Pression de vapeur saturante à la température sèche	695,47	[Pa]
Pression de vapeur saturante à la température humide	455,04	[Pa]
Pression partielle de vapeur d'eau	134,29	[Pa]
Pression atmosphérique	85840,3	[Pa]
Volume spécifique	0,9209	[m³/kgas]
Volume massique de l'air humide	0,92	[m³/kg]
Chaleur latente de vaporisation de l'eau	2496,43	[kJ/kgseau]
Enthalpie de la vapeur d'eau	2504,02	[kJ/kgseau]

Tableau 3.16 : Calculatrice psychrométrique pour le site de Tamanrasset période hivernale (conditions de base extérieures)

Les conditions de base intérieures :
 Température sèche de l'air intérieur:
 $T_{int} = 20^\circ\text{C}$
 L'humidité relative : $\phi = 50\%$

On obtient l'humidité absolue
 $r_{int} = 8.585 \text{ g/kg}$

Enthalpie de référence		
$h = 1,0000.t_s + r.(2490 + 1,960.t_s)$		
Données		
Altitude	1377	[m]
Température sèche	20	[°C]
Humidité relative	50	[%]
Paramètres calculés		
Humidité absolue	8,585	[geau/kgas]
Température de bulbe humide	13,394	[°C]
Température de rosée	9,268	[°C]
Enthalpie spécifique	41,713	[kJ/kgas]
Pression de vapeur saturante à la température sèche	2337,37	[Pa]
Pression de vapeur saturante à la température humide	1536,29	[Pa]
Pression partielle de vapeur d'eau	1168,68	[Pa]
Pression atmosphérique	85840,3	[Pa]
Volume spécifique	0,9938	[m³/kgas]
Volume massique de l'air humide	0,9854	[m³/kg]
Chaleur latente de vaporisation de l'eau	2453,68	[kJ/kgseau]
Enthalpie de la vapeur d'eau	2537,63	[kJ/kgseau]

Tableau 3.17 : calculatrice psychrométrique pour le site de Tamanrasset période hivernale (conditions de base intérieures)

72g/h

Débit nécessaire = _____

en hiver **(8.585 – 0.975) g/kg**

$Q_m = 9.46 \text{ kg/h}$ en utilisant la loi de la masse volumique $= 1/0.9854 = 1.014 \text{ kg/m}^3$.

On trouve $Q_v = 9.32 \text{ m}^3/\text{h}$

On a 5 personnes donc le débit total sera égal à $46.6 \text{ m}^3/\text{h}$

Zone de confort est de volume 165.59 m^3 le débit va être égale à 0.28 vol/h

Période estivale:

Pression atmosphérique : $P_{moy} = 858.403 \text{ Kpa}$

Les conditions de base extérieures :
 Température sèche de l'air extérieur :
 on prend la température extérieure de base pour le site de Tamanrasset :
 $T_{ext} = 38.6^\circ\text{C}$
 L'humidité relative : $\phi = 18\%$

 On obtient l'humidité absolue
 $r_{ext} = 9.05 \text{ g/kg}$

Les conditions de base intérieures :
 Température sèche de l'air intérieur:
 $T_{int} = 26^\circ\text{C}$
 L'humidité relative : $\phi = 50\%$

 On obtient l'humidité absolue
 $r_{int} = 12.416 \text{ g/kg}$

72g/h

Débit nécessaire = $\frac{\quad}{\quad}$
en été $(12.416 - 9.05) \text{ g/kg}$

Calculatrice psychrométrique

Enthalpie de référence
 $h = 1,0000.ts + r.(2490 + 1,960.ts)$

Données

Altitude	1377	[m]
Température sèche	38.6	[°C]
Humidité relative	18	[%]

Paramètres calculés

Humidité absolue	9,05	[geau/kgas]
Température de bulbe humide	19,623	[°C]
Température de rosée	10,043	[°C]
Enthalpie spécifique	61,82	[kJ/kgas]
Pression de vapeur saturante à la température sèche	6839,61	[Pa]
Pression de vapeur saturante à la température humide	2283,4	[Pa]
Pression partielle de vapeur d'eau	1231,13	[Pa]
Pression atmosphérique	85840,3	[Pa]
Volume spécifique	1,0577	[m³/kgas]
Volume massique de l'air humide	1,0482	[m³/kg]
Chaleur latente de vaporisation de l'eau	2409,56	[kJ/kg eau]
Enthalpie de la vapeur d'eau	2571,23	[kJ/kg eau]

Tableau 3.18 : Calculatrice psychrométrique pour le site de Tamanrasset période estivale (conditions de base extérieures)

Calculatrice psychrométrique

Enthalpie de référence
 $h = 1,0000.ts + r.(2490 + 1,960.ts)$

Données

Altitude	1377	[m]
Température sèche	26	[°C]
Humidité relative	50	[%]

Paramètres calculés

Humidité absolue	12,416	[geau/kgas]
Température de bulbe humide	18,326	[°C]
Température de rosée	14,773	[°C]
Enthalpie spécifique	57,548	[kJ/kgas]
Pression de vapeur saturante à la température sèche	3360,02	[Pa]
Pression de vapeur saturante à la température humide	2105,93	[Pa]
Pression partielle de vapeur d'eau	1680,01	[Pa]
Pression atmosphérique	85840,3	[Pa]
Volume spécifique	1,0203	[m³/kgas]
Volume massique de l'air humide	1,0078	[m³/kg]
Chaleur latente de vaporisation de l'eau	2439,51	[kJ/kg eau]
Enthalpie de la vapeur d'eau	2548,54	[kJ/kg eau]

Tableau 3.19 : Calculatrice psychrométrique pour le site de Tamanrasset période estivale (conditions de base intérieures)

$Q_m = 21.39 \text{ kg/h}$ en utilisant la loi de la masse volumique $= 1/1.0078 = 0.99 \text{ kg/m}^3$.

On trouve $Q_v = 21.60 \text{ m}^3/\text{h}$

On a 5 personnes donc le débit total sera égal à $108 \text{ m}^3/\text{h}$

Zone de confort est de volume 165.59 m^3 le débit va être égale à 0.65 vol/h

En période hivernale : un débit maximum égal à 0.28 vol/h.

%	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H	100	100	100	100	100	100	100
1 H	100	100	100	100	100	100	100
2 H	100	100	100	100	100	100	100
3 H	100	100	100	100	100	100	100
4 H	100	100	100	100	100	100	100
5 H	100	100	100	100	100	100	100
6 H	100	100	100	100	100	100	100
7 H	100	100	100	100	100	100	100
8 H	0	0	0	0	0	0	0
9 H	0	0	0	0	0	0	0
10 H	0	0	0	0	0	0	0
11 H	0	0	0	0	0	0	0
12 H	0	0	0	0	0	0	0
13 H	0	0	0	0	0	0	0
14 H	0	0	0	0	0	0	0
15 H	0	0	0	0	0	0	0
16 H	0	0	0	0	0	0	0
17 H	0	0	0	0	0	0	0
18 H	0	0	0	0	0	0	0
19 H	100	100	100	100	100	100	100
20 H	100	100	100	100	100	100	100
21 H	100	100	100	100	100	100	100
22 H	100	100	100	100	100	100	100
23 H	100	100	100	100	100	100	100
24 H	100	100	100	100	100	100	100

Tableau 3.20 : Scenario de ventilation hiver pour le site de Tamanrasset

En période estivale : un débit maximum égal à 0.65 vol/h

%	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H	100	100	100	100	100	100	100
1 H	100	100	100	100	100	100	100
2 H	100	100	100	100	100	100	100
3 H	100	100	100	100	100	100	100
4 H	100	100	100	100	100	100	100
5 H	100	100	100	100	100	100	100
6 H	100	100	100	100	100	100	100
7 H	100	100	100	100	100	100	100
8 H	0	0	0	0	0	0	0
9 H	0	0	0	0	0	0	0
10 H	0	0	0	0	0	0	0
11 H	0	0	0	0	0	0	0
12 H	0	0	0	0	0	0	0
13 H	0	0	0	0	0	0	0
14 H	0	0	0	0	0	0	0
15 H	0	0	0	0	0	0	0
16 H	0	0	0	0	0	0	0
17 H	0	0	0	0	0	0	0
18 H	0	0	0	0	0	0	0
19 H	100	100	100	100	100	100	100
20 H	100	100	100	100	100	100	100
21 H	100	100	100	100	100	100	100
22 H	100	100	100	100	100	100	100
23 H	100	100	100	100	100	100	100
24 H	100	100	100	100	100	100	100

Tableau 3.21: scenario de ventilation été pour le site de Tamanrasset

2. Pour le logement de BECHAR

Pression atmosphérique : $P_{moy} = 92388.3 \text{ Kpa}$

Période hivernale :

Les conditions de base extérieures :
 Température sèche de l'air extérieur :
 on prend la température extérieure de base pour le site de Bechar :
 $T_{ext} = -0.7^\circ\text{C}$
 L'humidité relative : $\phi = 36.26\%$

 On obtient l'humidité absolue
 $r_{ext} = 1.42 \text{ g/kg}$

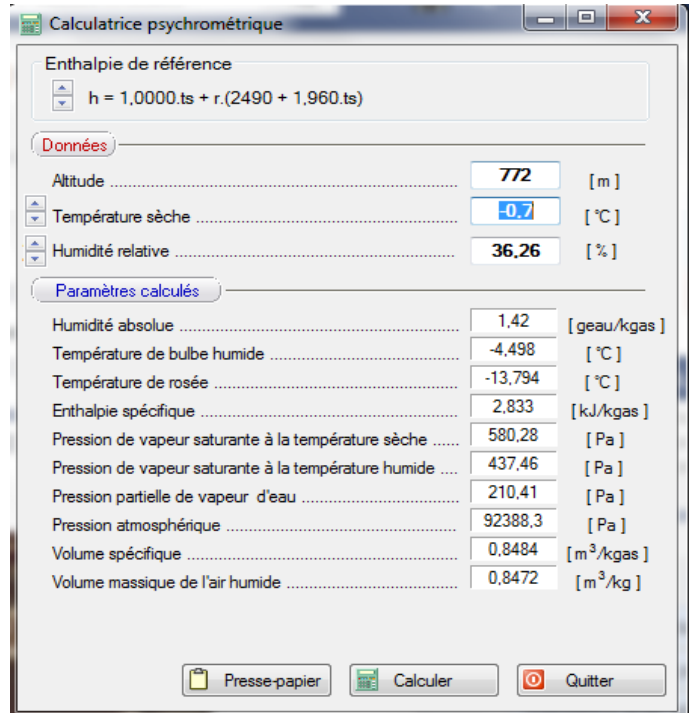


Tableau 3.22 : Calculatrice psychrométrique pour le site de Bechar période hivernale (conditions de base extérieures)

Les conditions de base intérieures :
 Température sèche de l'air intérieur:
 $T_{int} = 20^\circ\text{C}$
 L'humidité relative : $\phi = 50\%$

 On obtient l'humidité absolue
 $r_{int} = 13.572\text{g/kg}$

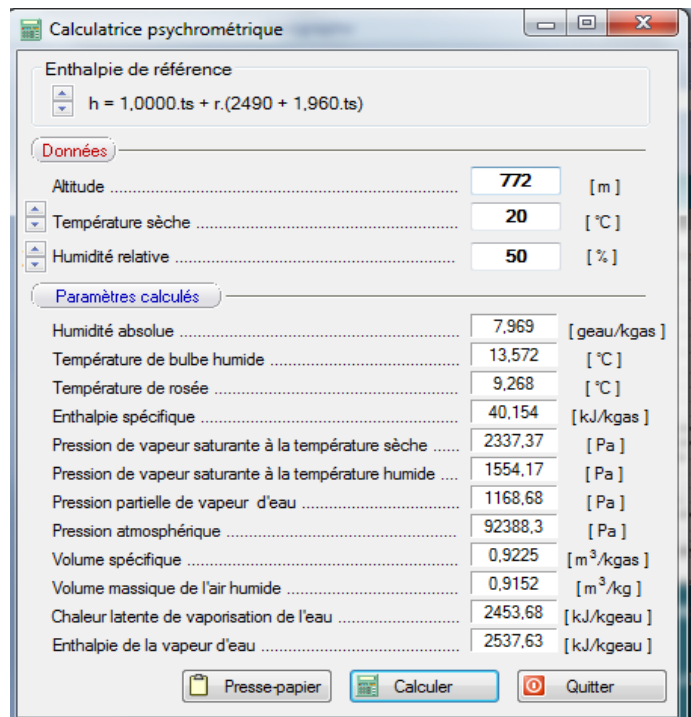


Tableau 3.23 : Calculatrice psychrométrique pour le site de Bechar période hivernale (conditions de base intérieures)

72g/h

Débit nécessaire = _____
en hiver **(13.572 – 1.42) g/kg**

$Q_m = 5.92 \text{ kg/h}$ en utilisant la loi de la masse volumique $= 1/0.9225 = 1.084 \text{ kg/m}^3$.

On trouve $Q_v = 5.46 \text{ m}^3/\text{h}$

On a 5 personnes donc le débit total sera égal à $27.30 \text{ m}^3/\text{h}$

Zone de confort est de volume 165.59 m^3 le débit va être égale à 0.16 vol/h

Période estivale:

Pression atmosphérique : $P_{moy} = 92388.3 \text{ Kpa}$

Les conditions de base extérieures :
 Température sèche de l'air extérieur :
 on prend la température extérieure de base pour le site de Bechar :
 $T_{ext} = 44.7^\circ\text{C}$
 L'humidité relative : $\phi = 22.31\%$

On obtient l'humidité absolue
 $r_{ext} = 14.496 \text{ g/kg}$

Tableau 3.24 : Calculatrice psychrométrique pour le site de Bechar période estivale (conditions de base extérieures)

Les conditions de base intérieures :
 Température sèche de l'air intérieur:
 $T_{int} = 26^\circ\text{C}$
 L'humidité relative : $\phi = 50\%$

On obtient l'humidité absolue
 $r_{int} = 11.52 \text{ g/kg}$

$$\text{Débit nécessaire en été} = \frac{72\text{g/h}}{(11.52 - 14.496) \text{ g/kg}}$$

Tableau 3.25 : Calculatrice psychrométrique pour le site de Bechar période estivale (conditions de base intérieures)

$Q_m = 24.19 \text{ kg/h}$ en utilisant la loi de la masse volumique $= 1/0.9359 = 1.068 \text{ kg/m}^3$.

On trouve $Q_v = 22.64 \text{ m}^3/\text{h}$

On a 5 personnes donc le débit total sera égal à $113.2 \text{ m}^3/\text{h}$

Zone de confort est de volume 165.59 m^3 le débit va être égale à 0.68 vol/h

En période hivernale : un débit maximum égal à 0.16 vol/h.

%	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H							
1 H	100	100	100	100	100	100	100
2 H	100	100	100	100	100	100	100
3 H	100	100	100	100	100	100	100
4 H	100	100	100	100	100	100	100
5 H	100	100	100	100	100	100	100
6 H	100	100	100	100	100	100	100
7 H	100	100	100	100	100	100	100
8 H	0	0	0	0	0	0	0
9 H	0	0	0	0	0	0	0
10 H	0	0	0	0	0	0	0
11 H	0	0	0	0	0	0	0
12 H	0	0	0	0	0	0	0
13 H	0	0	0	0	0	0	0
14 H	0	0	0	0	0	0	0
15 H	0	0	0	0	0	0	0
16 H	0	0	0	0	0	0	0
17 H	0	0	0	0	0	0	0
18 H	0	0	0	0	0	0	0
19 H	100	100	100	100	100	100	100
20 H	100	100	100	100	100	100	100
21 H	100	100	100	100	100	100	100
22 H	100	100	100	100	100	100	100
23 H	100	100	100	100	100	100	100
24 H	100	100	100	100	100	100	100

Caractéristiques du programme

Classe : % de ventilation

Nom : Ventilation d'hiver BECHAR

Complément : -

Source : Gefosot

Débit maximum : 0.16 Vol/h

Tableau 3.26: Scenario de ventilation hiver pour le site de Bechar

En période estivale : un débit maximum égal à 0.68 vol/h.

%	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H							
1 H	100	100	100	100	100	100	100
2 H	100	100	100	100	100	100	100
3 H	100	100	100	100	100	100	100
4 H	100	100	100	100	100	100	100
5 H	100	100	100	100	100	100	100
6 H	100	100	100	100	100	100	100
7 H	100	100	100	100	100	100	100
8 H	0	0	0	0	0	0	0
9 H	0	0	0	0	0	0	0
10 H	0	0	0	0	0	0	0
11 H	0	0	0	0	0	0	0
12 H	0	0	0	0	0	0	0
13 H	0	0	0	0	0	0	0
14 H	0	0	0	0	0	0	0
15 H	0	0	0	0	0	0	0
16 H	0	0	0	0	0	0	0
17 H	0	0	0	0	0	0	0
18 H	0	0	0	0	0	0	0
19 H	100	100	100	100	100	100	100
20 H	100	100	100	100	100	100	100
21 H	100	100	100	100	100	100	100
22 H	100	100	100	100	100	100	100
23 H	100	100	100	100	100	100	100
24 H	100	100	100	100	100	100	100

Caractéristiques du programme

Classe : % de ventilation

Nom : Ventilation d'été BECHAR

Complément : -

Source : Gefosot

Débit maximum : 0.68 Vol/h

Tableau 3.27: Scenario de ventilation été pour le site de Bechar

3. Pour le logement d'ALGER

Pression atmosphérique : $P_{moy} = 99939.5$ Kpa

Période hivernale :

Les conditions de base extérieures :
 Température sèche de l'air extérieur :
 on prend la température extérieure de base pour le site d'Alger :
 $T_{ext} = 1.6^{\circ}C$
 L'humidité relative : $\phi = 74.35\%$

 On obtient l'humidité absolue
 $r_{ext} = 3.118$ g/kg

Tableau 3.28 : Calculatrice psychrométrique pour le site d'Alger période hivernale (conditions de base extérieures)

Les conditions de base intérieures :
 Température sèche de l'air intérieur:
 $T_{int} = 20^{\circ}C$
 L'humidité relative : $\phi = 50\%$

 On obtient l'humidité absolue
 $r_{int} = 7.359$ g/kg

$$\text{Débit nécessaire en hiver} = \frac{72\text{g/h}}{(7.359 - 3.118) \text{ g/kg}}$$

Tableau 3.29 : Calculatrice psychrométrique pour le site d'Alger période hivernale (conditions de base intérieures)

$Q_m = 16.97$ kg/h en utilisant la loi de la masse volumique $= 1/0.8458 = 1.18$ kg/m³.

On trouve $Q_v = 14.38$ m³/h

On a 5 personnes donc le débit total sera égal à 71.9 m³/h

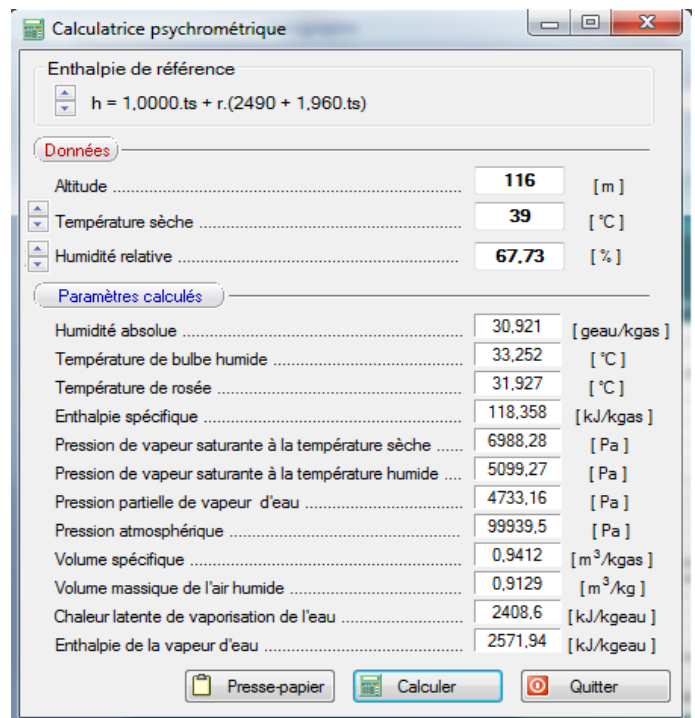
Zone de confort est de volume 165.59 m³ le débit va être égale à 0.43 vol/h

Période estivale:

Pression atmosphérique : $P_{moy} = 99939.5 \text{ Kpa}$

Les conditions de basse extérieures :
 Température sèche de l'air extérieur : on prend la température extérieure de base pour le site d'Alger :
 $T_{ext} = 39^\circ\text{C}$
 L'humidité relative : $\phi = 67.73\%$

 On obtient l'humidité absolue
 $r_{ext} = 30.921 \text{ g/kg}$



Données		
Altitude	116	[m]
Température sèche	39	[°C]
Humidité relative	67.73	[%]
Paramètres calculés		
Humidité absolue	30.921	[geau/kgas]
Température de bulbe humide	33.252	[°C]
Température de rosée	31.927	[°C]
Enthalpie spécifique	118.358	[kJ/kgas]
Pression de vapeur saturante à la température sèche	6988.28	[Pa]
Pression de vapeur saturante à la température humide	5099.27	[Pa]
Pression partielle de vapeur d'eau	4733.16	[Pa]
Pression atmosphérique	99939.5	[Pa]
Volume spécifique	0.9412	[m³/kgas]
Volume massique de l'air humide	0.9129	[m³/kg]
Chaleur latente de vaporisation de l'eau	2408.6	[kJ/kgseau]
Enthalpie de la vapeur d'eau	2571.94	[kJ/kgseau]

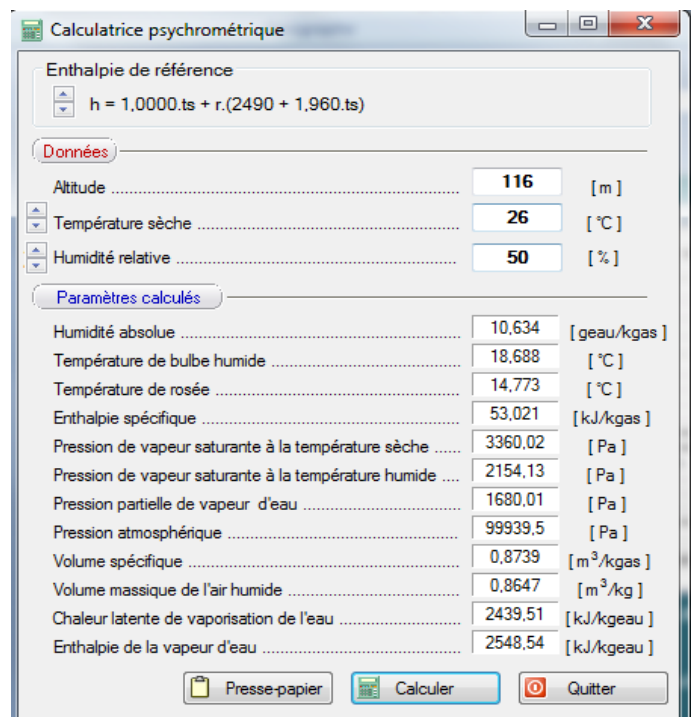
Tableau 3.30 : Calculatrice psychrométrique pour le site d'Alger période estivale (conditions de base extérieures)

Les conditions de basse intérieures :
 Température sèche de l'air intérieur:
 $T_{int} = 26^\circ\text{C}$
 L'humidité relative : $\phi = 50\%$

 On obtient l'humidité absolue
 $r_{int} = 10.634 \text{ g/kg}$

72g/h

Débit nécessaire = _____
en été **(10.634 – 30.921) g/kg**



Données		
Altitude	116	[m]
Température sèche	26	[°C]
Humidité relative	50	[%]
Paramètres calculés		
Humidité absolue	10.634	[geau/kgas]
Température de bulbe humide	18.688	[°C]
Température de rosée	14.773	[°C]
Enthalpie spécifique	53.021	[kJ/kgas]
Pression de vapeur saturante à la température sèche	3360.02	[Pa]
Pression de vapeur saturante à la température humide	2154.13	[Pa]
Pression partielle de vapeur d'eau	1680.01	[Pa]
Pression atmosphérique	99939.5	[Pa]
Volume spécifique	0.8739	[m³/kgas]
Volume massique de l'air humide	0.8647	[m³/kg]
Chaleur latente de vaporisation de l'eau	2439.51	[kJ/kgseau]
Enthalpie de la vapeur d'eau	2548.54	[kJ/kgseau]

Tableau 3.31 : Calculatrice psychrométrique pour le site d'Alger période estivale (conditions de base intérieures)

$Q_m = 3.54 \text{ kg/h}$ en utilisant la loi de la masse volumique = $1/0.8739 = 1.14 \text{ kg/m}^3$.

On trouve $Q_v = 3.10 \text{ m}^3/\text{h}$

On a 5 personnes donc le débit total sera égal à $15.5 \text{ m}^3/\text{h}$

Zone de confort est de volume 165.59 m^3 le débit va être égale à 0.093 vol/h

En période hivernale : un débit maximum égal à 0.43 vol/h.

%	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H							
1 H	100	100	100	100	100	100	100
2 H	100	100	100	100	100	100	100
3 H	100	100	100	100	100	100	100
4 H	100	100	100	100	100	100	100
5 H	100	100	100	100	100	100	100
6 H	100	100	100	100	100	100	100
7 H	0	0	0	0	0	0	0
8 H	0	0	0	0	0	0	0
9 H	0	0	0	0	0	0	0
10 H	0	0	0	0	0	0	0
11 H	0	0	0	0	0	0	0
12 H	0	0	0	0	0	0	0
13 H	0	0	0	0	0	0	0
14 H	0	0	0	0	0	0	0
15 H	0	0	0	0	0	0	0
16 H	0	0	0	0	0	0	0
17 H	0	0	0	0	0	0	0
18 H	0	0	0	0	0	0	0
19 H	100	100	100	100	100	100	100
20 H	100	100	100	100	100	100	100
21 H	100	100	100	100	100	100	100
22 H	100	100	100	100	100	100	100
23 H	100	100	100	100	100	100	100
24 H	100	100	100	100	100	100	100

Tableau 3.32 : Scenario de ventilation hiver pour le site d'Alger

En période estivale : un débit maximum égal à 0.09 vol/h

%	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H							
1 H	100	100	100	100	100	100	100
2 H	100	100	100	100	100	100	100
3 H	100	100	100	100	100	100	100
4 H	100	100	100	100	100	100	100
5 H	100	100	100	100	100	100	100
6 H	100	100	100	100	100	100	100
7 H	100	100	100	100	100	100	100
8 H	0	0	0	0	0	0	0
9 H	0	0	0	0	0	0	0
10 H	0	0	0	0	0	0	0
11 H	0	0	0	0	0	0	0
12 H	0	0	0	0	0	0	0
13 H	0	0	0	0	0	0	0
14 H	0	0	0	0	0	0	0
15 H	0	0	0	0	0	0	0
16 H	0	0	0	0	0	0	0
17 H	0	0	0	0	0	0	0
18 H	0	0	0	0	0	0	0
19 H	100	100	100	100	100	100	100
20 H	100	100	100	100	100	100	100
21 H	100	100	100	100	100	100	100
22 H	100	100	100	100	100	100	100
23 H	100	100	100	100	100	100	100
24 H	100	100	100	100	100	100	100

Tableau 3.33 : Scenario de ventilation été pour le site d'Alger

2.2.2.4. Scenarios consigne de thermostat:

Température de consigne : La température de consigne de chauffage correspond à la température minimale acceptable dans le bâtiment : elle a été fixée à 20°C durant toute la journée.

Dans les chambres et le séjour, La température de consigne de rafraîchissement correspond à la température maximale acceptable : elle a été fixée à 26°C.

°C	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H							
1 H	20	20	20	20	20	20	20
2 H	20	20	20	20	20	20	20
3 H	20	20	20	20	20	20	20
4 H	20	20	20	20	20	20	20
5 H	20	20	20	20	20	20	20
6 H	20	20	20	20	20	20	20
7 H	20	20	20	20	20	20	20
8 H	20	20	20	20	20	20	20
9 H	20	20	20	20	20	20	20
10 H	20	20	20	20	20	20	20
11 H	20	20	20	20	20	20	20
12 H	20	20	20	20	20	20	20
13 H	20	20	20	20	20	20	20
14 H	20	20	20	20	20	20	20
15 H	20	20	20	20	20	20	20
16 H	20	20	20	20	20	20	20
17 H	20	20	20	20	20	20	20
18 H	20	20	20	20	20	20	20
19 H	20	20	20	20	20	20	20
20 H	20	20	20	20	20	20	20
21 H	20	20	20	20	20	20	20
22 H	20	20	20	20	20	20	20
23 H	20	20	20	20	20	20	20
24 H	20	20	20	20	20	20	20

Tableau 3.34 : Scenario de consigne de thermostat de chauffage

°C	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H							
1 H	26	26	26	26	26	26	26
2 H	26	26	26	26	26	26	26
3 H	26	26	26	26	26	26	26
4 H	26	26	26	26	26	26	26
5 H	26	26	26	26	26	26	26
6 H	26	26	26	26	26	26	26
7 H	26	26	26	26	26	26	26
8 H	26	26	26	26	26	26	26
9 H	26	26	26	26	26	26	26
10 H	26	26	26	26	26	26	26
11 H	26	26	26	26	26	26	26
12 H	26	26	26	26	26	26	26
13 H	26	26	26	26	26	26	26
14 H	26	26	26	26	26	26	26
15 H	26	26	26	26	26	26	26
16 H	26	26	26	26	26	26	26
17 H	26	26	26	26	26	26	26
18 H	26	26	26	26	26	26	26
19 H	26	26	26	26	26	26	26
20 H	26	26	26	26	26	26	26
21 H	26	26	26	26	26	26	26
22 H	26	26	26	26	26	26	26
23 H	26	26	26	26	26	26	26
24 H	26	26	26	26	26	26	26

Tableau 3.35 : Scenario de consigne de thermostat de climatisation

4.3.4. Scenarios d'occultation :

Fermeture des volets, de 7h à 19h en été et de 18h à 07h en hiver, Avec une résistance thermique additionnelle de 1 m².k/w.

%	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H							
1 H	0	0	0	0	0	0	0
2 H	0	0	0	0	0	0	0
3 H	0	0	0	0	0	0	0
4 H	0	0	0	0	0	0	0
5 H	0	0	0	0	0	0	0
6 H	0	0	0	0	0	0	0
7 H	0	0	0	0	0	0	0
8 H	95	95	95	95	95	95	95
9 H	95	95	95	95	95	95	95
10 H	95	95	95	95	95	95	95
11 H	95	95	95	95	95	95	95
12 H	95	95	95	95	95	95	95
13 H	95	95	95	95	95	95	95
14 H	95	95	95	95	95	95	95
15 H	95	95	95	95	95	95	95
16 H	95	95	95	95	95	95	95
17 H	95	95	95	95	95	95	95
18 H	95	95	95	95	95	95	95
19 H	0	0	0	0	0	0	0
20 H	0	0	0	0	0	0	0
21 H	0	0	0	0	0	0	0
22 H	0	0	0	0	0	0	0
23 H	0	0	0	0	0	0	0
24 H	0	0	0	0	0	0	0

Tableau 3.36 : Scenario d'occultation pour la période estivale

%	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H							
1 H	95	95	95	95	95	95	95
2 H	95	95	95	95	95	95	95
3 H	95	95	95	95	95	95	95
4 H	95	95	95	95	95	95	95
5 H	95	95	95	95	95	95	95
6 H	95	95	95	95	95	95	95
7 H	0	0	0	0	0	0	0
8 H	0	0	0	0	0	0	0
9 H	0	0	0	0	0	0	0
10 H	0	0	0	0	0	0	0
11 H	0	0	0	0	0	0	0
12 H	0	0	0	0	0	0	0
13 H	0	0	0	0	0	0	0
14 H	0	0	0	0	0	0	0
15 H	0	0	0	0	0	0	0
16 H	0	0	0	0	0	0	0
17 H	0	0	0	0	0	0	0
18 H	0	0	0	0	0	0	0
19 H	95	95	95	95	95	95	95
20 H	95	95	95	95	95	95	95
21 H	95	95	95	95	95	95	95
22 H	95	95	95	95	95	95	95
23 H	95	95	95	95	95	95	95
24 H	95	95	95	95	95	95	95

Tableau 3.37 : Scenario d'occultation de la période hivernale

4.3. Les Indices De La Sortie De Simulation :

Pleiade + comfie calcule à la fin de chaque simulation cinq indices permettant d'estimer rapidement le confort et l'efficacité énergétique dans chaque zone de bâtiment étudié.

	l'indice ...	caractérise .la capacité du bâtiment à
Confort	Moyenne Surchauffe Max	à éviter des surchauffes
	Amplification de T°Ext	à amortir les écarts de température
	Taux d'Inconfort	à assurer une ambiance interne confortable
Performances énergétiques	Besoins Chauff+Froid	à minimiser les besoins en énergie
	Part de besoins nets	à récupérer les apports internes ou solaires

Tableau 3.37 : Liste d'indice de Pleiade

Ces valeurs et indices sont toujours calculés sur la totalité de la période d'analyse, ainsi pour une simulation sur un fichier TRY, il n'a pas deux calculs d'indices (un pour la saison de chauffe, un pour l'été), mais un seul calcule pour l'ensemble de la période

5. Conclusion :

Après avoir vérifié le logement à l'exigence de la réglementation thermique Algérienne dans le bâtiment (DTR), détailler les concepts utilisés dans sa modélisation, et les scénarios de déroulements des activités des occupants et des appareils utilisés etc, une multitude de simulation thermique par le logiciel pleiades+comfie sera effectué pour analyser les résultats et le comportement thermique dynamique de notre bâtiment sur le plan énergétique dans les 3 sites Tamanrasset, Bechar et Alger, une comparaison des résultats obtenus après l'amélioration et l'efficacité énergétique des solutions passives proposées dans les 3 sites sera donnée dans le dernier chapitre.

Chapitre 04 :
Simulation Et Discussion

1. Introduction :

Ce chapitre est consacré pour les simulations, et l'analyse des résultats avant et après l'utilisation des principes de l'architecture bioclimatique, pour faire sortir un outil de conception énergétique, aidera tout concepteur d'un logement HPE en Algérie.

Pour limiter la consommation d'énergie à des valeurs raisonnables, il est nécessaire de savoir où agir. Il faut donc pouvoir prédire les flux d'énergie dans le bâtiment, afin d'agir là où les mesures d'économie d'énergie seront les plus efficaces et les mieux à même d'offrir un confort élevé.

La connaissance des flux d'énergie à travers d'un bâtiment est nécessaire à la prise de décisions ou à la planification de travaux, notamment pour les tâches suivantes:

- Tenir compte de tous les critères voulus dans le choix de stratégies possibles lors de rénovation ou de construction d'ensemble d'immeubles. Parmi les critères à envisager, il y a non seulement le coût, l'esthétique ou l'habitabilité, mais aussi la consommation d'énergie.
- dimensionner correctement les installations énergétiques.
- prévoir la consommation annuelle et la minimiser en choisissant la variante la plus économique globalement, tout en tenant compte du confort et des contraintes architecturales.

Diminuer la consommation d'énergie primaire en minimisant tous ces flux, en les faisant passer aux bons endroits et en captant au mieux la chaleur de l'environnement (énergie solaire) est un problème où la physique a déjà apporté des solutions et qui continue à être étudié. Les solutions à ce problème particulier peuvent entraîner des problèmes ailleurs, et en tous cas ont une influence sur les diverses caractéristiques du bâtiment. De ce fait, il ne faut pas se restreindre à des examens sectoriels pour résoudre des problèmes dans le bâtiment, mais toujours envisager toutes les conséquences d'une modification.

2. Les Simulations Du Logement Dans Les Différents Sites D'étude

Tamanrasset, Bechar, Alger :

2.1. Résultats Des Simulations Sur Le Cas De Base

Pléiade + Comfie a été utilisé sur ce logement avec trois configurations, la première pour Tamanrasset (zone saharienne à microclimat), le deuxième pour Bechar (zone saharienne) la troisième pour Alger (zone littorale marin). Un scénario d'occupation et des apports internes dits conventionnels qui sont les plus proches des habitudes actuelles sont introduits en entrée. Les villes les plus représentatives de chaque zone climatique constituent les données climatiques dans lesquelles les rayonnements solaires ont été déterminés par Météonorm.

2.1.1. Simulation Sans Consigne De Thermostat :

La simulation sans consigne nous permet de simuler sans chauffage en hiver, et sans climatisation en été, donc on intègre pas les scénarios de consigne de thermostat au niveau de fonctionnement des zones thermique sous l'interface du logiciel de simulation PLEIADE COMFIE .

Cette simulation nous permet de voir clairement les extrémums de température à l'intérieur de notre logement d'étude, sans chauffage ni climatisation, et mesuré le taux d'inconfort qui peut le concept de notre logement nous assurer sans aucune consommation d'énergie.

2.1.1.1. Résultat de simulation sans consigne de thermostat chauffage (période hivernale) :

La période hivernale est bornée entre la 44^{ème} à 15^{ème} semaine de l'année.

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année							
zone 1 : (zone de confort) : chambre C	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	16.78 °C	25.28 °C	31.79 °C
zone 5 : appartement voisin	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	16.24 °C	24.02 °C	32.25 °C
zone 3 : escalier +couloir	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	16.40 °C	24.97 °C	32.14 °C
zone 2 : s.d.b+w.c	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	16.39 °C	23.85 °C	31.50 °C
zone 4 : cuisine	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	16.29 °C	25.51 °C	35.90 °C
Total	0 kWh	0 kWh	0 W	0 W			
Zones	Besoins Chaud+Froid	Moyenne Surchauffe Max	Amplification de T°Ext	Taux d'inconfort	Part de besoin nets		
zone 1 : (zone de confort) : chambre 01+sejour+	0.00 kWh/m3	19.09 (1/10°C)	30.79 %	24.13 %	0.00		

Tableau 4.1 : Récapitulatif des besoins en hiver sans consigne, site de Tamanrasset

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année							
zone 1 : (zone de confort) : chambre C	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	15.18 °C	24.20 °C	33.26 °C
zone 5 : appartement voisin	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	14.65 °C	23.10 °C	37.46 °C
zone 3 : escalier +couloir	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	14.80 °C	23.92 °C	35.21 °C
zone 2 : s.d.b+w.c	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	14.76 °C	22.50 °C	33.23 °C
zone 4 : cuisine	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	14.64 °C	24.33 °C	40.67 °C
Total	0 kWh	0 kWh	0 W	0 W			
Zones	Besoins Chaud+Froid	Moyenne Surchauffe Max	Amplification de T°Ext	Taux d'inconfort	Part de besoin nets		
zone 1 : (zone de confort) : chambre 01+sejour+	0.00 kWh/m3	19.21 (1/10°C)	44.61 %	20.44 %	0.00 %		

Tableau 4.2 : Récapitulatif des besoins en hiver sans consigne du site de Bechar

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année							
zone 1 : (zone de confort) : chambre C	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	13.19 °C	19.31 °C	26.55 °C
zone 5 : appartement voisin	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	11.96 °C	17.72 °C	24.78 °C
zone 3 : escalier +couloir	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	12.76 °C	18.93 °C	25.13 °C
zone 2 : s.d.b+w.c	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	12.75 °C	17.90 °C	24.09 °C
zone 4 : cuisine	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	12.72 °C	19.58 °C	28.09 °C
Total	0 kWh	0 kWh	0 W	0 W			
Zones	Besoins Chaud+Froid	Moyenne Surchauffe Max	Amplification de T°Ext	Taux d'inconfort	Part de besoin nets		
zone 1 : (zone de confort) : chambre 01+sejour+	0.00 kWh/m3	0.00 (1/10°C)	33.81 %	0.00 %	0.00 %		

Tableau 4.3: Récapitulatif des besoins en hiver sans consigne du site d'Alger

Les besoins en chauffage /climatisation sont nuls, car on n'a pas défini le scenario de consigne.

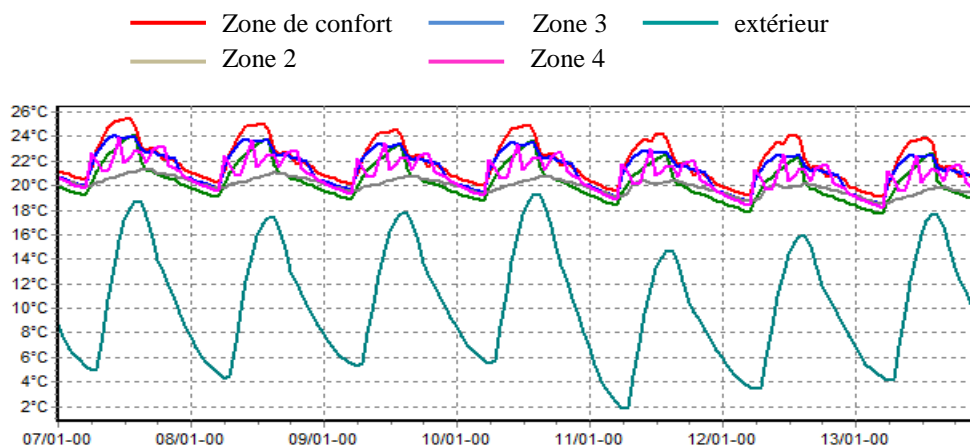
- Pour le site de Tamanrasset, La température de la zone de confort est limitée entre 16.78 °c minimum et 31.79 °c maximum, avec une moyenne de 25.28 °c, ce qui fait augmenter ; le taux d'amplification de température extérieure à 30.79 %, le taux d'inconfort à 24.13 % et la moyenne de surchauffe à 19.09 °c.
- Pour le site de Bechar, La température de la zone de confort est limitée entre 15.18 °c minimum et 33.26°c maximum, avec une moyenne de 24.20 °c, ce qui fait augmenter ; le taux

d'amplification de température extérieure à 44.61 %, le taux d'inconfort à 20.44 % et la moyenne de surchauffe à 19.21 °c.

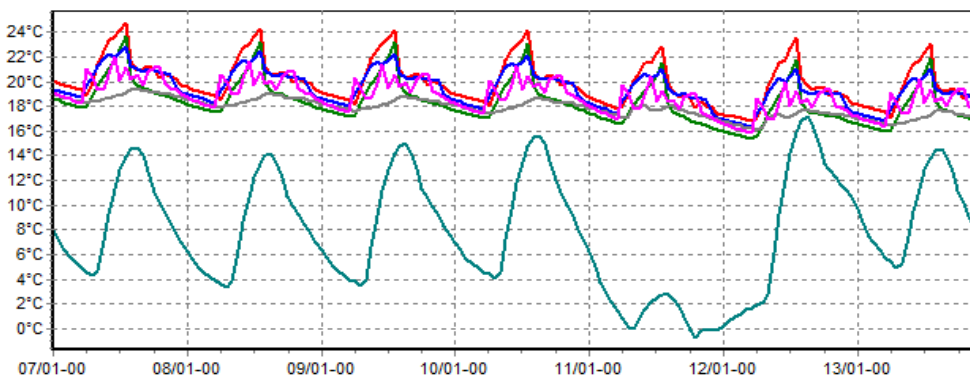
- Pour le site d'Alger, La température de la zone de confort est limitée entre 13.19 °c minimum et 26.55°c maximum, avec une moyenne de 19.31 °c, ce qui fait augmenter ; le taux d'amplification de température extérieure à 33.81 %, par contre le taux d'inconfort égale à 0 % et la moyenne de surchauffe égale à 0 °c.

Visualisation graphique :

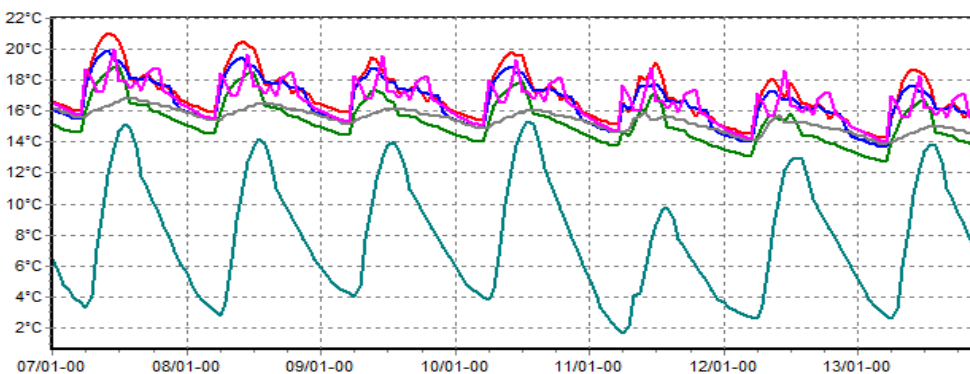
Pour voir la différence de température entre l'extérieure et l'intérieur (zone de confort), et aussi la perturbation de température dans les différentes zones.



Graph 4.1: Évolution de température en hiver dans le site de TAMANRASSET (la semaine la plus froide)



Graph 4.2: Évolution de température en hiver dans le site de BECHAR (la semaine la plus froide)



Graph 4.3: Évolution de température en hiver dans le site d'ALGER (la semaine la plus froide)

2.1.1.2. Résultat de simulation sans consigne de thermostat climatisation (période estivale) :

La période estivale est bornée entre la 15^{ème} à 43^{ème} semaine de l'année.

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T* Min	T* Moyenne	T* Max
Année							
zone 1 : (zone de confort) : chambre 01	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	20.64 °C	32.20 °C	36.53 °C
zone 5 : appartement voisin	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	20.19 °C	31.46 °C	35.73 °C
zone 3 : escalier +couloir	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	20.35 °C	32.40 °C	36.42 °C
zone 2 : s.d.b+w.c	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	20.45 °C	32.42 °C	36.30 °C
zone 4 : cuisine	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	20.28 °C	34.78 °C	40.34 °C
Total	0 kWh	0 kWh	0 W	0 W			
Zones	Besoins Chaud+Froid	Moyenne Surchauffe Max	Amplification de T*Ext	Taux d'inconfort	Part de besoin nets		
zone 1 : (zone de confort) : chambre 01+sejour+chi	0.00 kWh/m3	10.84 (1/10°C)	23.30 %	96.13 %	0.00 %		

Tableau 4.4: Récapitulatif des besoins en été sans consigne du site de Tamanrasset

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T* Min	T* Moyenne	T* Max
Année							
zone 1 : (zone de confort) : chambre 01	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	22.20 °C	34.62 °C	42.54 °C
zone 5 : appartement voisin	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	21.75 °C	34.28 °C	42.92 °C
zone 3 : escalier +couloir	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	21.91 °C	34.97 °C	43.03 °C
zone 2 : s.d.b+w.c	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	22.00 °C	34.65 °C	42.17 °C
zone 4 : cuisine	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	21.81 °C	37.48 °C	46.61 °C
Total	0 kWh	0 kWh	0 W	0 W			
Zones	Besoins Chaud+Froid	Moyenne Surchauffe Max	Amplification de T*Ext	Taux d'inconfort	Part de besoin nets		
zone 1 : (zone de confort) : chambre 01+sejour+chi	0.00 kWh/m3	99.17 (1/10°C)	26.99 %	93.82 %	0.00 %		

Tableau 4.5 : Récapitulatif des besoins en été sans consigne du site de Bechar

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T* Min	T* Moyenne	T* Max
Année							
zone 1 : (zone de confort) : chambre 01	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	14.03 °C	28.73 °C	35.23 °C
zone 5 : appartement voisin	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	13.50 °C	27.69 °C	34.45 °C
zone 3 : escalier +couloir	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	13.67 °C	28.80 °C	34.96 °C
zone 2 : s.d.b+w.c	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	13.71 °C	28.49 °C	34.32 °C
zone 4 : cuisine	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	13.62 °C	30.69 °C	38.93 °C
Total	0 kWh	0 kWh	0 W	0 W			
Zones	Besoins Chaud+Froid	Moyenne Surchauffe Max	Amplification de T*Ext	Taux d'inconfort	Part de besoin nets		
zone 1 : (zone de confort) : chambre 01+sejour+chi	0.00 kWh/m3	44.88 (1/10°C)	21.00 %	70.31 %	0.00 %		

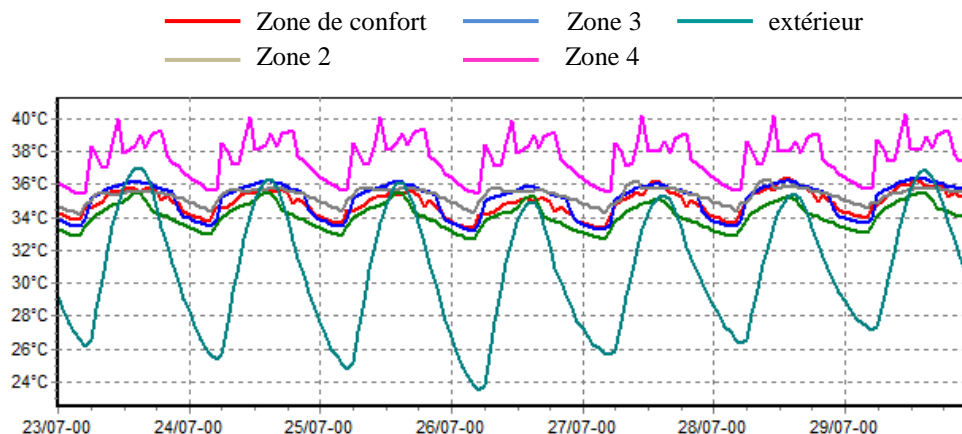
Tableau 4.6 : Récapitulatif des besoins en été sans consigne du site d'Alger

Les besoins en chauffage /climatisation sont nuls, car on n'a pas défini le scenario de consigne.

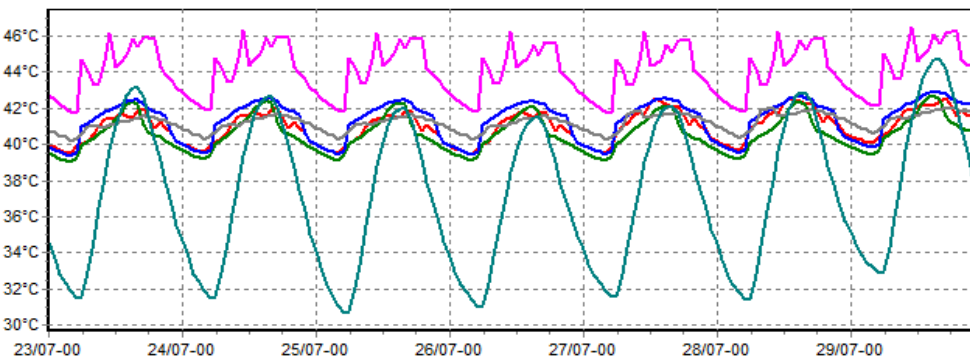
- Pour le site de Tamanrasset, La température de la zone de confort est limitée entre 20.64 °c minimum et 36.53 °c maximum, avec une moyenne de 32.20 °c, cela justifier l'augmenter de taux d'amplification de température extérieure à 23.30 %, le taux d'inconfort à 96.13 % et la moyenne de surchauffe 10.84 °c.

- Pour le site de Bechar, La température de la zone de confort est limitée entre 22.20 °c minimum et 42.54°c maximum, avec une moyenne de 34.62 °c, ce qui fait augmenter ; le taux d'amplification de température extérieure à 26.99 %, le taux d'inconfort à 93.82 % et la moyenne de surchauffe 99.17 °c.
- Pour le site d'Alger, La température de la zone de confort est limitée entre 14.03 °c minimum et 35.23 °c maximum, avec une moyenne de 19.31 °c, ce qui fait augmenter ; le taux d'amplification de température extérieure à 21 %, le taux d'inconfort est élevé 70.31 % et la moyenne de surchauffe 44.88°c.

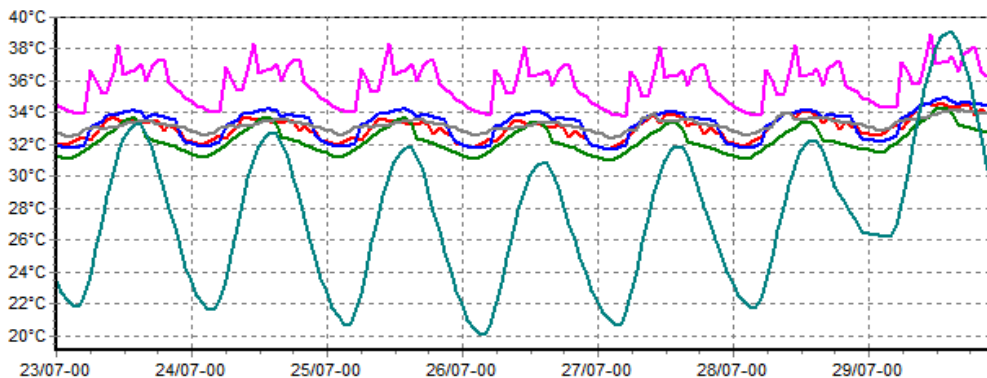
Visualisation graphique :



Graphe 4.4: Évolution de température en été sans consigne dans le site de Tamanrasset (la semaine la plus chaude)



Graphe 4.5: Évolution de température en été sans consigne dans le site de Bechar (la semaine la plus chaude)



Graphe 4.6: Évolution de température en été sans consigne dans le site d'Alger (la semaine la plus chaude)

Sachent que la température maximale de l'extérieure atteint le 37 °c à Tamanrasset, 45 °c à Bechar et 39 °c à Alger dans la semaine la plus chaude, par contre dans les zones internes du logement se limite entre :

	Tamanrasset	Bechar	Alger
Zone de confort	de 33 à 36 °c	de 39 à 43 °c	de 32 à 35 °c
Zone 02 (sdb/w.c)	de 33 à 36 °c	de 39 à 42 °c	de 32 à 34 °c
Zone 03 (circulation)	de 33 à 36 °c	de 39 à 43 °c	de 32 à 34 °c
Zone 04 (cuisine)	de 35 à 40 °c °	de 42 à 46 °c	de 34 à 38 °c

Tableau 4.7 : Variation des températures dans la semaine la plus froide

2.1.2. Simulation Avec Consigne De Thermostat :

La simulation avec consigne de thermostat nous permet de simuler avec chauffage en hiver, et climatisation en été, ce qui nécessite l'intégration des scenarios de consigne de thermostat, cela nous permet de quantifier les besoins énergétique nécessaires pour assurer le confort intérieur qu'il faut pour notre logement d'étude avec un intervalle de température qui se limite entre 20 °c et 26 °c.

Donc connaître l'énergie consommée pour assurer un taux d'inconfort égale à zéro et aussi pour diminuer le maximum la moyenne de surchauffe max et l'amplification de température extérieure.

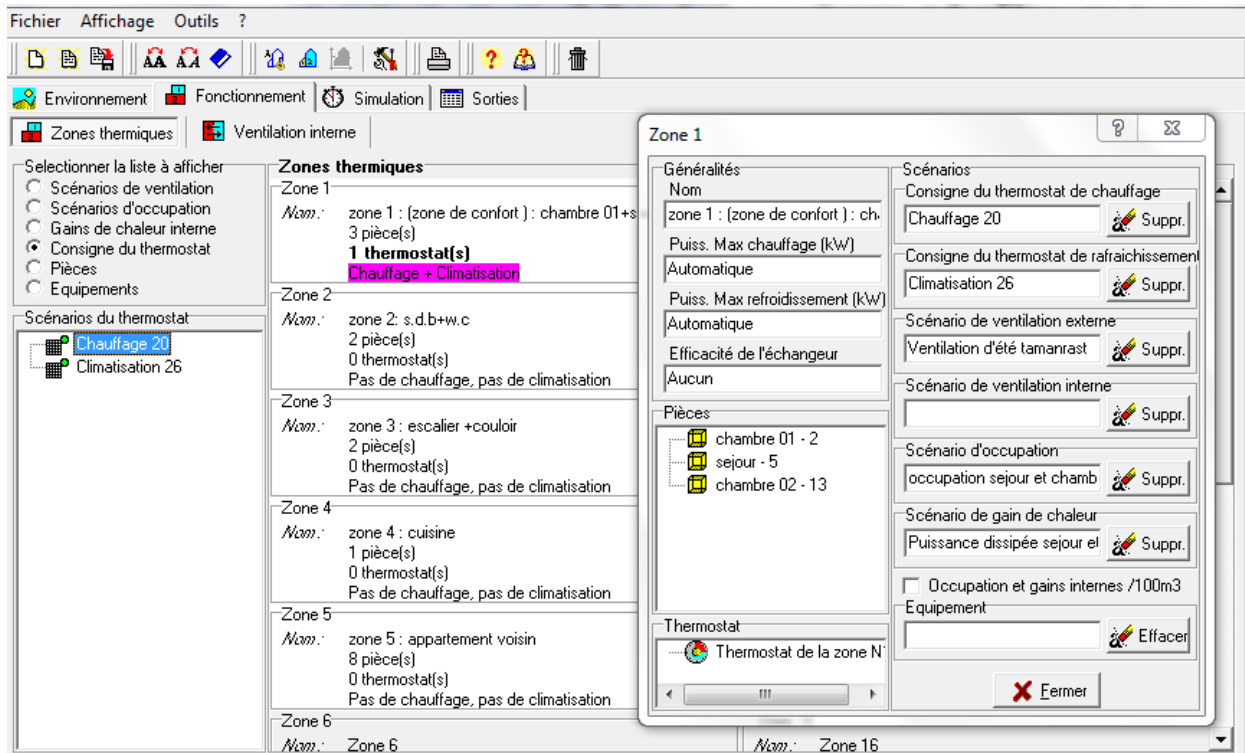


Figure 4.1 : Fonctionnement avec consigne de thermostat

2.1.2.1. Résultat de simulation avec consigne de thermostat chauffage 20 °C (période hivernale) :

La période hivernale est bornée entre la 44^{ème} à 15^{ème} semaine de l'année.

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année							
zone 01 : (zone de confort) :chambre	14 kWh	676 kWh	610 W	1937 W	20.00 °C	24.38 °C	26.33 °C
zone 5 : appargement voisin	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	16.57 °C	23.84 °C	31.44 °C
zone 3 : escalier +couloir	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	17.17 °C	24.67 °C	30.66 °C
zone 2 : s.d.b+w.c	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	16.48 °C	23.71 °C	30.80 °C
zone 4 : cuisine	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	16.28 °C	25.45 °C	35.66 °C
Total	14 kWh	676 kWh	610 W	1937 W			

Zones	Besoins Chaud+Froid	Moyenne Surchauffe Max	Amplification de T°Ext	Taux d'inconfort	Part de besoin nets
zone 01 : (zone de confort) :chambre 01+sejour+c	4.17 kWh/m3	0.00 (1/10°C)	22.61 %	0.00 %	0.46 %

Tableau 4.8: Récapitulatif des besoins en hiver avec consigne du site de Tamanrasset

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année							
zone 01 : (zone de confort) :chambre	108 kWh	622 kWh	1424 W	2204 W	20.00 °C	23.56 °C	26.12 °C
zone 5 : appargement voisin	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	15.17 °C	22.98 °C	36.30 °C
zone 3 : escalier +couloir	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	15.99 °C	23.72 °C	33.15 °C
zone 2 : s.d.b+w.c	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	14.79 °C	22.41 °C	32.31 °C
zone 4 : cuisine	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	14.64 °C	24.29 °C	40.29 °C
Total	108 kWh	622 kWh	1424 W	2204 W			

Zones	Besoins Chaud+Froid	Moyenne Surchauffe Max	Amplification de T°Ext	Taux d'inconfort	Part de besoin nets
zone 01 : (zone de confort) :chambre 01+sejour	4.41 kWh/m3	0.00 (1/10°C)	33.23 %	0.00 %	2.63 %

Tableau 4.9: Récapitulatif des besoins en hiver avec consigne du site de Bechar

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année							
zone 01 : (zone de confort) :chambre	1079 kWh	2 kWh	1783 W	397 W	20.00 °C	20.99 °C	26.00 °C
zone 5 : appargement voisin	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	12.90 °C	18.11 °C	24.79 °C
zone 3 : escalier +couloir	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	14.41 °C	19.53 °C	25.15 °C
zone 2 : s.d.b+w.c	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	12.81 °C	18.22 °C	24.10 °C
zone 4 : cuisine	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	12.72 °C	19.72 °C	28.10 °C
Total	1079 kWh	2 kWh	1783 W	397 W			

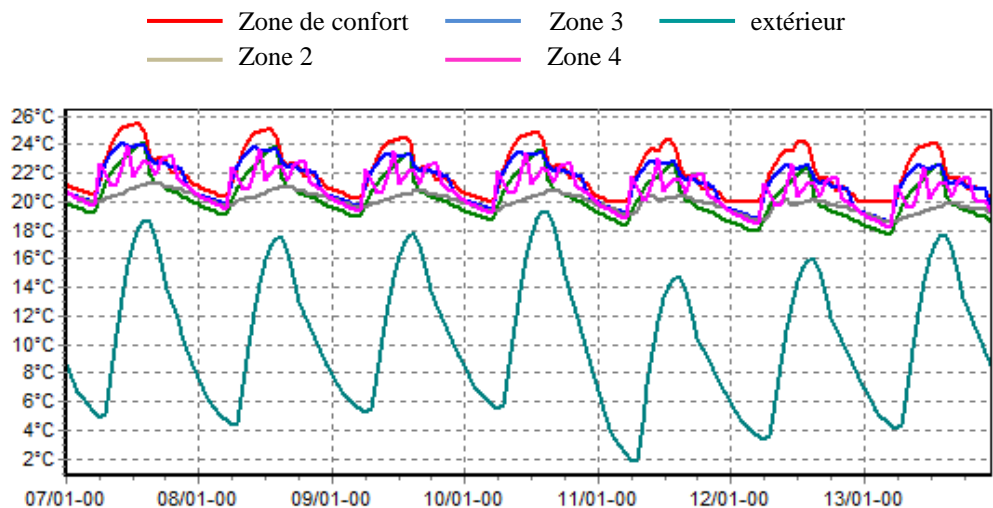
Zones	Besoins Chaud+Froid	Moyenne Surchauffe Max	Amplification de T°Ext	Taux d'inconfort	Part de besoin nets
zone 01 : (zone de confort) :chambre 01+sejour	6.53 kWh/m3	0.00 (1/10°C)	22.69 %	0.00 %	18.83 %

Tableau 4.10: Récapitulatif des besoins en hiver avec consigne du site d'Alger

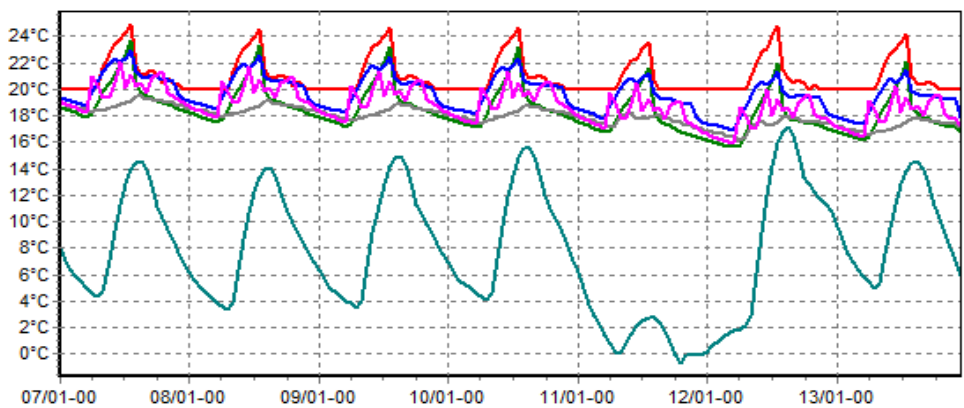
- Après l'estimation des besoins en chauffage / climatisation en période hivernale on remarque que le besoin en chauffage est faible en zone saharienne avec une valeur de 15 kwh/an à Tamanrasset et 108 kwh/an à Bechar par contre à Alger (zone littoral marin) ce besoin est important avec une valeur de 1079 kwh/an par rapport à les deux autres sites .donc la temperature minimale, et optimale de la zone de confort restera fixe durant toute la période hivernale.

- La moyenne de surchauffe dans la zone de confort à Tamanrasser et Bechar citer par avant necessite un rafraichissement avec un besoin de 676 kwh /an à Tamanrasset et 622 kwh/an à Bechar .
- Le taux d'inconfort égale à 0% dans les 3 sites ce qui indique une assurance de confort total durant toute cette periode.

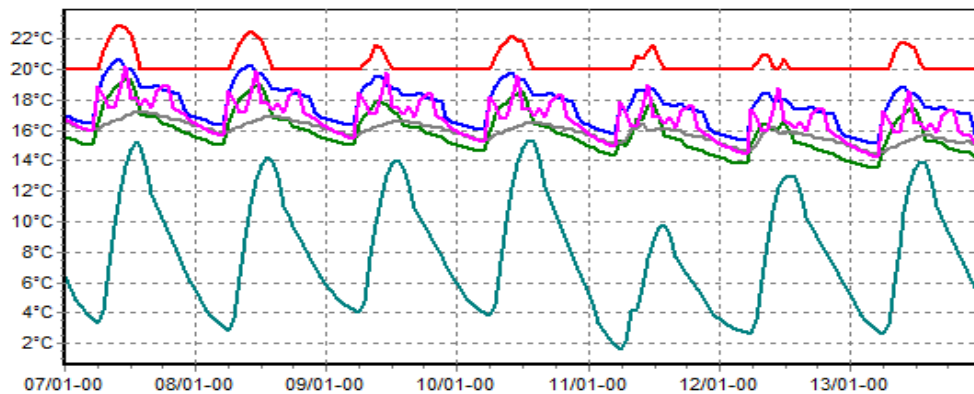
Visualisation graphique :



Graphe 4.7: Évolution de température en hiver avec consigne dans le site de Tamanrasset (la semaine la plus froide)



Graphe 4.8: Évolution de température en hiver avec consigne dans le site de Bechar (la semaine la plus froide)



Graphe 4.9: Évolution de température en hiver avec consigne dans le site d'Alger (la semaine la plus froide)

Sachent que la température minimale de l'extérieure à Tamanrasset et Alger atteint le 2 °c, à Bechar atteint le -1 °c, par contre dans les zones internes du logement se limite entre :

	Tamanrasset	Bechar	Alger
Zone de confort	de 20 à 25 °c	de 20 à 25 °c	de 20 à 23 °c
Zone 02 (sdb/w.c)	de 19 à 21 °c	de 16 à 20 °c	de 16 à 19 °c
Zone 03 (circulation)	de 19 à 24 °c	de 17 à 23 °c	de 16 à 21 °c
Zone 04 (cuisine)	de 18 à 23 °c	de 16 à 22 °c	de 16 à 20 °c

Tableau 4.11 : Variation des températures dans la semaine la plus froide

Résumé des résultats de simulation avec consigne de thermostat chauffage 20 °C:

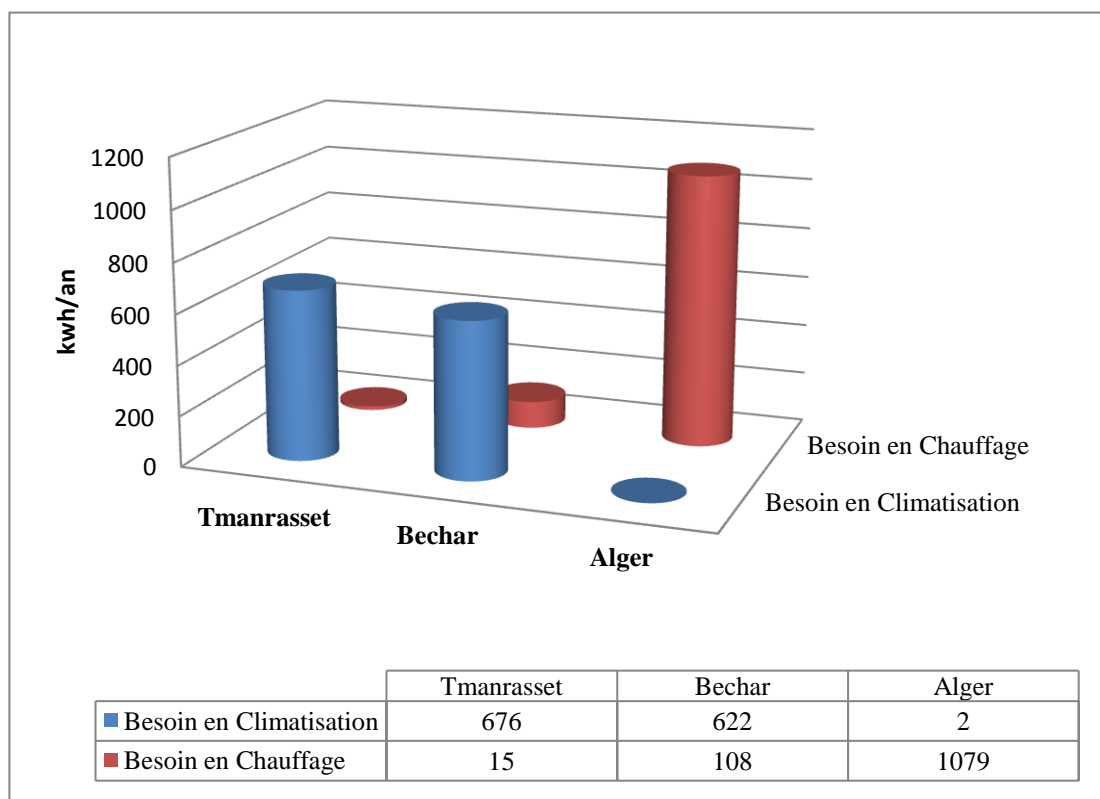


Figure 4.2 : Histogramme de comparaison de besoin en période hivernale dans les 3 sites

On constate que le confort thermique (besoin en chauffage/climatisation) est acceptable à Tamanrasset et Bechar avec une consommation énergétique d'une valeur de 12.79 kwh/m²/an à Tamanrasset et 13.51 kwh/m²/an à Bechar, par contre on aura besoin d'améliorer cette consommation à Alger qui est égale à 20 kwh/m²/an.

2.1.2.2. Résultat de simulation avec consigne de thermostat climatisation 26 °C (période estivale) :

La période estivale est bornée entre la 15 éme à 43 éme semaine de l'année.

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année							
zone 01 : (zone de confort) :chambre	0 kWh	5297 kWh	0 W	2544 W	20.51 °C	25.94 °C	26.24 °C
zone 5 : appargement voisin	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	20.09 °C	30.16 °C	33.84 °C
zone 3 : escalier +couloir	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	20.18 °C	30.27 °C	33.17 °C
zone 2 : s.d.b+w.c	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	20.43 °C	31.34 °C	34.90 °C
zone 4 : cuisine	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	20.28 °C	34.30 °C	39.64 °C
Total	0 kWh	5297 kWh	0 W	2544 W			
Zones							
zone 01 : (zone de confort) :chambre 01+sejour+c	31.99 kWh/m3		0.00 (1/10°C)		1.28 %	0.00 %	0.00 %

Tableau 4.12 : Récapitulatif des besoins en été avec consigne du site de Tamanrasset

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année							
zone 01 : (zone de confort) :chambre	0 kWh	7378 kWh	0 W	3468 W	21.09 °C	25.91 °C	26.43 °C
zone 5 : appargement voisin	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	21.50 °C	32.48 °C	39.69 °C
zone 3 : escalier +couloir	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	21.44 °C	32.01 °C	37.63 °C
zone 2 : s.d.b+w.c	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	21.95 °C	33.15 °C	39.51 °C
zone 4 : cuisine	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	21.80 °C	36.82 °C	45.45 °C
Total	0 kWh	7378 kWh	0 W	3468 W			
Zones							
zone 01 : (zone de confort) :chambre 01+sejour	44.56 kWh/m3		0.00 (1/10°C)		2.80 %	0.00 %	0.00 %

Tableau 4.13 : Récapitulatif des besoins en été avec consigne du site de Bechar

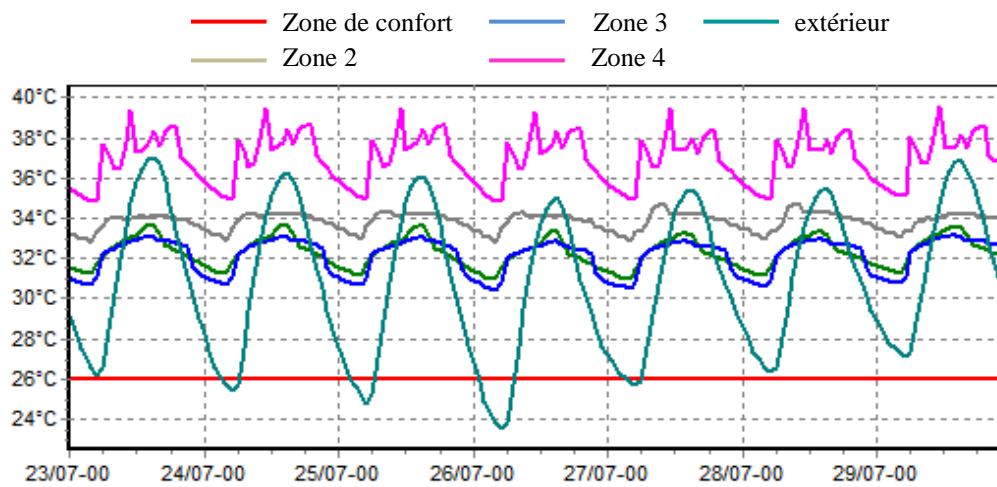
Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année							
zone 01 : (zone de confort) :chambre	5 kWh	2647 kWh	703 W	2275 W	20.00 °C	25.29 °C	26.05 °C
zone 5 : appargement voisin	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	14.16 °C	26.89 °C	32.78 °C
zone 3 : escalier +couloir	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	15.16 °C	27.54 °C	32.14 °C
zone 2 : s.d.b+w.c	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	13.79 °C	27.81 °C	32.85 °C
zone 4 : cuisine	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	13.62 °C	30.37 °C	38.29 °C
Total	5 kWh	2647 kWh	703 W	2275 W			
Zones							
zone 01 : (zone de confort) :chambre 01+sejour	16.02 kWh/m3		0.00 (1/10°C)		6.48 %	0.00 %	0.54 %

Tableau 4.14 : Récapitulatif des besoins en été avec consigne du site d'Alger

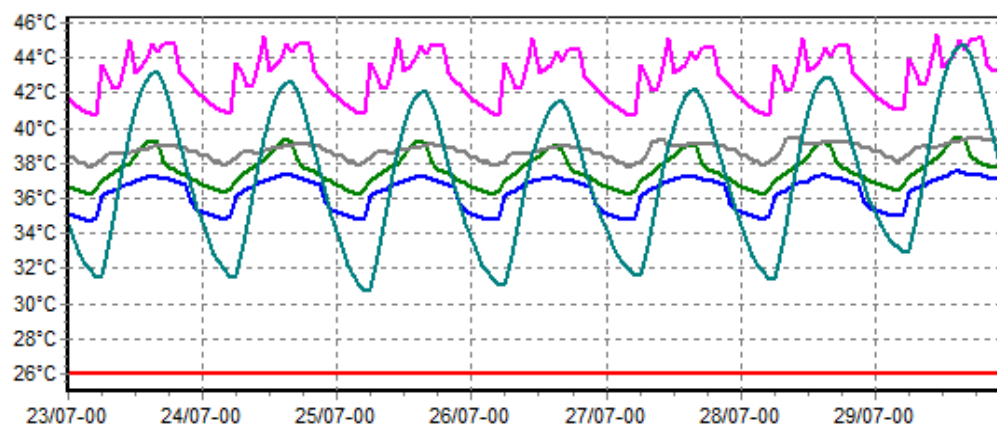
- Après l'estimation des besoins en chauffage / climatisation en periode estivale on remarque que le besoin en climatisation est important en zone saharienne avec une valeur de 5297 kwh/an, 98 kwh/m²/an à Tamanrasset et 7378 kwh/an, 136 kwh/m²/an à Bechar par contre à alger (zone littoral marin) ce besoin est faible avec une valeur de 2647 kwh/an, 49 kwh/m²/an par apport à les deux autres sites.
- La temperature minimale, et optimale de la zone de confort restera fixe durant toute la saison d'été .
- La moyenne de surchauffe de la zone de confort à Bechar est importante ce qui justifier le besoin en rafraichissement elevé.

- Le taux d'inconfort égale à 0% dans les 3 sites ce qui indique une assurance de confort total durant toute la saison d'été.

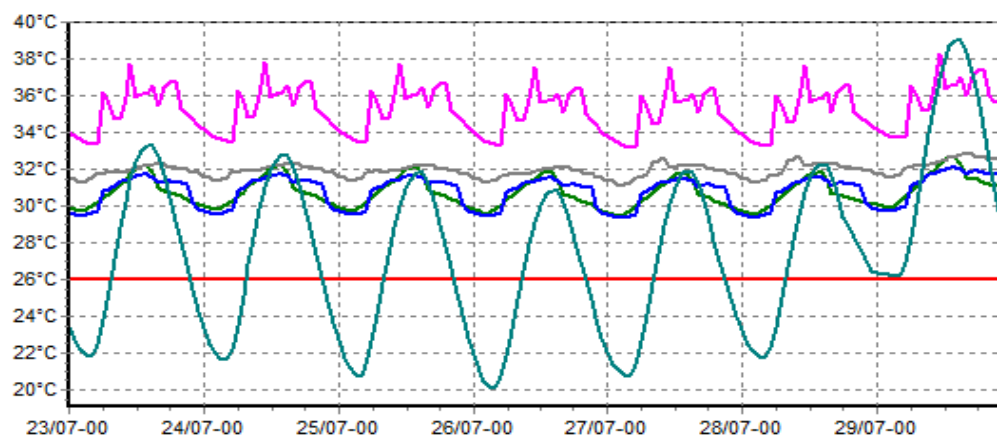
Visualisation graphique :



Graphe 4.10: Évolution de température en été avec consigne dans le site de Tamanrasset (la semaine la plus chaude)



Graphe 4.11: Évolution de température en été avec consigne dans le site de Bechar (la semaine la plus chaude)



Graphe 4.12: Évolution de température en été avec consigne dans le site d'Alger (la semaine la plus chaude)

Sachent que la température maximale de l'extérieure à Tamanrasset atteint le 37 °c, à Bechar 45 °c et 39 °c à Alger, par contre dans les zones internes du logement se limite entre :

	Tamanrasset	Bechar	Alger
Zone de confort	de 20 à 25 °c	de 20 à 25 °c	de 20 à 23 °c
Zone 02 (sdb/w.c)	de 33 à 35 °c	de 38 à 39 °c	de 31 à 33 °c
Zone 03 (circulation)	de 31 à 33 °c	de 35 à 37 °c	de 30 à 32 °c
Zone 04 (cuisine)	de 35 à 39 °c	de 41 à 45 °c	de 33 à 38 °c

Tableau 4.15 : Variation des températures dans la semaine la plus chaude

Résumé des résultats de simulation avec consigne de thermostat climatisation 26 °C:

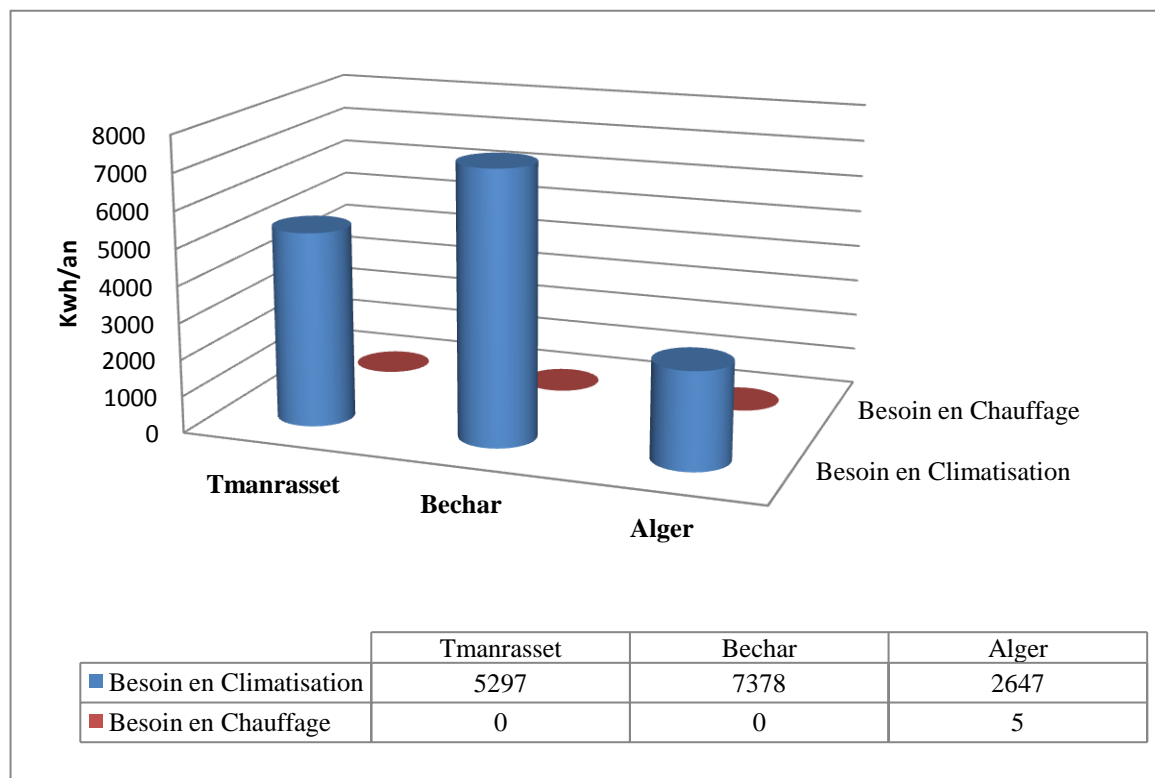


Figure 4.3 : Histogramme de comparaison de besoin en période estivale dans les 3 sites

- Site de Tamanrasset : ----- > IDE = 98 kwh/m²/an en période estivale
- Site de Bechar : ----- > IDE = 136 kwh/m²/an en période estivale
- Site d'Alger : ----- > IDE = 49 kwh/m²/an en période estivale

On constate que les besoins en Climatisation sont très important à Tamanrasset et Bechar, par apport à Alger.

Après l'analyse des résultats précédents, on constate qu'on aura besoin d'améliorer la consommation d'énergie (besoin en climatisation) dans les 3 logements ; logement de Tamanrasset, logement de Bechar et le logement d'Alger à fin de minimiser ce dernier.

2.1.3. Analyse Et Interprétation Annuelle Des Besoins :

On présente les résultats dans le tableau 4.16 des températures maximum (été) et minimum (hiver) à l’extérieur et les consommations de chauffage et de rafraîchissements annuels.

Region	T min (°C)	T max (°C)	Chauffage (kwh /an)	Climatisation (kwh /an)
Tamanrasset	1.8	38.6	14	5973
Bechar	-0.7	44.7	108	8000
Alger	1.6	39	1084	2649

Tableau 4.16 : Besoins annuels en chauffage et rafraichissement de la maison à l’état actuel

Indice de dépense d'énergie sur les 3 sites :

Surface chauffée et rafraichie : 54 m²

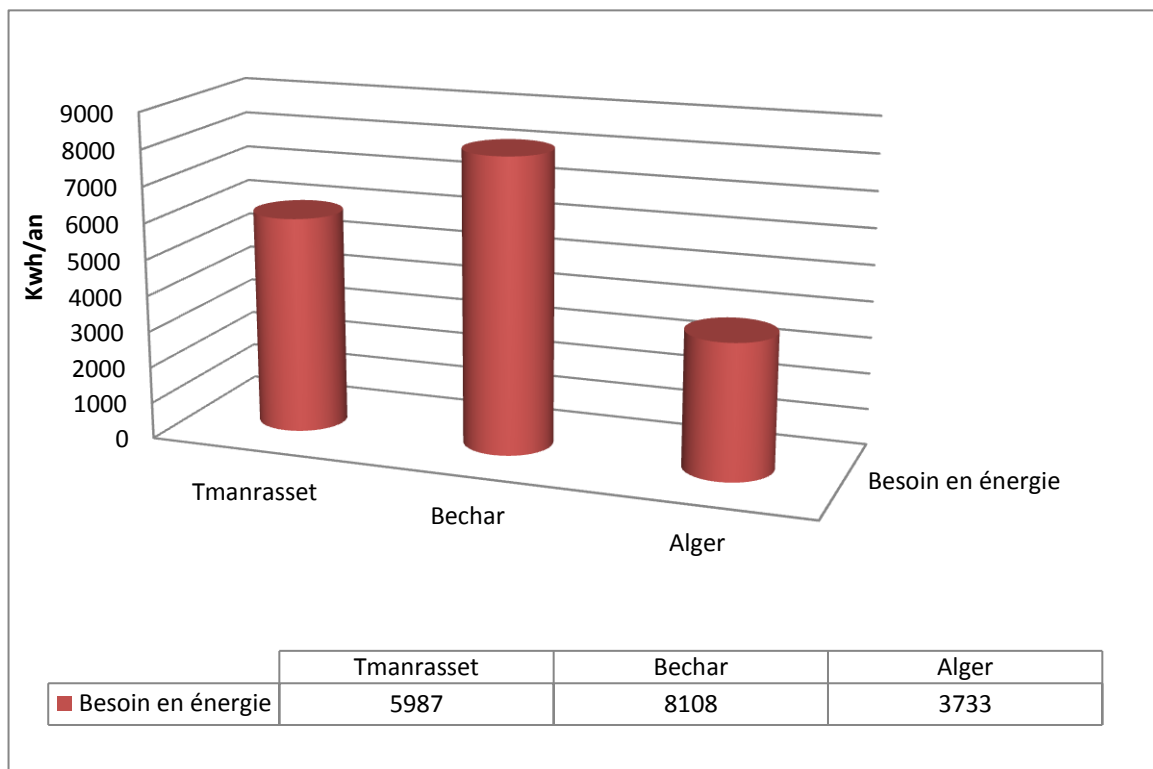


Figure 4.4 : Besoins annuels en chauffage et rafraichissement de la maison à l’état actuel

Site de Tamanrasset : ----- > IDE = 110.87 kwh/m²/an

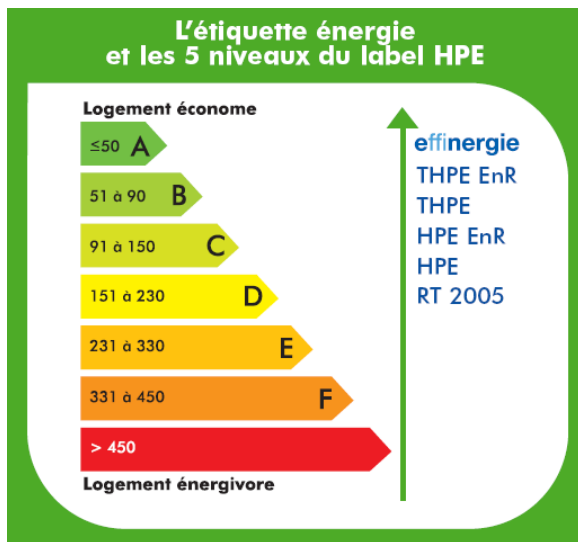
Site de Bechar : ----- > IDE = 150.14 kwh/m²/an

Site d’Alger : ----- > IDE = 69.96 kwh/m²/an

Après les résultats obtenus pour les besoins annuels en énergie (chauffage et climatisation) dans les 3 sites, Tamanrasset, Bechar et Alger , on remarque que ces besoins sont important pour les 3 sites avec une grande différence entre les deux sites de la zone saharienne et le site de la zone littoral marin, se qui nécessite une intervention d’amélioration sur l’enveloppe de logement en été, et l’intégration des système passives qui conviennent à chaque site.

En hiver le besoin en chauffage est acceptable dans les deux sites de la zone saharienne, par compte il est important dans le site qui se trouve dans la zone littoral marin (Alger), qui veut dire que l'intervention d'amélioration va toucher uniquement le logement d'étude qui se trouve à Alger par l'utilisation des paramètres de la conception bioclimatique qui vont viser les besoins en chauffage.

Classement des logements d'études :



- ❖ Le logement d'étude à Tamanrasset et Bechar est classé dans le label (HPE)
- ❖ À Alger est classé dans le label B (THPE)

Figure 4.5 : Liste des labels HPE

2.2. Résultats Des Simulations Après La Modalisation Des Solutions Passives :

2.2.1. Les Solutions Passives de l'architecture bioclimatique Choisies :

Les paramètres passives choisies pour l'amélioration de notre logement d'étude sont les suivants :

- création d'un système d'ouverture et de fermeture des volets des fenêtres avec un fonctionnement bien défini selon la saison et le besoin de chauffer ou de rafraîchir.



Figure 4.6 : Fenêtre en aluminium avec un rideau

- Implantation du lierre grimpant, une espèce de lianes arbustives à feuilles persistantes, de la famille des Araliaceae. En couvrant les murs et les fenêtres par du lierre permettra de protéger notre habitation en été du rayonnement solaire à fin d'éviter les surchauffes en période chaude .



Figure 4.7 : Mur végétalisé en lierre grim pant

- Création d'un système de ventilation nocturne (ventilation naturelle) en été qui fonctionne uniquement la nuit par l'ouverture de toutes les fenêtres pour décharger l'habitation de la chaleur accumulée dans journée. On appelle ça aussi Le free cooling nocturne consiste à rafraîchir les bâtiments la nuit grâce à de l'air extérieur. On parle de "décharge nocturne" du bâtiment puisqu'il évacue toute la chaleur excédentaire accumulée en journée.

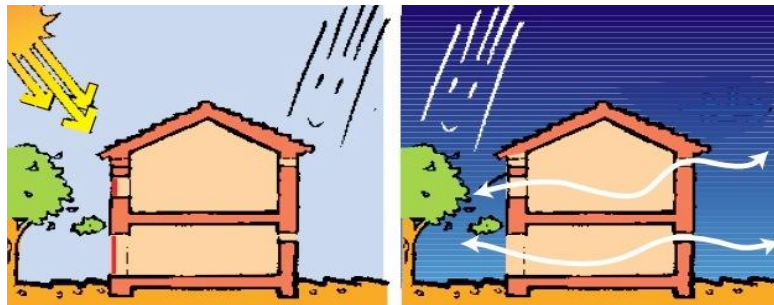


Figure 4.8 : Ventilation nocturne matérialiser avec l'ouverture des fenestres la nuit

- L'affectation de plusieurs simulation en changeant chaque fois l'orientation du logement d'étude, et comparer les résultats pour déterminer l'orientation idéale convenable de chaque site.



Figure 4.9 : Hauteur du soleil selon la période

- Renforcement de l'isolation de l'enveloppe de habitat ; L'isolation est un élément clé de la maison. Y porter une attention particulière, c'est contribuer à la baisse des factures énergétiques pour un confort assuré en hiver comme en été et la pérennité des équipements. Une maison saine et durable exige d'utiliser des matériaux respectueux de l'environnement. Ils ont l'avantage de respecter l'environnement, les utilisateurs et les habitants. Leur coût

énergétique est généralement plus faible, ils sont issus de ressources renouvelables et plus facilement recyclés.

➤ Intégration d'un Système d'ouverture et fermeture des volets (protection solaire):

Fermeture des volets en été pour les 3 sites, de 7h à 19h pour les 3 sites ; Tamanrasset, Bechar et Alger, et de 18h à 07h en hiver pour le site d'Alger uniquement.

2.2.2. Solution 01 : Occultation

2.2.2.1. Résultats des simulations avec occultation (période été) :

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année							
zone 1 : (zone de confort) : chambre	0 kWh	2437 kWh	0 W	1849 W	20.45 °C	25.76 °C	26.18 °C
zone 5 : appartement voisin	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	20.09 °C	26.86 °C	29.88 °C
zone 3 : escalier +couloir	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	20.18 °C	27.88 °C	30.88 °C
zone 2 : s.d.b+w.c	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	20.43 °C	28.34 °C	31.58 °C
zone 4 : cuisine	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	20.28 °C	31.91 °C	37.26 °C
Total	0 kWh	2437 kWh	0 W	1849 W			
Zones							
zone 1 : (zone de confort) : chambre 01+sejour+cf		14.72 kWh/m3	0.00 (1/10°C)		2.73 %	0.00 %	0.00 %

Tableau 4.17 : Récapitulatif des besoins en été avec intégration d'occultation été du site de Tamanrasset

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année							
zone 1 : (zone de confort) : chambre	0 kWh	4076 kWh	0 W	3132 W	20.88 °C	25.53 °C	26.30 °C
zone 5 : appartement voisin	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	20.53 °C	28.27 °C	34.69 °C
zone 3 : escalier +couloir	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	21.38 °C	29.00 °C	34.88 °C
zone 2 : s.d.b+w.c	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	21.93 °C	29.74 °C	36.12 °C
zone 4 : cuisine	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	21.80 °C	33.55 °C	42.59 °C
Total	0 kWh	4076 kWh	0 W	3132 W			
Zones							
zone 1 : (zone de confort) : chambre 01+sejour+cf		24.61 kWh/m3	0.00 (1/10°C)		4.71 %	0.00 %	0.00 %

Tableau 4.18 : Récapitulatif des besoins en été avec intégration d'occultation été du site de Bechar

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année							
zone 1 : (zone de confort) : chambre	155 kWh	601 kWh	816 W	1361 W	20.00 °C	23.98 °C	26.01 °C
zone 5 : appartement voisin	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	14.16 °C	22.90 °C	27.87 °C
zone 3 : escalier +couloir	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	15.16 °C	24.39 °C	29.26 °C
zone 2 : s.d.b+w.c	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	13.79 °C	24.47 °C	29.38 °C
zone 4 : cuisine	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	13.62 °C	27.79 °C	35.26 °C
Total	155 kWh	601 kWh	816 W	1361 W			
Zones							
zone 1 : (zone de confort) : chambre 01+sejour+cf		4.57 kWh/m3	0.00 (1/10°C)		7.27 %	0.00 %	14.21 %

Tableau 4.19 : Récapitulatif des besoins en été avec intégration d'occultation été du site d'Alger

- Après l'intégration d'un système d'ouverture et de fermeture des volets en été, la consommation en climatisation diminue de :
 Tamanrasset : 2437 kwh/an en climatisation au lieu 5297 kwh/an.
 Bechar : 4076 kwh/an en climatisation au lieu 7378 kwh/an.
 Alger : 601 kwh/an en climatisation et 155 kwh/an en chauffage au lieu 2647 kwh/an en climatisation et 5 kwh/an en chauffage.
- Une diminution des températures moyennes des autres zones (zone 2, zone 3, zone 4), avec une moyenne de 3 °c par apport à la température du logement à l'état de référence.

2.2.2.2. Résumé des résultats des simulations avec occultation (période été) :

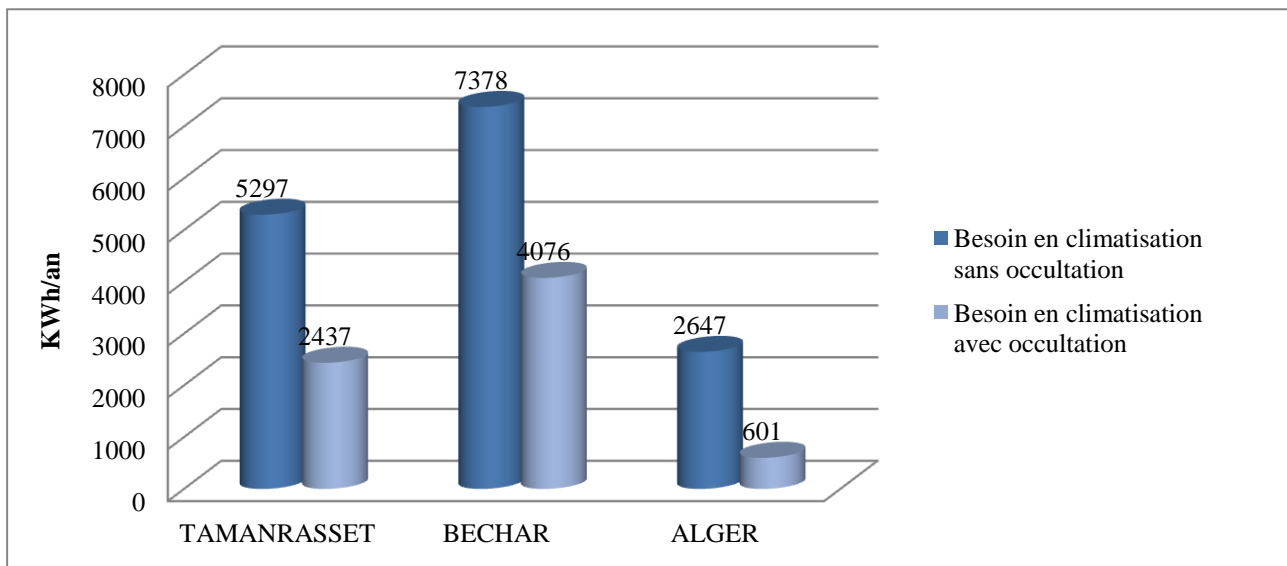


Figure 4.10 : Histogramme de comparaison de besoin en période estivale avant et après l'intégration d'occultation

À l'aide des volets la consommation diminue avec un taux important, une différence de :

	En été	En hiver
Tamanrasset :	----- > 2860 kwh/an donc 53.99 %	/ acceptable
Bechar :	----- > 3302 kwh/an donc 44.75 %	/ acceptable
Alger :	----- > 2046 kwh/an donc 77.29 %	/ à améliorer

2.2.2.3. Résultats des simulations avec occultation (période hiver) :

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année							
zone 1 : (zone de confort) : chambre 01	421 kWh	13 kWh	1198 W	956 W	20.00 °C	21.56 °C	26.29 °C
zone 5 : appartement voisin	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	13.40 °C	19.26 °C	25.75 °C
zone 3 : escalier +couloir	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	14.45 °C	20.57 °C	26.35 °C
zone 2 : s.d.b+w.c	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	12.84 °C	19.29 °C	25.14 °C
zone 4 : cuisine	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	12.75 °C	20.61 °C	28.94 °C
Total	421 kWh	13 kWh	1198 W	956 W			
Zones	Besoins Chaud+Froid	Moyenne Surchauffe Max	Amplification de T°Ext	Taux d'inconfort	Part de besoin nets		
zone 1 : (zone de confort) : chambre 01+sejour+c	2.62 kWh/m3	0.00 (1/10°C)	23.29 %	0.00 %	8.49 %		

Tableau 4.20 : Récapitulatif des besoins en hiver avec intégration d'occultation hiver du site d'Alger

- Après l'intégration de système d'ouverture et de fermeture des volets en hiver, la consommation en chauffage diminue de :
Alger : ----- > 421 kwh au lieu 1079 kwh
- Une différence de 658 kwh/an donc 60.98 % par rapport à la consommation dans l'état de référence

2.2.3. Solution 02 : Intégration De La Végétation Au Niveau Des Façades Exposé Au Soleil :

La végétation possède également plusieurs propriétés lui permettant d'améliorer le confort d'été. D'une part, par l'ombre qu'elle peut apporter au bâtiment, elle permet de diminuer les apports par rayonnement solaire et ainsi constituer une protection solaire. D'autre part, la végétation à proximité du bâtiment permet également d'apporter de la fraîcheur par évapotranspiration. Les végétaux peuvent être attenants au bâtiment comme les treilles ou pergolas végétalisées, ou plus lointains comme les arbres de haute tige à feuilles caduques. Ces types de végétaux sont plus intéressants que des conifères qui resteront fournis toute l'année et limitent également les apports solaires en hiver.

L'évapotranspiration est un phénomène qui couple deux propriétés des végétaux. D'une part, on observe une évaporation au niveau du sol, d'autre part de la transpiration par les pores des feuilles des végétaux. Elle est difficilement mesurable. Pour cela on a choisi la plante de lierre grimpant.

2.2.3.1. Les bénéfices de la végétation des façades en milieu urbain :

1. Les bénéfices environnementaux :

- La régulation de la température
- La qualité de l'air
- La gestion des eaux pluviales
- La qualité de l'eau
- La biodiversité

2. Les bénéfices à l'échelle du bâtiment :

- L'isolation thermique et la consommation d'énergie
- La protection de l'enveloppe du bâtiment

3. Les bénéfices sociaux :

- L'esthétique
- Le potentiel pédagogique
- Le contact avec la nature
- L'agriculture urbaine
- La qualité de l'espace
- Le sens de la communauté

Caractéristiques de l'écran végétal

Classe

Nom

Complément

Origine

Janvier	0.90	Juillet	0.05
Février	0.90	Août	0.05
Mars	0.80	Septembre	0.05
Avril	0.60	Octobre	0.30
Mai	0.40	Novembre	0.70
Juin	0.05	Décembre	0.90

Figure 4.11 : Le ratio de sinistralité des feuilles pour chaque saison pour lierre grimpant



Figure 4.12 : Implantation de lierre grimpant sur les façades

2.2.3.2. Résultat des simulations après l'intégration de la végétation au niveau des murs (période été) :

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année							
zone 1 : (zone de confort) : cham	0 kWh	2350 kWh	0 W	1834 W	20.44 °C	25.75 °C	26.17 °C
zone 5 : appartement voisin	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	20.08 °C	26.71 °C	29.75 °C
zone 3 : escalier +couloir	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	20.18 °C	27.77 °C	30.77 °C
zone 2 : s.d.b+w.c	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	20.43 °C	28.19 °C	31.41 °C
zone 4 : cuisine	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	20.27 °C	31.80 °C	37.12 °C
Total	0 kWh	2350 kWh	0 W	1834 W			
Zones							
zone 1 : (zone de confort) : chambre 01+st	14.19 kWh/m3		0.00 (1/10°C)		2.79 %	0.00 %	0.00 %

Tableau 4.21 : Récapitulatif des besoins en été avec intégration de végétation sur les murs du site de Tamanrasset

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année							
zone 1 : (zone de confort) : cham	0 kWh	3964 kWh	0 W	3108 W	20.87 °C	25.51 °C	26.23 °C
zone 5 : appartement voisin	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	20.43 °C	28.06 °C	34.44 °C
zone 3 : escalier +couloir	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	21.29 °C	28.85 °C	34.70 °C
zone 2 : s.d.b+w.c	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	21.93 °C	29.56 °C	35.88 °C
zone 4 : cuisine	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	21.80 °C	33.37 °C	42.37 °C
Total	0 kWh	3964 kWh	0 W	3108 W			
Zones							
zone 1 : (zone de confort) : chambre 01+st	23.94 kWh/m3		0.00 (1/10°C)		4.77 %	0.00 %	0.00 %

Tableau 4.22 : Récapitulatif des besoins en été avec intégration de végétation sur les murs du site de Bechar

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année							
zone 1 : (zone de confort) : cham	172 kWh	508 kWh	827 W	1329 W	20.00 °C	23.84 °C	26.01 °C
zone 5 : appartement voisin	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	14.16 °C	22.57 °C	27.53 °C
zone 3 : escalier +couloir	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	15.16 °C	24.11 °C	28.99 °C
zone 2 : s.d.b+w.c	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	13.79 °C	24.10 °C	29.02 °C
zone 4 : cuisine	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	13.62 °C	27.56 °C	34.93 °C
Total	172 kWh	508 kWh	827 W	1329 W			
Zones							
zone 1 : (zone de confort) : chambre 01+st	4.10 kWh/m3		0.00 (1/10°C)		7.58 %	0.00 %	15.74 %

Tableau 4.23 : Récapitulatif des besoins en été avec intégration de végétation sur les murs du site d'Alger

- Après l'intégration de la plante de lierre au niveau des murs, la consommation en climatisation diminue de :
 Tamanrasset : 2350 kwh/an en climatisation au lieu 2737 kwh/an avec occultation
 Bechar : 3964 kwh/an en climatisation au lieu 4076 kwh/an avec occultation
 Alger : 508 kwh/an en climatisation et 172 kwh/an en chauffage au lieu 601 kwh/an en climatisation et 155 kwh/an en chauffage avec occultation.

- Une faible diminution dans les températures moyennes des autres zones (zone 2, zone 3, zone 4).

2.2.3.3. Résumé des résultats des simulations après l'intégration de la végétation (période été) :

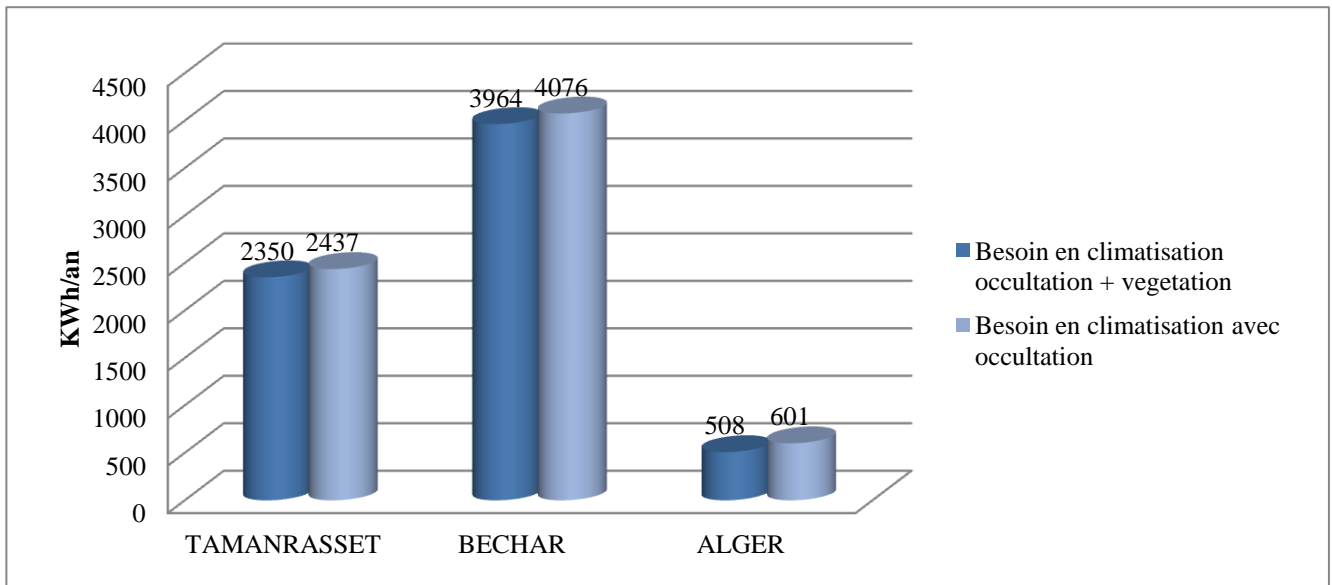


Figure 4.13 : Histogramme de comparaison de besoin en période estivale dans les 3 sites avant et après l'ajout de la végétation

À l'aide d'implantation de lierre grim pant la consommation diminue avec un taux important, une différence de :

	En été	En hiver
Tamanrasset :	----- > 87 kwh donc 1.64 %	/ acceptable
Bechar :	----- > 112 kwh donc 1.51 %	/ acceptable
Alger :	----- > 93 kwh donc 3.51 %	/ acceptable après l'amélioration

- La végétation au niveau des murs participe à la diminution de la consommation énergétique, par l'amélioration du confort intérieur des occupants dans les 3 logements d'étude ; à Tamanrasset, Bechar, et Alger.
- elle permet de diminuer les apports par rayonnement solaire et ainsi constituer une protection solaire.
- Pour la période hivernale la consommation reste presque constante après l'intégration de la végétation, car la plante choisi est une plante grim pante à feuilles persistantes, ce qui fait elle permet de profiter des rayons solaires en hiver.

2.2.4. Solution 03 : Renforcement De L'isolation De L'enveloppe :

Afin de pouvoir garantir la consommation maximale d'énergie primaire, l'enveloppe du bâti doit être performante afin de limiter les besoins en énergie : forte isolation thermique des parois opaques, des parois vitrées, des portes donnant sur l'extérieur.

Ainsi, il sera donc nécessaire de prévoir : Une isolation renforcée des parois donnant sur l'extérieur.

Parois opaques	BBC 2012	BEPOS 2020
Isolation combles	$R \geq 8$	$R \geq 10$
Isolation murs	$R \geq 4$	$R \geq 5$
Isolation sols	$R \geq 4$	$R \geq 5$

Tableau 4.24 : Mur extérieur

R : résistance thermique en $m^2.K/W$
 BBC : bâtiment basse consommation
 BEPOS : bâtiment à énergie positive

La valeur de R permet de calculer l'épaisseur nécessaire pour isoler correctement les différentes parties de la maison. En effet, chaque matériau a une valeur propre de conductivité thermique λ . A partir de cette valeur, on peut calculer l'épaisseur demandée pour une valeur de résistance thermique R ($e = \lambda \times R$).

Les bâtiments doivent, donc, être conçus selon les exigences d'été; celles de l'hiver seront satisfaites en conséquence. Il est donc plus approprié de viser la période de surchauffe pour déterminer les techniques de refroidissement passif, qui aident à réduire les températures internes pour atteindre des ambiances confortables.

En gardant le même type d'isolant « polystyrène expansé » mais en augmentant son épaisseur jusqu'à atteindre la résistance voulue obtenir pour les différentes parois qu'on a.

a. Mur Extérieur :

Composants	T	cm	kg/m ³	λ	R	Extérieur ↓ Intérieur
pierre	M	40.0	1200	1.70	0.24	
Polystyrène expansé	M	8.0	2	0.04	2.05	
Enduit plâtre	M	1.3	20	0.35	0.04	
Total		49.3	1222		2.33	

Tableau 4.25 : Mur extérieur

Pour $R_t = 4 m^2.K/W$, la résistance sans isolant = $0.31 m^2.K/W$, alors $e = \lambda \times R = 0.04 \times 3.69 = 0.1476 m$. Donc on aura une épaisseur de 15 cm pour les murs extérieurs

Composants	T	cm	kg/m ²	λ	R	Extérieur ↓ Intérieur
Enduit à la chaux	M	2	28	0.70	0.03	
Polystyrène expansé	M	15	4	0.04	3.85	
pierre	M	40.0	1200	1.70	0.24	
Enduit plâtre	M	1.3	20	0.35	0.04	
Total		58.3	1252		4.16	

Tableau 4.26 : Mur extérieur après le renforcement de l'isolation

b. Planchers :

1. Plancher bas :

Composants	T	cm	kg/m ²	λ	R	Extérieur ↓ Intérieur
Béton lourd	M	20.0	460	1.75	0.11	
Mortier	M	4.0	80	1.15	0.03	
Carrelage	M	2.0	46	1.70	0.01	
Total		26.0	586		0.15	

Tableau 4.27 : Plancher bas

Pour $R_t = 4 \text{ m}^2.K/W$, la résistance sans isolant = $0.26 \text{ m}^2.K/W$, alors $e = \lambda \times R = 0.04 \times 3.74 = 0.1496 \text{ m}$. Donc on aura une épaisseur de 15 cm pour les murs extérieurs

Cinq couches successives seront nécessaires pour réaliser une installation performante :

Étape 1 : Un lit de gravier est disposé sur le bon sol

Étape 2 : Un lit de sable est ensuite déposé sur le gravier.

Étape 3 : L'isolant est installé sur le sable

Étape 4 : La dalle est coulée sur l'isolant

Étape 5 : Le revêtement de sol est posé sur la dalle

Composants	T	cm	kg/m ²	λ	R	Extérieur ↓ Intérieur
pierre	M	5.0	150	1.70	0.03	
sable	M	5.0	65	0.60	0.08	
Polystyrène expansé	M	15.0	4	0.04	3.85	
Béton lourd	M	20.0	460	1.75	0.11	
Mortier	M	4.0	80	1.15	0.03	
Carrelage	M	2.0	46	1.70	0.01	
Total		51.0	805		4.11	

Tableau 4.28 : Plancher bas après le renforcement de l'isolation

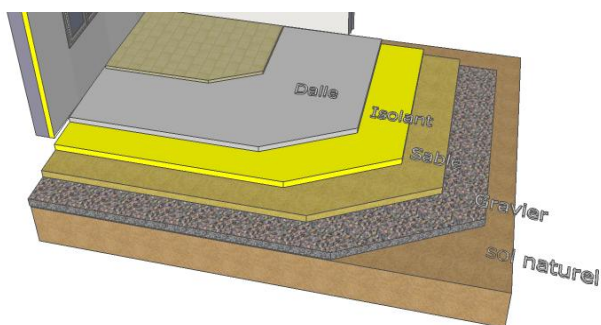


Figure 4.14 : Plancher bas proposé avec isolation

2. Plancher intermédiaire :

Composants	T	cm	kg/m ²	λ	R	
Carrelage	M	2.0	46	1.70	0.01	Extérieur ↓ Intérieur
Béton cellulaire 400	M	3.0	12	0.16	0.19	
Polystyrène expansé	M	10.0	3	0.04	2.56	
Béton cellulaire 400	M	4.0	16	0.16	0.25	
Hourdis de 20 en béton	E	20.0	260	1.33	0.15	
Plâtre courant	M	1.5	12	0.35	0.04	
Total		40.5	349		3.20	

Tableau 4.29 : Plancher intermédiaire

Pour $R_t = 4 \text{ m}^2.K/W$, la résistance sans isolant = $0.64 \text{ m}^2.K/W$, alors $e = \lambda \times R = 0.04 \times 3.36 = 0.1344 \text{ m}$. Donc on aura une épaisseur de 14 cm pour le plancher intermédiaire

Composants	T	cm	kg/m ²	λ	R	
Carrelage	M	2.0	46	1.70	0.01	Extérieur ↓ Intérieur
Béton cellulaire 400	M	3.0	12	0.16	0.19	
Polystyrène expansé	M	14	4	0.04	3.59	
Béton cellulaire 400	M	4.0	16	0.16	0.25	
Hourdis de 20 en béton	E	20.0	260	1.33	0.15	
Plâtre courant	M	1.5	12	0.35	0.04	
Total		44.5	350		4.23	

Tableau 4.30 : Plancher intermédiaire après le renforcement de l'isolation

3. Plancher haut :

Composants	T	cm	kg/m ²	λ	R	
Béton cellulaire 400	M	3.0	12	0.16	0.19	Extérieur ↓ Intérieur
Polystyrène expansé	M	10.0	3	0.04	2.56	
Béton cellulaire 400	M	4.0	16	0.16	0.25	
Hourdis de 20 en béton	E	20.0	260	1.33	0.15	
Plâtre courant	M	1.5	12	0.35	0.04	
Total		38.5	303		3.19	

Tableau 4.31 : Plancher haut

Pour $R_t = 6 \text{ m}^2.K/W$, la résistance sans isolant = $0.63 \text{ m}^2.K/W$, alors $e = \lambda \times R = 0.04 \times 5.37 = 0.2148 \text{ m}$. Donc on aura une épaisseur de 22 cm pour le plancher haut, qui va être répartie en 2 couches de 11 cm

Composants	T	cm	kg/m ²	λ	R	
Béton cellulaire 400	M	3.0	12	0.16	0.19	Extérieur ↓ Intérieur
Polystyrène expansé	M	11	3	0.04	2.82	
Béton cellulaire 400	M	4.0	16	0.16	0.25	
Hourdis de 20 en béton	E	20.0	260	1.33	0.15	
Polystyrène expansé	M	11	3	0.04	2.82	
Plâtre courant	M	1.5	12	0.35	0.04	
Total		50.5	306		6.27	

Tableau 4.32 : Plancher haut après le renforcement de l'isolation

c. Fenêtres :

Les portes et les fenêtres : elles peuvent représenter 15 % de la déperdition de la chaleur intérieure, pour cela on change le type de fenêtre utilisé dans le logement de référence. On a choisi une fenêtre qui se caractérise par :

- Double vitrage peu émissif à lame argon.
- L'argon est un gaz inerte qui améliore encore les performances thermiques.
- Le double vitrage à efficacité renforcée (VIR) garantit un pouvoir d'isolation deux fois supérieur a celui du double vitrage classique.

Classe Fenêtres

Nom Fen alu DV EKO Argon 4.12.4

Complément Double vitrage 4 + 4 mm huisserie alu à rupture thermique

Origine St GOBAIN - DIAMANT + PLANITHERM SOLAR

Nombre de vitrages 2 Vitrages

Facteur solaire moyen 0.53

Changer les caractéristiques

Coeff U moyen 1.88 W/(m2.K)

% de vitrage 70 %

Vitrage

Facteur solaire 0.75

Coeff U Vitrage 1.40 W/(m2.K)

Cadre

Coeff U Opaque 3.00 W/(m2.K)

Tableau 4.33 : Fenêtre en aluminium améliorée

2.2.4.1. Résultat des simulations après le Renforcement de l'isolation de l'enveloppe :

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année							
zone de confort (zone 1) : chambre 01	0 kWh	2353 kWh	0 W	1672 W	20.51 °C	25.66 °C	26.20 °C
logement voisin	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	20.51 °C	26.87 °C	29.43 °C
zone 3 : circulation	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	20.47 °C	28.00 °C	30.70 °C
zone 2 : s.d.b+w.c	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	20.73 °C	28.67 °C	31.86 °C
zone 4 : cuisine	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	20.70 °C	32.68 °C	37.44 °C
Total	0 kWh	2353 kWh	0 W	1672 W			
Zones	Besoins Chaud+Froid	Moyenne Surchauffe M	Amplification de T°Ext	Taux d'inconfort	Part de besoin nets		
zone de confort (zone 1) : chambre 01+sejour	14.21 kWh/m3	0.00 (1/10°C)	1.78 %	0.00 %	0.00 %		

Tableau 4.34 : Récapitulatif des besoins en été avec renforcement de l'isolation du site de Tamanrasset

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année							
zone de confort (zone 1) : chambre	0 kWh	1561 kWh	0 W	1935 W	20.18 °C	25.66 °C	26.33 °C
logement voisin	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	16.91 °C	26.04 °C	29.75 °C
zone 3 : circulation	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	17.46 °C	26.69 °C	30.05 °C
zone 2 : s.d.b+w.c	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	16.73 °C	25.89 °C	30.91 °C
zone 4 : cuisine	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	16.57 °C	27.64 °C	35.33 °C
Total	0 kWh	1561 kWh	0 W	1935 W			
Zones	Besoins Chaud+Froid	Moyenne Surchauffe M	Amplification de T°Ext	Taux d'inconfort	Part de besoin nets		
zone de confort (zone 1) : chambre 01+sejour	9.43 kWh/m3	0.00 (1/10°C)	4.29 %	0.00 %	0.00 %		

Tableau 4.35 : Récapitulatif des besoins en hiver avec renforcement de l'isolation du site de Tamanrasset

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année							
zone de confort (zone 1) : chambre	0 kWh	3617 kWh	0 W	2732 W	20.72 °C	25.54 °C	26.21 °C
logement voisin	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	21.56 °C	28.25 °C	33.42 °C
zone 3 : circulation	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	21.71 °C	29.12 °C	34.06 °C
zone 2 : s.d.b+w.c	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	22.26 °C	30.08 °C	35.63 °C
zone 4 : cuisine	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	22.25 °C	34.33 °C	41.81 °C
Total	0 kWh	3617 kWh	0 W	2732 W			
Zones	Besoins Chaud+Froid	Moyenne Surchauffe M	Amplification de T°Ext	Taux d'inconfort	Part de besoin nets		
zone de confort (zone 1) : chambre 01+sejour	21.84 kWh/m3	0.00 (1/10°C)	2.92 %	0.00 %	0.00 %		

Tableau 4.36 : Récapitulatif des besoins en été avec renforcement de l'isolation du site de Bechar

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année							
zone de confort (zone 1) : chambre	0 kWh	1288 kWh	65 W	2281 W	20.00 °C	25.46 °C	26.23 °C
logement voisin	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	15.42 °C	25.50 °C	32.28 °C
zone 3 : circulation	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	16.22 °C	26.13 °C	31.42 °C
zone 2 : s.d.b+w.c	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	15.03 °C	24.91 °C	31.46 °C
zone 4 : cuisine	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	14.87 °C	26.61 °C	36.19 °C
Total	0 kWh	1288 kWh	65 W	2281 W			
Zones	Besoins Chaud+Froid	Moyenne Surchauffe M	Amplification de T°Ext	Taux d'inconfort	Part de besoin nets		
zone de confort (zone 1) : chambre 01+sejour	7.78 kWh/m3	0.00 (1/10°C)	9.74 %	0.00 %	0.00 %		

Tableau 4.37 : Récapitulatif des besoins en été avec renforcement de l'isolation du site de Bechar

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année							
zone de confort (zone 1) : chambre	82 kWh	610 kWh	609 W	1173 W	20.00 °C	24.16 °C	26.03 °C
logement voisin	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	14.45 °C	22.89 °C	27.16 °C
zone 3 : circulation	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	15.40 °C	24.56 °C	28.88 °C
zone 2 : s.d.b+w.c	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	14.03 °C	24.71 °C	29.89 °C
zone 4 : cuisine	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	13.85 °C	28.52 °C	35.37 °C
Total	82 kWh	610 kWh	609 W	1173 W			
Zones	Besoins Chaud+Froid	Moyenne Surchauffe M	Amplification de T°Ext	Taux d'inconfort	Part de besoin nets		
zone de confort (zone 1) : chambre 01+sejour	4.18 kWh/m3	0.00 (1/10°C)	4.52 %	0.00 %	10.35 %		

Tableau 4.38 : Récapitulatif des besoins en été avec renforcement de l'isolation du site d'Alger

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année							
zone de confort (zone 1) : chambre	5 kWh	0 kWh	438 W	-0 W	20.00 °C	22.17 °C	24.79 °C
logement voisin	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	13.61 °C	19.91 °C	23.23 °C
zone 3 : circulation	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	14.65 °C	21.23 °C	24.53 °C
zone 2 : s.d.b+w.c	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	13.08 °C	20.05 °C	24.18 °C
zone 4 : cuisine	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	12.95 °C	21.69 °C	27.58 °C
Total	5 kWh	0 kWh	438 W	0 W			
Zones	Besoins Chaud+Froid	Moyenne Surchauffe M	Amplification de T°Ext	Taux d'inconfort	Part de besoin nets		
zone de confort (zone 1) : chambre 01+sejour	0.03 kWh/m3	0.00 (1/10°C)	15.32 %	0.00 %	0.12 %		

Tableau 4.39 : Récapitulatif des besoins en hiver avec renforcement de l'isolation du site d'Alger

Avec le renforcement de l'isolation des parois et des fenêtres du logement, le besoin en climatisation augmente durant les périodes de surchauffe en hiver dans les régions sahariennes (Tamanrasset et Bechar) en double par rapport au besoin dans l'état de référence du logement :

Tamanrasset : 1561 kwh/an en climatisation et 0 kwh/an en chauffage au lieu 676 kwh/an en climatisation et 15 kwh/an en chauffage dans l'état de référence.

Bechar: 1288 kwh/an en climatisation et 0 kwh/an en chauffage au lieu 622 kwh/an en climatisation dans l'état de référence.

Par contre à Alger (région méditerranéenne) le renforcement de l'isolation à permet de minimiser le besoin en chauffage durant l'hiver, avec un taux important, 5 kwh/an en chauffage au lieu 421 kwh/an par les deux premières solutions : occultation + vegetation.

2.2.4.2. Résumé des résultats des simulations après le renforcement de l'isolation :

Site de Tamanrasset :

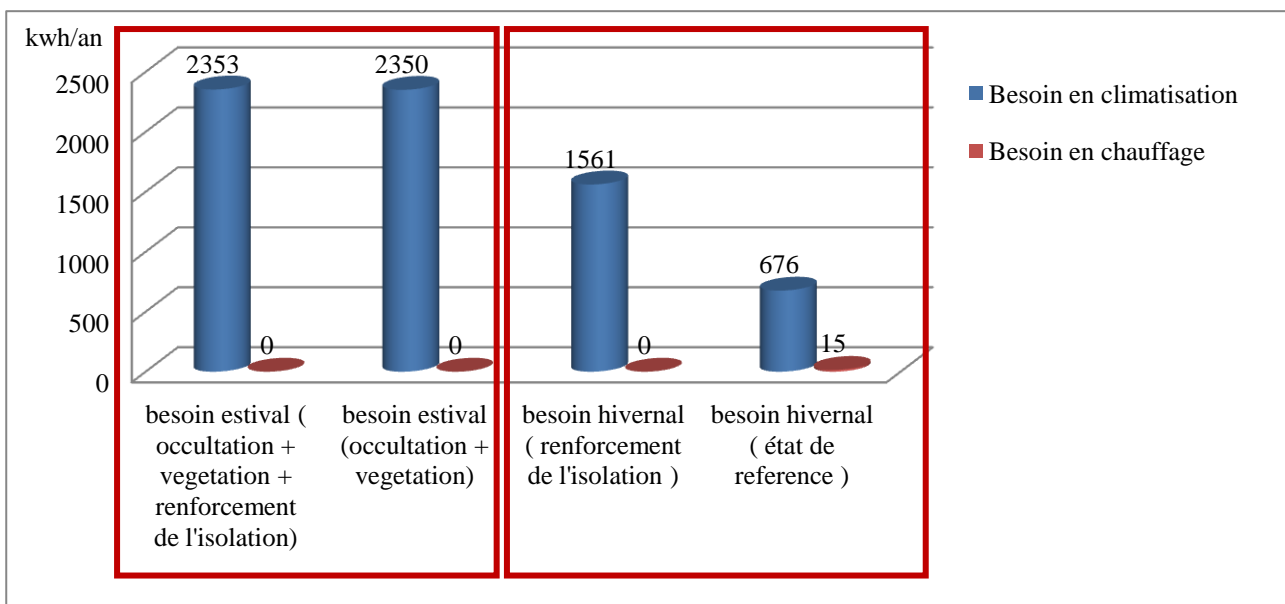


Figure 4.16 : Histogramme de comparaison de besoin avant le renforcement de l'isolation et après dans le site de Tamanrasset

Site de Bechar :

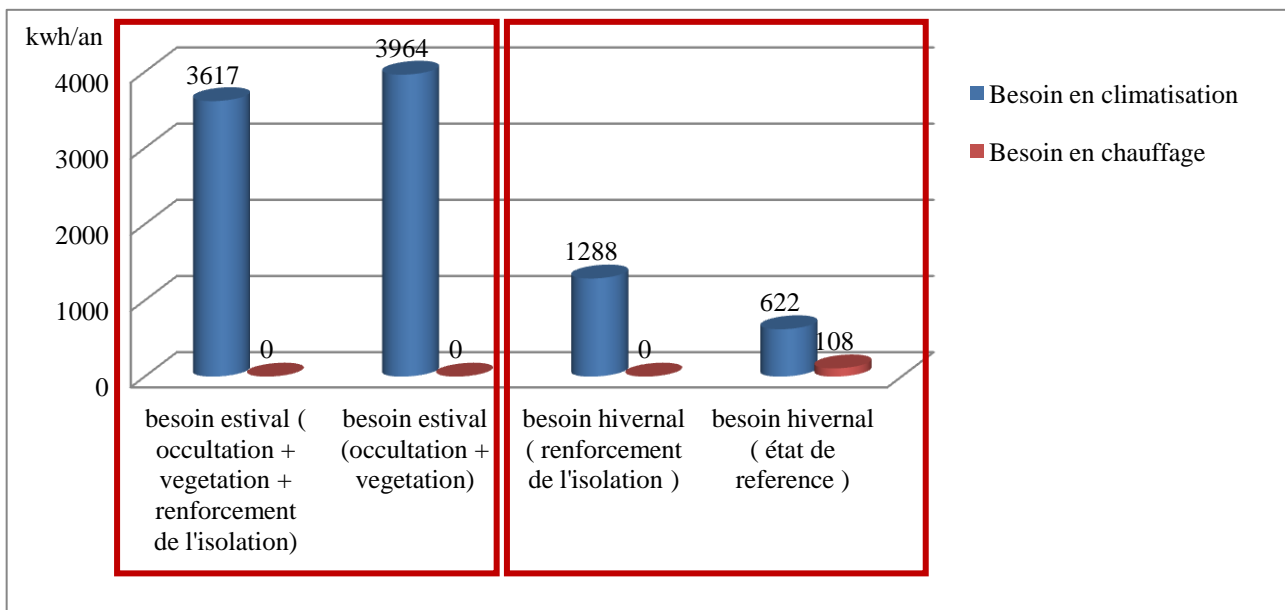


Figure 4.17 : Histogramme de comparaison de besoin avant le renforcement de l'isolation et après dans le site de Bechar

Site d'Alger :

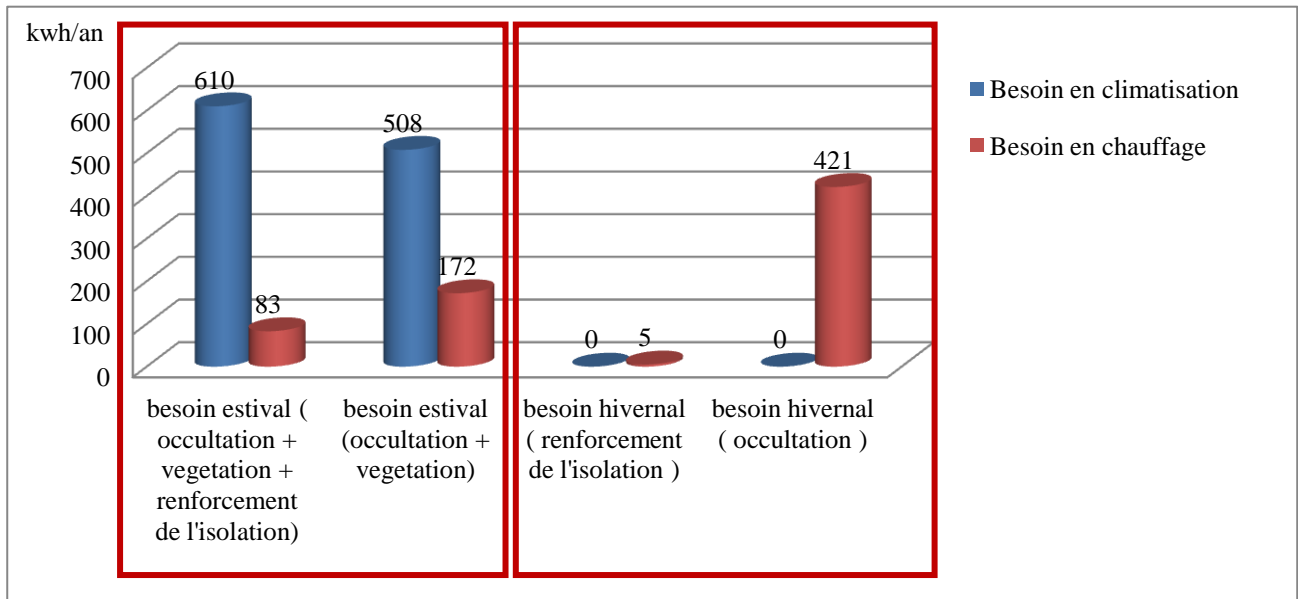


Figure 4.18 : Histogramme de comparaison de besoin avant le renforcement de l'isolation et après dans le site d'Alger

On peut dire que l'augmentation de l'épaisseur de l'isolant dans les parois et l'utilisation des fenêtres plus performantes que les 1^{eres} fenêtres ont donné des résultats positifs uniquement dans le site d'Alger avec une diminution importante en besoin de chauffage, une différence de 416 kWh/an, qui nous donne un pourcentage de 38.55 % de diminution dans la consommation hivernale du logement dans l'état de référence.

Contrairement à Tamanrasset et Bechar ça provoque des surchauffes ce qui nécessite dédoublé le besoin en climatisation pour décharger le bâtiment de cette chaleur (phénomène d'accumulation), on conclura finalement qu'on a déplacé l'épaisseur optimal de l'isolation pour le site de Tamanrasset et Bechar.

2.2.5. Solution 04 : Modélisation De La Ventilation Nocturne

L'ouverture des fenêtres la nuit de 21h à 5h du matin avec un système automatique, elles s'ouvrent automatiquement, en fonction de l'écart entre la température intérieure et extérieure.

2.2.5.1. Résultat des simulations après la modélisation de la ventilation nocturne :

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année							
zone 1 : (zone de confort) : chambre C	0 kWh	1899 kWh	179 W	2043 W	20.00 °C	25.50 °C	26.43 °C
zone 5 : appartement voisin	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	20.10 °C	26.54 °C	29.63 °C
zone 2 : s.d.b+w.c	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	20.42 °C	27.38 °C	30.64 °C
zone 4 : cuisine	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	19.83 °C	28.42 °C	32.90 °C
Total	0 kWh	1899 kWh	179 W	2043 W			
Zones	Besoins Chaud+Froid	Moyenne Surchauffe Max	Amplification de T°Ext	Taux d'inconfort	Part de besoin nets		
zone 1 : (zone de confort) : chambre 01+sejé	11.47 kWh/m3	0.00 (1/10°C)	4.44 %	0.00 %	0.55 %		

Tableau 4.40 : Récapitulatif des besoins en été avec modalisation d'un système de ventilation nocturne du site de Tamanrasset

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année							
zone 1 : (zone de confort) : chambr	0 kWh	3974 kWh	0 W	3442 W	20.21 °C	25.19 °C	26.35 °C
zone 3 : escalier +couloir	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	20.72 °C	28.54 °C	34.50 °C
zone 2 : s.d.b+w.c	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	21.13 °C	28.74 °C	35.12 °C
zone 4 : cuisine	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	21.27 °C	29.99 °C	38.29 °C
Total	0 kWh	3974 kWh	0 W	3442 W			

Zones	Besoins Chaud+Froid	Moyenne Surchauffe M	Amplification de T°Ext	Taux d'inconfort	Part de besoin nets
zone 1 : (zone de confort) : chambre 01+sej	24.00 kWh/m3	0.00 (1/10°C)	5.79 %	0.00 %	0.00 %

Tableau 4.41 : Récapitulatif des besoins en été avec modalisation d'un système de ventilation nocturne du site de Bechar

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année							
zone 1 : (zone de confort) : chambre	82 kWh	250 kWh	609 W	1778 W	20.00 °C	23.02 °C	26.62 °C
zone 3 : escalier +couloir	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	15.16 °C	23.56 °C	28.71 °C
zone 2 : s.d.b+w.c	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	13.79 °C	23.04 °C	28.12 °C
zone 4 : cuisine	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	13.22 °C	23.77 °C	30.45 °C
Total	82 kWh	250 kWh	609 W	1778 W			

Zones	Besoins Chaud+Froid	Moyenne Surchauffe M	Amplification de T°Ext	Taux d'inconfort	Part de besoin nets
zone 1 : (zone de confort) : chambre 01+sejour	4.34 kWh/m3	0.00 (1/10°C)	10.32 %	0.00 %	29.05 %

Tableau 4.42 : Récapitulatif des besoins en été avec modalisation d'un système de ventilation nocturne du site d'Alger

Avec la modélisation d'un système de ventilation nocturne, ouverture des fenêtres la nuit, la consommation en climatisation diminue de :

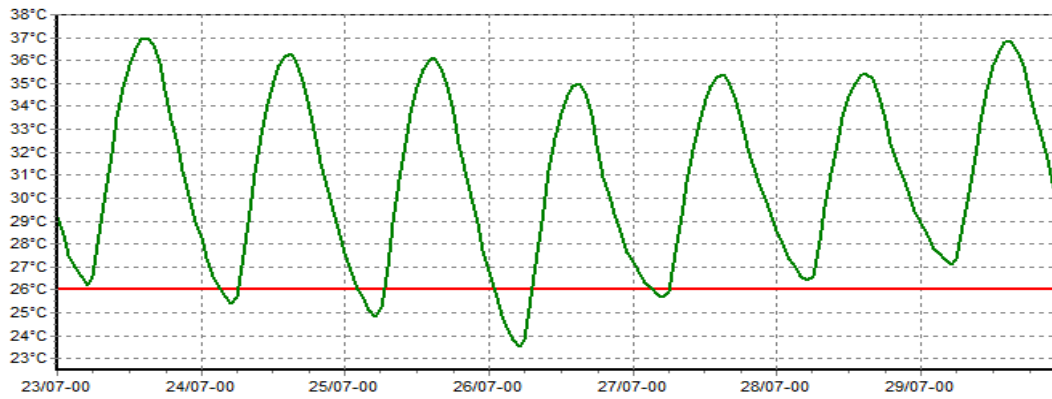
Tamanrasset : 1899 kwh/an en climatisation au lieu 2350 kwh/an avec occultation et végétation

Alger : 250 kwh/an en climatisation et 82 kwh/an en chauffage au lieu 508 kwh/an en climatisation et 172 kwh/an en chauffage avec occultation et végétation

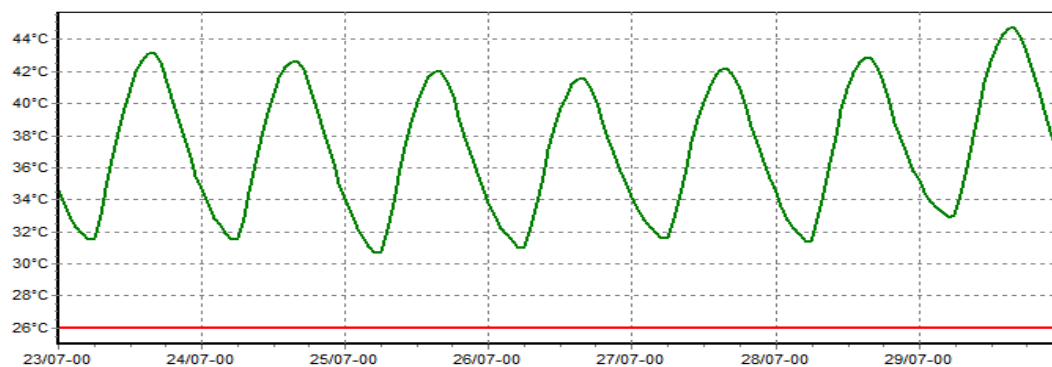
Et augmente de :

Bechar : 3974 kwh/an en climatisation au lieu 3964 kwh/an avec occultation et végétation

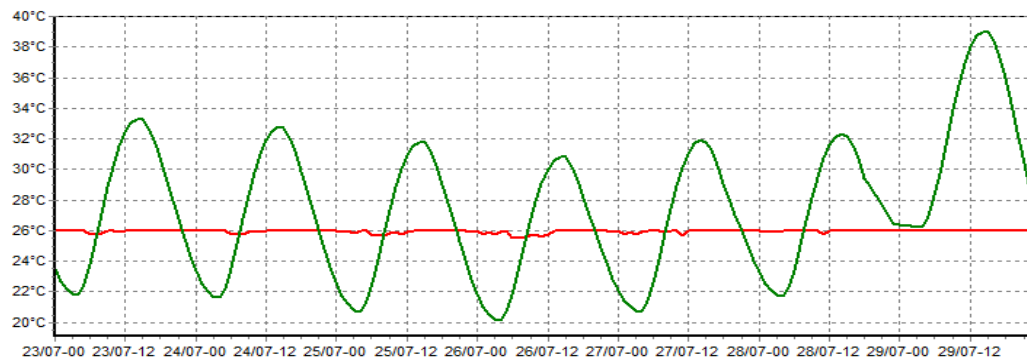
Visualisation graphique : — Zone de confort — extérieur



Graph 4.13: Évolution de température en été avec ventilation nocturne dans le site de Tamanrasset (La semaine la plus chaude)



Graph 4.14: Évolution de température en été avec ventilation nocturne dans le site de Bechar (La semaine la plus chaude)



Graph 4.15: Évolution de température en été avec ventilation nocturne dans le site d'Alger (La semaine la plus chaude)

On peut voir clairement la différence entre la température voulu assurer dans la zone de confort et la température extérieure durant la nuit des différents sites, la température extérieure dans le site de Tamanrasset et Alger est acceptable comme elle peut assurer une ventilation nocturne, par contre à Bechar elle ne descend pas au delà de 31 °c .

La ventilation nocturne marche parfaitement au le logement qui se trouve dans le site de Tamanrasset et Alger car la température extérieure se limite entre 20 et 26 °c la nuit.

Par contre à Bechar la température extérieure la nuit dépasse les 31 °c donc vaut mieux fermer toutes les fenêtres et éliminer la ventilation nocturne à fin d'éviter les surchauffes.

2.2.5.2. Résumé des résultats des simulations après la modélisation de la ventilation nocturne :

Remarque : pour le logement dans le site d'Alger le renforcement de l'isolation a été pris en compte.

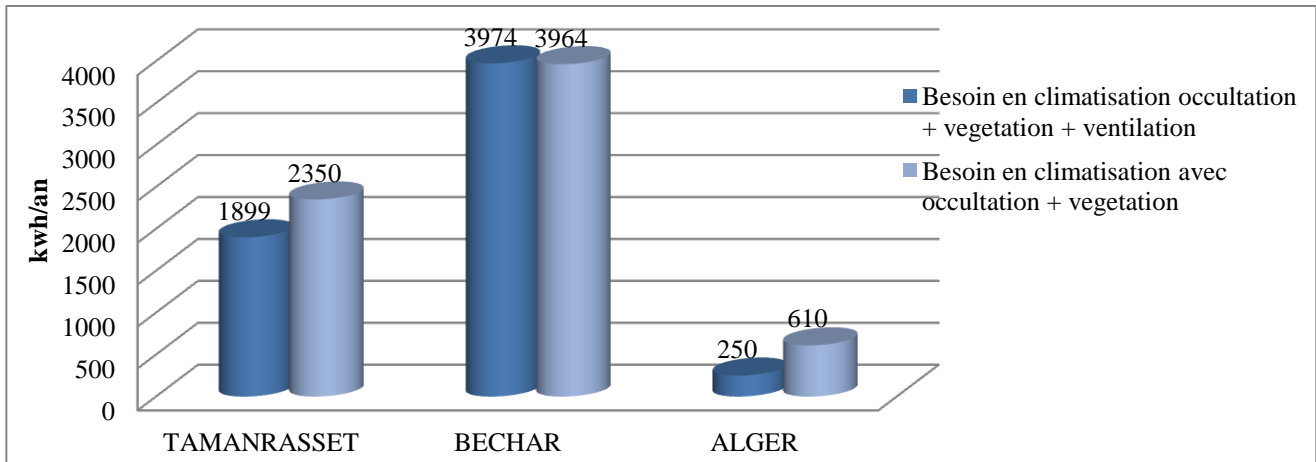


Figure 4.19 : Histogramme de comparaison de besoin en période estivale dans les 3 sites après la modélisation de la ventilation nocturne

À l'aide de la ventilation nocturne la consommation diminue avec un taux important, une différence de:

	En été	En hiver
Tamanrasset :	----- > 451 kwh donc 8.51 %	/ acceptable
Alger :	----- > 258 kwh donc 13.60 %	/ acceptable après l'amélioration

2.2.6. Solution 05 : Vérification De L'orientation Des Logements :

La zone de confort est orienté sud par le concepteur de ce logement pour déterminer l'orientation idéale qui minimisera la moyenne de surchauffe et diminuera la consommation en énergie, on a effectué plusieurs simulations en changeant l'orientation du logement à chaque fois.

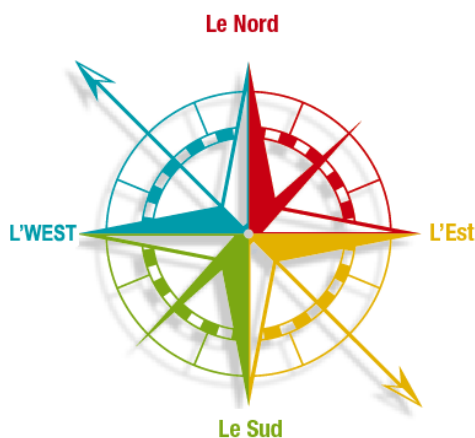


Figure 4.20 : Les quartes orientations choisies

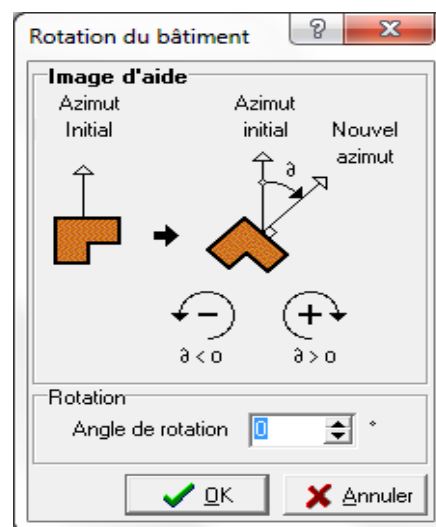


Figure 4.21 : Interface responsable de l'orientation du bâtiment dans PLEIADE

on a pu faire sortir l’histogramme suivant qui nous permet de voir l’évolution de la consommation d’énergie en climatisation et chauffage, en période estivale et hivernale en fonction des différentes orientations de la zone de confort ; nord, sud, est, ouest :

L’Algérie est un payé chaud, donc on a visé le besoin en climatisation et chauffage en hiver, par contre pour en été, le besoin en climatisation uniquement.

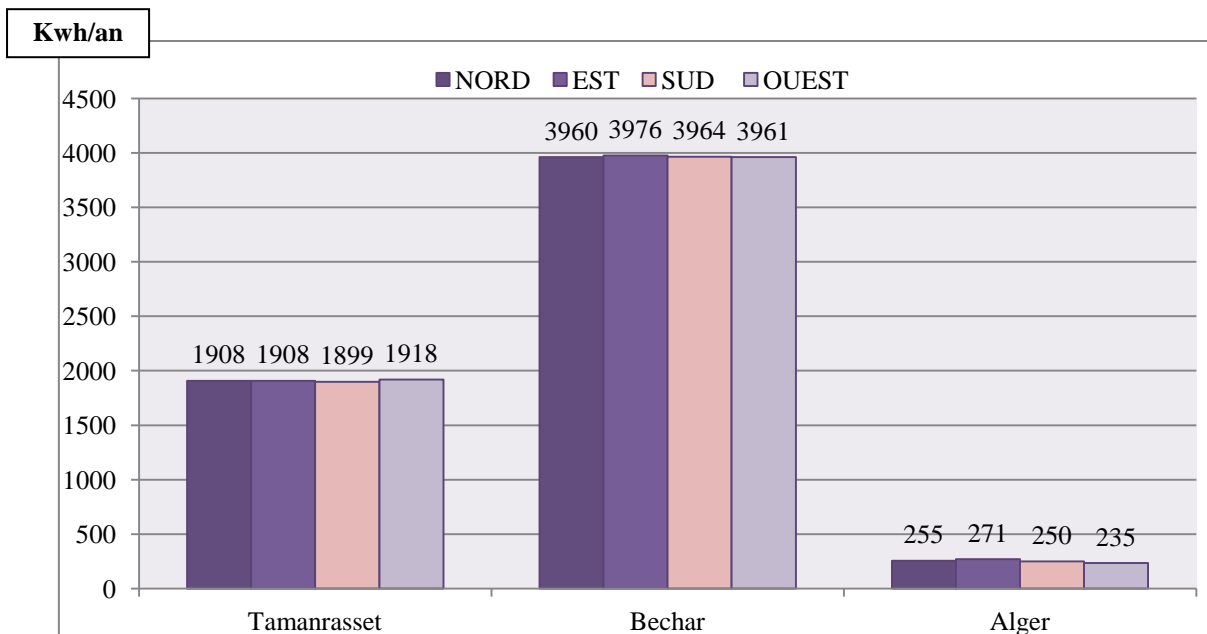


Figure 4.22 : Histogramme de comparaison le besoin en climatisation en période estivale dans les 3 sites dans les différentes orientations

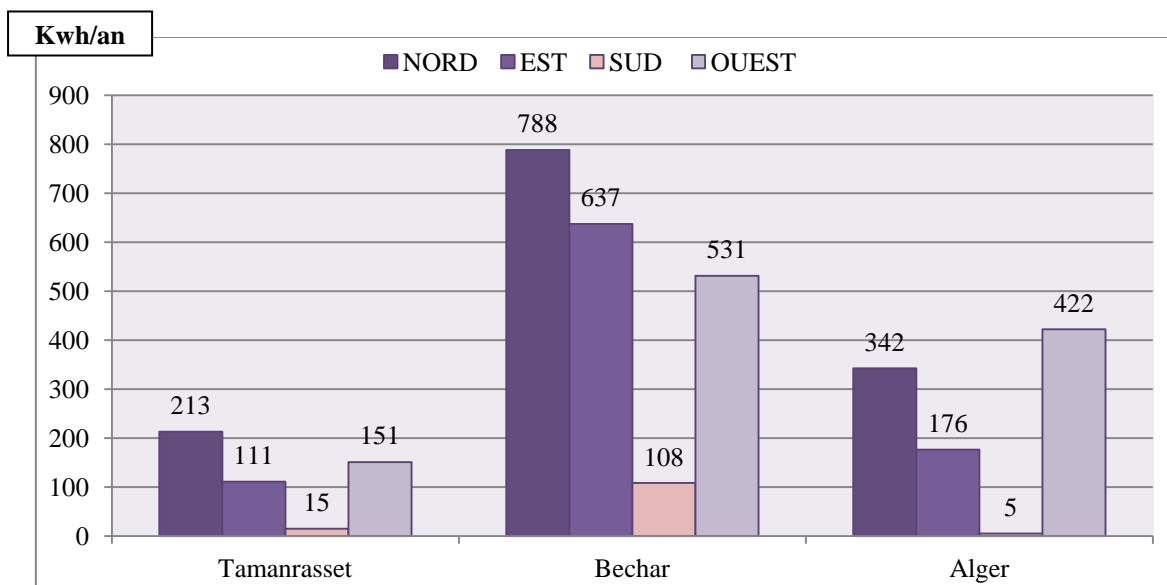


Figure 4.23 : Histogramme de comparaison le besoin en chauffage en période hivernale dans les 3 sites dans les différentes orientations

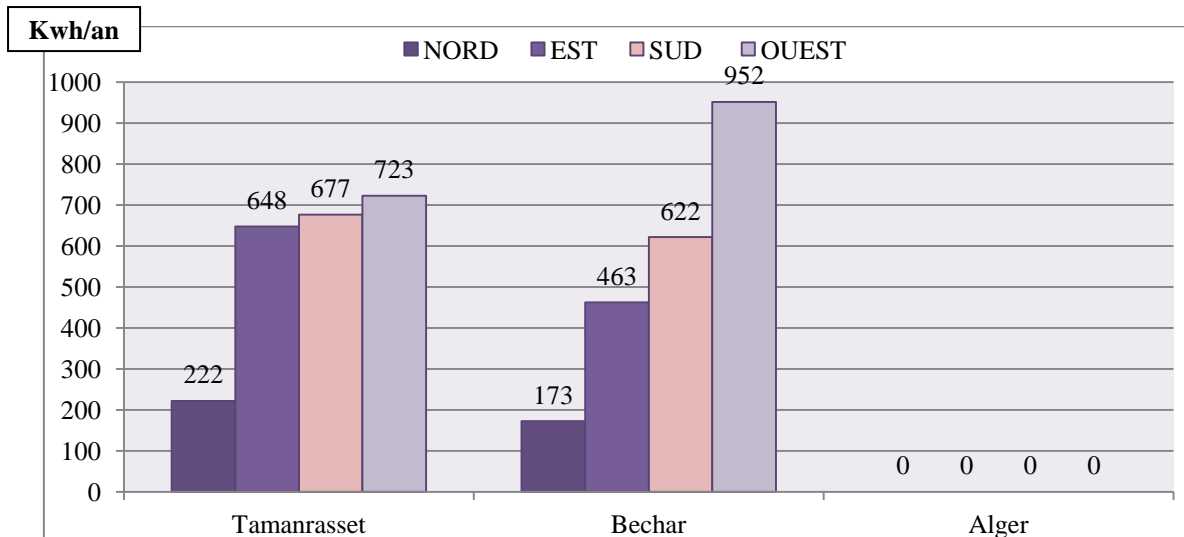


Figure 4.24 : Histogramme de comparaison le besoin en climatisation en période hivernale dans les 3 sites dans les différentes orientations

L'orientation idéale des pièces de la zone de confort est :

Tamanrasset : ==> Nord

Bechar : ==> Sud

Alger : ==> Sud

Pour le logement de Tamanrasset cette orientation est due aux réverbérations du soleil au zénith en période estivale

2.3. Les Besoins Annuels Finaux Après L'amélioration Des Logements :

Site de TAMANRASSET : ----- > 2343 kwh/an IDE = 43 kwh/m²/an

Site de BECHAR : ----- > 4694 kwh/an IDE = 87 kwh/m²/an

Site d'ALGER : ----- > 338 kwh/an IDE = 6.25 kwh/m²/an

Quelques remarques s'imposent déjà à la lecture de ces valeurs : la zone A (Alger) qui se situe respectivement dans les régions de l'Atlas méditerranéen nécessite des mesures réglementaires pour l'hiver. Les zones D (Bechar) et D' (Tamanrasset) situées dans le Sahara, imposent par contre une réglementation pour la saison d'été.

Toute construction nouvelle devrait au moins respecter ces valeurs qui constitueraient l'exigence réglementaire actuelle. Dans cette étude, on a analysé les comportements de ce bâtiment en variant les paramètres concernant l'enveloppe dans les différents sites.

Solution / Logement	ouverture et fermeture des volets	végétation	Renforcement de l'isolation	Ventilation nocturne la nuit
Tamanrasset	✓	✓	X	✓
Bechar	✓	✓	X	X
Alger	✓	✓	✓	✓

Tableau 4.43 : Résumé des solutions passives convenables de chaque site

3. Les Perspectives :

Cette étude nous permettra de proposer certain nombre de technique agissant sur le confort thermique du logement en fonction de la région :

1. L'utilisation de la des briques en terre dans les régions saharienne :

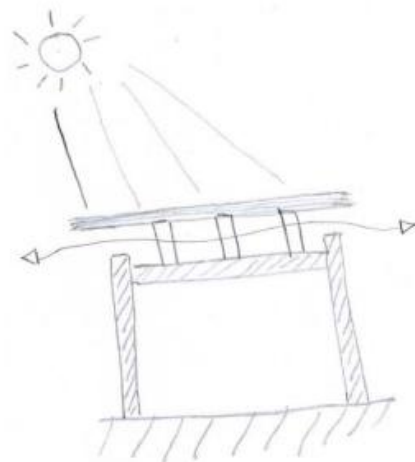
- Des grandes quantités de terre extraites en Algérie au cours de grands travaux d'utilité publique, comme les routes, les travaux des fondations des constructions peuvent être recyclées et utilisées comme matériau de construction.
- Les couts des blocs comprimés en terre crue, en comparaison avec ceux de la maçonnerie en parpaing de ciment, de pierre ou même de brique de terre cuite, sont de 20 à 30 % inferieurs.
- Il possède en outre des propriétés, telles qu'une grande capacité d'absorption d'eau, une masse volumique élevée, une bonne capacité à laisser transiter la vapeur, une bonne inertie thermique, des qualités phoniques et une longévité avérée.

2. L'utilisation des protections contre le rayonnement solaire à Bechar et Tamanrasset :

L'élément le plus important à respecter dans un climat comme Tamanrasset et Bechar est la protection du rayonnement solaire direct. Les solutions traditionnellement utilisées étaient la toiture terrasse et les murs épais, toutes deux offrant une épaisseur suffisante pour obtenir le décalage nécessaire entre les températures diurnes et nocturnes.

Une alternative combinable, est possible :

- On peut associer un second élément à une toiture plate, élément surélevé et dissocié au maximum de cette dernière, et destiné à former un écran au rayonnement solaire direct, ce système offre l'avantage d'une double couche en toiture, le 1er pouvant être réalisée en matériaux locaux à faible couts, tels que la paille ou les branches de palmier, et constituant une couche de protection pour la seconde toiture en terre battue.



4. Application Des Énergies Renouvelables :

Dans notre logement d'étude, les pertes d'énergie ont été réduites au minimum, les demandes sont faibles et les techniques utilisées exploitent l'énergie d'une manière très efficace. Les besoins énergétiques totaux sont donc réduits, et leur quantité peut dès lors être fournie partiellement, ou totalement, par les énergies renouvelables.

On a proposé une installation d'un système photovoltaïque, pour compensé le solde de la consommation d'énergie en chauffage et climatisation qui a été minimisé au maximum.

Donc notre système va alimenter des climatiseurs installés dans la zone de confort (séjour, deux chambres) qui vont nous assurer une température intérieure entre 26 °c max et 20 °c min durant toute l'année.

- L'utilisation d'un climatiseur Condor 9000 btu, d'une puissance de 1430 w
- Nombre des climatiseurs utilisés (3 pièces ; 2 chambres et un séjour) : 3
- Surface de toiture disponible pour l'installation = 50 m²

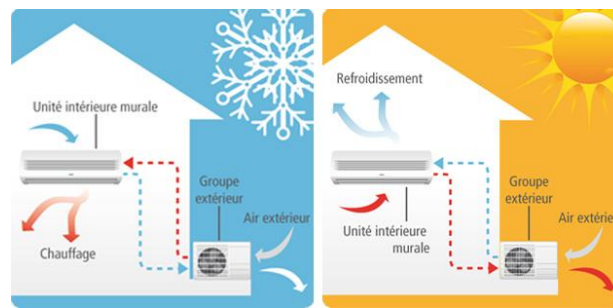


Figure 4.25 : Utilisation de climatiseur dans les deux modes

L'utilisation de logiciel de simulation PVSYSY pour estimer précisément la production photovoltaïque d'un générateur et dimensionner l'ensemble des composants du système : panneaux, onduleurs, câblage.

4.1. Dimensionnement De Système Photovoltaïque À Installer Dans Les 3 Sites :

Notre installation solaire photovoltaïque comprend des batteries afin de rendre l'électricité disponible la nuit ou lorsque le soleil est voilé. Nous allons maintenant voir comment calculer les nombre de batteries nécessaires dans une installation.

Nous avons choisi :

1. Des batteries pvx2580l (12 v, 236 ah)
2. Des modules photovoltaïques de Solon Black

Caractéristique des modules :

- Puissance nominale des modules : 280 wp
- Dimension de module : 1980 mm x 1000 mm x 42 mm
- poids 30kg
- type de silicium : silicium monocristallin

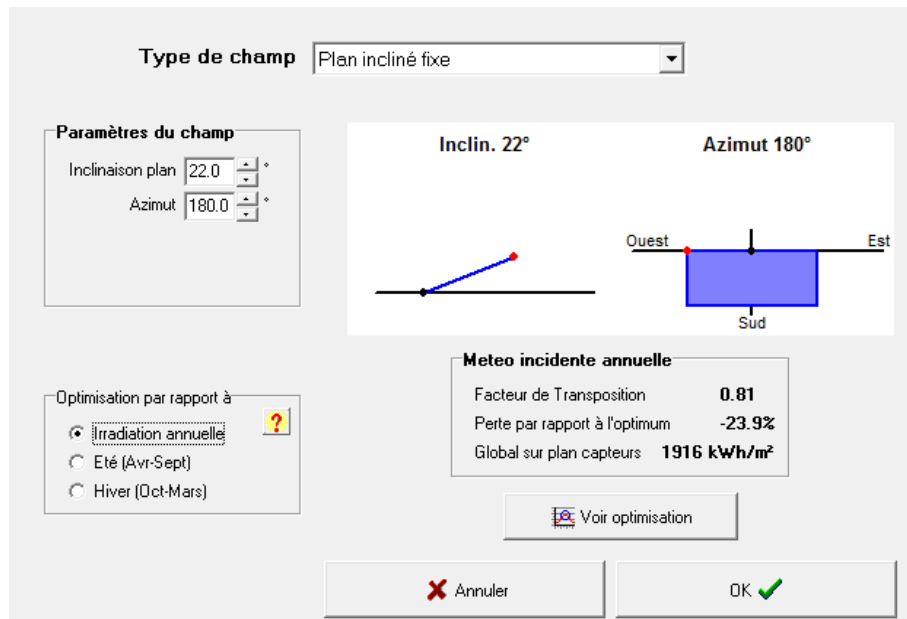


Figure 4.27 : Interface d'orientation des plans dans logiciel Pvsyst

4.2. Résultats Des Simulations Par Pvsyst :

Presentation des resultats apres l'effectation de la simulation dynamique dans les differents sites d'etudes :

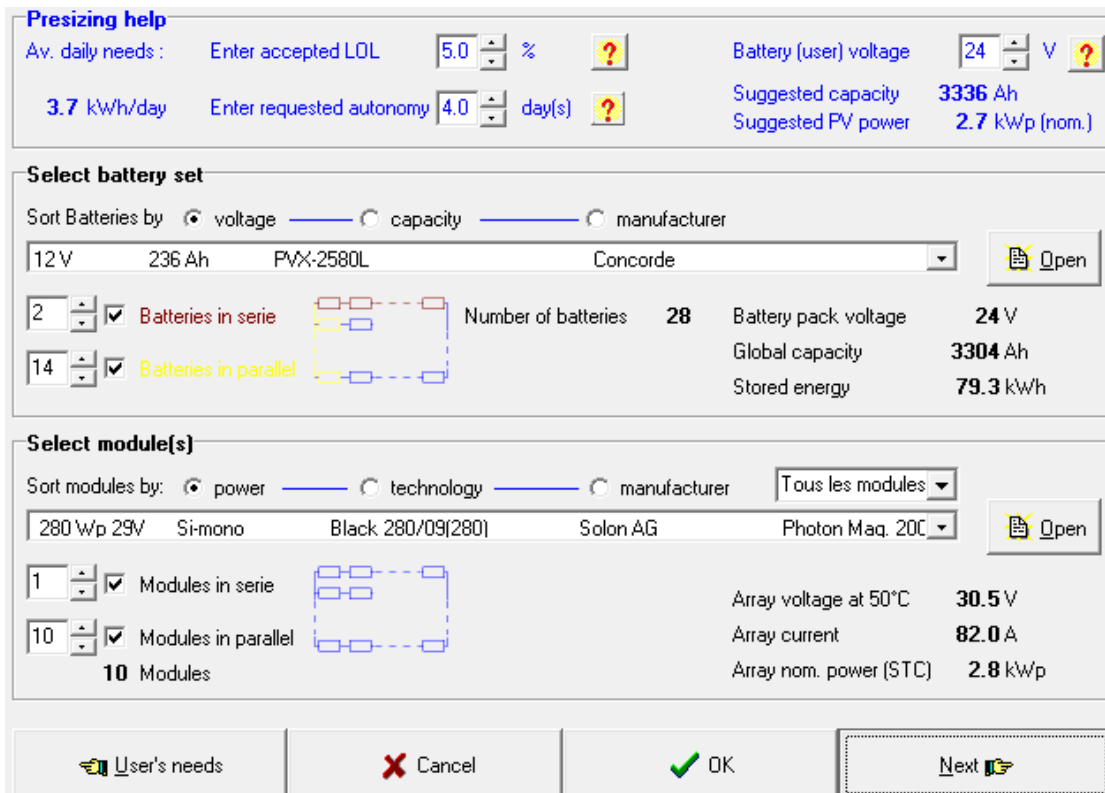




Figure 4.28 : Dimensionnement des panneaux dans le site de Tamanrasset par le logiciel Pvsyst

Presizing help
 Av. daily needs : Enter accepted LOL %
 7.7 kWh/day Enter requested autonomy day(s) Battery (user) voltage V
 Suggested capacity **7679 Ah**
 Suggested PV power **6.6 kWp (nom.)**

Select battery set
 Sort Batteries by voltage capacity manufacturer

 Batteries in serie  Number of batteries **64** Battery pack voltage **24 V**
 Batteries in parallel  Global capacity **7552 Ah**
 Stored energy **181 kWh**

Select module(s)
 Sort modules by: power technology manufacturer





 Modules in serie  Array voltage at 50°C **30.5 V**
 Modules in parallel  Array current **197 A**
24 Modules Array nom. power (STC) **6.7 kWp**

Figure 4.29 : Dimensionnement des panneaux dans le site de Bechar par le logiciel Pvsyst

Presizing help
 Av. daily needs : Enter accepted LOL %
 1.3 kWh/day Enter requested autonomy day(s) Battery (user) voltage V
 Suggested capacity **1108 Ah**
 Suggested PV power **1.1 kWp (nom.)**

Select battery set
 Sort Batteries by voltage capacity manufacturer

 Batteries in serie  Number of batteries **10** Battery pack voltage **24 V**
 Batteries in parallel  Global capacity **1180 Ah**
 Stored energy **28.3 kWh**

Select module(s)
 Sort modules by: power technology manufacturer



 Modules in serie  Array voltage at 50°C **30.5 V**
 Modules in parallel  Array current **32.8 A**
4 Modules Array nom. power (STC) **1.1 kWp**

Figure 4.30 : Dimensionnement des panneaux dans le site de d'Alger par le logiciel Pvsyst

Le logement de Tamanrasset :

Latitude 22.5°N Longitude 5.3°E Altitude 1377 m Albédo 0.2 sans effet d'ombre

Caractéristiques du champ de capteurs :

Nombre de modules pv	En série 1 modules	En parallèle 10 chaines
Nombre total de modules pv	Nombre modules 10	Puissance unitaire 280 Wc
Puissance globale du champ nominale (STC)	2.80 KWc	
	Aux cond. de fonct. 2.5KWc (50°C)	
Caractéristiques de fonc. Du champ (50°C)	Umpp 31 V	Impp 82 A
Surface totale	Surface modules 19.8 m²	

Paramètres du système

Type de système Système isolé avec batteries et génératrice

Batterie :

Caractéristique du bloc de batteries	Tension 24 V	Capacité nominale 3304 Ah
Nombre d'unités	2 en série x 14 en parallèle (28 batteries)	

Besoin de l'utilisateur :

Consommation domestique définitions mensuelles moyenne 3.8 kwh/jour

Le logement de Bechar :

Latitude 31.4°N Longitude 2.1°W Altitude 772 m Albédo 0.2 sans effet d'ombre

Caractéristiques du champ de capteurs :

Nombre de modules pv	En série 1 modules	En parallèle 24 chaines
Nombre total de modules pv	Nombre modules 24	Puissance unitaire 280 Wc
Puissance globale du champ nominale (STC)	6.70 KWc	
	Aux cond. de fonct. 6.0KWc (50°C)	
Caractéristiques de fonc. Du champ (50°C)	Umpp 31 V	Impp 197 A
Surface totale	Surface modules 47.5 m²	

Paramètres du système

Type de système Système isolé avec batteries et génératrice

Batterie :

Caractéristique du bloc de batteries	Tension 24 V	Capacité nominale 7552 Ah
Nombre d'unités	2 en série x 32 en parallèle (64 batteries)	

Besoin de l'utilisateur :

Consommation domestique définitions mensuelles moyenne 7.8 kwh/jour

Le logement d'Alger:

Latitude 36.8°N Longitude 3.0°E Altitude 116 m Albédo 0.2 sans effet d'ombre

Caractéristiques du champ de capteurs :

Nombre de modules pv	En série 1 modules	En parallèle 04 chaines
Nombre total de modules pv	Nombre modules 04	Puissance unitaire 280 Wc
Puissance globale du champ nominale (STC)	1.12 KWc	
	Aux cond. de fonct. 1.0 KWc (50°c)	
Caractéristiques de fonc. Du champ (50°c)	Umpp 31 V	Impp 33 A
Surface totale	Surface modules 07.9 m²	

Paramètres du système

Type de système Système isolé avec batteries et génératrice

Batterie :

Caractéristique du bloc de batteries	Tension 24 V	Capacité nominale 1180 Ah
Nombre d'unités	2 en série x 05 en parallèle (10 batteries)	

Besoin de l'utilisateur :

Consommation domestique définitions mensuelles moyenne 1.3 kwh/jour

Les actions de sobriété et d'efficacité nous ont permis de réduire nos besoins d'énergie dans les 3 logements d'études à la source. Le solde a été fourni à partir d'énergies renouvelables issues du soleil (modules photovoltaïques) avec une surface de captage de 19.8 m² à Tamanrasset, 45.7 m² à Bechar, et 7.9 m² à Alger.



Figure 4.31 : intégration des panneaux photovoltaïques au niveau des toitures

5. Conclusion :

Après une multitude de simulations, et l'analyse des résultats obtenus dans le dernier chapitre, en comparant l'influence de chaque solution passive sur la consommation énergétique et le comportement énergétique du même logement dans des différents sites ; Tamanrasset, Bechar, Alger, on a pu faire sortir un outil d'aide pour le concepteur du programme ECO BAT qui l'aidera à mener une architecture purement économique, sur les différents zones du territoire Algérien en touchant à l'architecture bioclimatique.

On a pu observer que les caractéristiques de logement HPE proposé ne garantissent pas le confort en période estivale surtout dans la zone Saharienne, si l'occupant ne réduit pas sa consommation en énergie par la gestion des appareils installés à l'aide des solutions passives proposées dans le tableau 4.43.

On a pu réduire la consommation en chauffage et climatisation qui va nous permet d'assurer un confort acceptable durant toute l'année d'un facteur de 2.4 dans le logement de Tamanrasset et 1.7 dans le logement de Bechar, 3.6 dans le logement d'Alger.

Référence :

- [1] Association négawatt : <https://www.negawatt.org/la-demarche-negawatt-p33.html>
- [2] cours de Prof. Edgard Gnansounou : école polytechnique fédérale de Lausanne, faculté d'environnement naturel, architectural et construit : énergétique du bâtiment
- [3] mémento technique du bâtiment pour le chargé d'opération de constructions publiques « confort thermique » juillet 2003
- [4] La maison passive en climat méditerranéen, école d'architecture de Lyon, formation HQE ; mémoire de fin de stage (janvier 2007 par : Ulrike Jorck)
- [5] construire bioclimatique à la Martinique (CAUE Martinique)
- [6] mémoire de magister en architecture, option : architecture et développement durable, thème étude et évaluation du confort thermique des bâtiments à caractère public, présenté par mr Mazari Mohammed
- [7] Mémoire : Pour l'obtention d'un diplôme de magister en Physique Énergétique et Matériaux « La Conception D'un Habitat Écologique À Tlemcen »
- [8] Mémoire : Pour l'obtention d'un diplôme de magister en génie mécanique à L'université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou « Réhabilitation Thermique D'un Local Dans Une Zone Aride Cas De Ghardaia »
- [9] Mémoire : Pour l'obtention d'un diplôme de magister en génie mécanique à UNIVERSITE SAAD DAHLAB DE BLIDA Faculté de technologie Département de Mécanique « Évaluation De La Consommation Énergétique Des Logements A Haute Performance Énergétique De Tamanrasset Et Opportunité D'utiliser Les Systèmes Solaires »
- [10] Article : «Réalisation D'un Bâtiment universitaire À Énergie 1 Positive À L'île De La Réunion De La Phase Programme A La Conception. »
- [11] Article : L.houidef « Le Programme ECO-BAT, Réalisation De 600 Logements A Haute Performance Énergétique » présentation Aprue 2009
- [12] Article : Efficacité Énergétique Des Logements À Haute Performance Énergétique, HPE: Application Au Site De Bechar
- [13] Article : La conception des logements à haute performance énergétique (HPE) en Algérie Proposition d'un outil d'aide à la conception dans les zones arides et semi-arides
- [14] Article : Simulation du confort thermique intérieur pour l'orientation d'un bâtiment collectif à Biskra, Algérie

[15] Site : Portail des Énergies Renouvelables en Algérie:

[https://portail.cder.dz/spip.php?article334:](https://portail.cder.dz/spip.php?article334)

Le modèle étudié est classé comme un projet pilote construction d'une maison à haute efficacité énergétique Souidania- Alger

[17] Dossier de presse : Bâtiments intelligents et efficacité énergétique ; 3 Maisons prototype de démonstration à basse consommation réalisées par CEA , fin 2011

[18] Agence Locale de l'Énergie de l'agglomération lyonnaise, tél : 04 37 48 22 42, www.ale-lyon.org Immeuble AC04 De La SACOVIV Venissieux

[19] La ZAC DES Haut De Feuilly Projet MCP

[20] document technique réglementation (D.T.R. C3-2) : réglementation thermique des bâtiments d'habitation ; règles de calcul des déperditions calorifiques ; fascicule 1

[21] (Nouvelle édition du cours précédemment donné successivement par Claude-Alain Roulet et Arnaud Dauriat ; Nicolas Morel et Edgard Gnansounou) Edition septembre 2014

Titre : ÉNERGÉTIQUE DU BÂTIMENT. Page 25

École Polytechnique fédérale De Lausanne ,Faculte D'environnement Naturel, Architectural Et Construit

Conclusion Générale

La réalisation des objectifs d'économie d'énergie et de réduction des gaz à effet de serre passe par la conception, la réalisation de bâtiments à haute performance énergétique et le maintien de cette performance dans le temps (gestion).

Le comportement thermique de logement HPE proposé a été étudié sur le site de Tamanrasset, Béchar et Alger. Ses sites se caractérisent par de longues périodes de surchauffe où l'inconfort fortement ressentis sur les deux saisons principales (été et hiver).

Cette étude a permis d'introduire une phase très importante dans la démarche d'un projet ; c'est l'étude énergétique ou thermique d'un model virtuel et découvrir l'impact des facteurs internes et externes, ainsi que les corrections des erreurs au cours de la réalisation.

Aussi les besoins estimés par la simulation, nous ont permis la recommandation d'installer un système de climatisation alimenté par une installation photovoltaïque, et cela pour garder un confort thermique durant la période d'été.

En augmentant l'efficacité énergétique, nous utilisons moins d'énergie et nous réduisons du 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.

De plus, qu'en adoptant des solutions favorisant l'efficacité énergétique, nous dépensons moins d'argent pour l'énergie !

On constate aussi que, la réglementation thermique dans les bâtiments neufs en Algérie, ne prend pas en considération l'élément d'intégration de l'énergie solaire dans le bâtiment. La mise à niveau de cette réglementation, de mon point de vue, doit reposer sur un travail de collaboration des trois acteurs principaux: l'administration, l'université et le secteur de production industriel.