



Université Saâd Dahlab, Blida-1-
Faculté de Technologie
Département Mécanique



Par : ABDELLAH TAKIEDDINE

Et : AMMOUR HICHEM

Pour l'obtention du diplôme :
MASTER en Mécanique

Option : Installation Énergétique et turbomachine

Thème :

**ÉTUDE ET SIMULATION DU COMPORTEMENT
ÉNERGÉTIQUE D'UN HABITAT
ASPECT THERMIQUE**

Soutenu devant le jury composé par :

| | | | |
|-------------------------|------------|-------|-----------|
| Monsieur | | | Président |
| Monsieur SEMMAR DJaafar | Professeur | USDB | Promoteur |
| Monsieur | | | Examineur |

Année Universitaire 2019/2020

Résumé

L'énergie est l'un des déterminants communs des problèmes sociaux, environnementaux et économiques, mais elle peut également aider à résoudre ces problèmes. L'un des secteurs où des recherches peuvent être menées pour réduire la demande d'énergie est le secteur de la construction.

Dans ce travail, l'utilisation de différents vecteurs d'énergie dans les maisons HPE faisant partie du projet Eco-Bat dans différentes régions climatiques est analysée ; Ain Salah (zone D), et Alger (zone A) , En utilisant le programme de simulation des paramètres thermiques du bâtiment, nous avons déterminé la source de la perte d'énergie et l'économie d'énergie du bâtiment

Les résultats obtenus sont comparés les uns aux autres pour produire un outil pour aider le concepteur du programme à réduire au maximum la consommation d'énergie de l'enceinte HPE, en fonction de la localisation de ce dernier

Abstract

Energy is one of the common determinants of social, environmental and economic problems, but it can also help solve these problems. One of the areas where research can be done to reduce energy demand is the construction sector.

In this work, the use of different energy vectors in HPE houses that are part of the Eco-Bat project in different climatic regions is analyzed; Ain Salah (zone D), and Algiers (zone A), Using the building thermal parameters simulation program, we determined the source of the energy loss and the energy saving of the building.

The results obtained are compared to each other to produce a tool to help the program designer to minimize the power consumption of the HPE enclosure, depending on the location of the HPE enclosure.

Remerciements

Nous Tenons, en premier lieu, à remercier Allah, le tout puissant, de nous avoir donné autant de patience, courage et force pour réaliser ce travail.

Nos sincères remerciements vont en premier lieu à :

- *Mr*
- *Mr.....*
- *Mr.....*

Pour avoir accepté de faire partie du jury et d'examiner ce travail avec attention ;

- *à notre promoteur : Mr SEMMAR DJAAFAR*

Pour toutes leurs orientations pertinentes et pour leur disponibilité.

- *à nos **parents** pour le soutien et les encouragements qu'ils nous en fournis pendant cette période.*
- *à nos familles, nos amis et à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.*

Sommaire

| | |
|--|-----------|
| INTRODUCTION GÉNÉRALE | 1 |
| CHAPITRE 1 : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE ET L'ÉTAT DE L'ART | 3 |
| 1.1 Introduction | 3 |
| 1.2 Recherche bibliographique | 4 |
| 1.2.1 Le bâtiment est un gros consommateur d'énergie | 4 |
| 1.2.2 La notion d'efficacité énergétique | 4 |
| 1.2.2.1 L'efficacité Energétique | 4 |
| 1.2.2.2 Les solutions d'amélioration de l'efficacité énergétique | 5 |
| 1.2.3 La performance énergétique de bâtiment | 5 |
| 1.2.4 Les besoins de l'occupant dans le bâtiment | 5 |
| 1.2.5 Les exigences à l'intérieur d'un bâtiment | 6 |
| 1.2.5.1 Le confort | 6 |
| 1.2.5.2 Aération | 10 |
| 1.2.6 Les concepts D'habitats Existants | 10 |
| 1.2.6.1 Le bâtiment zéro énergie | 10 |
| 1.2.6.2 Le bâtiment passif | 11 |
| 1.2.6.3 Le bâtiment basse consommation (BBC) | 12 |
| 1.2.6.4 Le bâtiment Haut Performance énergétique HPE | 12 |
| 1.2.6.5 Le bâtiment bioclimatique | 13 |
| 1.2.6.5.1 Définition | 13 |
| 1.2.6.5.2 Principes de la conception bioclimatique | 13 |
| 1.2.6.5.2.1 Une Bonne Implantation Sur Le Site | 14 |
| a. Une Bonne Orientation | 14 |
| 1.2.6.5.2.2 Agencement des pièces | 15 |
| 1.2.6.5.2.3 Formes et Compacité | 16 |
| 1.2.6.5.2.4 Protection Solaire | 16 |
| 1.2.6.5.2.5 Ventilation | 19 |
| 1.2.6.5.2.6 Le Choix Des Matériaux (L'inertie Thermique) | 20 |
| 1.2.6.5.2.7 Isolation Thermique | 20 |
| 1.2.6.5.2.8 Vitrages Et Propriétés Thermiques | 23 |
| 1.3 État de l'art..... | 24 |

| | |
|--|-----------|
| 1.3.1 Mémoires consultées | 24 |
| 1.3.2 Articles consultés | 27 |
| 1.4 Conclusion | 30 |
| CHAPITRE2 : PRÉSENTATION DU LOGEMENT D'ÉTUDE | 31 |
| 2.1 Introduction | 31 |
| 2.2 Classification du climat en Algérie | 32 |
| 2.3 Présentations Des Villes D'étude | 35 |
| 2.3.1 La Ville d'Ain Salah | 35 |
| 2.3.1.1 La Situation Géographique Du Site | 35 |
| 2.3.1.2 Les Caractéristiques Du Climat | 36 |
| 2.3.1.3 Les températures | 36 |
| 2.3.1.4 L'enseillement | 37 |
| 2.3.2 La ville Dar El Beida | 39 |
| 2.3.2.1 La situation Géographique Du Site | 39 |
| 2.3.2.2 Les Caractéristiques Du Climat | 39 |
| 2.3.2.3 Les températures | 39 |
| 2.3.2.4 L'enseillement | 41 |
| 2.4 Recommandations De L'analyse Climatique | 42 |
| 2.4.1 Dossier graphique | 43 |
| 2.4.2 Enveloppe de logement | 46 |
| 2.4.2.1 Caractéristiques des parois | 47 |
| 2.4.2.2 Caractéristiques de la menuiserie | 49 |
| 2.4.3 Définition des zones | 50 |
| 2.5 Conclusion..... | 51 |
| CHAPITRE 3 : MODÉLISATION DU LOGEMENT D'ÉTUDE | 52 |
| 3.1 Introduction | 52 |
| 3.2 Présentation des outils de simulation | 52 |
| 3.2.1 Pleiade et Comfie | 52 |
| 3.2.2 Procédures d'injection des données sur pléiade | 54 |
| 3.2.3 Caractéristiques principales du logiciel d'étude | 54 |
| 3.3 Le Bilan Énergétique Du Bâtiment | 56 |

| | | |
|---------|---|-----------|
| 3.3.1 | Les déperditions par transmission | 57 |
| 3.3.1.1 | Déperditions surfaciques par transmission à travers les parois | 57 |
| 3.3.1.2 | Déperditions À Travers Les Ponts Thermiques | 58 |
| 3.3.1.3 | Les Déperditions Dsol Pour un Plancher Bas, Est donnée Par La Formule | 59 |
| 3.3.2 | Calcul statique Et Comparaison Avec Le Bâtiment De Référence | 59 |
| 3.3.2.1 | Calcul Des Déperditions de Référence | 59 |
| 3.3.2.2 | Vérification Réglementaire | 60 |
| | Les déperditions par transmission DT du logement doivent vérifier | 60 |
| 3.4 | Modélisation De Bâtiment | 61 |
| 3.4.1 | Description des systèmes constructifs et conditions aux limites sous PLÉIADE COMFIE | 63 |
| 3.4.1.1 | Description des parois | 63 |
| 3.4.1.2 | Déduction des scénarios | 65 |
| 3.4.1.3 | Les scénarios d'occupation | 65 |
| 3.4.1.4 | Les scénarios de Puissance Dissipée | 67 |
| 3.4.1.5 | Scénarios de ventilation | 70 |
| 3.4.1.6 | Scénarios consigne de thermostat | 71 |
| 3.4.1.7 | Scénarios d'occultations | 72 |
| 3.4.2 | Les indices de la sortie de simulation | 74 |
| 3.5 | Conclusion..... | 74 |
| | CHAPITRE 4 : SIMULATION | 75 |
| 4.1 | Introduction | 75 |
| 4.2 | Les Simulations Du Logement Dans Les Différents Sites D'études | 75 |
| 4.2.1 | Résultats Des Simulations Sur Le Cas De Base | 75 |
| 4.2.2 | Simulation Sans Consigne De Thermostat | 75 |
| 4.2.2.1 | Résultat de simulation sans consigne de thermostat chauffage (période hiver) | 76 |
| 4.2.2.2 | Résultat de simulation sans consigne de thermostat climatisation (période été) | 78 |
| 4.2.3 | Simulation Avec Consigne De Thermostat | 81 |
| 4.2.3.1 | Résultat de simulation avec consigne de thermostat chauffage (période hiver) | 81 |

| | | |
|---------|---|------------|
| 4.2.3.2 | Résultat de simulation avec consigne de thermostat climatisation 26 °C (période été) | 85 |
| 4.2.4 | Analyse Et Interprétation Annuelle Des Besoins | 87 |
| 4.3 | Conclusion | 88 |
| | CONCLUSION GÉNÉRALE | 89 |
| | Références bibliographiques | XIV |

Liste des figures

Chapitre 1

| | |
|--|----|
| Figure 1.1 : ÉCHANGES THERMIQUES D'UN INDIVIDU AVEC SON ENTOURAGE..... | 08 |
| Figure 1.2 : CONFORT VISUEL DANS UNE PIECE..... | 09 |
| Figure 1.3 : SCHÉMA D'UNE MAISON BIOCLIMATIQUE..... | 13 |
| Figure 1.4 : LES POURCENTAGES DE RAYONNEMENT INTERCEPTENT PAR UNE SURFACE EN FONCTION DE L'ANGLE D'INCIDENCE..... | 14 |
| Figure 1.1 : LA DISPOSITION DES OUVERTURES ET DES FAÇADES PAR RAPPORT AUX VENTS DOMINANTS INFLUE SUR LA QUALITE DE L'AERATION | 15 |
| Figure 1.6 : ORIENTATION POUR UN MEILLEUR GAIN..... | 15 |
| Figure 1.7 : MAISON..... | 16 |
| Figure 1.8 : LES DIFFÉRENTS TYPES DE PROTECTION SOLAIRE..... | 17 |
| Figure 1.10 : TYPES DE VENTILATION..... | 19 |
| Figure 1.11 : L'INERTIE THERMIQUE SELON LE TYPE DE PAROI UTILISÉE | 20 |
| Figure 1.12 : LES FACTEURS ENERGETIQUES..... | 23 |

Chapitre 2

| | |
|--|----|
| Figure 2.1 : CLASSIFICATION DU CLIMAT EN ALGÉRIE..... | 34 |
| Figure 2.2 : TEMPÉRATURE MOYENNE MENSUELLES (AIN SALAH)..... | 38 |
| Figure 2.3 : VALEURS JOURNALIERES DE LA TEMPERATURE MOY, MAX ET MIN (AIN SALAH)..... | 39 |
| Figure 2.4 : MOYENNES JOURNALIERES DU RAYONNEMENT GLOBAL (AIN SALAH)..... | 39 |
| Figure 2.5 : VALEURS MENSUELLES DU RAYONNEMENT GLOBAL (AIN SALAH)..... | 40 |
| Figure 2.2 : VALEURS MENSUELLES DE LA DUREE D'INSOLATION (AIN SALAH)..... | 40 |
| Figure 2.7 : TEMPÉRATURE MOYENNE MENSUELLES (DAR EL BEIDA)..... | 42 |

| | |
|---|----|
| Figure 2.8 : VALEURS JOURNALIERES DE LA TEMPÉRATURE MOY, MAX ET MIN (DAR EL BEIDA)..... | 42 |
| Figure 2.9 : MOYENNES JOURNALIERES DU RAYONNEMENT GLOBAL (DAR EL BEIDA)..... | 43 |
| Figure 2.10 : VALEUR MENSUELLES DU RAYONNEMENT GLOBAL (DAR EL BEIDA)..... | 43 |
| Figure 2.11 : VALEUR MENSUELLES DE LA DUREE D'INSOLATION (DAR EL BEIDA) | 44 |
| Figure 2.12 : VUE SUR L'ENSEMBLE DE PROJET, 3D REALISE PAR SKETCHUP..... | 45 |
| Figure 2.13 : VUE SUR LE LOGEMENT D'ETUDE, 3D REALISE PAR SKETCHUP..... | 46 |
| Figure 2.14 : VUE EN PLAN DU RDC REALISE PAR AUTOCAD..... | 46 |
| Figure 2.15 : VUE EN PLAN DU 1ER ETAGE REALISE PAR AUTOCAD..... | 47 |
| Figure 2.16 : VUE EN PLAN DE TOITURE REALISE PAR AUTOCAD..... | 47 |
| Figure 2.17 : FAÇADE PRINCIPALE (SUD) REALISE PAR SKETCHUP..... | 48 |
| Figure 2.18 : FAÇADE LATÉRALE (OUEST) REALISE PAR SKETCHUP..... | 48 |
| Figure 2.19 : INTERFACE DE LA BIBLIOTHEQUE DE PLÉIADE DE LA FENETRE UTILISÉE..... | 51 |
| Figure 2.20 : FENÊTRE DOUBLE VITRAGES..... | 52 |
| Figure 2.21 : ENTRÉE D'AIR RÉGLABLE EN ALUMINIUM..... | 52 |

Chapitre 3

| | |
|---|----|
| Figure 3.1 : LES COEFFICIENTS DE DÉPERDITION THERMIQUE EN FONCTION DE ZONES CLIMATIQUE POUR LE CALCUL DES DÉPERDITIONS DE REFERENCE, LES DÉPERDITIONS PAR RENOUVELEMENT D'AIR N'ONT PAS ÉTÉ PRISES EN COMPTE..... | 62 |
| Figure 3.2 : LOGEMENT EN 3D REALISE PAR ALCYONE..... | 63 |
| Figure 3.3 : PLAN RDS DESSINE PAR ALCYONE..... | 64 |
| Figure 3.4 : PLAN DE 1 ETAGE DESSINE PAR ALCYONE..... | 64 |

| | |
|---|----|
| Figure 3.5 : MUR EXTERIEUR..... | 65 |
| Figure 3.6 : MUR INTERIEUR..... | 66 |
| Figure 3.3 : PLANCHER BAS..... | 66 |
| Figure 3.4 : PLANCHER INTERMEDIAIRE..... | 66 |
| Figure 3.5 : PLANCHER HAUT..... | 67 |
| Figure 3.6 : SCÉNARIO D'OCCUPATION DE LA ZONE DE CONFORT..... | 68 |
| Figure 3.7 : SCÉNARIO D'OCCUPATION DE LA ZONE 3..... | 68 |
| Figure 3.8 : SCÉNARIO D'OCCUPATION DE LA ZONE 4..... | 69 |
| Figure 3.9 : SCÉNARIO DE PUISSANCE DISSIPÉ DE LA ZONE DE CONFORT..... | 70 |
| Figure 3.10 : SCÉNARIO DE PUISSANCE DISSIPÉ LA 2 ^{EME} ZONE..... | 70 |
| Figure 3.11 : SCÉNARIO DE PUISSANCE DISSIPÉ DE LA 3 ^{EME} ZONE..... | 71 |
| Figure 3.12 : SCÉNARIO DE PUISSANCE DISSIPÉ DE LA 4 ^{EME} ZONE..... | 71 |
| Figure 3.13 : SCÉNARIO DE VENTILATION HIVER..... | 72 |
| Figure 3.14 : SCÉNARIO DE VENTILATION ÉTÉ..... | 73 |
| Figure 3.15 : SCÉNARIO DE CONSIGNE DE THERMOSTAT DE CHAUFFAGE..... | 74 |
| Figure 3.16 : SCÉNARIO DE CONSIGNE DE THERMOSTAT DE CLIMATISATION..... | 74 |
| Figure 3.17 : SCÉNARIO D'OCCULTATION POUR LA PERIODE ESTIVALE..... | 75 |
| Figure 3.18 : SCÉNARIO D'OCCULTATION DE LA PERIODE HIVERNALE..... | 75 |
| Figure 3.19 : LISTE D'INDICE DE PLÉIADE..... | 76 |

Chapitre 4

| | |
|--|----|
| Figure 4.1 : RÉCAPITULATIF DES BESOINS EN HIVER SANS CONSIGNE (SITE AIN SALAH)..... | 78 |
| Figure 4.2 : RÉCAPITULATIF DES BESOINS EN HIVER SANS CONSIGNE (SITE DAR EL BEIDA)..... | 78 |
| Figure 4.3 : EVOLUTION DE TEMPERATURE EN HIVER DANS SITE D'AIN SALAH (LA SEMAINE LA PLUS FROIDE) | 79 |
| Figure 4.4 : EVOLUTION DE TEMPERATURE EN HIVER DANS SITE DE DAR EL BEIDA (LA SEMAINE LA PLUS FROIDE)..... | 80 |
| Figure 4.5 : RECAPITULATIF DES BESOINS EN ETE SANS CONSIGNE (SITE AIN SALAH)..... | 80 |
| Figure 4.6 : RECAPITULATIF DES BESOINS EN ETE SANS CONSIGNE, SITE DAR EL BEIDA..... | 81 |

| | |
|---|----|
| Figure 4.7 : EVOLUTION DE TEMPERATURE EN ETE DANS SITE D'AIN SALAH (LA SEMAINE LA PLUS CHAUDE)..... | 82 |
| Figure 4.8 : EVOLUTION DE TEMPERATURE EN ETE DANS SITE DE DAR EL BEIDA (LA SEMAINE LA PLUS CHAUDE) | 82 |
| Figure 4.9 : FONCTIONNEMENT AVEC CONSIGNE DE THERMOSTAT..... | 83 |
| Figure 4.10 : RECAPITULATIF DES BESOINS EN HIVER AVEC CONSIGNE (SITE AIN SALAH)..... | 84 |
| Figure 4.11 : RECAPITULATIF DES BESOINS EN HIVER AVEC CONSIGNE (SITE DAR EL BEIDA)..... | 84 |
| Figure 4.12 : EVOLUTION DE TEMPERATURE EN HIVER AVEC CONSIGNE DANS LE SITE D'AIN Salah (la semaine plus froide)..... | 85 |
| Figure 4.13 : Evolution de température en hiver avec consigne dans le site de Dar El Beida (la semaine plus froide)..... | 85 |
| Figure 4.14 : HISTOGRAMME DE COMPARAISON DE BESOIN ET PUSISSANCE EN CHAUFFAGE À PERIODE D'HIVER..... | 86 |
| Figure 4.15 : RECAPITULATIF DES BESOINS EN ETE AVEC CONSIGNE (SITE IN SALAH)..... | 87 |
| Figure 4.16 : RECAPITULATIF DES BESOINS EN ETE AVEC CONSIGNE (SITE DAR EL BEIDA)..... | 87 |
| Figure 4.17 : EVOLUTION DE TEMPERATURE EN ETE AVEC CONSIGNE DANS LE SITE D'AIN SALAH (LA SEMAINE PLUS CHAUDE..... | 88 |
| Figure 4.18 : EVOLUTION DE TEMPERATURE EN ETE AVEC CONSIGNE DANS LE SITE DE DAR EL BEIDA (LA SEMAINE PLUS CHAUDE)..... | 88 |
| Figure 4.19 : HISTOGRAMME DE COMPARAISON DE BESOIN ET PUISSANCE EN CLIMATISATION À PERIODE D'ÉTÉ..... | 89 |
| Figure 4.20 : BESOINS ANNUELS EN CHAUFFAGE ET RAFRICHISSEMENT DE LA MAISON ETUDIÉE..... | 90 |

Liste des tableaux

Chapitre 1

| | |
|---|----|
| Tableau 1.1 : QUELQUES SOURCES DE POLLUTION..... | 9 |
| Tableau 1.2 : ISOLATION DES MURS..... | 22 |

Chapitre 2

| | |
|--|----|
| Tableau 2.1 : CARACTÉRISTIQUES SPECIFIQUES DE LA ZONE A..... | 35 |
| Tableau 2.2 : CARACTÉRISTIQUES SPECIFIQUES DE LA ZONE B..... | 35 |
| Tableau 2.3 : CARACTÉRISTIQUES SPECIFIQUES DE LA ZONE C..... | 35 |
| Tableau 2.4 : CARACTÉRISTIQUES SPECIFIQUES DE LA ZONE D..... | 36 |
| Tableau 2.5 : DONNÉES CLIMATIQUES D'AIN SALAH..... | 38 |
| Tableau 2.6 : DONNÉES CLIMATIQUES DE DAR EL BEIDA..... | 41 |
| Tableau 2.7 : COMPOSITION DE PAROIS UTILISEES POUR LE BATIMENT DE RÉFÉRENCE..... | 50 |
| Tableau 2.8 : CARACTÉRISTIQUE DES FENETRES..... | 51 |
| Tableau 2.9 : CARACTÉRISTIQUE DES PIECES EN FONCTION DES ZONES..... | 53 |

Chapitre 04

| | |
|---|----|
| Tableau 4.1 : VARIATION DES TEMPERATURES DANS LA SEMAINE LA PLUS CHAUDE..... | 86 |
| Tableau 4.2 : VARIATION DES TEMPERATURES DANS LA SEMAINE LA PLUS FROIDE..... | 86 |
| Tableau 4.3 : VARIATION DES TEMPERATURES DANS LA SEMAINE LA PLUS CHAUDE..... | 89 |
| Tableau 4.4 : BESOINS ANNUEL EN CHAUFFAGE ET RAFRAICHISSEMENT DE LA MAISON A L'ETAT ACTUEL..... | 89 |

Nomenclature

- **r** : l'humidité absolue .
- **Te** : température air extérieur .
- **Ti** : température air intérieur.
- **(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.
- **(Dlnc)i (enW/°C)** : représente les déperditions à travers les parois en contact avec locaux non chauffés .
- **DT (en W/°C)** : représente les déperditions par transmission du logement.
- **Dréf (en W/°C)** : représente les déperdition de référence .
- **K (en W/m2.°C)** : est le coefficient de transmission surfacique.
- **A (en m2)** : est la surface intérieure de la paroi.

Acronyme

- **ADEME** : Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (France).
- **APRUE** : Agence pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie.
- **BBC** : Bâtiment Basse Consommation énergétique.
- **CDER** : Centre de Développement des Energies Renouvelables.
- **CNERIB** : Centre National de la Recherche de l'Industrie du Bâtiment.
- **DTR** : Document Technique Réglementaire.
- **DV** : Double Vitrage.
- **ECS** : Eau Chaude Sanitaire.
- **EnR** : Energies renouvelables.
- **HPE** : bâtiment a Haute Herformance Energétique.
- **LPL** : Logement Public Locatif.
- **OPGI** : Offices de Promotion et de Gestions Immobilières.
- **PNME** : Programme National pour la Maîtrise de l'Energie.
- **STD** : Simulation Thermique Dynamique.
- **SV** : Simple Vitrage.
- **THPE** : Très Haute Performance Energétique.

INTRODUCTION GÉNÉRALE

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 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.

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.

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 2 sites d'étude ; Ain Salah Dar El Beida .

CHAPITRE 1 : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE ET L'ÉTAT DE L'ART

1.1 Introduction :

De la montée du «bâtiment solaire» au «climat biologique», cette réflexion peut être théorisée et incarnée dans la production normale de l'environnement bâti. Cette déclaration vise principalement à améliorer le confort de l'espace du bâtiment de manière "naturelle", c'est-à-dire en minimisant l'utilisation de sources d'énergie non renouvelables, l'impact négatif sur l'environnement naturel et le coût, l'investissement et le fonctionnement des cellules solaires. Par conséquent, l'intérêt pour le «climat biologique» vient du plaisir de vivre ou d'utiliser l'espace dans l'économie de la construction, ce qui en fait un facteur fondamental de l'art architectural. Pour cela, vous devez faire attention 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.

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 : In Salah, Ben Abbes, Dar Beida, 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.

1.2 Recherche bibliographique :

1.2.1 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.

1.2.2 La notion d'efficacité énergétique :

1.2.2.1 L'efficacité Energétique :

La notion d'efficacité énergétique est de plus en plus présente lorsque l'on s'intéresse de près aux milieux proches de l'environnement et de la gestion de l'énergie. Tout le monde en parle, et émet une définition, propre à son usage. Mais que veut réellement dire ce terme, employé autant par des gestionnaires que par des spécialistes du domaine.

Il existe donc de multiples définitions à cette notion. On pourra toutefois retenir que l'efficacité énergétique se réfère au rapport de l'énergie exploitée de manière "utile" sur le total de l'énergie dont on disposait globalement. Ce rapport tend donc vers 1 dans un système parfait, où on ne peut observer de pertes, de gaspillage, et où les différents produits permettant le transport et l'utilisation de cette énergie sont "parfaits" ⁽¹⁾.

1.2.2.2 Les solutions d'amélioration de l'efficacité énergétique :

Il est d'usage de distinguer les solutions dites passives (l'habitat passif) qui consistent à réduire la consommation d'énergie des équipements et des matériaux grâce à une meilleure performance intrinsèque et les solutions dites actives (l'habitat actif) visant à optimiser les flux et les ressources⁽²⁾.

- **L'habitat passif** : « c'est un bâtiment avec un climat intérieur agréable en hiver comme en été sans installation de chauffage ou de refroidissement conventionnelle »⁽³⁾.
- **L'habitat actif** : « c'est un bâtiment passif équipé de moyens de production d'énergie comme des panneaux photovoltaïques et des éoliennes. Grâce à ces moyens de production, la maison active produit elle-même l'énergie nécessaire à son fonctionnement »⁽⁴⁾.

1.2.3 La performance énergétique de bâtiment :

La performance énergétique d'un bâtiment correspond à la quantité d'énergie consommée ou estimée dans le cadre d'une utilisation normale du bâtiment. Elle inclut notamment l'énergie utilisée pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire, le refroidissement (éventuellement), la ventilation et l'éclairage. Plus la quantité d'énergie nécessaire est faible, meilleure est la performance énergétique de bâtiment.

1.2.4 Les besoins de l'occupant dans le bâtiment :

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 faut toutefois insister sur le fait qu'un bon confort n'implique pas automatiquement une grande consommation d'énergie. Par une planification intelligente et intégrée, il est parfaitement possible d'assurer une excellente qualité d'environnement intérieur avec une très faible consommation d'énergie

1.2.5 Les exigences à l'intérieur d'un bâtiment :

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.

1.2.5.1 Le confort :

Le confort est un état de bien-être général. Il est mesuré 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 :

- Eclairage naturel et artificiel.
- Couleurs.
- Volumes intérieur et distribution des volumes.
- Autres influences : Degré d'occupation des locaux.
- « Ambiance » ⁽⁶⁾.

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 ⁽⁷⁾.

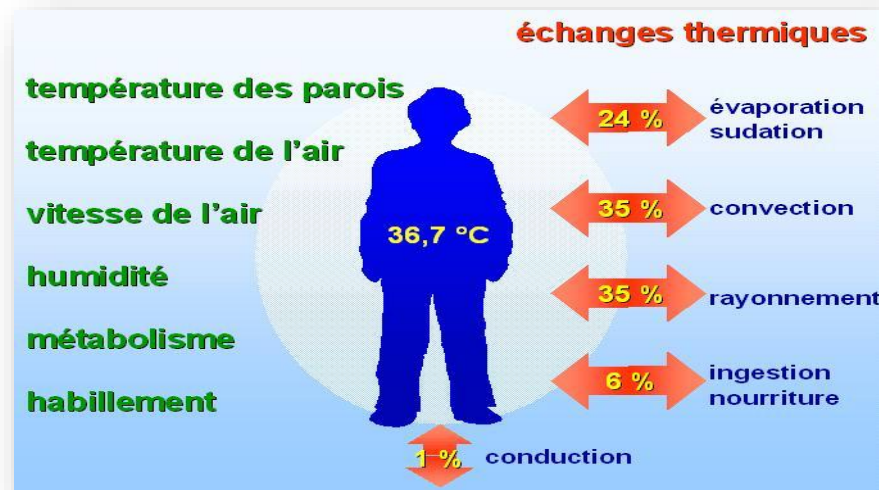


Figure 1.1 : ÉCHANGES THERMIQUES D'UN INDIVIDU AVEC SON ENTOURAGE

B. confort visuel :

Assurer pour l'homme le confort visuel est bien plus difficile que le confort thermique. Les études ont montré que les différences entre individus 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 :

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).⁽⁷⁾
- 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.

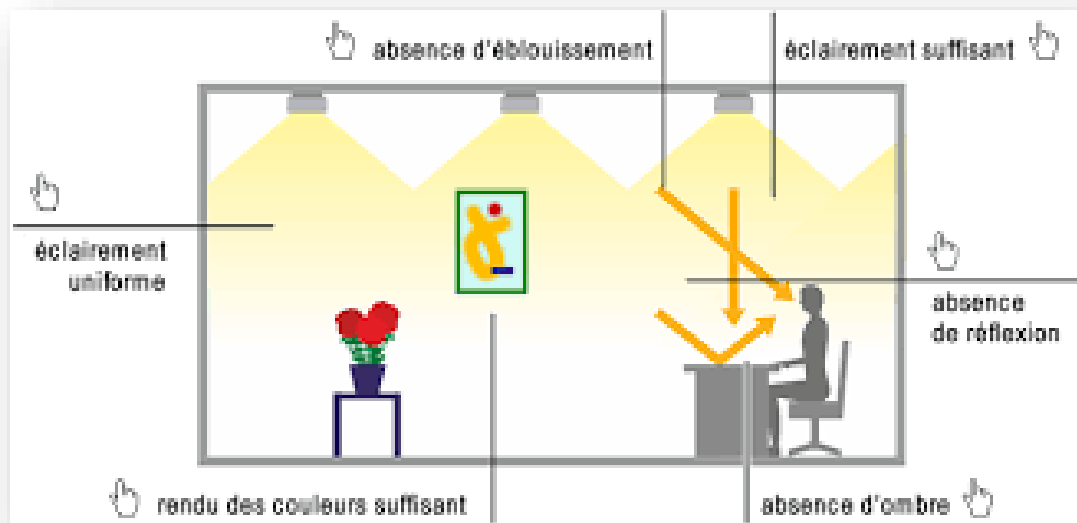


Figure 1.2 : CONFORT VISUEL DANS UNE PIECE

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 ⁽⁷⁾.

| | |
|---|--|
| Air extérieur Chauffages, transports, industrie Nature | SO ₂ , NO _x , CO, hydrocarbures, poussières, bactéries, spores, pollens |
| Occupant | Odeurs, CO ₂ , vapeur d'eau, particules, bactéries. |
| Tabac, feux ouverts | CO, aldéhydes, particules |
| Combustion de gaz | CO, CO ₂ , vapeur d'eau, NO _x , particules |
| Matériaux | Aldéhydes, amiante, solvants |
| Produits divers Sprays, nettoyage, papier, encre... etc. | Odeurs, solvants, composés organiques |
| Terrain | Radon, méthane |

Tableau 1.1 : QUELQUES SOURCES DE POLLUTION

1.2.5.2 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 évacué.

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 ⁽⁷⁾.

1.2.6 Les concepts D'habitats Existants :

1.2.6.1 Le bâtiment zéro énergie :

Le bâtiment zéro énergie combine de faibles besoins d'énergie à des moyens de production d'énergie locaux. Sa production énergétique équilibre sa consommation. Ce bâtiment est quasi autonome en énergie sur l'année (son bilan énergétique net annuel est

donc nul), il obtient tous ses énergies requise par d'énergies solaire et d'autres sources d'énergie renouvelable et il présente des niveaux d'isolations supérieurs à la moyenne [LAUSTENS J. 2008, p.71]. Les maisons zéro énergie se chauffent en général par des panneaux solaires thermiques, avec l'appoint fourni par une pompe à chaleur alimentée en électricité. Les panneaux photovoltaïques sont donc dimensionnés par les besoins en électricité de la pompe à chaleur, additionnés par les autres besoins électriques.

Le principe de la maison à énergie zéro est donc complètement différent de celui de la maison passive, puisqu'il consiste en une compensation de la consommation totale, quelle qu'elle soit, et non en une optimisation des conditions favorisant la sobriété énergétique de la maison. Le bilan de consommation de la maison à énergie zéro prend en considération 5 usages principaux que sont le chauffage, la climatisation éventuelle, la production d'eau chaude sanitaire, l'éclairage et les auxiliaires.

Cette consommation doit tendre vers l'objectif [CLIMAMAISON., 2012] : 2 - Maison énergie zéro (5 usages) = consommation env. 0 à 15 kWh/m².an, en énergie primaire. - Maison énergie zéro (tous les usages, compris appareils électriques, ...) = env. 100 kWh/m².an, en énergie primaire.

1.2.6.2 *Le bâtiment passif :*

Le concept de bâtiment passif a été développé dans les années 1970 et formalisé en 1985 par le Pr. Bo Adanson de l'université de Lund (Suède) et Wolfgang Feist de l'institut de logement et de l'environnement (IWU) de Darmstadt (Allemagne).

Le bâtiment passif désigne [LAUSTENS J. 2008, p.66] un bâtiment garantissant un climat intérieur confortable aussi bien en été qu'en hiver sans recours aux systèmes de chauffage ou de refroidissements actifs ; c'est à dire les apports passifs solaires et internes et les systèmes de ventilation suffisent à maintenir une ambiance intérieure agréable toute l'année pour réaliser cela on prend en considération les principes suivants [PMP1, 2012] :

- **Le solaire passif** : l'utilisation passive du rayonnement solaire.
- **La sur-isolation** : une isolation thermique particulièrement performante, une absence des ponts thermiques et une étanchéité à l'air très élevées.
- **La récupération de la chaleur et le chauffage d'appoint** : un système d'aération approvisionne constamment en air frais.

- **L'efficacité électrique et énergies renouvelables** : grâce à des appareils électroménagers performants et une installation solaire thermique. Ce bâtiment très faiblement consommateur d'énergie ; 80% de moins d'énergie de chauffage que les constructions existantes ou neuves traditionnelles, il n'a pas besoin de plus de 15 kWh par m² et par an de chauffage, que la consommation d'énergie primaire ne doit pas dépasser la valeur de 120 kWh par m² et par an et que l'étanchéité à l'air soit efficace avec un paramètre n₅₀ < 0,6 h⁻¹

1.2.6.3 Le bâtiment basse consommation (BBC) :

Ce terme est généralement utilisé pour désigner des bâtiments dont des performances énergétiques sont supérieures à celles des bâtiments standards [LAUSTENS J. 2008, p.65]. Les bâtiments d'habitation sont BBC (selon le label Effinergie) lorsque la consommation d'énergie primaire est inférieure à 50 kWh/m²/an pour les postes suivants : Chauffage, Eau Chaude Sanitaire, Ventilation, Eclairage et Refroidissement. Cependant la consommation énergétique globale des bâtiments à usage autre que d'habitation (tertiaire...) ne doit pas dépasser 50 % de la consommation conventionnelle de référence de la RT 2005.

D'après l'association Effinergie, ce niveau de performance peut être atteint par l'optimisation de l'isolation, la réduction des ponts thermiques et l'accroissement des apports passifs. Ce concept ne comprend a priori aucun moyen de production local d'énergie, sans toutefois l'exclure

1.2.6.4 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 de 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 publics, tertiaire ou industriel).

1.2.6.5 Le bâtiment bioclimatique :

1.2.6.5.1 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.

Il n'y a pas de prototype idéal de construction bioclimatique car la conception de bâtiments varie d'un lieu à l'autre suivant le climat et le site d'implantation⁽⁸⁾.

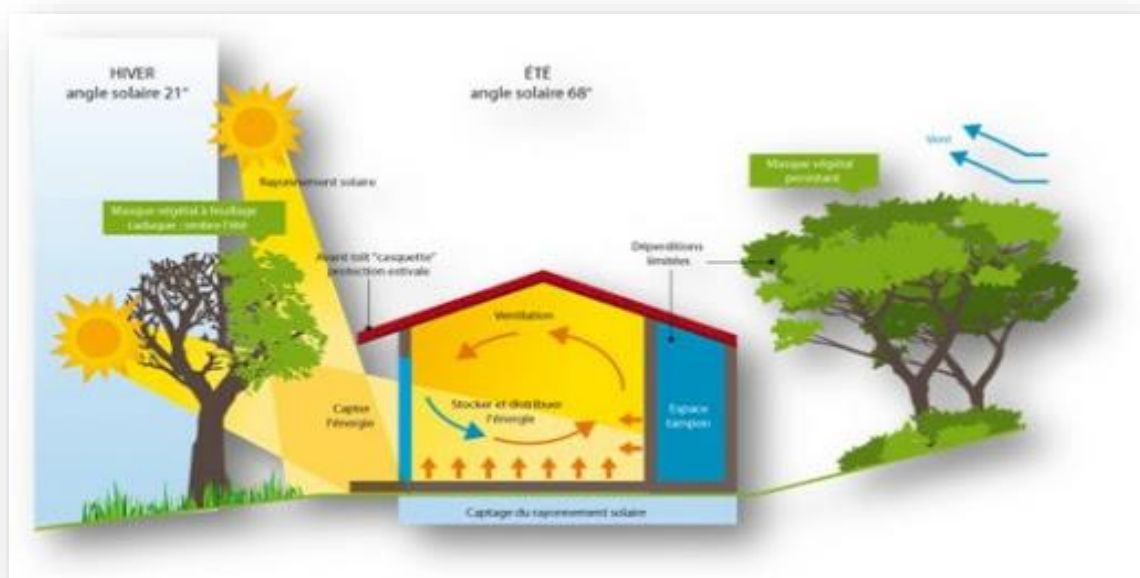


Figure 1.3 : SCHÉMA D'UNE MAISON BIOCLIMATIQUE

1.2.6.5.2 Principes de la conception bioclimatique :

La conception bioclimatique a largement séduit les principes architecturaux, recherchant une synthèse harmonieuse entre la destination du bâtiment, le confort des occupants et le respect de l'environnement. Cette structure réduit les besoins énergétiques et crée une atmosphère confortable à des températures agréables, une humidité contrôlée et un éclairage naturel suffisant. Ces principes sont basés sur la forme, l'emplacement, la distribution spatiale du bâtiment, les matériaux utilisés et la particularité du site (y compris le climat, le vent dominant, la qualité du sol, le terrain, la lumière du soleil et la beauté).

1.2.6.5.2.1 Une Bonne Implantation Sur Le Site :

a. Une Bonne Orientation :

Le choix d'une orientation est soumis d'après « Baruch Givoni » 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 incidente

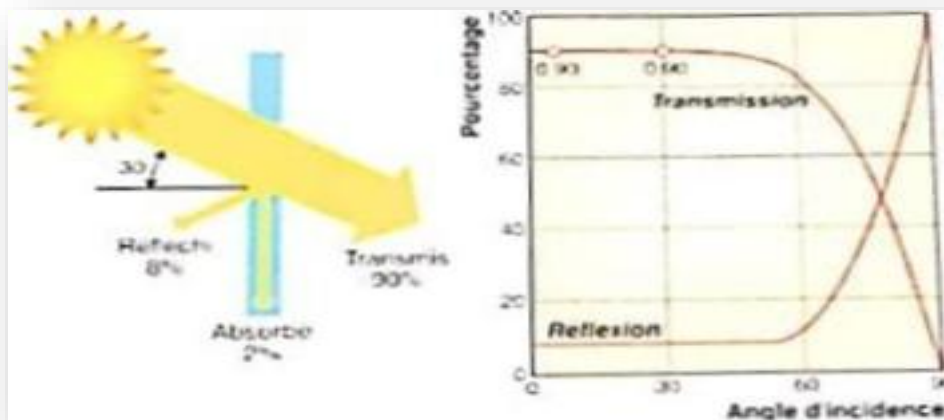


Figure 1.4 : LES POURCENTAGES DE RAYONNEMENT INTERCEPTÉ PAR UNE SURFACE EN FONCTION DE L'ANGLE D'INCIDENCE

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

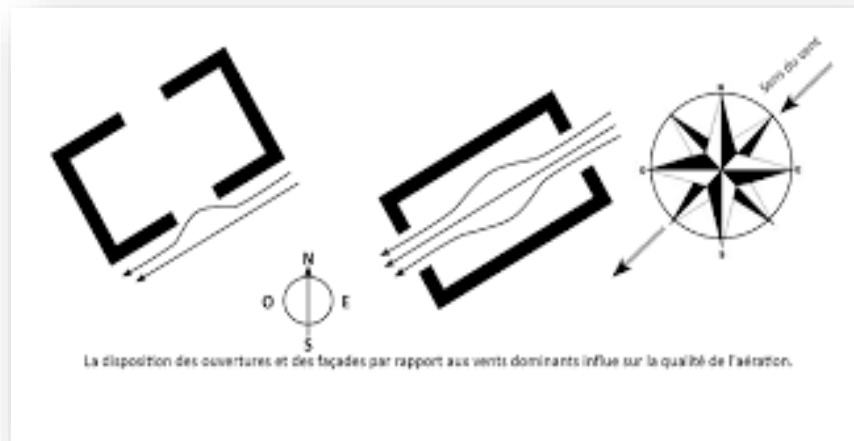


Figure 1.5 : LA DISPOSITION DES OUVERTURES ET DES FAÇADES PAR RAPPORT AUX VENTS DOMINANTS INFLUE SUR LA QUALITE DE L'AERATION

b. une bonne utilisation de la topographie :

Les bâtiments 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 « effet venturi »

1.2.6.5.2.2 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

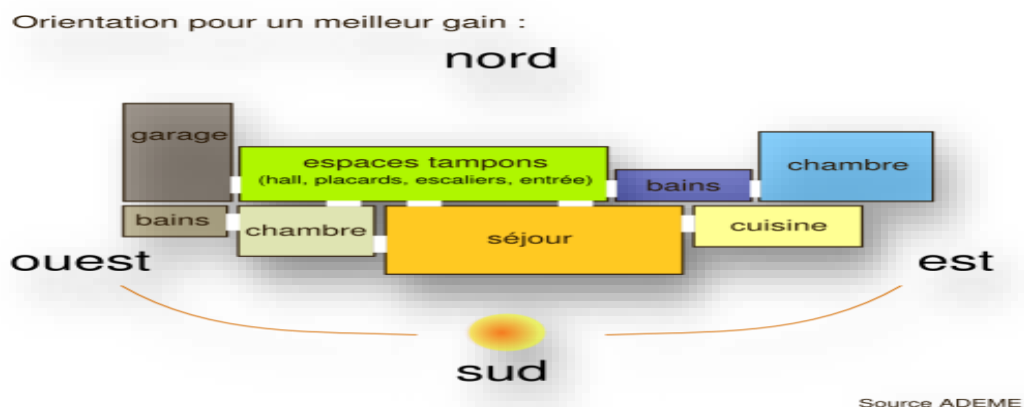


Figure 1.6 : ORIENTATION POUR UN MEILLEUR GAIN

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.

1.2.6.5.2.3 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.

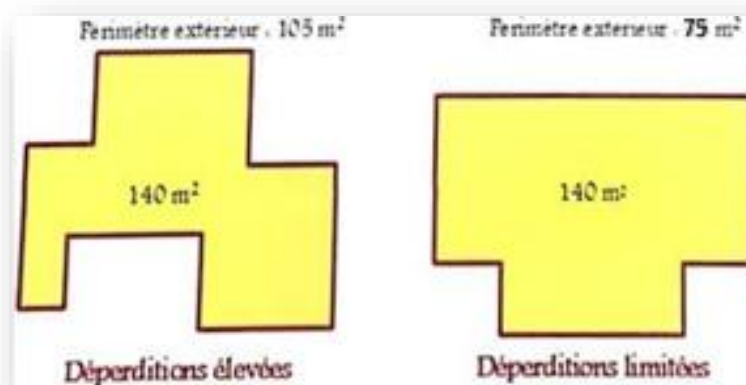


Figure 1.7 : LES DÉPERDITIONS THERMIQUES EN FONCTION DU PERIMETRE DE LA MAISON

1.2.6.5.2.4 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 coûts 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.

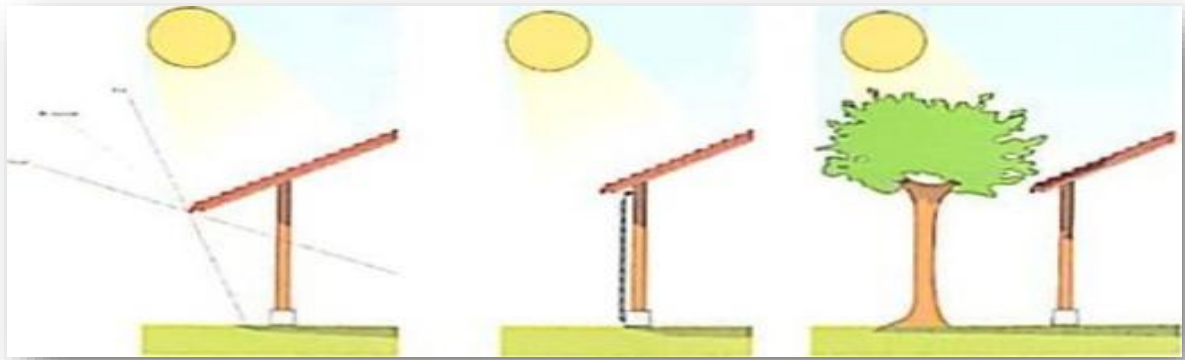


Figure 1.8 : LES DIFFÉRENTS TYPES DE PROTECTION SOLAIRE

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 péri l'année.

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.



Stores verticaux



Stores horizontaux



Protection solaire architecturale en aluminium



Panneaux coulissants

Figure 1.9 : EXEMPLES DE DIFFERENTS TYPES PROTECTIONS SOLAIRES FIXES

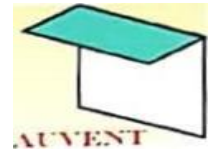
En général les typologies les plus usuelles sont les suivantes :

- **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

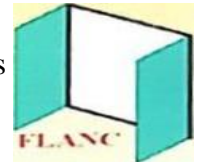
direct est bonne en été et la casquette laisse passer le soleil quelle que soit l'orientation de la façade en hiver.



- **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.



2. Les protections mobiles :

2.1. 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.

2.2. 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.

2.3. 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 ⁽⁹⁾.

1.2.6.5.2.5 Ventilation :

Il faut assurer le renouvellement d'air dans le logement de manière optimale. Différents procédés existent : 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 vent », notamment en Angleterre. 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. 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.

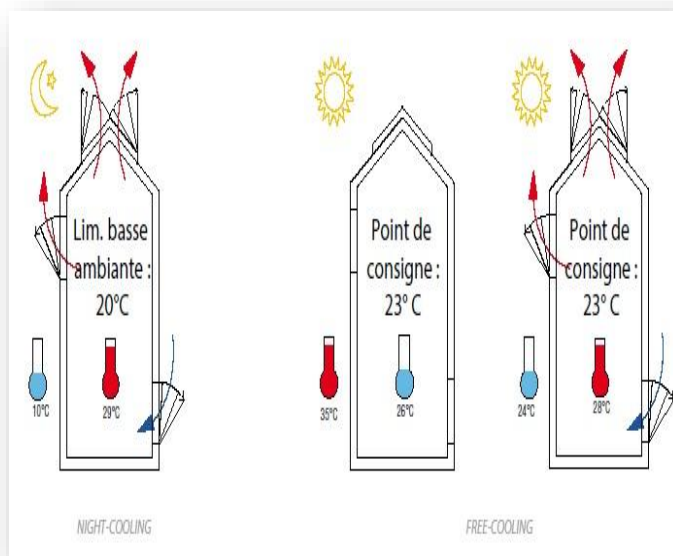


Figure 1.10 : TYPES DE VENTILATION

Régulation optimal de l'air:

- Renouvellement et extraction Filtration.
- Intégration dans l'habitat
Programmation en fonction des saisons, en particulier pour le rafraichissement d'été.
- 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.

1.2.6.5.2.6 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.

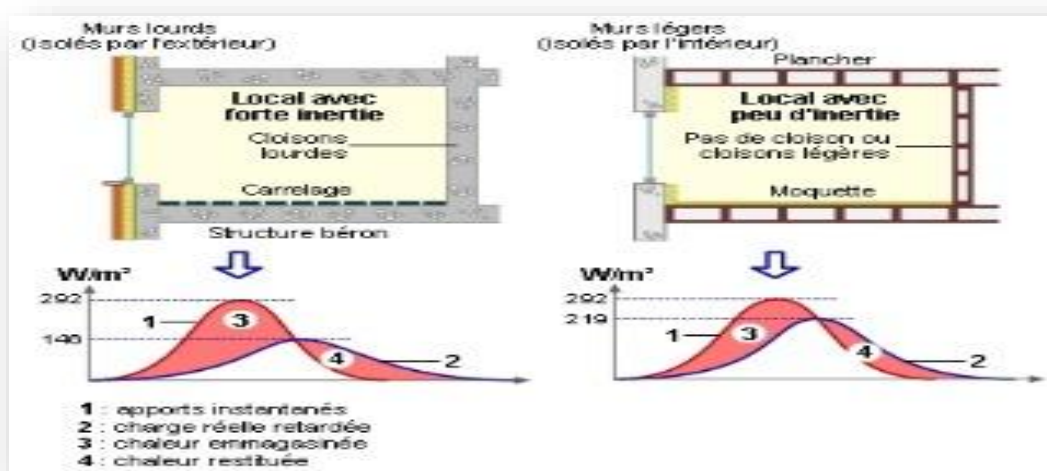


Figure 1.11 : L'INERTIE THERMIQUE SELON LE TYPE DE PAROI UTILISÉE

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.

1.2.6.5.2.7 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 400/0 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.

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

Tableau 1.2 : ISOLATION DES MURS

1.2.6.5.2.8 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.

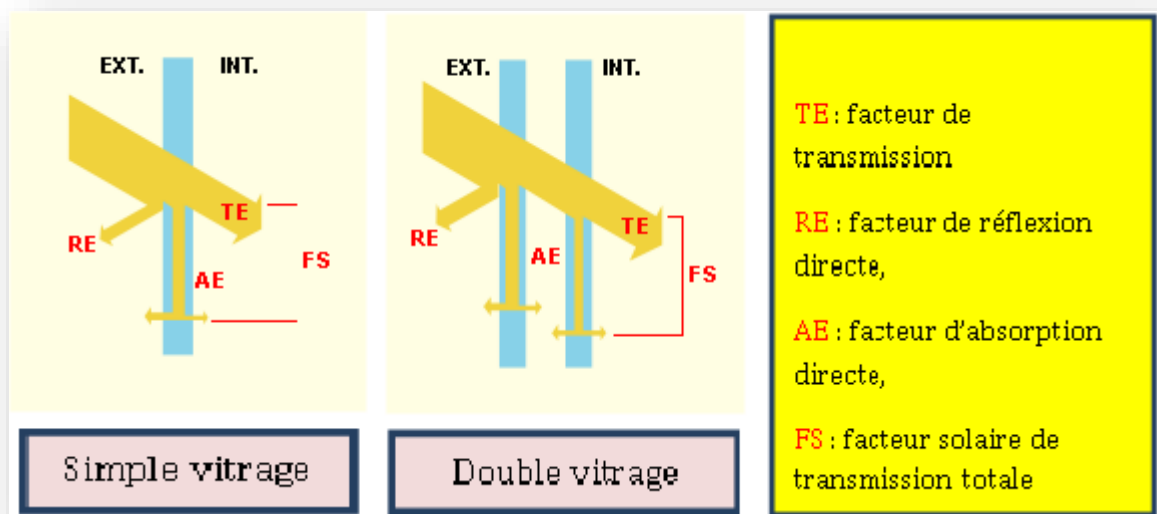


Figure 1.12 : LES FACTEURS ENERGÉTIQUES

- La nature du vitrage a une influence sur la transmission énergétique du rayonnement solaire selon les caractéristiques suivantes :
 1. Les vitrages clairs.
 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).

1.3 État de l'art :

1.3.1 Mémoires consultées :

- « **Mémoire 01 : Impact de l'orientation sur le confort thermique intérieur Dans l'habitation collective. Cas de la nouvelle ville Ali mendjeli Constantine Pour l'obtention du diplôme de magister Option : architecture bioclimatique Institut d'Architecture, Université Mentouri, Constantine, Algérie Présenté par : Mme Bellara (Nee Louafi) Samira (2004–2005) ».**

Chaleur en hiver, fraîcheur en été... sont les éléments du confort pour le bien être de l'individu. Mais l'utilisation du chauffage et de la climatisation coûte cher en énergie. A cet effet l'architecture bioclimatique tente de répondre aux exigences du confort des habitants en tirant passivement le meilleur parti des éléments du "climat". Par conséquent "Construire avec le climat" permet de réduire considérablement les dépenses en chauffage et en énergie électrique. La crise économique a soulevé la problématique de l'économie d'énergie dans toute construction. Pour cela, la prise en considération de l'aspect climatique, dépend du respect des facteurs du site qui peuvent être utile : orientation, ensoleillement, protection contre les intempéries, vents dominants.

La présente recherche s'intéresse à la qualité thermique intérieure du bâtiment contemporain suivant les différentes orientations. Elle a pour objectif d'apprécier l'impact de l'orientation sur la température de l'espace intérieur et de rechercher l'orientation optimale.

L'orientation d'une façade est le paramètre clé des interactions visuelles, thermique et acoustique ; cependant au niveau thermique cela, se traduit par l'ensoleillement disponible, la pression du vent et l'humidité de l'air ; En exploitant les paramètres du bâtiment, on peut réduire les consommations énergétiques et on peut assurer des ambiances intérieures confortables à savoir : -L'orientation par rapport au soleil et au vent. -La couleur et la nature des surfaces exposées de la paroi. -la taille et la protection de l'ouverture. Une étude est effectuée sur le site de la nouvelle ville ALI MENDJELI de Constantine afin de comparer et de chercher la relation entre les éléments du climat et l'orientation. Une investigation sur terrain (relevé des températures, humidité relatives, températures de surfaces) est entreprise pour évaluer la réponse quantitative globale pour ce type de climat (semi-aride). Parallèlement à cela une simulation à l'aide d'un logiciel TRNSYS (version 14.1) a été effectuée pour valider les résultats du terrain et pour tester plusieurs

possibilités d'orientations et d'améliorations afin de déterminer les éléments qui peuvent servir à des conditions meilleures. Les résultats montrent que le climat peut être un élément déterminant dans l'architecture. Le contrôle des facteurs orientation par rapport aux rayonnements solaires, le vent et l'ombrage participent au comportement thermique des espaces intérieurs, et à la création d'ambiance confortable. La prise en compte du critère orientation fait participer le bâtiment à une conception plus performante thermiquement et plus économe énergétiquement. Mots Clés & Concepts : Habitation collective – Climat – Confort thermique – Bioclimatique – Energie - Orientation – Température intérieure et extérieure – Ambiance intérieure.

- **« Mémoire 02 : Pour l'obtention d'un diplôme de magister en génie mécanique A 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.

- **« Mémoire 03 : Nazila Kahina HANNACHI-BELKADI ; « Développement d'une méthodologie d'assistance au commissionnement des bâtiments à faible consommation d'énergie » ; Thèse de doctorat en Génie Civil ; 2008 ; Université Paris Est » :**

Cette recherche consiste à développer une méthodologie et des outils qui visent à améliorer la qualité du processus de conception en s'appuyant sur les travaux du CSTB sur le commissionnement. Ce processus qualité doit permettre d'évaluer régulièrement les différents choix réalisés par les différents acteurs en considérant le bâtiment comme un système complexe composé de sous-systèmes (enveloppe, chauffage, ventilation, etc.), de gérer les imprévus, de minimiser les pertes d'information et de rappeler les objectifs tout au long du cycle de vie du bâtiment.

Stéphane THIERS ; « Bilans énergétiques et environnementaux de bâtiments à énergie positive » ; Thèse Doctorat Spécialité "Energétique" ; 2008 ; école nationale supérieure des mines de Paris.

Le travail réalisé est passé par la caractérisation des bâtiments à énergie positive, par leur modélisation, puis par l'évaluation de leurs performances à travers la simulation de bâtiments existants ou en phase de conception.

Dans cette étude, plusieurs choix ont été réalisés pour fixer précisément les hypothèses, notamment la nature des technologies les plus adaptées à la réalisation de bâtiments à énergie positive, mais aussi les outils de calcul et d'aide à la conception qui ont été utilisés par la suite. Elle a fait ressortir, en complément des aspects traités antérieurement, les besoins de modélisation en matière de ventilation performante, et en matière de production d'électricité et de chaleur par micro-cogénération.

Elle a porté sur l'amélioration de l'outil de calcul par l'intégration au modèle de bâtiment, d'un système de chauffage aéraulique couplé à un ballon de stockage et à une unité de micro-cogénération. Cette phase a nécessité la mise en œuvre d'un banc d'essai pour la caractérisation du comportement d'une unité de micro-cogénération à bois et la modélisation d'un ensemble de circuits d'eau couplant les différents éléments.

En complément de cette étude, l'utilisation de l'outil pour la simulation de bâtiments et la réalisation de bilans. Trois cas de figures ont été étudiés : deux maisons jumelles passives, une maison individuelle réhabilitée, un bâtiment de logement collectif rénové, chacun s'appuyant sur un bâtiment existant, amélioré en vue de rendre son bilan énergétique positif. Les simulations ont permis d'en déduire les bilans énergétiques et environnementaux correspondants.

1.3.2 Articles consultés :

- **« Réalisation D'un Bâtiment universitaire À Énergie I Positive À L'île De La Réunion De La Phase Programme A La Conception. François Gardel, Dalila Bentalebl, Alain Bastide, Eric Ottenwelter, Eric Pothin. Laboratoire de Physique du Bâtiment et des Systèmes, Université de La Réunion. En 2006 » :**

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 20/0 du principalement à la GTC optimisée. Les installations PV produiront en outre l'équivalent de 2,5 fois la consommation du bâtiment.

- **« LHouidef « 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.
-
- **« Efficacité Énergétique Des Logements 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 allongements HPE a Bechar, une ville située au sud-ouest de l'Algérie à 1115km de la capitale. Les logements sont de type F3duplex, Rez-de-chaussée plus un étage (70 m² habitable).

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 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 'Pléiades + 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.

- « **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 bâtiments :**

- La volumétrie externe et la morphologie.
- L'orientation des façades concernant le terrain et les points cardinaux.
- Les surfaces externes opaques et vitrées exposée 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).

1.4 Conclusion :

La recherche décrite ci-dessus m'a donné une idée des méthodes et des solutions pour réduire et utiliser rationnellement l'énergie dans les bâtiments. La réalisation des objectifs d'économie d'énergie et de réduction des gaz à effet de serre implique la conception, la construction et le maintien à long terme de la performance (gestion) des bâtiments éco-énergétiques.

A travers ces travaux, je constate que tout concepteur a besoin de connaître le climat du site qu'il doit construire. Dans le chapitre suivant, nous présenterons l'état de la température et de l'humidité de l'air, l'état et la nature de la lumière du soleil et du vent, et ces paramètres climatiques liés au soleil doivent être pris en compte à tout stade en amont de la conception du bâtiment.

CHAPITRE2 : PRÉSENTATION DU LOGEMENT D'ÉTUDE

2.1 Introduction :

Ce chapitre se concentre sur les données climatiques, puis nous permet de choisir une stratégie énergétique pour l'emplacement.

- Quelles données sont utilisées dans quel but?

Il y a environ 450 stations météorologiques en Algérie, dont 75 fournissent toutes les observations météorologiques logiques actuelles et 40 fournissent ; la température, l'humidité relative, les précipitations, la durée d'ensoleillement, le rayonnement horizontal mondial, l'intensité et la direction du vent, et d'autres seulement la pluie. Ces données sont généralement fournies sous forme de moyennes mensuelles et des valeurs horaires peuvent également être obtenues.

L'interaction entre ces données et les bâtiments est très différente, pour les bâtiments bioclimatiques, seule une petite partie de ces informations est requise. 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.

La lumière du soleil sur le site est tout aussi importante. En fonction du soleil, le bâtiment sera ouvert sur l'extérieur ou protégé. Sa régularité affectera le chauffage. À travers la lumière qu'elle apporte, c'est la lumière du soleil qui créera l'atmosphère du bâtiment. De plus, l'éclairage naturel peut répondre à la plupart des besoins d'éclairage, réduisant ainsi la consommation d'énergie.

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 : Ain Salah, Ben Abbes, Dar Beida

2.2 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.

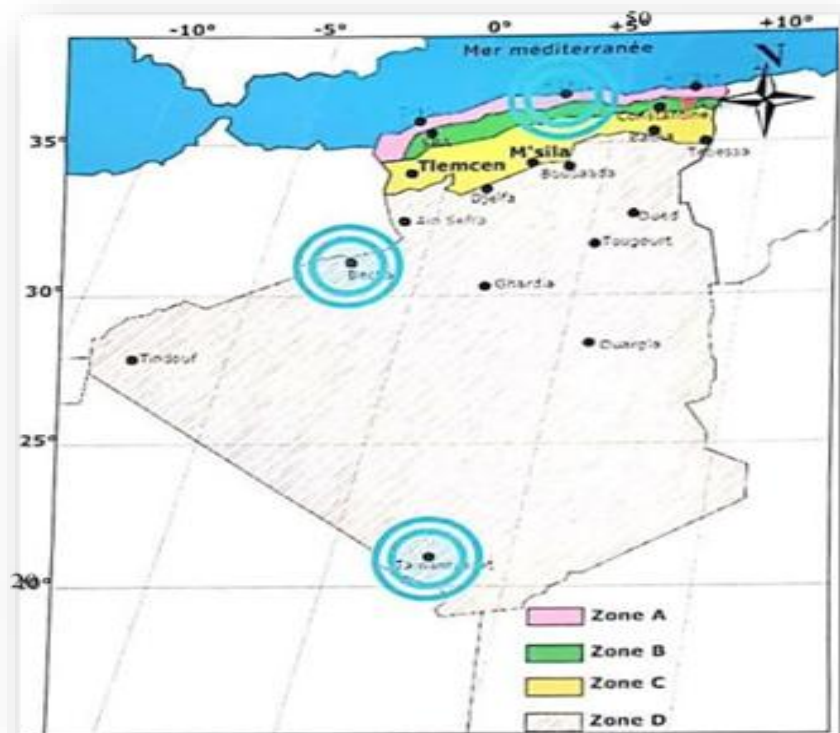


Figure 2.1 : CLASSIFICATION DU CLIMAT EN ALGÉRIE

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 SPECIFIQUES DE LA ZONE A

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

| Zone B : Arrière Littoral montagne | |
|---|---|
| Localisation | Latitude : entre la limite supérieure de 35°10N 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 SPECIFIQUES 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 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 35° 50 à l'ouest à 35° à l'est. |
| Températures | supérieure à 300C. 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 tin. dématinée atteignent le maximum dans l'après-midi. Nuits calmes. |

Tableau 2.3 : CARACTÉRISTIQUES SPECIFIQUES 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°50 N à l'ouest à 35°N à l'est La limite inférieure de 19° l'est et à l'ouest. |
| Variations saisonnières | 02 saisons, chaude et froide. |
| Températures | 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 | Pluies rares, torrentielles par moments. |
| 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 au été par les rayons réfléchit le sol. |
| Végétation. | extrêmement clairsemée. |
| Vents | généralement locaux. |

Tableau 2.4 : CARACTÉRISTIQUES SPECIFIQUES 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).

2.3 Présentations Des Villes D'étude :

2.3.1 La Ville d'Ain Salah :

Plus de 85% de la surface totale de l'Algérie a un climat chaud et sec. La ville de In Salah est la zone utilisée dans cette étude, caractérisée par une surchauffe prolongée et un inconfort intense. Une analyse de la distribution mensuelle des températures et de l'humidité relative à In Salah montre que la majeure partie de l'année se situe en dehors de la zone de confort. Par conséquent, les bâtiments doivent être conçus en fonction des exigences estivales; en conséquence, les conditions météorologiques hivernales seront respectées. Par conséquent, il est plus approprié de déterminer la technologie de refroidissement passif qui aide à réduire la température interne pour obtenir un environnement confortable dans le but d'un cycle de surchauffe.

2.3.1.1 La Situation Géographique Du Site :

La ville d'Ain Salah est située au sud-Est : 1065 km de la capitale Alger.

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

Altitude : 268m.

Latitude : 27⁰.2 N.

Longitude : 2⁰.5 (+E).

Ces différentes données sont très importantes pour déterminer les conditions climatiques (notamment la lumière globale) du site tout au long de l'année.

2.3.1.2 Les Caractéristiques Du Climat :

Données de METEONORM 7.1 du site d'Ain Salah :

| Mois | Ta [C] | H_Gh [Kwh/m2] | H_Dh [kWh/m2] | H_Bn [kWh/m2] | Rh [%] | FF [m/s] |
|-----------|--------|---------------|---------------|---------------|--------|----------|
| Janvier | 14.1 | 143 | 20 | 252 | 0 | 5.1 |
| Février | 17.3 | 144 | 34 | 189 | 0.1 | 5.3 |
| Mars | 22.5 | 197 | 44 | 232 | 0.5 | 5.3 |
| Avril | 26.2 | 215 | 56 | 231 | 1.8 | 5.8 |
| Mai | 31.7 | 236 | 67 | 230 | 5.2 | 6 |
| Juin | 36 | 235 | 66 | 232 | 8.4 | 6 |
| Juillet | 38.6 | 242 | 63 | 241 | 8.3 | 5.9 |
| Aout | 37.6 | 232 | 56 | 245 | 8.9 | 5.6 |
| Septembre | 34.1 | 192 | 55 | 203 | 8 | 4.8 |
| Octobre | 28.5 | 166 | 48 | 199 | 7.2 | 4.5 |
| Novembre | 20.3 | 140 | 28 | 205 | 3.7 | 4.1 |
| Décembre | 15.5 | 128 | 23 | 212 | 1.9 | 4.1 |
| Année | 26.9 | 2267 | 560 | 2672 | 4.5 | 5.2 |

Tableau 2.5 : DONNÉES CLIMATIQUES D'AIN SALAH

2.3.1.3 Les températures :

Les températures du site In Salah varient entre 7.5 et 46 en moyenne tout au long de l'année, comme l'indique le graphe suivant :

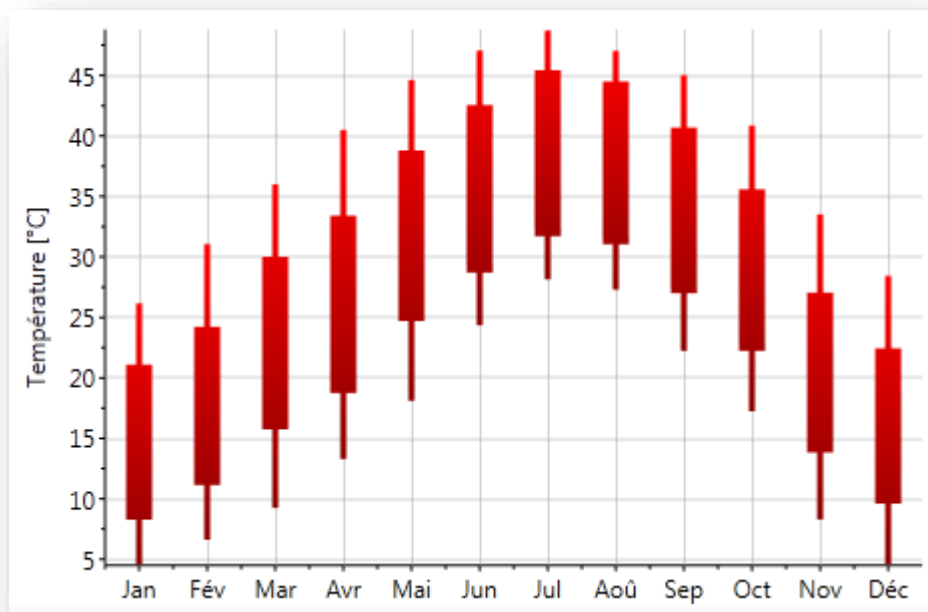


Figure 2.2 : TEMPÉRATURE MOYENNE MENSUELLES (AIN SALAH)

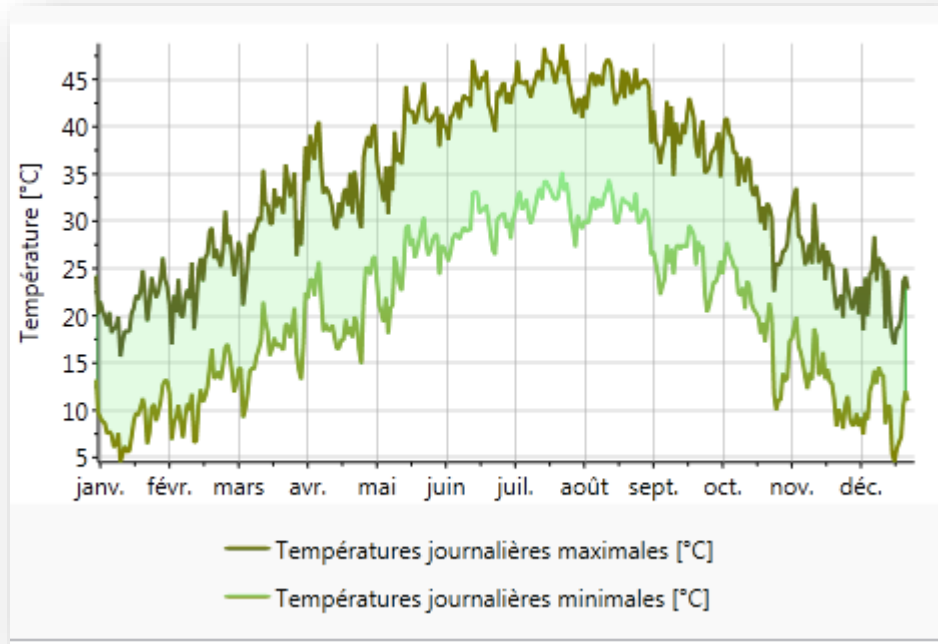


Figure 2.3 : VALEURS JOURNALIERES DE LA TEMPERATURE MOY, MAX ET MIN (AIN SALAH)

En été les températures varient entre 32 et 46 tandis qu'en hiver elles oscillent entre 7.5 et 30

2.3.1.4 L'ensoleillement :

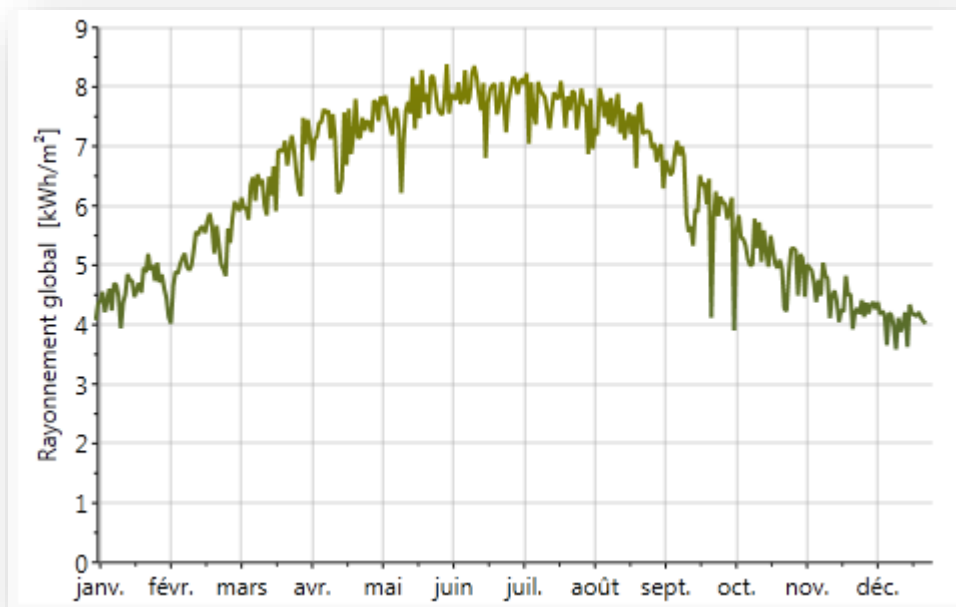


Figure 2.4 : MOYENNES JOURNALIERES DU RAYONNEMENT GLOBAL (AIN SALAH)

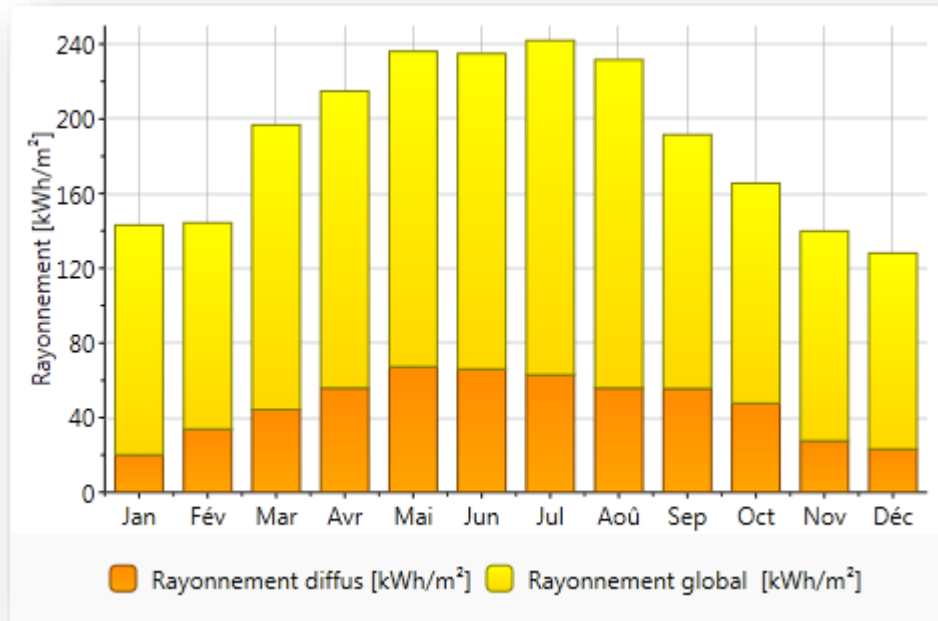


Figure 2.5 : VALEURS MENSUELLES DU RAYONNEMENT GLOBAL (AIN SALAH)

On peut déduire que l'ensoleillement globale oscille autour de 4.5 kWh/m² en hiver et peut dépasser les 8kwh/m² en été, ces données seront notamment prises en considération lors de l'évolution des apports solaires.

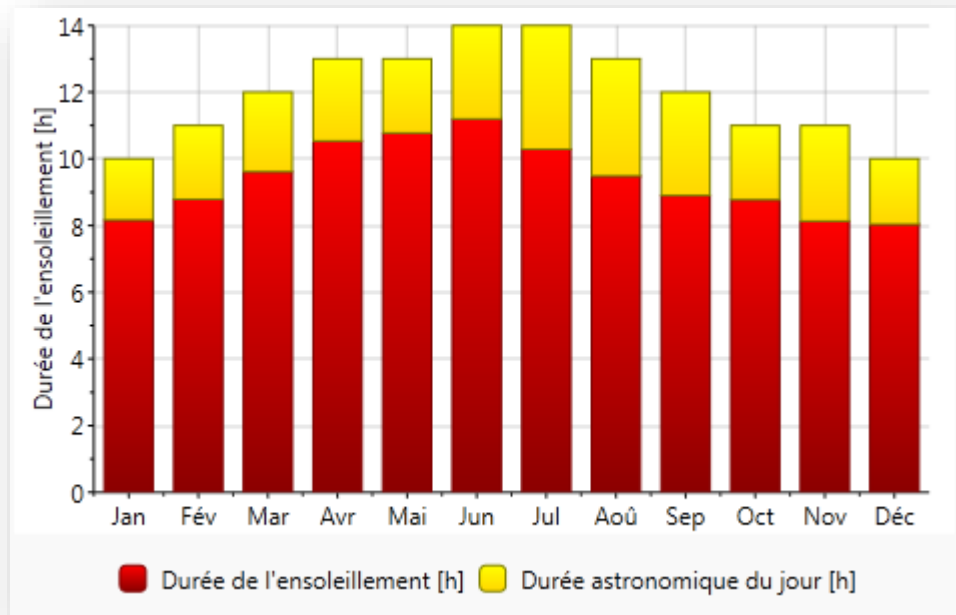


Figure 2.6 : VALEURS MENSUELLES DE LA DUREE D'INSOLATION (AIN SALAH)

2.3.2 La ville Dar El Beida :

2.3.2.1 La situation Géographique Du Site :

Dar El Beida est une commune de la wilaya d'Alger, située dans la banlieue Sud-est d'Alger. C'est sur le territoire de la commune que se situe l'aéroport d'Alger.

Altitude : 25 m.

Latitude : 36⁰.7N.

Longitude : 3⁰.3(+E).

Ces différentes données sont très importantes pour déterminer les conditions climatiques (notamment la lumière globale) du site tout au long de l'année.

2.3.2.2 Les Caractéristiques Du Climat :

Données de METEONORM 7.1 du site Dar El Beida :

| | Ta [C] | H_Gh [Kwh/m2] | H_Dh [kWh/m2] | H_Bn [kWh/m2] | Rh [%] | FF [m/s] |
|-----------|-----------|------------------|------------------|------------------|-----------|-------------|
| Janvier | 10.1 | 81 | 33 | 115 | 6.6 | 2.4 |
| Février | 11 | 91 | 43 | 100 | 6.7 | 2.5 |
| Mars | 13.5 | 141 | 63 | 131 | 8.9 | 2.7 |
| Avril | 15.6 | 166 | 73 | 144 | 10.7 | 3 |
| Mai | 19.1 | 198 | 89 | 160 | 13.7 | 3 |
| Juin | 23.2 | 224 | 81 | 203 | 16.3 | 3.1 |
| Juillet | 25.9 | 239 | 71 | 236 | 19.1 | 3.1 |
| Aout | 26.3 | 207 | 74 | 191 | 19.5 | 2.9 |
| Septembre | 23.3 | 157 | 64 | 150 | 17.4 | 2.8 |
| Octobre | 20.2 | 124 | 49 | 143 | 15 | 2.3 |
| Novembre | 14.7 | 87 | 37 | 115 | 10.1 | 2.5 |
| Décembre | 11.8 | 73 | 27 | 118 | 7.8 | 2.6 |
| Année | 17.9 | 1784 | 704 | 1805 | 12.6 | 2.7 |

Tableau 2.6 : DONNÉES CLIMATIQUES DE DAR EL BEIDA

2.3.2.3 Les températures :

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

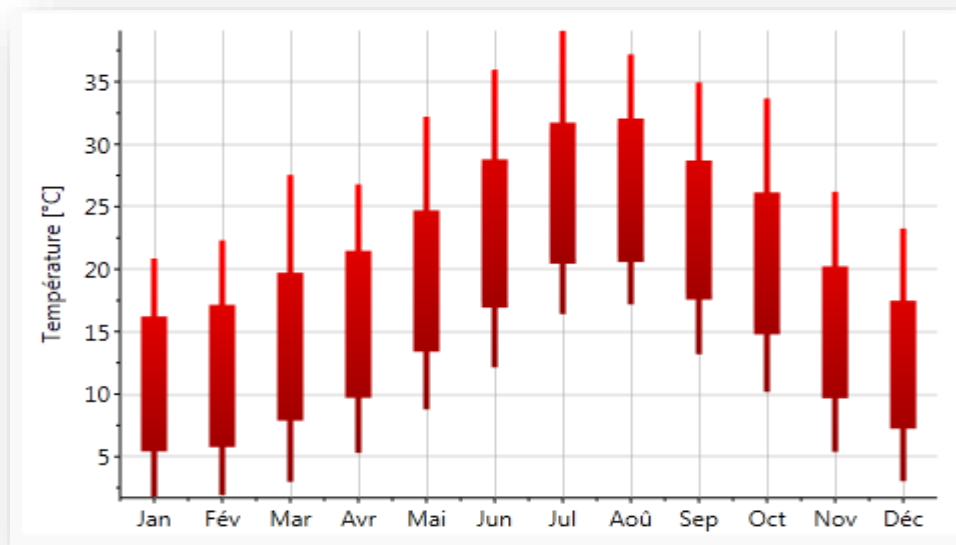


Figure 2.7 : TEMPÉRATURE MOYENNE MENSUELLES (DAR EL BEIDA)

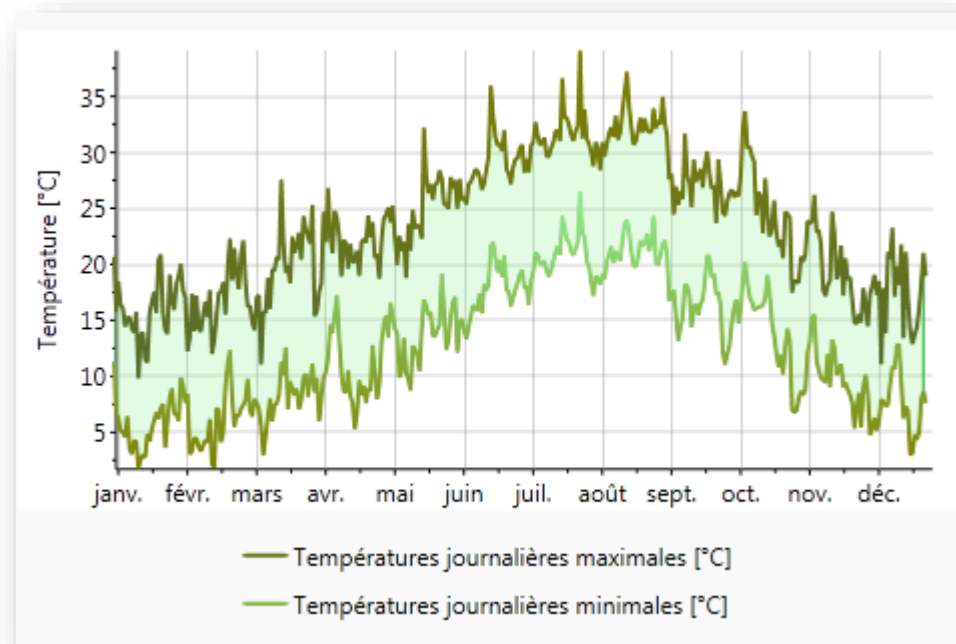


Figure 2.8 : VALEURS JOURNALIÈRES DE LA TEMPÉRATURE MOY, MAX ET MIN (DAR EL BEIDA)

En été les températures varient entre 24° et 34° tandis qu'en hiver elles oscillent entre 6.5° et 23°

2.3.2.4 L'ensoleillement :

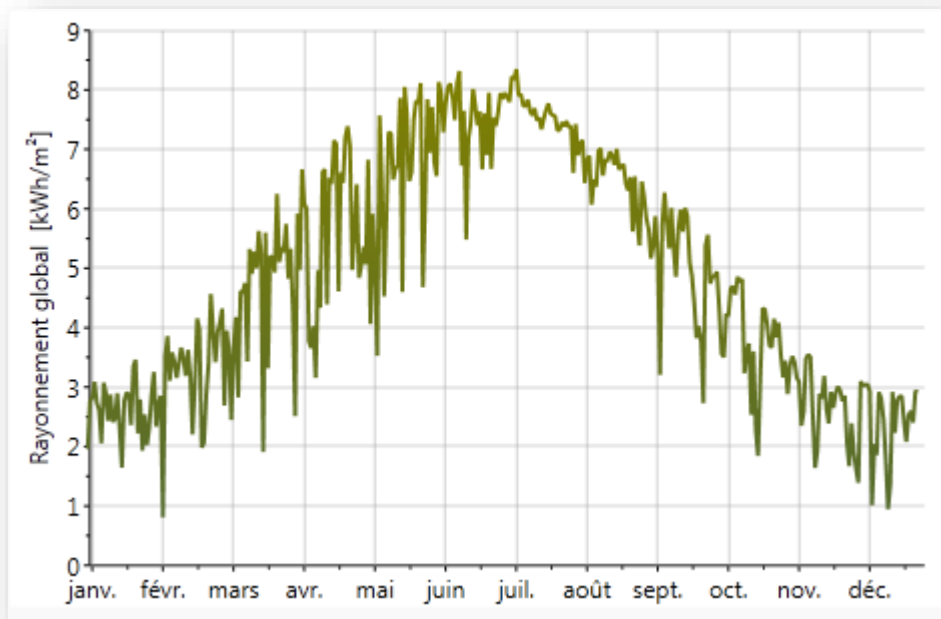


Figure 2.9 : MOYENNES JOURNALIERES DU RAYONNEMENT GLOBAL (DAR EL BEIDA)

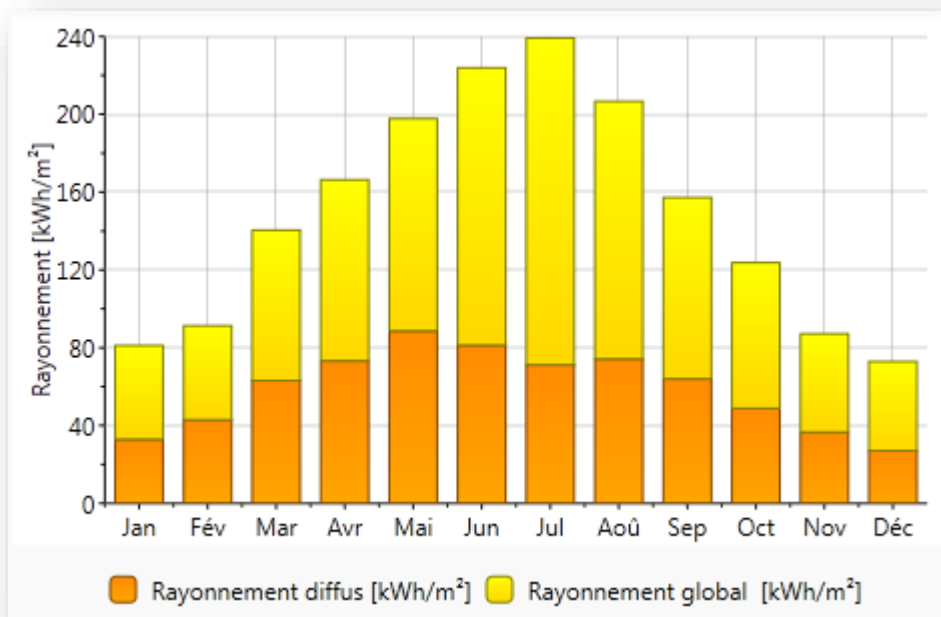


Figure 2.10 : VALEUR MENSUELLES DU RAYONNEMENT GLOBAL (DAR EL BEIDA)

On peut déduire que l'ensoleillement 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.

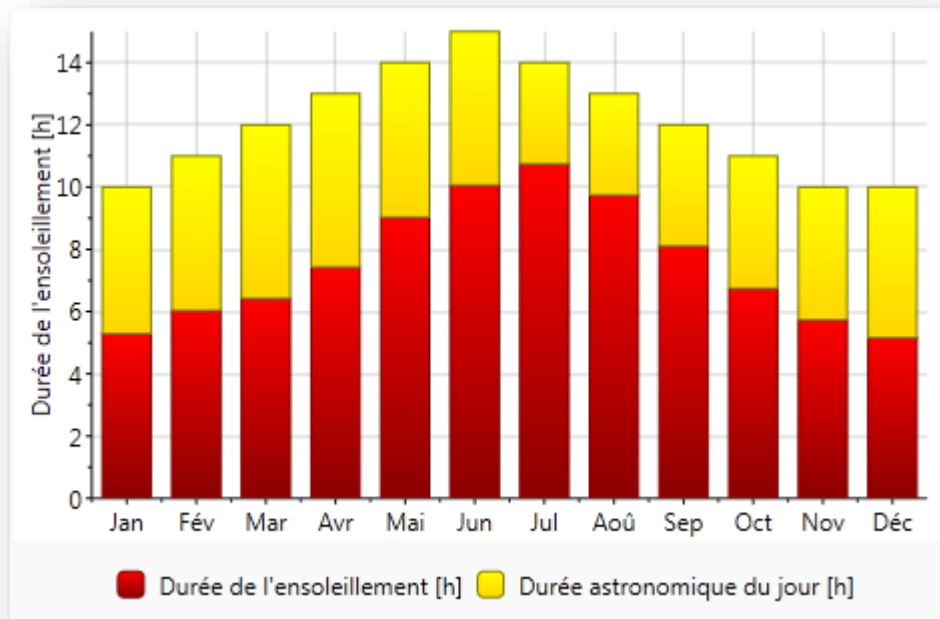


Figure 2.11 : VALEUR MENSUELLES DE LA DUREE D'INSOLATION (DAR EL BEIDA)

2.3.3 Recommandations De L'analyse Climatique :

On peut distinguer pour les sites : Ain Salah, Dar El Beida deux saisons :

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

2.4 Description Du Projet :

Dans le cadre du Programme National pour la Maitrise 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 1112 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

2.4.1 Dossier graphique :



Figure 2.12 : VUE SUR L'ENSEMBLE DE PROJET, 3D REALISE PAR SKETCHUP



Figure 2.13 : VUE SUR LE LOGEMENT D'ETUDE, 3D REALISE PAR SKETCHUP

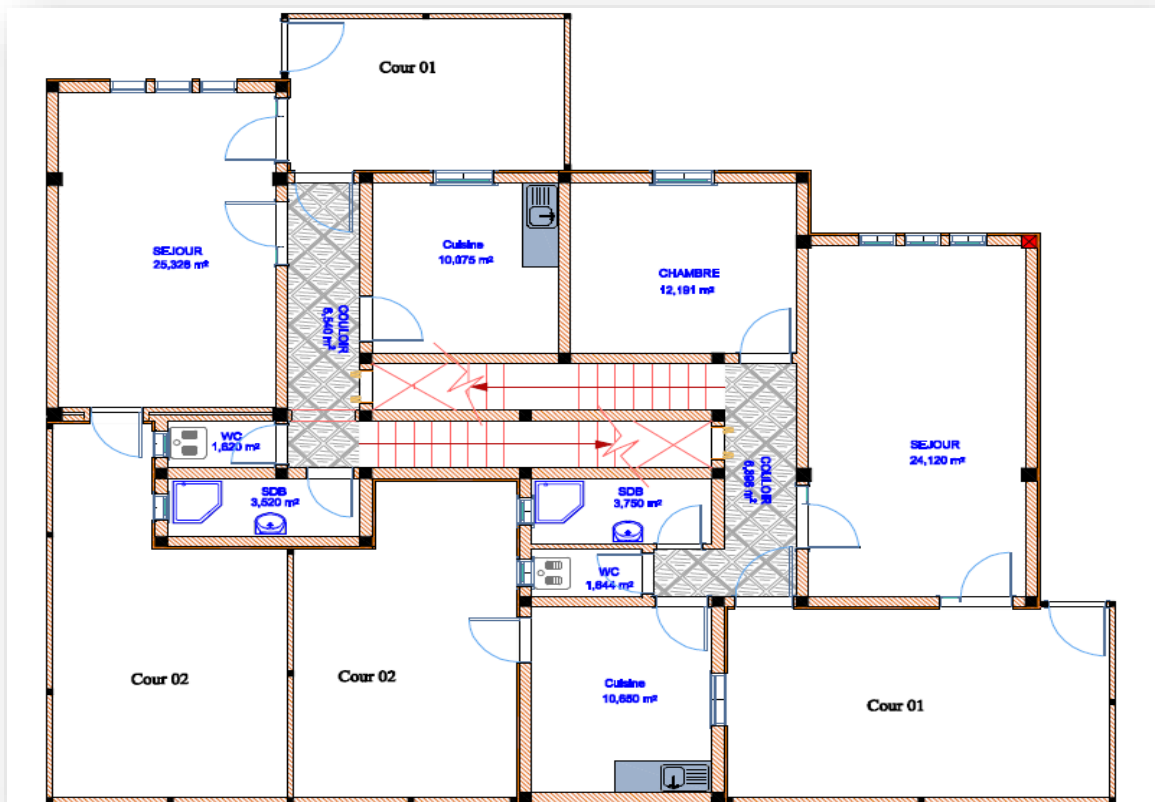


Figure 2.14 : VUE EN PLAN DU RDC REALISE PAR AUTOCAD

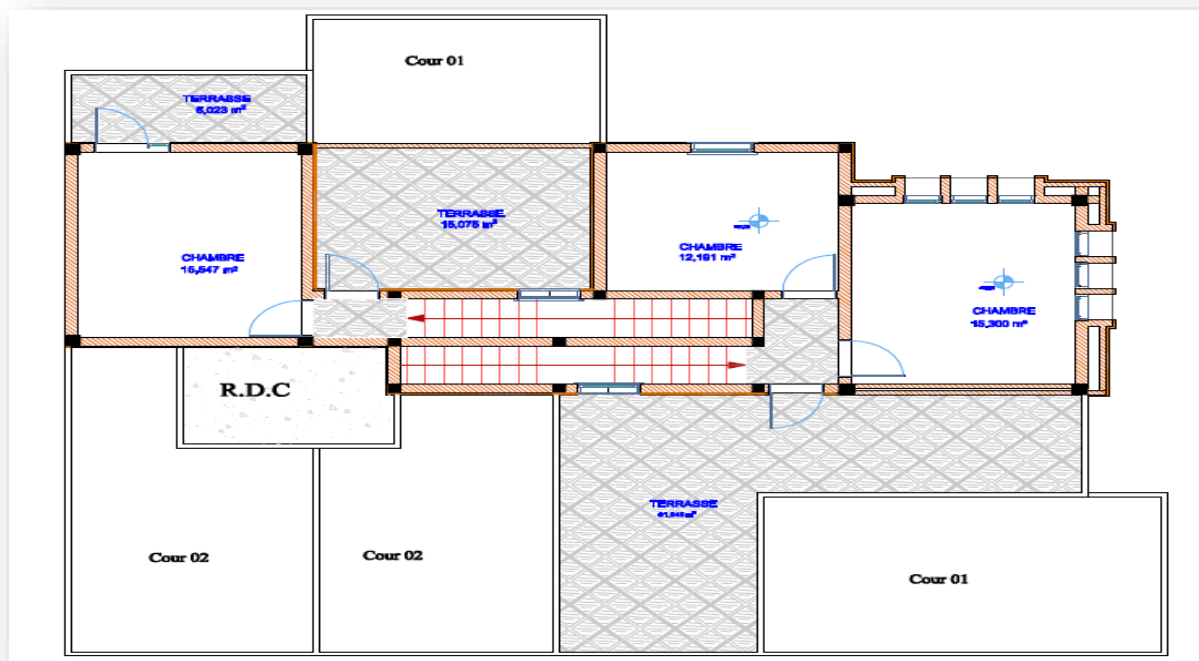


Figure 2.15 : VUE EN PLAN DU 1ER ETAGE REALISE PAR AUTOCAD

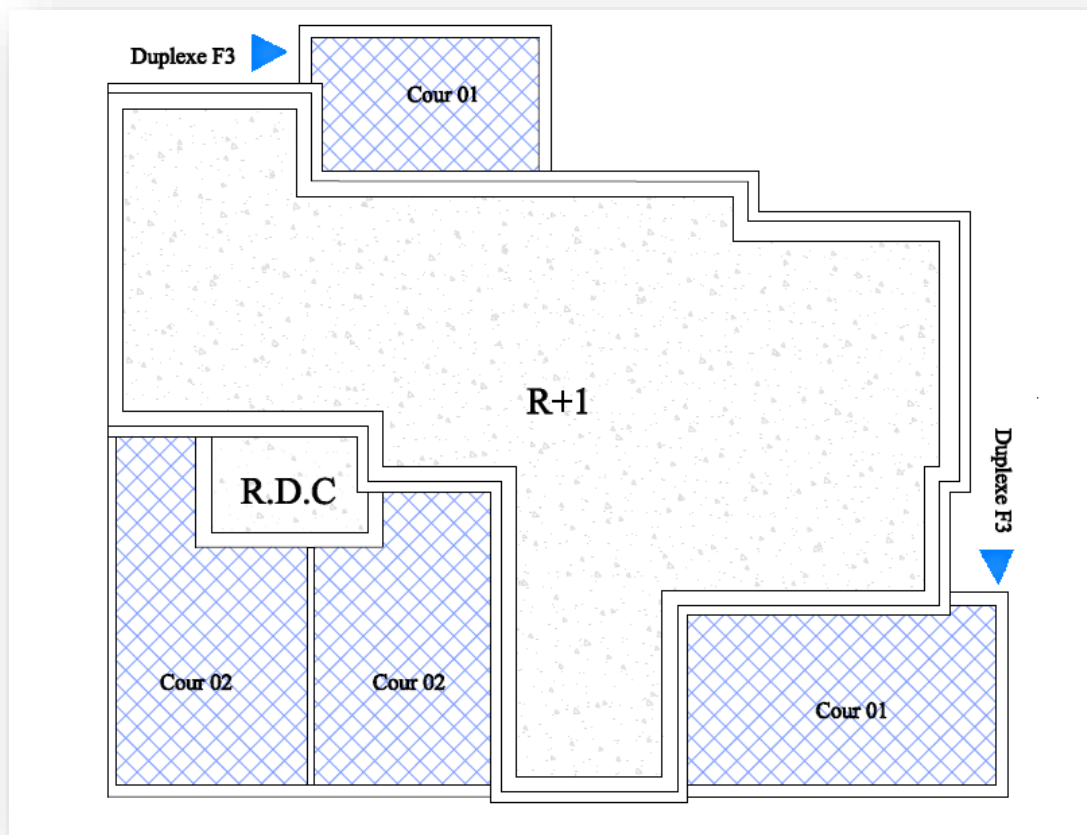


Figure 2.16 : VUE EN PLAN DE TOITURE REALISE PAR AUTOCAD

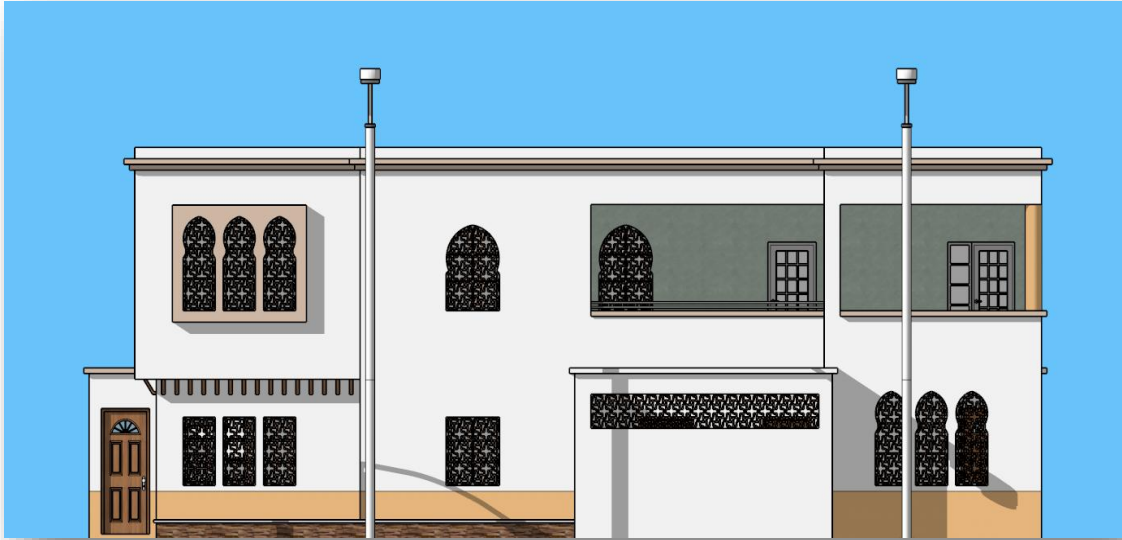


Figure 2.17 : FAÇADE PRINCIPALE (SUD) REALISE PAR SKETCHUP

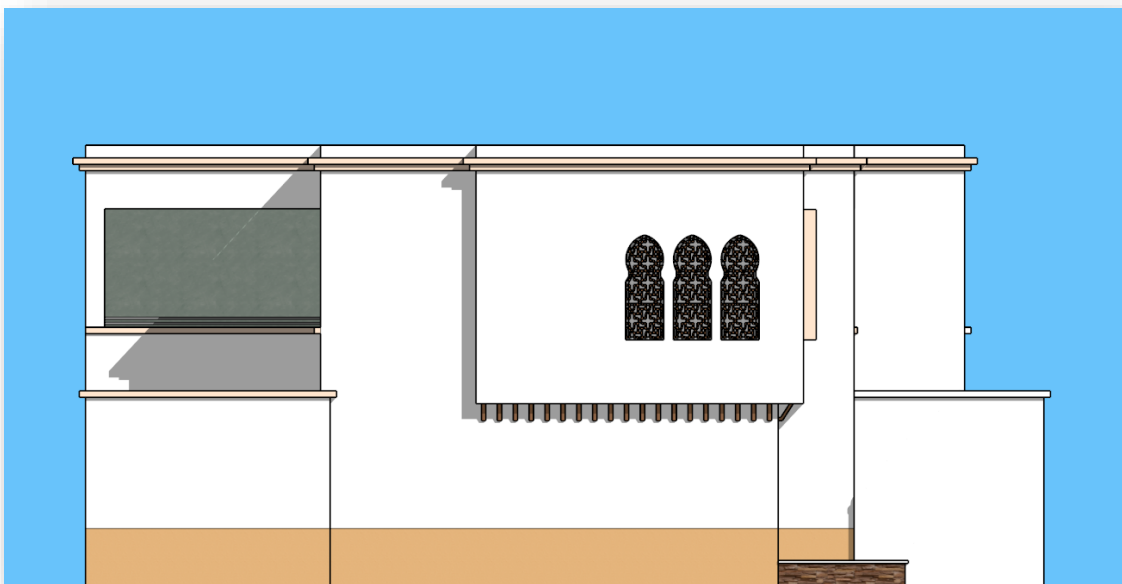


Figure 2.18 : FAÇADE LATÉRALE (OUEST) REALISE PAR SKETCHUP

2.4.2 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.

Les matériaux de construction.

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.

2.4.2.1 Caractéristiques des parois :

Pour définir le besoin en énergie de logement de référence, le tableau 2.8 contient les caractéristiques des matériaux, des épaisseurs d'isolant correspondant 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 |
| | | | | |
| 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 |
| | | | | |

| | | | | |
|-----------------------------------|---------------------|-------|------|--------|
| 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 |
| | | | | |
| 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 |
| | | | | |
| 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 |
| | | | | |

Tableau 2.7 : COMPOSITION DE PAROIS UTILISEES POUR LE BATIMENT DE RÉFÉRENCE

2.4.2.2 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

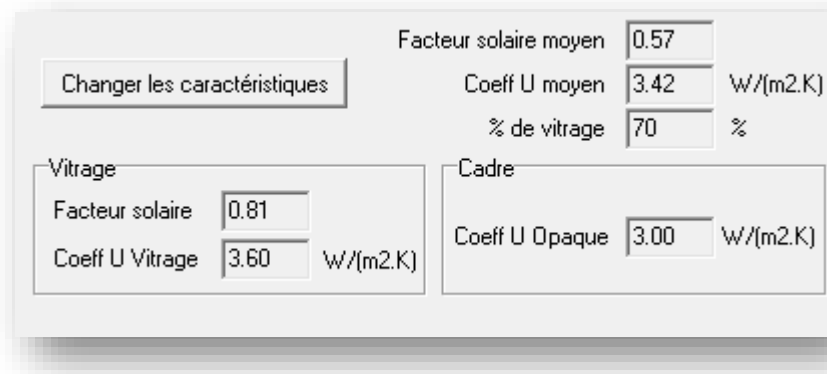


Figure 2.19 : INTERFACE DE LA BIBLIOTHEQUE DE PLÉIADE DE LA FENETRE UTILISEE

| Composant Paramètres | 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 2.8 : CARACTÉRISTIQUE DES FENETRES

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.

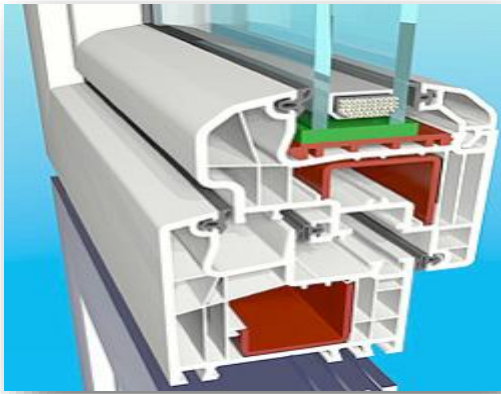


Figure 2.20 : FENÊTRE DOUBLE VITRAGES

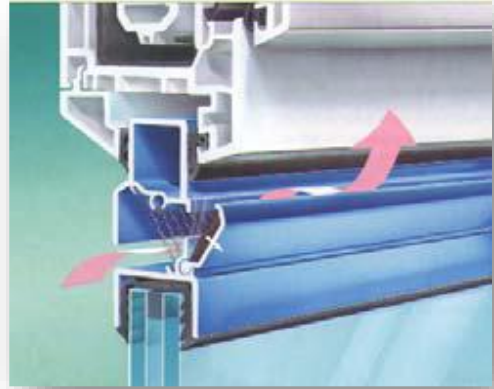


Figure 2.21 : ENTRÉE D'AIR RÉGLABLE EN ALUMINIUM

○ **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.

2.4.3 Définition des zones :

La classification des différents espaces en différentes zones couplées les unes aux autres. Il 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 2.9 : CARACTÉRISTIQUE DES PIÈCES EN FONCTION DES ZONES

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

| | |
|---|-----------------------|
| <u>Surface habitable :</u> | 82.70 m ² |
| <u>Surface de la zone de confort :</u> | 54.00 m ² |
| <u>Volume habitable :</u> | 165.59 m ³ |

2.5 Conclusion :

Ce chapitre englobe les données climatiques des 3 sites choisis : Ain Salah, Beni Abbes, Dar Beida, 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 et intermédiaire et haut, les ouvrants).

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

CHAPITRE 3 : MODÉLISATION DU LOGEMENT D'ÉTUDE

3.1 Introduction :

Les exigences de simulation de l'environnement changent avec l'avancement du projet, ce qui illustre la grande variété d'outils qui existent pour simuler le comportement énergétique des bâtiments. En fait, il doit y avoir des outils simples pour faire des choix judicieux dès la phase d'esquisse, et ces choix judicieux sont indispensables pour ne pas conduire à des décisions ultérieures de préformage.

Dans la phase d'avant-projet, les outils de simulation doivent permettre d'optimiser l'enveloppe du bâtiment pour réduire ses besoins de chauffage et de refroidissement. Par la suite, il faut estimer la consommation du bâtiment pour estimer la taille de son équipement. Les outils que nous utilisons nécessitent beaucoup de saisie et ne sont généralement pas aussi conviviaux et prennent beaucoup de temps à pratiquer, mais pour le comportement dynamique des bâtiments (tels que l'environnement énergétique), ils ont une précision bien définie.

La simulation dynamique **PLÉIADECOMFIE** utilisée dans cette étude. Dans ce chapitre, je vous présente le model de logement, et les concepts utilisés qui 1 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.

3.2 Présentation des outils de simulation :

3.2.1 Pleiade et 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 :

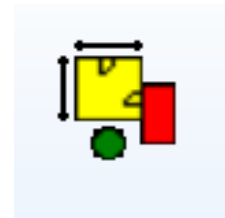
- La conception bioclimatique et l'analyse du confort thermique (moteur COMFIE de simulation thermique dynamique) avec calcul des besoins et des consommations énergétiques et indicateurs de confort.

- 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 modeleur graphique de PLEIADES, la saisie devient simple et efficace. A 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.

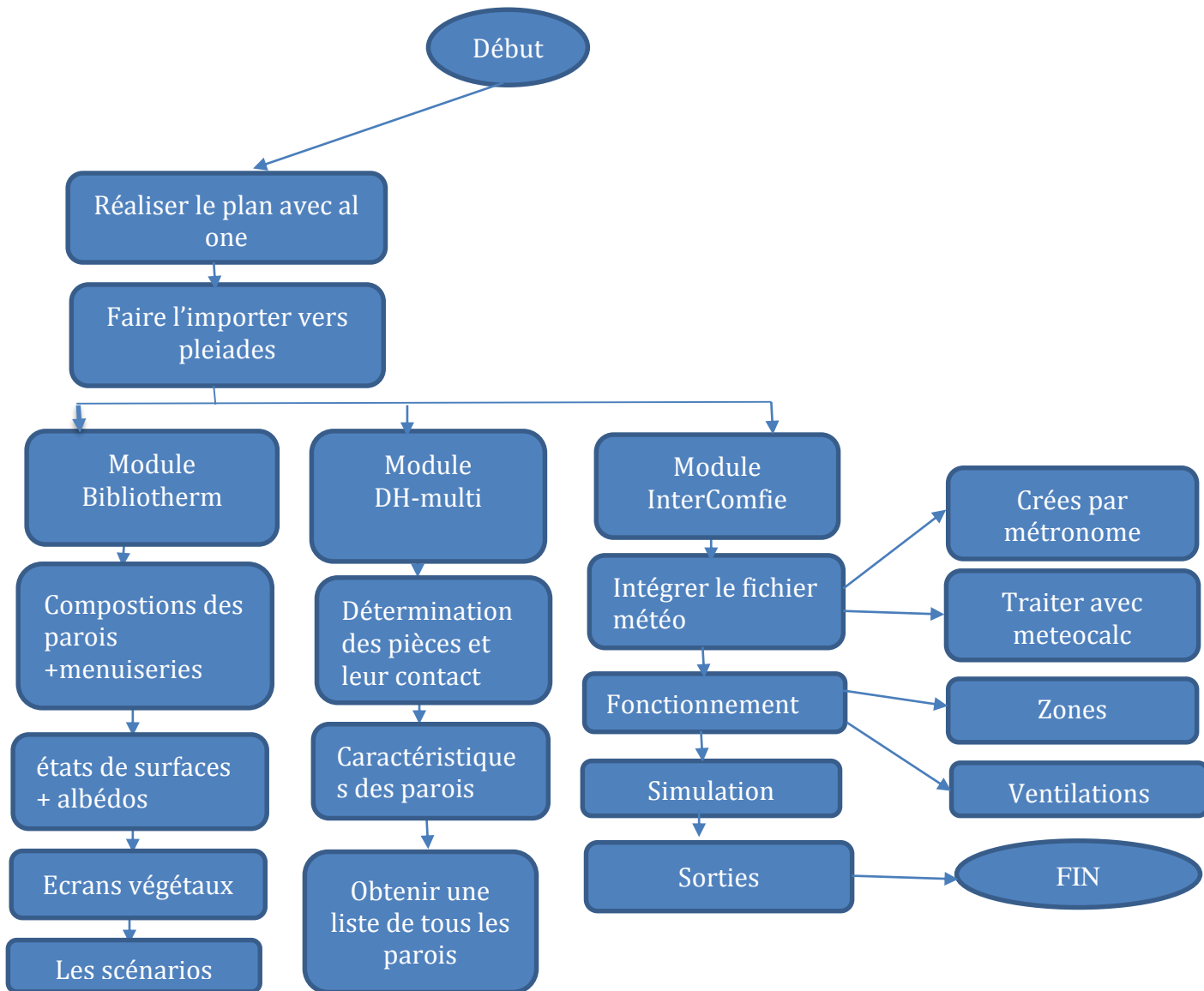


- **METEONORM 7.1 :**

Le pack Stations Métronom 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 développés 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 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 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.

3.2.2 Procédures d'injection des données sur pléiade :



3.2.3 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.

- 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 rafraichissement par m³.
 5. Part de besoins nets : pourcentage de besoins nets de chauffage par rapport aux déperditions

3.3 Le Bilan Énergétique Du Bâtiment :

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 : $(0.6 \times 1.2) \times 3 + (1 \times 1.2) \times 3 + (0.6 \times 0.6) \times 2 = 6.48 \text{ m}^2$.

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

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

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

Surface de plancher bas : 64.02 m^2 .

Surface des murs extérieurs : 162 m^2 .

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

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

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

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

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

○ **Calcul des coefficients de déperditions K :**

| | | |
|---------------------------------|---|--|
| Mur extérieur : | $R = 2.442 \text{ m}^2 \cdot \text{c}^0/\text{w}$ | $K = 0.409 \text{ w/m}^2 \cdot \text{c}^0$ |
| Mur intérieur : | $R = 0.504 \text{ m}^2 \cdot \text{c}^0/\text{w}$ | $K = 1.984 \text{ w/m}^2 \cdot \text{c}^0$ |
| Plancher bas : | $R = 0.271 \text{ m}^2 \cdot \text{c}^0/\text{w}$ | $K = 3.690 \text{ w/m}^2 \cdot \text{c}^0$ |
| Plancher intermédiaire : | $R = 3.362 \text{ m}^2 \cdot \text{c}^0/\text{w}$ | $K = 0.297 \text{ w/m}^2 \cdot \text{c}^0$ |
| Plancher haut : | $R = 3.312 \text{ m}^2 \cdot \text{c}^0/\text{w}$ | $K = 0.301 \text{ w/m}^2 \cdot \text{c}^0$ |
| Porte : | $R = 4 \text{ m}^2 \cdot \text{c}^0/\text{w}$ | $K = 0.25 \text{ w/m}^2 \cdot \text{c}^0$ |
| Fenêtre : | $R = 4 \text{ m}^2 \cdot \text{c}^0/\text{w}$ | $K = 0.25 \text{ w/m}^2 \cdot \text{c}^0$ |

3.3.1 Les déperditions par transmission :

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

$$(DT)_i = (Ds)_i + (Dli)_i + (Dsol)_i + (Dinc)_i \quad [\text{W}/^\circ\text{C}]$$

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

3.3.1.1 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 : $Ds = K \cdot A$

- 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 :

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

- **Plancher haut :**

$$D_s = 0.301 \times 51 = 15.35 \text{ w/c}^\circ$$

- **Murs extérieurs avec menuiseries :**

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

$$D_s = 0.79 \times 162 \text{ w/c}^\circ$$

- **Déperditions thermiques surfaciques :**

$$D_s \text{ total} = 143.941 \text{ w/c}^\circ$$

3.3.1.2 Déperditions À Travers Les Ponts Thermiques :

Les déperditions à travers une liaison, ou pont thermique, D_{li} pour une différence de température de 1°c , sont données par la formule :

$$D_{li} = KI \cdot L \text{ [W/}^\circ\text{c]}$$

- KI (W/ m. $^\circ\text{C}$) 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 :

$$D_{li} = 0.20 * 143.941 = 28.78 \text{ w/c}^\circ$$

3.3.1.3 Les Déperditions Dsol Pour un Plancher Bas, Est donnée Par La Formule :

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

- K_s (en $\text{W/m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$) 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.

$K_s = 1.75 \text{ (W/m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C)}$ entre la profondeur -0.2 à 0.2 m (déterminer de DTR)

$$D_{sol} = 1.75 \times 67.45 = 118.037 \text{ w/c}^{\circ}$$

3.3.2 Calcul statique Et Comparaison Avec Le Bâtiment De Référence :

3.3.2.1 Calcul Des Déperditions de Référence :

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

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

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 S_1 la toiture, S_2 le plancher bas, y compris les planchers bas sur locaux non chauffés, S_3 les murs, S_4 les portes, S_5 les fenêtres et les portes fenêtres. S_1 , S_2 , S_3 sont comptées de l'intérieur des locaux, S_4 et S_5 sont comptées en prenant les dimensions du pourtour de l'ouverture dans le mur.

Les coefficients : **a**, **b**, **c**, **d** et **e**, (en $\text{W/m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$), 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 |

Figure 3.1: LES COEFFICIENTS DE DEPERDITION THERMIQUE EN FONCTION DE ZONES CLIMATIQUE

- Pour la zone D :

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

- Pour la zone A :

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

3.3.2.2 Vérification Réglementaire :

Les déperditions par transmission DT du logement doivent vérifier :

$$Dt < 1.05 * Dréf \quad [\text{W}/^\circ\text{C}]$$

- DT (en W/°C) représente les déperditions par transmission du logement.
- Dréf (en W/°C) représente les déperditions de référence.

- Pour le site Ain Salah :

$$290.76 < 1.05 \times 602.2 \text{ [W}/^\circ\text{C}]$$

$$290.76 < 632.31 \text{ [W}/^\circ\text{C}]$$

L'exigence réglementaire est vérifiée

- Pour le site Dar El Beida :

$$290.76 < 1.05 \times 484.68 \text{ [W/}^\circ\text{C]}$$

$$290.76 < 508.91 \text{ [W/}^\circ\text{C]}$$

L'exigence réglementaire est vérifiée

L'exigence réglementaire de la conformité du bâtiment est vérifiée pour les 2 logements d'études.

3.4 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 une autre pour l'été.



Figure 3.2 : LOGEMENT EN 3D REALISE PAR ALCYONE

Le bloc contient deux logements de type HPE imbriqués, l'étude a été faite sur le logement gauche indiqué sur la figure 3.8 en prenant compte du logement voisin qui agit directement sur la consommation énergétique du logement d'étude.

L'orientation du logement d'étude est fixe : On Nurd

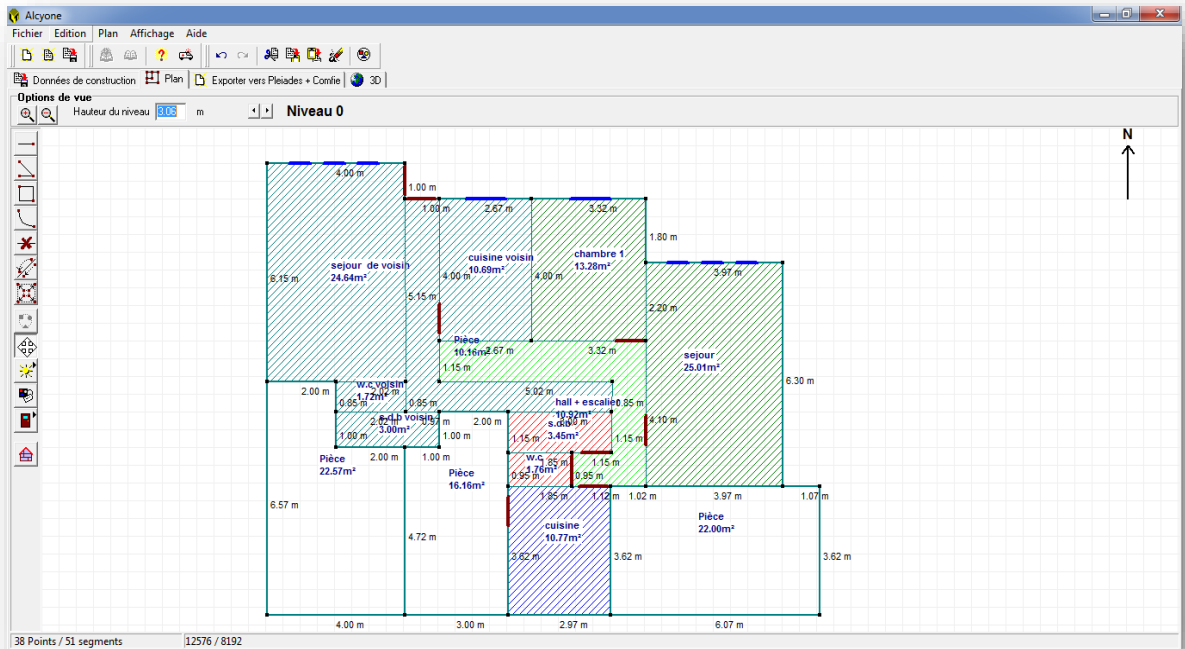


Figure 3.3 : PLAN RDS DESSINE PAR ALCYONE

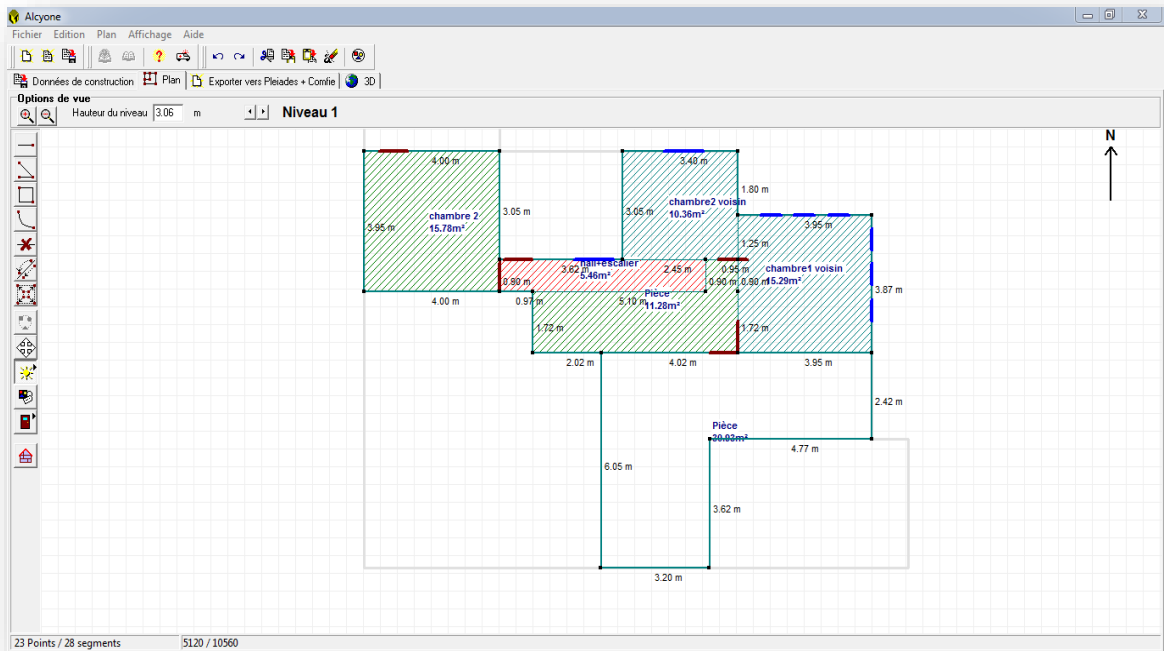


Figure 3.4 : PLAN DE 1 ETAGE DESSINE PAR ALCYONE

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

Le logement est divisé sur quatre 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.

3.4.1 Description des systèmes constructifs et conditions aux limites sous PLEIADE COMFIE :

3.4.1.1 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 | |
|---------------------|---|------|-------------------|-----------|------|-----------------------------|
| Calcaire ferme | M | 40.0 | 880 | 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 | 902 | | 2.33 | |

Figure 3.5 : MUR EXTERIEUR

| Composants | T | cm | kg/m ² | λ | R | Extérieur ↓ Intérieur |
|------------------------|---|------|-------------------|-----------|------|-----------------------------|
| Enduit plâtre | M | 1.3 | 20 | 0.35 | 0.04 | |
| 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 | |

Figure 3.6 : MUR INTERIEUR

| 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 | |

Figure 3.7 : 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 | 4.0 | 16 | 0.16 | 0.25 | |
| Hourdis de 20 en béton | E | 20.0 | 260 | 1.33 | 0.15 | |
| Polystyrène expansé | M | 10.0 | 3 | 0.04 | 2.56 | |
| Béton cellulaire 400 | M | 3.0 | 12 | 0.16 | 0.19 | |
| Plâtre courant | M | 1.5 | 12 | 0.35 | 0.04 | |
| | | | | | | |
| Total | | 40.5 | 349 | | 3.20 | |

Figure 3.8 : PLANCHER INTERMEDIAIRE

| 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 | |

Figure 3.9 : PLANCHER HAUT

3.4.1.2 Déduction des scénarios :

Avent 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.

3.4.1.3 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 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 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.

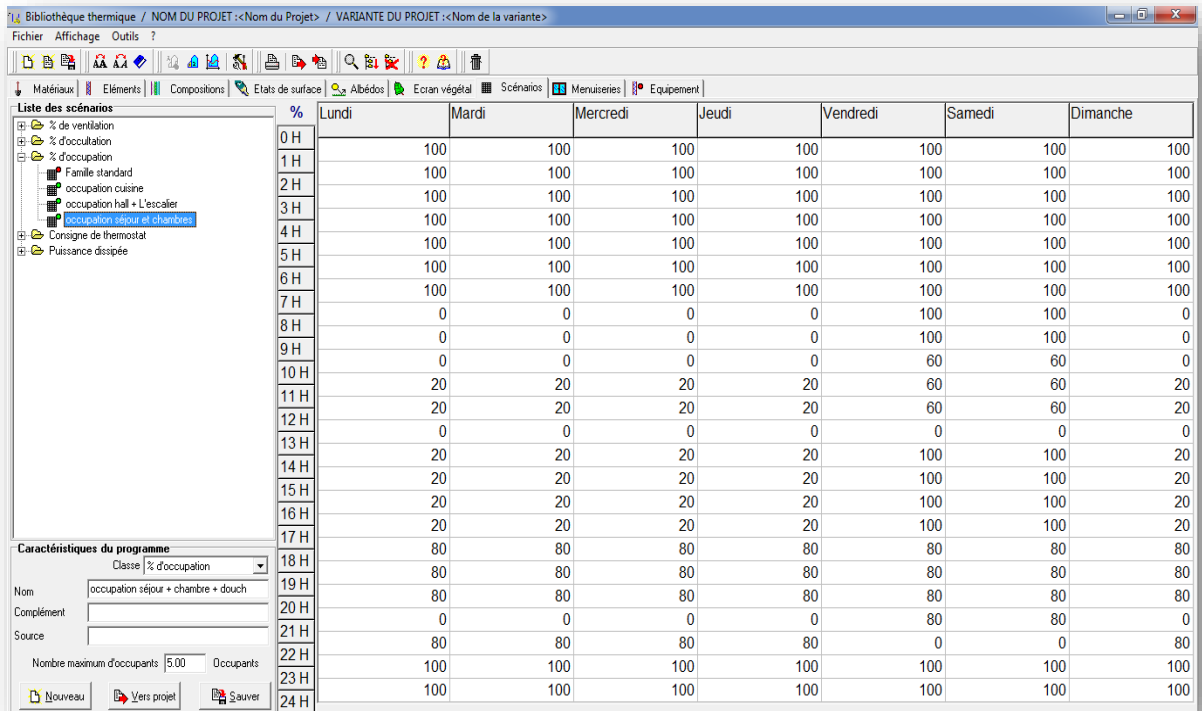


Figure 3.20 : SCÉNARIO D'OCCUPATION DE LA ZONE DE CONFORT

- **Pour la zone 03 : hall d'escalier (circulation) :**

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

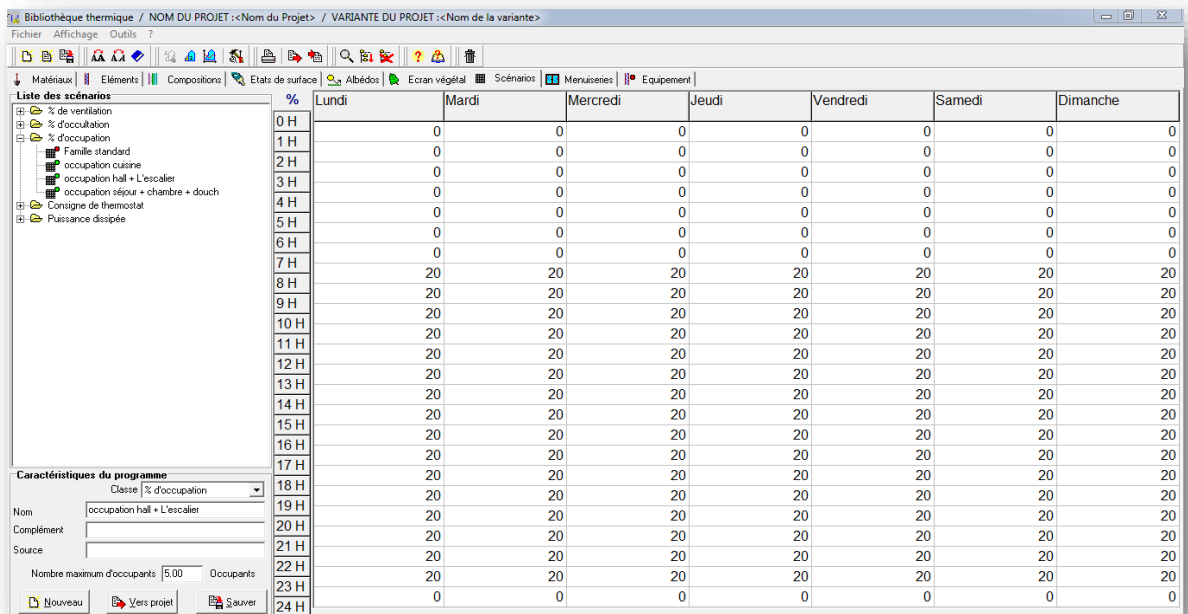


Figure 3.11 : SCÉNARIO D'OCCUPATION DE LA ZONE 3

○ **Pour la zone 04 :** cuisine

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

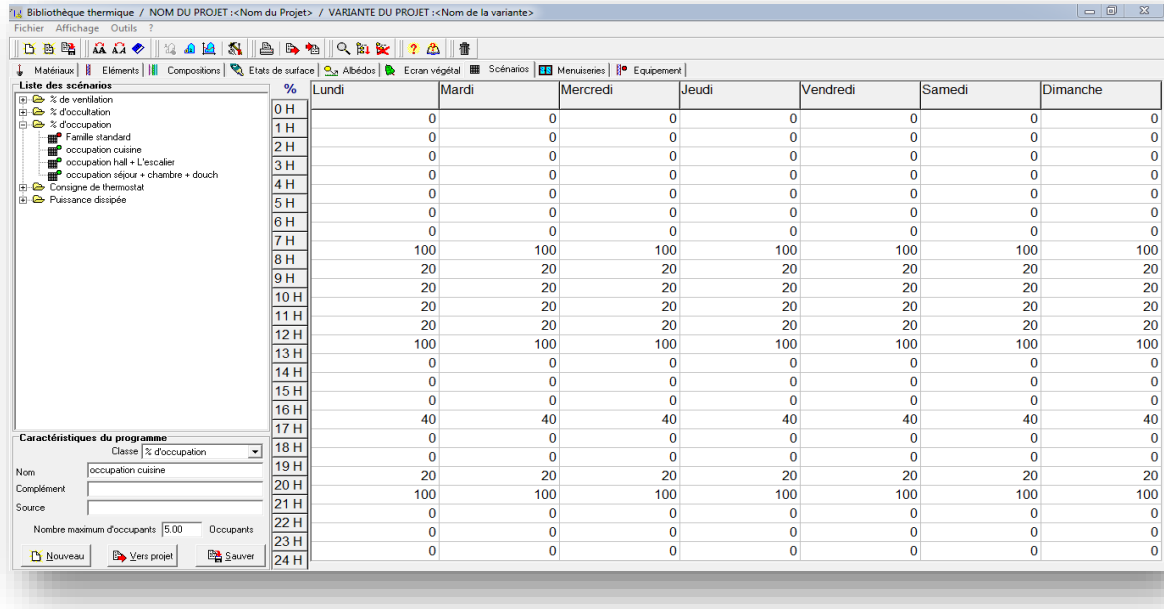


Figure 3.12 : SCÉNARIO D'OCCUPATION DE LA ZONE 4

3.4.1.4 Les scénarios de Puissance Dissipée :

Les appareils électriques 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 1ere zone :** 2 chambres + séjour (zone de confort)
 - 6lampes (33watts pour chaque une) de 18h-00h
 - 1tv +1 demodulators + (100+100 watts) de 13h-22h
 - Pc (100 watts) de 18h-22h

| Watts | 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 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 |
| 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 |

Figure 3.13 : SCÉNARIO DE PUISSANCE DISSIPÉ DE LA ZONE DE CONFORT

- **Pour la 2eme zone :** s, d, b et w.c
 - 2 lames (33 watts pour chaque une) de 18h-00h, on suppose qu'une seule lampe est allumée en alternance, une heure allumée et une heure atteint.
 - Machine à lavé (200 watts) tout le 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 |

Figure 3.21 : SCÉNARIO DE PUISSANCE DISSIPÉ LA 2^{EME} ZONE

- **Pour la 3eme zone :** hall + escalier :
 - Trois (03) lampes (33 watts pour chaque une) de 18h-00h.

| Watts | 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 | 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 |

Figure 3.15 : SCÉNARIO DE PUISSANCE DISSIPÉ DE LA 3^{EME} ZONE

- **Pour la 4eme zone :** cuisine
 - Une (01) 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 |

Figure 3.22 : SCÉNARIO DE PUISSANCE DISSIPÉ DE LA 4^{EME} ZONE

3.4.1.5 Scénarios de ventilation :

La ventilation est certainement, après l'enveloppe thermique, le point le plus important de la simulation. En effet, en effectuant une gestion efficace des flux de la chaleur, il est possible de limiter de manière très significative les pertes, tout d'abord, il est nécessaire d'introduire de l'air neuf dans la maison pour garantir le confort occupant, cet apport d'air neuf est réalisé grâce au scénario de ventilation.

Deux types de ventilation ont été distingués pour cette étude, une ventilation pour l'hiver et une autre ventilation pour l'été.

| % | 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 |

Figure 3.17 : SCÉNARIO DE VENTILATION ÉTÉ

| % | 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 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 9 H | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 10 H | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 11 H | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 12 H | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 13 H | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 14 H | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 15 H | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 16 H | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 17 H | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 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 |

Figure 3.18 : SCÉNARIO DE VENTILATION HIVER

En ce qui concerne la ventilation, en hiver une ventilation mécanique contrôlée (VMC) peut être réglée à 0,6 volume/heure. En été, la ventilation naturelle se situe entre 1 volume/heure (fenêtre entrebâillée) et 6 vol/h (fenêtres ouvertes) ou même 10 à 20 vol/h (courant d'air). Pour de forts débits, la valeur tend à perdre de son influence : pour 10 ou 20 vol/h, le local est quasiment à la température extérieure. Dans notre cas, le débit est réglé à 5 volume/ heure (fenêtre entrebâillée).

3.4.1.6 Scénarios 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 chambre et le séjour, la température de consigne de rafraichissement correspond à la température maximale acceptable : elle a été fixée à 26 °C.

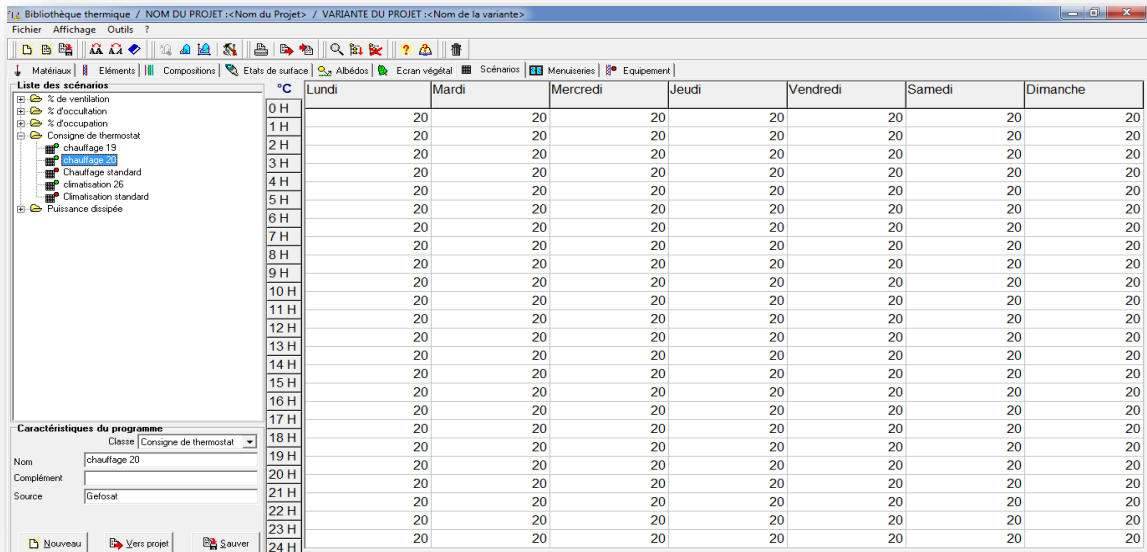


Figure 3.19 : SCÉNARIO DE CONSIGNE DE THERMOSTAT DE CHAUFFAGE

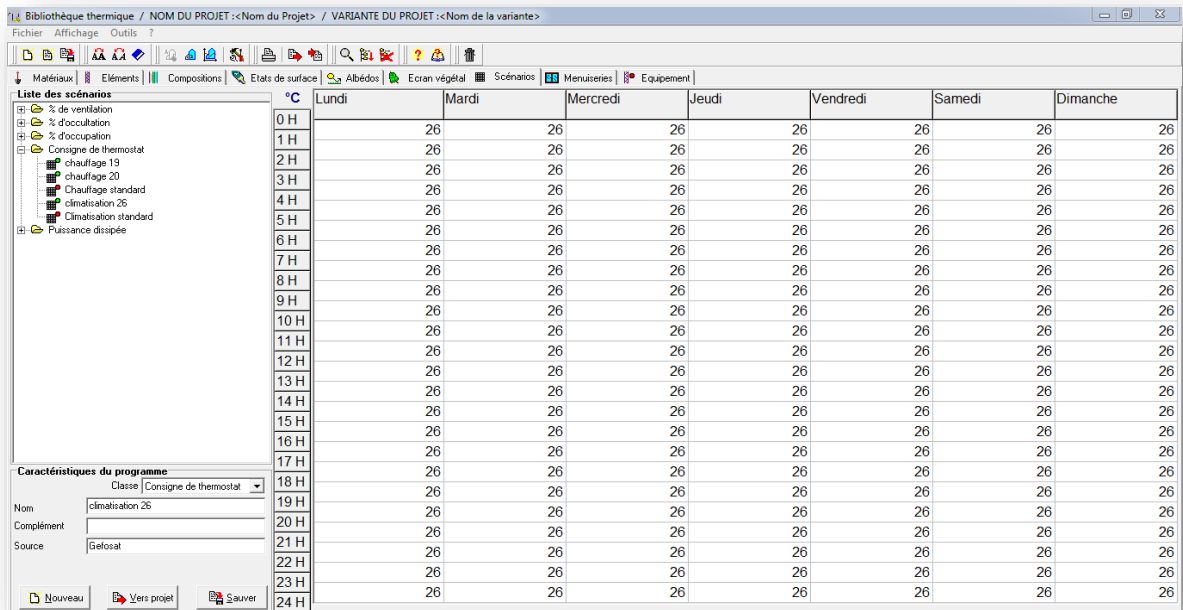


Figure 3.20 : SCÉNARIO DE CONSIGNE DE THERMOSTAT DE CLIMATISATION

3.4.1.7 Scénarios d'occultations :

Fermeture des volets, de 7h à 19h en été et de 18h à 07h en hiver avec une résistance thermique additionnelle de $1 \text{ m}^2 \cdot \text{k/w}$.

| % | 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 |

Figure 3.23 : SCÉNARIO D'OCCULTATION POUR LA PERIODE ESTIVALE

| % | 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 |

Figure 3.22 : SCÉNARIO D'OCCULTATION DE LA PERIODE HIVERNALE

3.4.2 Les indices de la sortie de simulation :

Pléiade + 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 |

Figure 3.24 : LISTE D'INDICE DE PLÉIADE

Ces valeur et indices sont toujours calculés sur la totalité de 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.

3.5 Conclusion

Après vérification du logement répondant aux exigences de la régulation de température des bâtiments (DTR) en Algérie, le concept utilisé dans sa modélisation et l'avancement des activités des occupants et des équipements utilisés sont présentés en détail. Nous utiliserons pléiades + Comfie, ont analysé les résultats de consommation d'énergie dans le trois endroits Salah, Beni Abbes et Dar Beida, analysé le comportement thermique dynamique de nos bâtiments et comparé les résultats améliorés avec l'efficacité énergétique. Le dernier chapitre donnera les solutions passives proposées dans ces 3 sites.

CHAPITRE 4 : SIMULATION

4.1 Introduction :

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

L'analyse des résultats avant et après la simulation, aidera tout concepteur d'un logement HPE en Algérie.

Les calculs offrent la possibilité de calculs longs, fastidieux et répétitifs. Grâce à la simulation, vous pouvez vérifier rapidement les options de base, explorer et commencer à optimiser certaines options ... pour un meilleur confort et une charge de fonctionnement moindre.

Ce chapitre présente les résultats obtenus après simulation, discute et explique.

4.2 Les Simulations Du Logement Dans Les Différents Sites D'études :

4.2.1 Résultats Des Simulations Sur Le Cas De Base :

Pleïade + 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 Métronome.

4.2.2 Simulation Sans Consigne De Thermostat :

La simulation sans consigne nous permet de simuler sans chauffage en hiver, et sans climatisation en été, donc on n'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 extrêmes 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.

4.2.2.1 Résultat de simulation sans consigne de thermostat chauffage (période hiver) :

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

| Zones | Besoins Ch. | Besoins Clim. | Puiss. Chauff. | Puiss. Clim. | T° Min | T° Moyenne | T° Max |
|--------------------|---------------------|--------------------|------------------------|------------------|---------------------|------------|----------|
| Année | | | | | | | |
| zone confort | 0 kWh | 0 kWh | 0 W | -0 W | 10.36 °C | 20.18 °C | 35.79 °C |
| hall+ escalier | 0 kWh | 0 kWh | 0 W | -0 W | 9.78 °C | 19.83 °C | 35.52 °C |
| appartement voisin | 0 kWh | 0 kWh | 0 W | -0 W | 9.76 °C | 19.50 °C | 34.99 °C |
| cuisine | 0 kWh | 0 kWh | 0 W | -0 W | 11.59 °C | 21.88 °C | 38.13 °C |
| w.c+s.d.b | 0 kWh | 0 kWh | 0 W | -0 W | 11.09 °C | 19.97 °C | 34.04 °C |
| Total | 0 kWh | 0 kWh | 0 W | 0 W | | | |
| | | | | | | | |
| Zones | Besoins Chaud+Froid | Moyenne Surchauffe | Amplification de T°Ext | Taux d'inconfort | Part de besoin nets | | |
| zone confort | 0.00 kWh/m3 | 40.72 (1/10°C) | 39.53 % | 9.86 % | 0.00 % | | |

Figure 4.1 : RÉCAPITULATIF DES BESOINS EN HIVER SANS CONSIGNE (SITE AIN SALAH)

| Zones | Besoins Ch. | Besoins Clim. | Puiss. Chauff. | Puiss. Clim. | T° Min | T° Moyenne | T° Max |
|--------------------|---------------------|--------------------|------------------------|------------------|---------------------|------------|----------|
| Année | | | | | | | |
| zone confort | 0 kWh | 0 kWh | 0 W | -0 W | 6.36 °C | 14.46 °C | 23.82 °C |
| hall+ escalier | 0 kWh | 0 kWh | 0 W | -0 W | 5.78 °C | 14.09 °C | 23.65 °C |
| appartement voisin | 0 kWh | 0 kWh | 0 W | -0 W | 5.84 °C | 13.80 °C | 23.11 °C |
| cuisine | 0 kWh | 0 kWh | 0 W | -0 W | 7.85 °C | 16.16 °C | 26.66 °C |
| w.c+s.d.b | 0 kWh | 0 kWh | 0 W | -0 W | 7.45 °C | 14.18 °C | 21.99 °C |
| Total | 0 kWh | 0 kWh | 0 W | 0 W | | | |
| | | | | | | | |
| Zones | Besoins Chaud+Froid | Moyenne Surchauffe | Amplification de T°Ext | Taux d'inconfort | Part de besoin nets | | |
| zone confort | 0.00 kWh/m3 | 0.00 (1/10°C) | 37.49 % | 0.00 % | 0.00 % | | |

Figure 4.2 : RÉCAPITULATIF DES BESOINS EN HIVER SANS CONSIGNE (SITE DAR EL BEIDA)

D'après les résultats obtenus, on constate que la demande de chauffage est nulle car Le point de consigne du thermostat n'est pas inclus dans la simulation

- Tout au long de l'hiver, dans la zone de confort d'Ain Salah, la température maximale peut atteindre 35 °, puis descendre à 10 ° (température minimale), puis notre température moyenne sera de 20 °, et dans la cuisine La température moyenne

est de 38 °, la température la plus basse est de 11 ° et la température la plus élevée est de 21 °.

- Tout au long de l'hiver, dans la zone de confort d'Dar El Beida, la température maximale peut atteindre 23 °, puis descendre à 6 ° (température minimale), puis notre température moyenne sera de 14 °, et dans la cuisine La température moyenne est de 16°, la température la plus basse est de 7 ° et la température la plus élevée est de 26 °.
- **Visualisation graphique :**

Pour voir la différence de température entre l'extérieure et l'intérieure (zone confort), et aussi la perturbation de température.

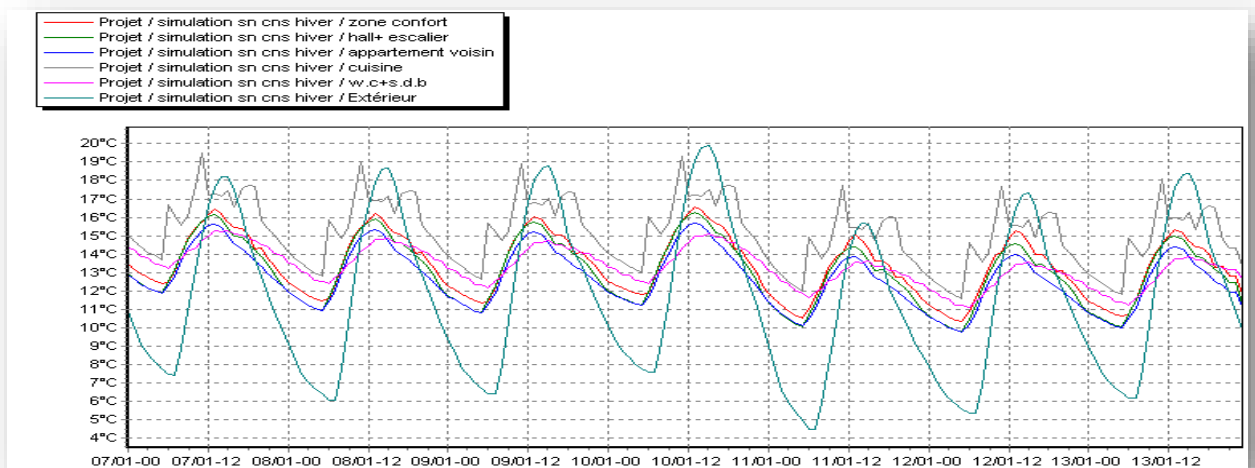


Figure 4.3 : EVOLUTION DE TEMPERATURE EN HIVER DANS SITE D'AIN SALAH (LA SEMAINE LA PLUS FROIDE)

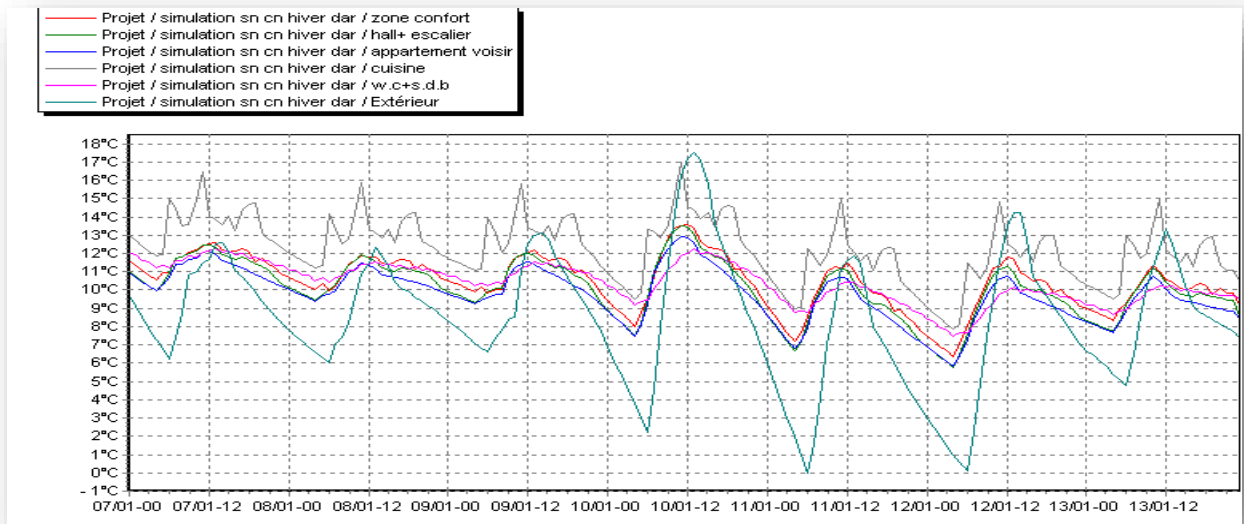


Figure 4.4 : EVOLUTION DE TEMPERATURE EN HIVER DANS SITE DE DAR EL BEIDA (LA SEMAINE LA PLUS FROIDE)

D'après la visualisation graphique, on constate, la température à l'intérieur de la maison était inférieure aux températures extérieures et les températures à l'intérieur entre (6° et 14°) en Dar El Beida et (11°et 16°) en Ain Salah.

4.2.2.2 Résultat de simulation sans consigne de thermostat climatisation (période été) :

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

| Zones | Besoins Ch. | Besoins Clim. | Puiss. Chauff. | Puiss. Clim. | T° Min | T° Moyenne | T° Max |
|--------------------|---------------------|----------------------|------------------------|------------------|---------------------|------------|----------|
| Année | | | | | | | |
| zone confort | 0 kWh | 0 kWh | 0 W | -0 W | 13.74 °C | 34.15 °C | 43.67 °C |
| hall+ escalier | 0 kWh | 0 kWh | 0 W | -0 W | 15.03 °C | 33.82 °C | 43.06 °C |
| appartement voisin | 0 kWh | 0 kWh | 0 W | -0 W | 15.96 °C | 33.52 °C | 42.47 °C |
| cuisine | 0 kWh | 0 kWh | 0 W | -0 W | 19.99 °C | 36.90 °C | 46.98 °C |
| w.c+s.d.b | 0 kWh | 0 kWh | 0 W | -0 W | 22.93 °C | 34.04 °C | 41.92 °C |
| Total | 0 kWh | 0 kWh | 0 W | 0 W | | | |
| Année | | | | | | | |
| Zones | Besoins Chaud+Froid | Moyenne Surchauffe N | Amplification de T°Ext | Taux d'inconfort | Part de besoin nets | | |
| zone confort | 0.00 kWh/m3 | 90.42 (1/10°C) | 32.37 % | 90.18 % | 0.00 % | | |

Figure 4.5 : RECAPITULATIF DES BESOINS EN ÉTÉ SANS CONSIGNE (SITE AIN SALAH)

| Zones | Besoins Ch. | Besoins Clim. | Puiss. Chauff. | Puiss. Clim. | T° Min | T° Moyenne | T° Max |
|--------------------|---------------------|----------------------|------------------------|------------------|---------------------|------------|----------|
| Année | | | | | | | |
| zone confort | 0 kWh | 0 kWh | 0 W | -0 W | 7.44 °C | 22.51 °C | 31.34 °C |
| hall+ escalier | 0 kWh | 0 kWh | 0 W | -0 W | 7.78 °C | 22.16 °C | 30.69 °C |
| appartement voisin | 0 kWh | 0 kWh | 0 W | -0 W | 8.35 °C | 21.94 °C | 30.12 °C |
| cuisine | 0 kWh | 0 kWh | 0 W | -0 W | 10.72 °C | 25.12 °C | 34.53 °C |
| w.c+s.d.b | 0 kWh | 0 kWh | 0 W | -0 W | 11.87 °C | 22.14 °C | 29.16 °C |
| Total | 0 kWh | 0 kWh | 0 W | 0 W | | | |
| | | | | | | | |
| Zones | Besoins Chaud+Froid | Moyenne Surchauffe N | Amplification de T°Ext | Taux d'inconfort | Part de besoin nets | | |
| zone confort | 0.00 kWh/m3 | 15.16 (1/10°C) | 36.31 % | 13.57 % | 0.00 % | | |

Figure 4.6 : RECAPITULATIF DES BESOINS EN ÉTÉ SANS CONSIGNE, SITE DAR EL BEIDA

D'après les résultats obtenus, on constate que la demande de climatisation est nulle car Le point de consigne du thermostat n'est pas inclus dans la simulation :

- Tout au long de l'été, dans la zone de confort d'Ain Salah, la température maximale peut atteindre 43 °, puis descendre à 13° (température minimale), puis notre température moyenne sera de 34°, et dans la cuisine La température moyenne est de 36°, la température la plus basse est de 19 ° et la température la plus élevée est de 46°.
- Tout au long de l'été, dans la zone de confort d'Dar El Beida, la température maximale peut atteindre 31 °, puis descendre à 7° (température minimale), puis notre température moyenne sera de 22 °, et dans la cuisine La température moyenne est de 25°, la température la plus basse est de 11° et la température la plus élevée est de 34 °.

○ **Visualisation graphique :**

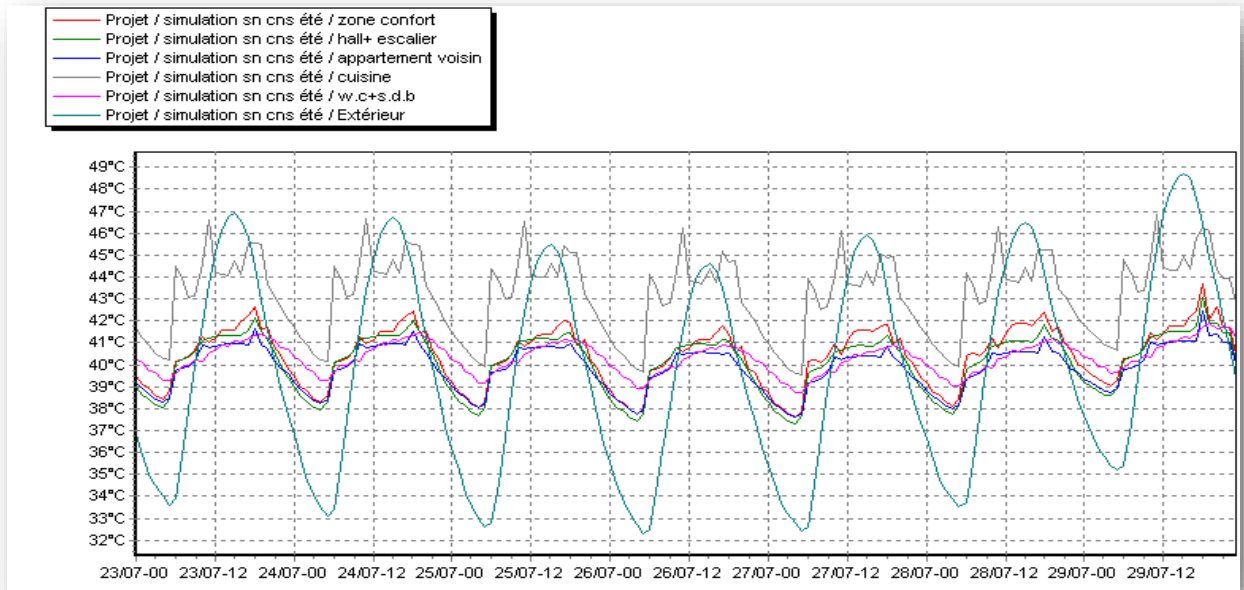


Figure 4.7 : EVOLUTION DE TEMPERATURE EN ÉTÉ DANS SITE D'AIN SALAH (LA SEMAINE LA PLUS CHAUDE)

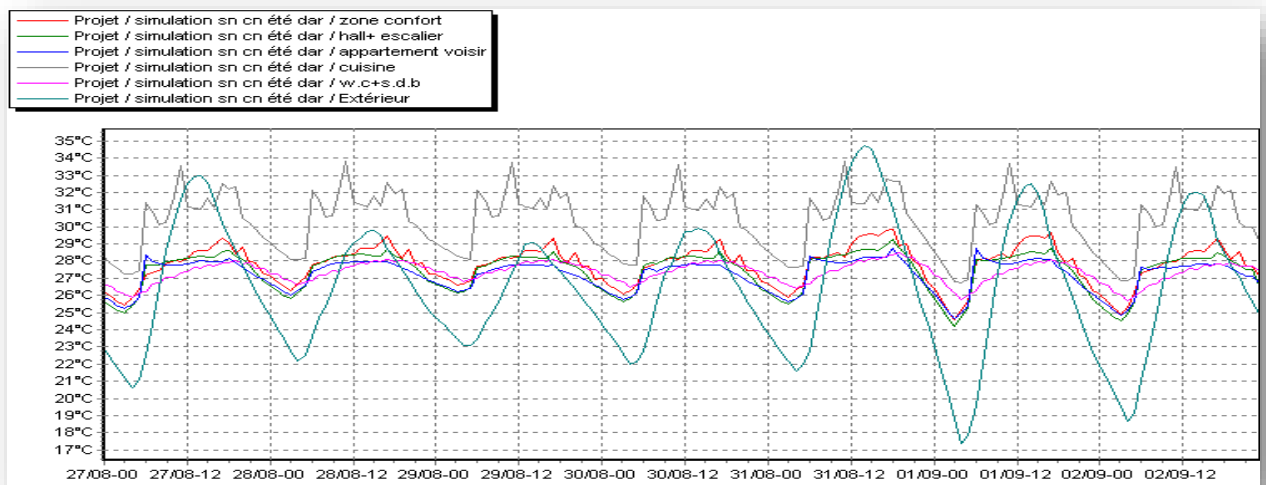


Figure 4.8 : EVOLUTION DE TEMPERATURE EN ÉTÉ DANS SITE DE DAR EL BEIDA (LA SEMAINE LA PLUS CHAUDE)

D'après la visualisation graphique, on constate, la température à l'intérieur de la maison était inférieure aux températures extérieures et les températures à l'intérieur entre (38° et 43°) en Dar El Beida et (25°et 30°) en Ain Salah :

| | Ain Salah | Alger |
|--------------------------------|---------------|---------------|
| Zone de confort | de 38 à 43 °c | de 26 à 30°C |
| Zone 02 (sdb/w.c) | de 39 à 42 °c | de 26 à 29°C |
| Zone 03 (hall escalier) | de 36 à 43°C | de 26 à 29 °c |
| Zone 04 (cuisine) | de 40 à 48°C | de 27 à 34°C |

Tableau 4.1 : VARIATION DES TEMPERATURES DANS LA SEMAINE LA PLUS CHAUDE

4.2.3 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 connaitre 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.

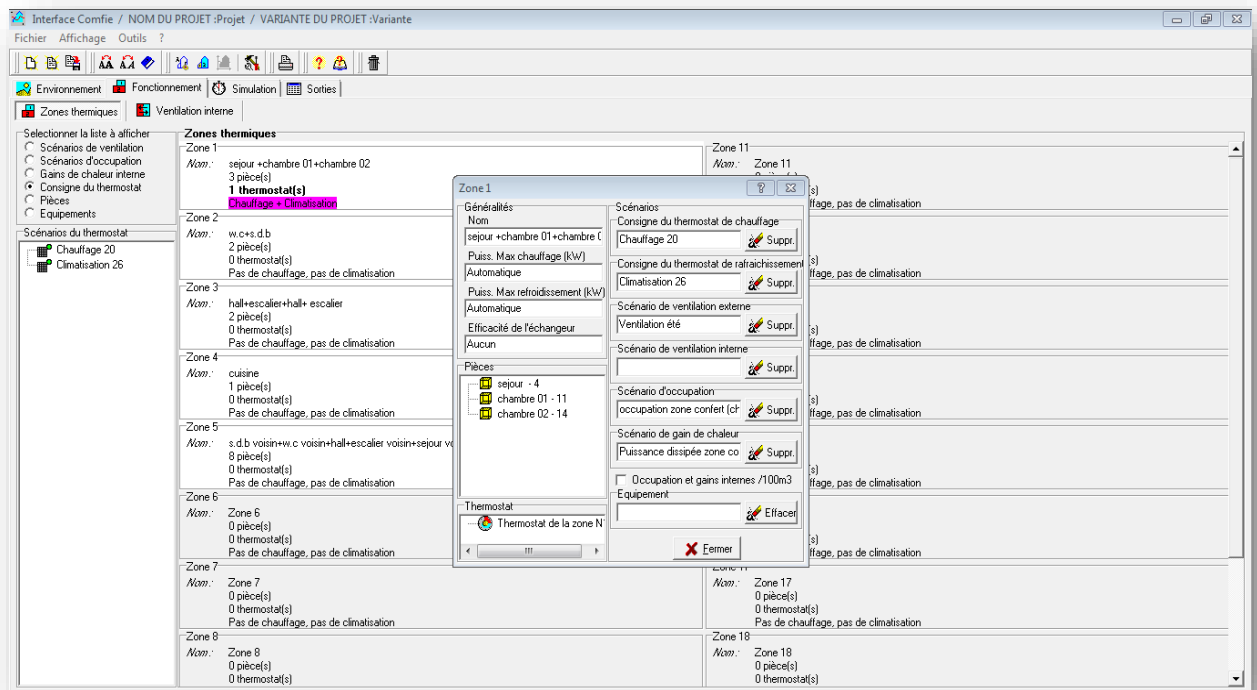


Figure 4.9 : FONCTIONNEMENT AVEC CONSIGNE DE THERMOSTAT

4.2.3.1 Résultat de simulation avec consigne de thermostat chauffage (période hiver) :

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

| Zones | Besoins Ch. | Besoins Clim. | Puiss. Chauff. | Puiss. Clim. | T° Min | T° Moyenne | T° Max |
|--------------------|---------------------|--------------------|------------------------|------------------|---------------------|------------|----------|
| Année | | | | | | | |
| zone confort | 3444 kWh | 0 kWh | 4963 W | -0 W | 19.69 °C | 22.19 °C | 35.79 °C |
| hall+ escalier | 0 kWh | 0 kWh | 0 W | -0 W | 11.37 °C | 20.21 °C | 35.52 °C |
| appartement voisin | 0 kWh | 0 kWh | 0 W | -0 W | 10.34 °C | 19.66 °C | 34.99 °C |
| cuisine | 0 kWh | 0 kWh | 0 W | -0 W | 11.70 °C | 21.91 °C | 38.13 °C |
| w.c+s.d.b | 0 kWh | 0 kWh | 0 W | -0 W | 11.47 °C | 20.08 °C | 34.04 °C |
| Total | 3444 kWh | 0 kWh | 4963 W | 0 W | | | |
| | | | | | | | |
| Zones | Besoins Chaud+Froid | Moyenne Surchauffe | Amplification de T°Ext | Taux d'inconfort | Part de besoin nets | | |
| zone confort | 20.82 kWh/m3 | 40.72 (1/10°C) | 22.17 % | 9.89 % | 72.90 % | | |

Figure 4.10 : RECAPITULATIF DES BESOINS EN HIVER AVEC CONSIGNE (SITE AIN SALAH)

| Zones | Besoins Ch. | Besoins Clim. | Puiss. Chauff. | Puiss. Clim. | T° Min | T° Moyenne | T° Max |
|--------------------|---------------------|--------------------|------------------------|------------------|---------------------|------------|----------|
| Année | | | | | | | |
| zone confort | 9528 kWh | 0 kWh | 4963 W | -0 W | 17.16 °C | 20.06 °C | 24.43 °C |
| hall+ escalier | 0 kWh | 0 kWh | 0 W | -0 W | 7.71 °C | 15.15 °C | 23.86 °C |
| appartement voisin | 0 kWh | 0 kWh | 0 W | -0 W | 6.59 °C | 14.24 °C | 23.24 °C |
| cuisine | 0 kWh | 0 kWh | 0 W | -0 W | 8.00 °C | 16.24 °C | 26.69 °C |
| w.c+s.d.b | 0 kWh | 0 kWh | 0 W | -0 W | 7.98 °C | 14.49 °C | 22.10 °C |
| Total | 9528 kWh | 0 kWh | 4963 W | 0 W | | | |
| | | | | | | | |
| Zones | Besoins Chaud+Froid | Moyenne Surchauffe | Amplification de T°Ext | Taux d'inconfort | Part de besoin nets | | |
| zone confort | 57.60 kWh/m3 | 0.00 (1/10°C) | 5.19 % | 0.00 % | 80.57 % | | |

Figure 4.11 : RECAPITULATIF DES BESOINS EN HIVER AVEC CONSIGNE (SITE DAR EL BEIDA)

D'après les résultats obtenus, et après intégration de la consigne de thermostat les températures ont augmenté et le confort est atteint par rapport aux cas précédents, est qui a été assuré par une puissance de chauffage de 4963W, pour les besoins en chauffage sont estimés à 3444 kWh /an d'une moyenne de 63.78 kWh/m2 /an à Ain Salah et une puissance de chauffage de 4963W, pour les besoins en chauffage sont estimés à 9528kWh /an d'une moyenne de 176.44 kWh/m2 /an à Dar El Beida.

On remarque que les besoins de chauffage à Dar El Beida plus grand par rapport à Ain Salah

○ **Visualisation graphique :**

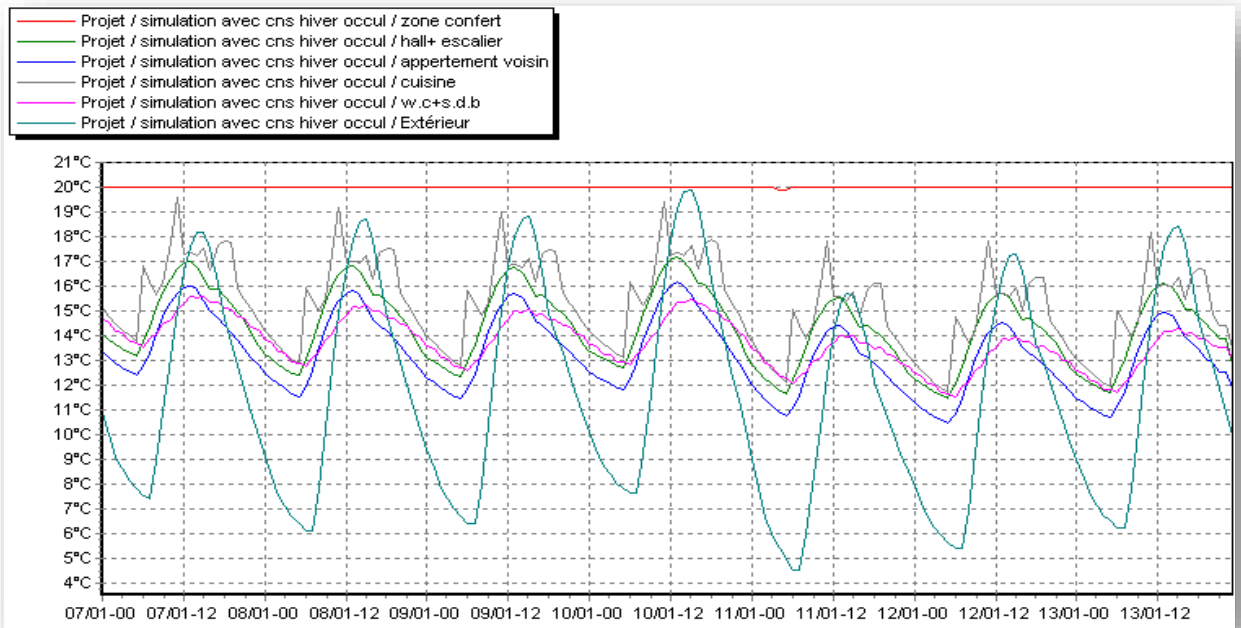


Figure 4.12 : EVOLUTION DE TEMPERATURE EN HIVER AVEC CONSIGNE DANS LE SITE D'AIN SALAH (LA SEMAINE PLUS FROIDE)

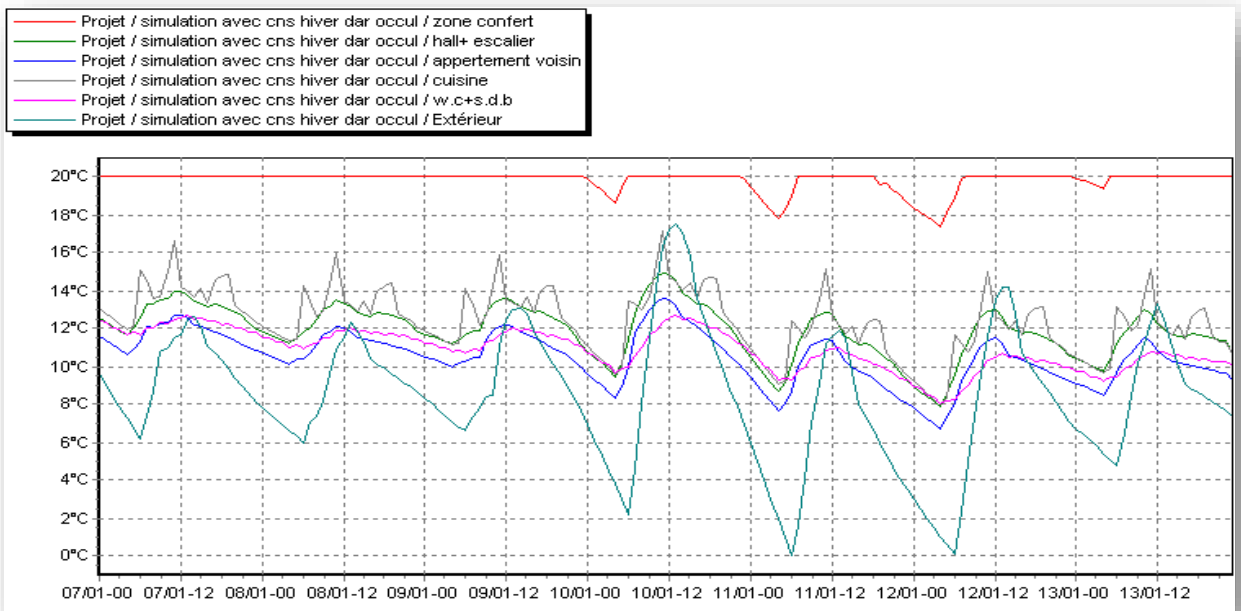


Figure 4.13 : Evolution de température en hiver avec consigne dans le site de Dar El Beida (la semaine plus froide)

Selon le graphique ci-dessus, la température est acceptable par rapport à la simulation précédente, bien que la température extérieure tombe à 0 ° C à Dar El Beida et 3 ° C à Ain Salah.

La température à l'intérieur de logement varie entre (11° et 20°) à Ain Salah et entre (8° et 20°) à Dar El Beida

| | Ain Salah | Alger |
|--------------------------------|--------------|--------------|
| Zone de confort | de 20 °c | de 18 à 20°c |
| Zone 02 (s.d.b/w.c) | de 12à 16°c | de 8 à 13 °c |
| Zone 03 (hall escalier) | de 12 à 17°c | de 8à 15 °c |
| Zone 04 (cuisine) | de 12 à 20°c | de 8à 18°c |

Tableau 4.2 : VARIATION DES TEMPERATURES DANS LA SEMAINE LA PLUS FROIDE

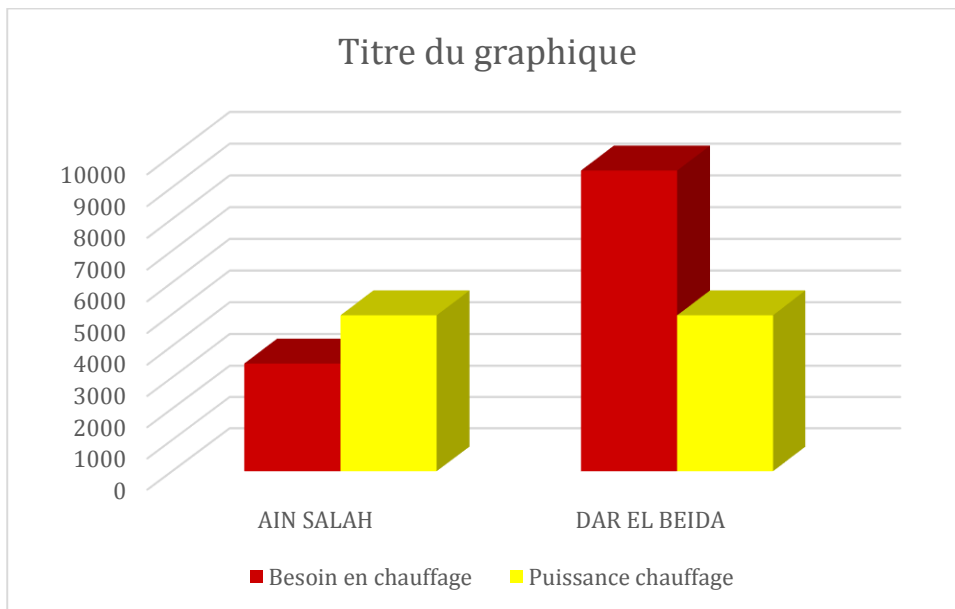


Figure 4.14 : HISTOGRAMME DE COMPARAISON DE BESOIN ET PUSISSANCE EN CHAUFFAGE À PERIODE D'HIVER

4.2.3.2 Résultat de simulation avec consigne de thermostat climatisation 26 °C

(période été) :

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

| Zones | Besoins Ch. | Besoins Clim. | Puiss. Chauff. | Puiss. Clim. | T° Min | T° Moyenne | T° Max |
|--------------------|-------------|---------------|----------------|--------------|-----------|------------|----------|
| Année | | | | | | | |
| zone confort | 0 kWh | 10594 kWh | 0 W | 4963 W | -22.14 °C | 25.60 °C | 31.68 °C |
| hall+ escalier | 0 kWh | 0 kWh | 0 W | -0 W | 5.86 °C | 31.45 °C | 40.20 °C |
| appartement voisin | 0 kWh | 0 kWh | 0 W | -0 W | 10.85 °C | 32.19 °C | 40.91 °C |
| cuisine | 0 kWh | 0 kWh | 0 W | -0 W | 19.97 °C | 36.56 °C | 46.38 °C |
| w.c+s.d.b | 0 kWh | 0 kWh | 0 W | -0 W | 22.56 °C | 33.05 °C | 40.36 °C |
| Total | 0 kWh | 10594 kWh | 0 W | 4963 W | | | |

| Zones | Besoins Chaud+Froid | Moyenne Surchauffe N | Amplification de T°Ext | Taux d'inconfort | Part de besoin nets |
|--------------|---------------------|----------------------|------------------------|------------------|---------------------|
| zone confort | 64.04 kWh/m3 | 13.56 (1/10°C) | 15.95 % | 3.50 % | 0.00 % |

Figure 4.15 : RECAPITULATIF DES BESOINS EN ÉTÉ AVEC CONSIGNE (SITE IN SALAH)

| Zones | Besoins Ch. | Besoins Clim. | Puiss. Chauff. | Puiss. Clim. | T° Min | T° Moyenne | T° Max |
|--------------------|-------------|---------------|----------------|--------------|-----------|------------|----------|
| Année | | | | | | | |
| zone confort | 0 kWh | 506 kWh | 0 W | 3294 W | -24.17 °C | 21.70 °C | 26.01 °C |
| hall+ escalier | 0 kWh | 0 kWh | 0 W | -0 W | 0.01 °C | 21.88 °C | 29.89 °C |
| appartement voisin | 0 kWh | 0 kWh | 0 W | -0 W | 4.14 °C | 21.75 °C | 29.85 °C |
| cuisine | 0 kWh | 0 kWh | 0 W | -0 W | 10.72 °C | 25.08 °C | 34.46 °C |
| w.c+s.d.b | 0 kWh | 0 kWh | 0 W | -0 W | 11.34 °C | 22.01 °C | 28.93 °C |
| Total | 0 kWh | 506 kWh | 0 W | 3294 W | | | |

| Zones | Besoins Chaud+Froid | Moyenne Surchauffe N | Amplification de T°Ext | Taux d'inconfort | Part de besoin nets |
|--------------|---------------------|----------------------|------------------------|------------------|---------------------|
| zone confort | 3.06 kWh/m3 | 0.00 (1/10°C) | 32.11 % | 0.82 % | 0.00 % |

Figure 4.16 : RECAPITULATIF DES BESOINS EN ÉTÉ AVEC CONSIGNE (SITE DAR EL BEIDA)

D'après les résultats obtenus, et après intégration de la consigne de thermostat les températures ont chuté et le confort est atteint par rapport aux cas précédents, est qui a été assuré par une puissance de chauffage de 4963W, pour les besoins en climatisation sont estimés à 10594 kWh /an d'une moyenne de 196.19 kWh/m2 /an à Ain Salah et une puissance de chauffage de 3294W, pour les besoins en chauffage sont estimés à 506 kWh /an d'une moyenne de 9.73 kWh/m2 /an à Dar El Beida. On remarque que les besoins de climatisation à Ain Salah, plus grand par rapport à Dar El Beida.

○ Visualisation graphique :

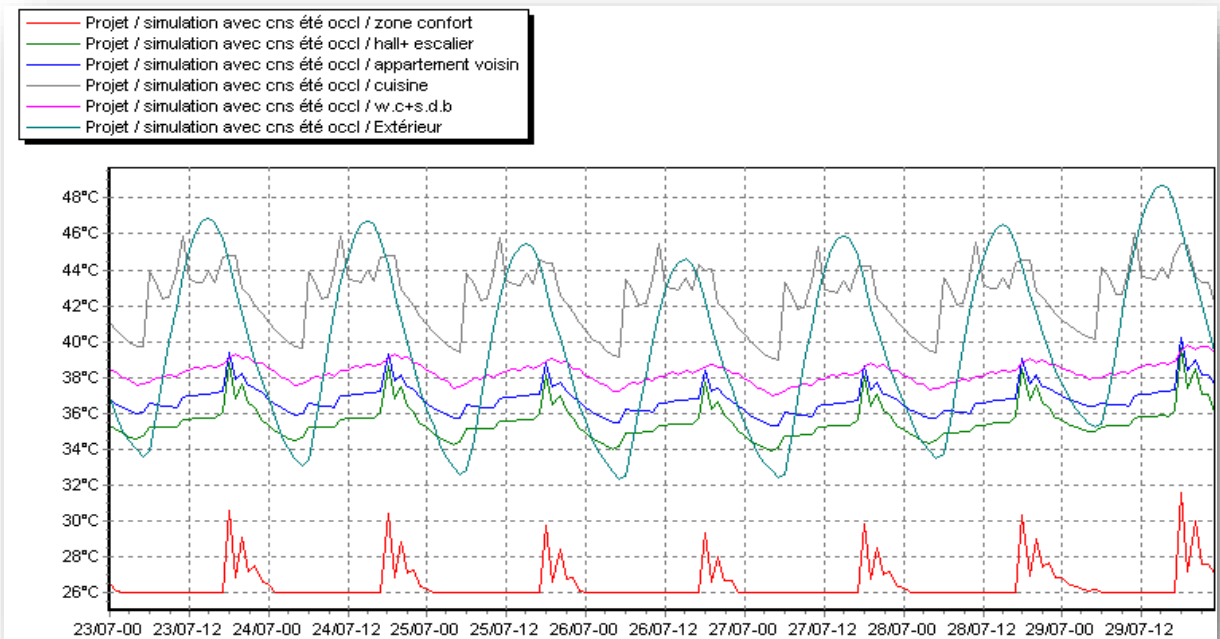


Figure 4.17 : EVOLUTION DE TEMPERATURE EN ÉTÉ AVEC CONSIGNE DANS LE SITE D'AIN SALAH (LA SEMAINE PLUS CHAUDE)

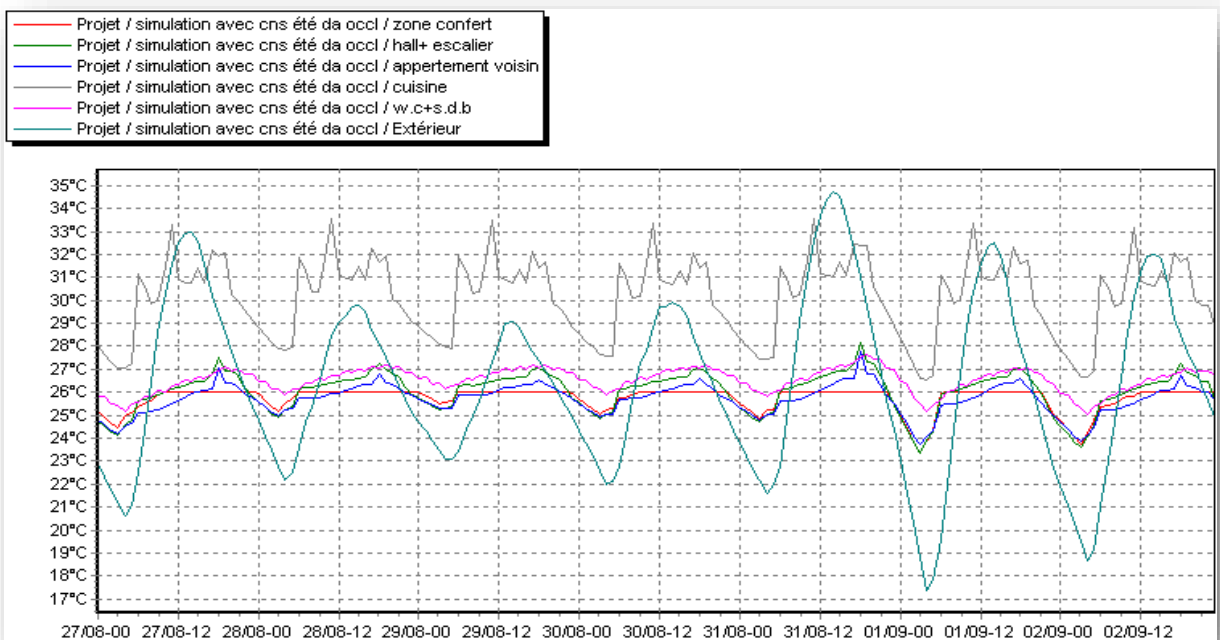


Figure 4.18 : EVOLUTION DE TEMPERATURE EN ÉTÉ AVEC CONSIGNE DANS LE SITE DE DAR EL BEIDA (LA SEMAINE PLUS CHAUDE)

Selon le graphique ci-dessus, la température est acceptable par rapport à la simulation précédente et le confort a été atteint, Où l'on remarque que la température est constante à 26°C dans la zone confort en Dar El Beida et Ain Salah,

| | Ain Salah | Alger |
|--------------------------------|---------------|---------------|
| Zone de confort | de 26 à 32 °c | de 24 à 26°c |
| Zone 02 (sdb/w.c) | de 36à 38°c | de 25 à 27°c |
| Zone 03 (hall escalier) | de 34 à 38°c | de 24 à 27 °c |
| Zone 04 (cuisine) | de 37 à 46°c | de 26 à 33 °c |

Tableau 4.5 : VARIATION DES TEMPERATURES DANS LA SEMAINE LA PLUS CHAUDE

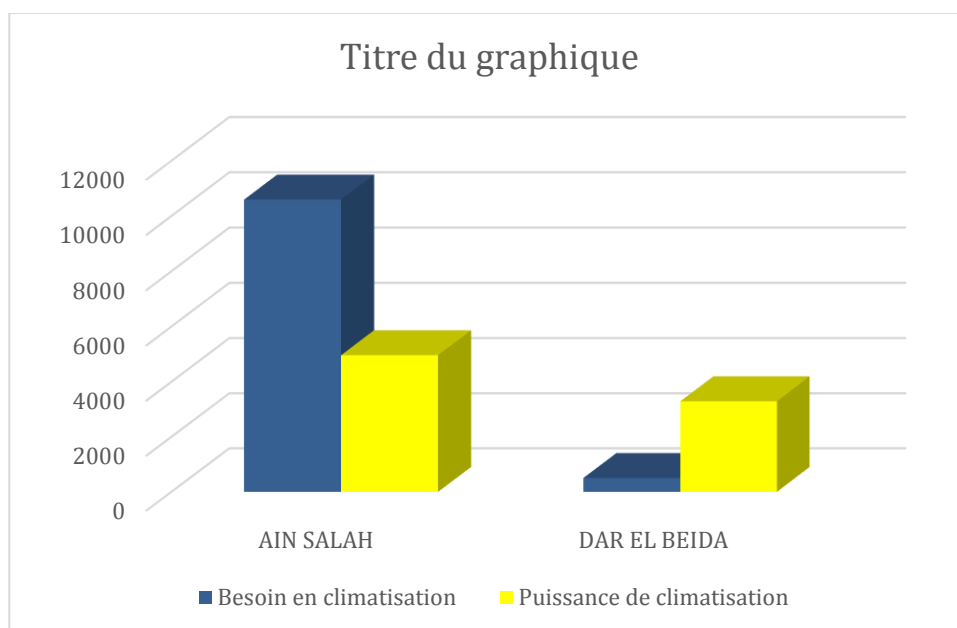


Figure 25: HISTOGRAMME DE COMPARAISON DE BESOIN ET PUISSANCE EN CLIMATISATION À PERIODE D'ÉTÉ

Analyse Et Interprétation Annuelle Des Besoins :

On présente les résultats dans le tableau4.12 des températures maximum (été) et minimum (hiver) à l'extérieur et les consommations de chauffage et de rafraîchissements annuels.

| région | T min | T max | Chauffage (KWh) | Climatisation (KWh) |
|--------------|-------|-------|-----------------|---------------------|
| Ain Salah | 4.5 | 49 | 3444 | 10958 |
| Dar El Beida | 0 | 38.5 | 9528 | 508 |

Tableau 4.6 : BESOINS ANNUEL EN CHAUFFAGE ET RAFRAICHISSEMENT DE LA MAISON A L'ETAT ACTUEL

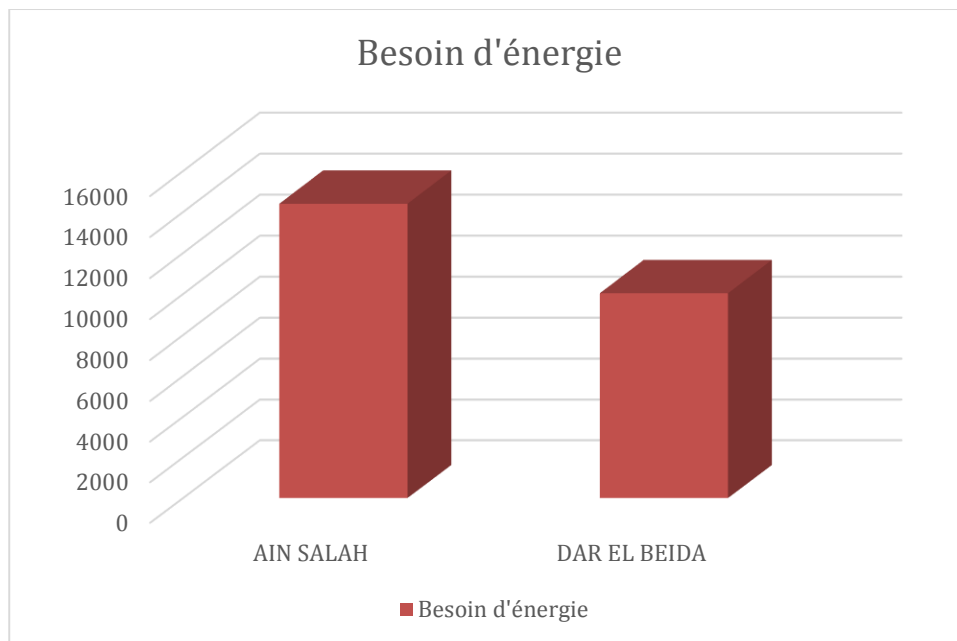


Figure 26 : BESOINS ANNUELS EN CHAUFFAGE ET RAFRICHISSEMENT DE LA MAISON ETUDIÉE

4.3 Conclusion :

Après les résultats obtenus pour les besoins (chauffage et climatisation) dans les 2 sites, In Salah Dar El Beida, on remarque que ces besoins de (chauffage et climatisation) sont important pour les 2 sites avec une grande différence entre les sites de la zone saharienne et le site de la zone littoral marin

En hiver le besoin en chauffage est acceptable dans sites de la zone saharienne, par compte il est important dans le site qui se trouve dans la zone littoral marin. Qui veut dire que l'intervention d'amélioration va toucher uniquement le logement d'étude qui se trouve à Dar El Beida Et le contraire se produit en été.

CONCLUSION GÉNÉRALE

L'objectif de cette étude est d'économiser de l'énergie en concevant des bâtiments à haut performants et de maintenir cette performance dans le temps.

De nombreux projets ont été lancés à travers le monde, ainsi que la mise en place de plusieurs programmes nationaux dans ce domaine, en utilisant des concepts bien définis pour construire des bâtiments à haute performance.

Le comportement thermique du logement HPE proposé a été étudié sur le site d'Ain Salah Dar El Beida. Les sites sont caractérisés par de longues périodes de surchauffe où l'inconfort est le plus intense pendant les deux principales saisons (été et hiver).

Cette étude a permis de présenter une étape très importante dans le processus du projet ; C'est l'étude énergétique ou thermique d'un modèle hypothétique et la découverte de l'influence de facteurs internes et externes, ainsi que la correction d'erreurs lors de la perception.

La simulation numérique a été réalisée à l'aide du logiciel Pléiades + Comfie qui utilise comme données d'entrées un fichier comportant les caractéristiques météorologiques du site durant toute l'année (fichier format TRY).

Pendant la simulation Été pris en compte l'orientation, les matériaux de construction des parois, l'isolation et le vitrage utilisé et les scénarios de fonctionnement dans chaque zone. Deux simulations ont été réalisées pour la période d'hiver et l'autre pour l'été ; on a pris en considération que l'enveloppe de logement et la ventilation naturelle dans In Salah et Dar El Beida.

La simulation a permis de déterminer les besoins de chauffage et de climatisation du logement, la consigne de thermostat a été réglé pour le chauffage à 20°C et pour la climatisation à 26°C.

Cette étude a permis d'atteindre les objectifs suivant :

- Introduire et définir de nouvelles technologies pour la réalisation de bâtiments performants et efficaces auprès du personnel concerné
- Décrire la bonne utilisation de l'énergie dans les bâtiments
- Induire une bonne utilisation de l'énergie, en particulier des énergies renouvelables

- Utiliser de nouveaux concepts de construction ; par exemple, des bâtiments éco énergétiques
- A est conscient de l'influence du climat extérieur sur le confort thermique des maisons (notamment dans les zones arides), et les fluctuations sont à la base de l'inconfort.
- Introduction au logiciel de simulation dynamique ; cela offre la possibilité de calculs longs, complexes, fastidieux et répétitifs.

Références bibliographiques

- 01** : BLANC SOMMEREUX Isabelle, LEFEBVRE Gilles, *Simulation de bâtiment multizone par couplage de modèles modaux réduits, CVC, n°5, mai 198.*
- 02** : MAZARI, Mohammed, 2012, *Étude Et Evaluation De Confort Thermique Des Bâtiments A Caractère Publics (Cas De Département D'architecture De Tamda Tizi Ouzou) (mémoire de magister), Université De Tizi Ouzou, 63/146 pages.*
- 03** : *La connaissance des énergies cde, Mars 2017 :*
[\(<http://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/efficacite-energetique-et-batiments>\).](http://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/efficacite-energetique-et-batiments)
- 04** : *La Plate-forme Maison Passive Asbl, Mars 2017 (www.maisonpassive.be).*
- 05** : *M Habitat, Mars 2017 (www.m-habitat.fr/efficacite-energetique/consommation-energetique/qu-est-ce-qu-une-maison-active-264_A).*
- 06** : *cours de Prof. Edgard Gnansounou : école polytechnique fédérale de Lausanne, faculté d'environnement naturel, architectural et construit : énergétique du bâtiment.*
- 07** : *La maison passive en climat méditerranéen, école d'architecture de Lyon, formation HQE ; mémoire de fin de stage (janvier 2007 par : Ulrike Jorck).*
- 08** : *construire bioclimatique la Martinique (CAUE Martinique).*
- 09** : *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.*
- 10** : *« Mémoire 01 : Impact de l'orientation sur le confort thermique intérieur Dans l'habitation collective. Cas de la nouvelle ville Ali mendjeli Constantine Pour l'obtention du diplôme de magister Option : architecture bioclimatique Institut*

d'Architecture, Université Mentouri, Constantine, Algérie Présenté par : Mme Bellara (Nee Louafi) Samira (2004–2005) ».

11 : *« Mémoire 02 : Pour l'obtention d'un diplôme de magister en génie mécanique A 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 ».*

12 : *« Mémoire 03 : Nazila Kahina HANNACHI-BELKADI ; « Développement d'une méthodologie d'assistance au commissionnement des bâtiments à faible consommation d'énergie » ; Thèse de doctorat en Génie Civil ; 2008 ; Université Paris Est ».*

13 : *« Article 01 : Réalisation D'un Bâtiment universitaire À Énergie I Positive À L'île DeLa Réunion De La Phase Programme A La Conception. François Gardel, Dalila Bentalebl, Alain Bastide, Eric Ottenwelter, Eric Pothin. Laboratoire de Physique du Bâtiment et des Systèmes, Université de La Réunion. En 2006 ».*

14 : *« Articles 02 : LHouidef « Le Programme ECO-BAT, Réalisation De 600 Logements à Haute Performance Énergétique » présentation 2009 ».*

15 : *« Articles 03 : Efficacité Énergétique Des Logements Haute Performance. Énergétique, HPE : Application Au Site De Bechar. S. Sami-Mécheri, D. Semmar et A. Hamid Juin 2012 »*

16 : *« Articles 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 ».*