

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA

RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة سعد دحلب البلدية 01

Université de Saad DAHLEB – Blida 01

كلية التكنولوجيا

Faculté des technologies

Département des Energies renouvelables

## MEMOIRE

Présenté pour obtenir le diplôme de

Master En Energies Renouvelables

Option : Habitat Bioclimatique

Intitulé du sujet

Amélioration de l'efficacité énergétique  
d'une maison moderne de Timimoun

Présenté par :

- OUNEDJA Abdelouahab
- ABDELHAMID Housseem

Soutenu le 06/07/2022 devant le jury composé de :

Président :	GUENOUNOU	Abderrezak	Université de Blida
Examineur 01:	SEMMAR	Djaffar	Université de Blida
Examineur 02:	SAMI	Sabrina	Université de Blida
Encadreur 01:	HAMID	AEK	Université de Blida
Encadreur 02:	OUKACI	SOUMIA	Université de Blida

Année Universitaire 2021/2022

## ***Remerciements***

*Avant de soumettre ce travail, je voudrais remercier Dieu tout puissant, de m'avoir permis d'atteindre ce niveau d'étude, et aussi de m'avoir donné beaucoup de patience et de courage sans oublier mon père et ma sœur qui ne m'ont rien épargné, avec toute l'assistance nécessaire pour atteindre ce niveau qui me donnera une garantie de mon avenir.*

*A travers cette modeste thèse, je tiens à exprimer mes sincères remerciements et ma profonde gratitude à mon honorable directeur de thèse :*

***Pr : A.HAMID et Mme S.OUKACI,***

*Qui nous ont encadré avec bienveillance.*

*J'exprime également ma gratitude à tous les enseignants et travailleurs du département des énergies renouvelables. Merci pour la bonne formation de base que j'ai reçue de vous, de mes amis et de tous ceux qui m'ont aidé à réaliser le projet. Merci à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

## *Dédicaces*

*Avec tout l'amour que je porter dans mon cœur, je dédie ce mémoire aux deux êtres qui sont les plus chers au monde :*

*À Mon très cher Père **mabrouk** : Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail et le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation le long de ces années*

*À Ma tendre Mère **Massouda** : Tu représente pour moi la source de tendresse et l'exemple de dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager. Tu as fait plus qu'une mère puisse faire pour que ses enfants suivent le bon chemin dans leur vie et leurs études.*

*À mes chers frères : **Abdelmadjid**, **Mostapha**.*

*À mes chères sœurs : **Fatima**, **firdaous**.*

*À mes grands-parents qui auraient voulu partager cet événement avec moi s'ils n'étaient pas morts, je demande à Dieu de faire miséricorde à leurs bonnes âmes. À mes grands-mères **Massouda ;Fatima***

*À mes oncles, mes tantes et leurs fils, chacun en son nom.*

*À mes chers amis : **kalika BAKAR**, **Mohammed Amine**, **OUSSAMA**, , **AYUOB**, et mon binôme.*

*À tous ceux qui sont dans ma mémoire et qui n'ont pas été mentionnés dans mon mémoire.*

## *Dédicaces*

*Avec tout l'amour que je porter dans mon cœur, je dédie ce mémoire aux deux êtres qui sont les plus chers au monde :*

*À Mon très cher Père Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail et le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation le long de ces années*

*À Ma tendre Mère Tu représentes pour moi la source de tendresse et l'exemple de dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager. Tu as fait plus qu'une mère puisse faire pour que ses enfants suivent le bon chemin dans leur vie et leurs études.*

*À mes chers frères*

*À mes chères sœurs*

*À mes grands-parents ; MOHAMED KOUIDER et ZOÛRA qui auraient voulu partager cet événement avec moi s'ils n'étaient pas morts, je demande à Dieu de faire miséricorde à leurs bonnes âmes.*

*À ma grand-mère*

*À mes oncles, mes tantes et leurs fils, chacun en son nom.*

*À mes chers amis et mon binôme.*

*À tous ceux qui sont dans ma mémoire et qui n'ont pas été mentionnés dans mon mémoire.*

## ملخص

الهدف من بحثنا هو تحسين أداء المنزل الحديث في منطقة تيميمون، وقد تم اقتراح حلول سلبية، من بين أمور أخرى، دمج العزل والتبريد عن طريق الترطيب الحراري. يتضمن بحثنا دراسة ثابتة جعلت من الممكن التحقق من توافق دراسة الحالة الخاصة بنا مع DTR C 3.2 ، وهي محاكاة حرارية ديناميكية باستخدام برنامج Pléiades + Comfie الذي أتاح إجراء دراسة حدية من أجل اقتراح الحلول المناسبة والدراسة النظرية من أجل دمج نظام التبريد عن طريق الترطيب الحراري من أجل تحسين الراحة الحرارية للحالة المدروسة. أكدت النتائج التي تم الحصول عليها من الدراسة الساكنة أن المنزل لا يتوافق مع اللوائح الحرارية بسبب انخفاض مقاومة عناصر البناء، وأكدت نتائج المحاكاة أن تكامل العزل يجعل من الممكن تحقيق الراحة الشتوية وتقليل الاستهلاك لاحتياجات الصيف. أتاحت المرحلة الأخيرة من الدراسة تحسين وتحقيق الراحة الحرارية في الحالة المدروسة. **الكلمات الرئيسية:** منزل حديث، حلول سلبية، أداء، عزل، تبريد، راحة، ترطيب.

## Résumé

L'objectif de notre recherche est l'amélioration de la performance de la maison moderne de la région de Timimoune, des solutions passives ont été proposés entre autre l'intégration de l'isolation et le rafraichissement par humidification adiabatique.

Notre recherche comprend une étude statique et qui a permis de vérifier la conformité de notre cas d'étude par rapport au DTR C3.2, une simulation thermique dynamique à l'aide du logiciel Pléiades + Comfie qui a permis de faire une étude paramétrique afin de proposer les solutions adéquates et une étude théorique afin d'intégrer un système de rafraichissement par humidification adiabatique afin d'améliorer le confort hygrothermique du cas étudié.

Les résultats obtenus de l'étude statique ont confirmé que la maison n'est pas conforme à la réglementation thermique du aux faibles résistances des éléments constructifs, les résultats de la simulation ont confirmé que l'intégration de l'isolation permet d'atteindre le confort hivernal et réduire la consommation pour les besoins estival. la dernière étape d'étude a permis d'améliorer et d'atteindre le confort hygrothermique dans le cas étudié.

**MOTS CLES :** maison moderne, solutions passives, performance, isolation, rafraichissement, confort, humidification.

## Abstract

The objective of our research is to improve the performance of the modern house in the region of Timimoun, passive solutions have been proposed, among other things the integration of insulation and cooling by adiabatic humidification. Our research includes a static study which made it possible to verify the compliance of our case study with DTR C3.2, a dynamic thermal simulation using the Pléiades+Comfie software which made it possible to carry out a parametric study in order to propose the appropriate solutions and a theoretical study in order to integrate a cooling system by adiabatic humidification in order to improve the hygrothermal comfort of the case studied. The results obtained from the static study confirmed that the house does not comply with the thermal regulations due to the low resistance of the construction elements, the results of the simulation confirmed that the integration of the insulation makes it possible to achieve the winter comfort and reduce consumption for summer needs. the last stage of the study made it possible to improve and achieve hygrothermal comfort in the case studied.

**KEYWORDS:** modern house, passive solutions, performance, insulation, cooling, comfort, humidification.

<b>Table des matières</b>
---------------------------

chapitre I Bibliographie et état de l'art .....	1
I. 1 Introduction .....	1
I. 2 Le confort .....	1
I. 3 Le confort thermique : .....	1
I. 4 L'habitat bioclimatique .....	1
I.4.1 Définition.....	1
I.4.2 La classification .....	1
I.4.3 Architecture active .....	1
I.4.4 Architecture passive.....	2
I.5 Les Composants de la conception bioclimatique.....	3
I.6 Evolution de l'architecture bioclimatique.....	3
I.7 La forme .....	3
I.8 La toiture .....	4
I.9 Capter.....	4
I.10 Capter par les vitrages .....	4
I.11 L'orientation des bâtiments.....	5
I.11.1 Orientation de plan intérieur .....	7
I.12 L'isolation thermique .....	8
I.13 Le rôle de l'isolation .....	8
I.14 Etat de l'art :.....	9
I.14.1 Les mémoires consultés .....	9
I.14.1.1 Architecture et confort thermique dans les zones arides Application au cas de la ville de Béchar .....	9
I.14.1.2 Etude de chauffage et de climatisation d'un local, L'auteur : SLAMA Ahmed Walid, année : 2013 .....	9
I.14.1.3 Dimensionnement et mise en œuvre d'une installation de climatisation Air/Eau 10	10
I.14.1.4 Amélioration de la performance énergétique d'une maison moderne dans la wilaya d'Oued Souf .....	10
I.14.1.5 Evaluation thermique d'une maison du Ksar de Timimoune.....	11
I.14.1.6 Evaluation et Amélioration Energétiques des Bâtiments dans le cadre du Programme National d'Efficacité Energétique.....	11
I.14.1.7 Pour un logement à haute performance énergétique cas du logement collectif promotionnel à Oum El Bouaghi .....	12

I.15 Conclusion .....	12
chapitre II Présentation du projet .....	13
II.1 Introduction .....	13
II.2 Présentation de la région étudiée.....	13
II.2.1 Situation géographique de Timimoun :.....	13
II.3 Caractéristiques climatiques de la région de Timimoun.....	14
II.4 La situation du cas étudié .....	15
II.5 Plan du cas étudié : .....	16
II.6 Caractéristique de la maison étudiée : .....	17
II.7 Méthodologie du travail.....	20
II.8 Etude statique : .....	21
Vérification de la conformité du cas étudié selon le DTR C3.2 :.....	21
II.8.1 Les déperditions surfaciques Ds.....	21
II.8.1.1 Surface du mur extérieur en contact avec l'extérieur .....	21
II.8.1.2 Déperditions à travers les planchers en contact avec l'extérieur.....	22
II.8.1.3 Déperditions à travers La toiture en contact avec l'extérieur .....	22
II.8.1.4 Déperditions à travers les ouvertures en contact avec l'extérieur .....	22
II.8.2 Calcul des Déperditions linéiques .....	23
II.8.3 Calcul des Déperditions à travers au locaux non chauffée .....	23
II.8.4 Vérification par rapport aux déperditions de référence.....	25
II.9 La conclusion .....	25
chapitre III Simulation thermique dynamique .....	26
III.1 Introduction .....	26
III.2 Une analyse pertinente.....	26
III.3 Création d'un fichier météorologique sous logiciel MeteoNorm version 7 : .....	26
III.3.1 MeteoNorm 7.1.....	26
III.3.2 Pléiade + Comfie 2.3.....	29
III.3.2.1 Composition des éléments constructifs sous logiciel pléiade.....	30
III.3.3 Alcyone 1.0 : .....	31
III.3.3.1 Dessin les deux plans sous Alcyone : .....	32
III.3.3.2 Exportation vers pléiades.....	33
III.4 Scenario de ventilation .....	34
III.5 Scenario d'occultation.....	36
III.5.1 Scenario d'occultation volet d'hiver .....	36
III.5.2 Scenario d'occultation volet d'été .....	36
III.6 Les scenarios d'occupations.....	36

III.7 Scenario consigne de thermostat .....	42
III.8 Scenario de puissance dissipée .....	42
III.9 Lancement de la simulation .....	49
III.10 Conclusion .....	49
chapitre IV Résultats de la simulation .....	50
IV.1 Introduction .....	50
IV.2 Simulation estivale sans consigne de thermostat du cas initial : .....	50
IV.3 Simulation hivernale sans consigne de thermostat du cas initial : .....	51
IV.4 La simulation estivale avec consigne de thermostat du cas initial .....	52
IV.5 Simulation hivernale avec consigne de thermostat du cas initial .....	53
IV.6 Simulation estivale sans consigne de thermostat cas Amélioré .....	54
IV.7 Simulation hivernale sans consigne de thermostat cas Amélioré .....	55
IV.8 Simulation estivale avec consigne de thermostat cas Amélioré .....	55
IV.9 Simulation hivernale avec consigne de thermostat cas Amélioré .....	57
IV.10 Amélioration du confort hygrothermique du cas étudié .....	59
IV.10.1 Modèle de refroidissement .....	59
IV.10.2 Définition .....	59
IV.10.3 Méthode de calcul .....	60
IV.11 Conclusion .....	65

## Liste des figures

Figure I-1 : Procédé de captage actif .....	2
Figure I-2 : Procédé de captage passif. ....	2
Figure I-3 : impact de type de vitrage sur le captage [5] .....	5
Figure I-4 : simple vitrage et double vitrage [6] .....	5
Figure I-5 : L'orientation d'une maison .....	6
Figure I-6 : impact sur le cout de l'énergie du changement d'orientation [8] .....	6
Figure I-7 : Zonage bioclimatique [8].....	6
Figure I-8 : Zonage bioclimatique [9].....	7
Figure I-9 : isolation thermique extérieur [12] .....	8
Figure II-1 : la situation géographique de timimoun .....	13
Figure II-2 : carte d'ouled saïd (timimoun) (source google map) .....	15
Figure II-3 : la situation géographique de la maison .....	15
Figure II-4 : plan du rez de chaussée .....	16
Figure II-5 : plan du premier étage .....	17
Figure III-1 : création d'un fichier météo sous meteonorme .....	27
Figure III-2 : choisir le site .....	27
Figure III-3 : exporter fichier météorologique.....	28
Figure III-4 : la durée d'insolation du site de Timimoune.....	28
Figure III-5 : rayonnement diffus et global .....	28
Figure III-6 : température journalière de site timimoun .....	29
Figure III-7 : rayonnement global journalier de site timimoun .....	29
Figure III-8 : composition du mur intérieur.....	30
Figure III-9 : composition de mur extérieur .....	30
Figure III-10 : composition du plancher bas.....	30
Figure III-11 : composition du plancher intermédiaire.....	31
Figure III-12 : composition de la toiture.....	31
Figure III-13 : Données de construction sous alcyone .....	31
Figure III-14 : PLAN du (rdc) et (1er étage). ....	32
Figure III-15 : Caractéristiques des murs et des ouvertures sous alcyone.....	32
Figure III-16 : rdc en 3d.....	33
Figure III-17 : Le bâtiment en 3d et vue de face .....	33
Figure III-18 : Exportation du fichier vers pléiade .....	34
Figure III-19 : scenario de ventilation estivale et hivernale avec consigne.....	34
Figure III-20 : scenario de ventilation hivernale sans consigne .....	35
Figure III-21 : scenario de ventilation estivale sans consigne .....	35
Figure III-22 : scenario d'occultation volet d'hiver.....	36
Figure III-23 : scenario d'occultation volet d'été .....	36
Figure III-24 : scenarios d'occupation des séjour01 .....	37
Figure III-25 : scenarios d'occupation du séjour 02.....	37
Figure III-26 : scenarios d'occupation du chambre 01.....	38
Figure III-27 : scenarios d'occupation de la chambre 02 .....	38
Figure III-28 : scenarios d'occupation de la chambre 03 .....	38
Figure III-29 : scenarios d'occupation de la chambre 04 .....	39
Figure III-30 : scenario d'occupation de la cuisine .....	39
Figure III-31 : scenarios d'occupation de (sdb wc) et (sdb -sde) .....	40
Figure III-32 : scenarios d'occupation de hall.....	40
Figure III-33 : scenarios d'occupation de hall 2.....	40
Figure III-34 : scenarios d'occupation de débarras .....	41

Figure III-35 : scenarios d'occupation de balcon .....	41
Figure III-36 : scenarios d'occupation de volume d'escalier .....	41
Figure III-37 : scenario consigne de thermostat chauffage estival .....	42
Figure III-38 : scenario consigne de thermostat chauffage hivernal .....	42
Figure III-39 : scenario de puissance de dissipée de zone 1 (séjour 1) .....	43
Figure III-40 : scenario de puissance de dissipée de zone 2 (séjour 2) .....	43
Figure III-41 : scenario de puissance de dissipée de zone 3 (chambre 01) .....	44
Figure III-42 : scenario de puissance de dissipée de zone 4 (chambre 02) .....	44
Figure III-43 : scenario de puissance de dissipée de zone 5 (chambre 03) .....	44
Figure III-44 : scenario de puissance de dissipée de zone 6 (chambre 04) .....	45
Figure III-45 : scenario de puissance de dissipée de la zone 07 (cuisine) .....	45
Figure III-46 : scenario de puissance de dissipée de zone 08 (hall 1) .....	46
Figure III-47 : scenario de puissance de dissipée de zone 9 (hall 2) .....	46
Figure III-48 : scenario de puissance de dissipée de zone 10 (sdb wc) et (sdb - sde) .....	47
Figure III-49 : scenario de puissance de dissipée de zone 11 (débarras).....	47
Figure III-50 : scenario de puissance de dissipée de zone 12 (balcon).....	48
Figure III-51 : scenario de puissance de dissipée de zone 13 (volume d'escalier).....	48
FIGURE III-52 : INTÉGRATION DES SCENARIOS DE FONCTIONNEMENT .....	49
Figure III-53 : Lancement de simulation .....	49
Figure IV-1 : Evolution des températures durant la semaine la plus CHAUDE (cas initial) .	50
Figure IV-2 : Evolution des températures durant la semaine la plus froide (cas initial) .....	51
Figure IV-3 : Evolution des températures durant la semaine la plus chaude avec consigne (cas initial) .....	52
Figure IV-4 : Evolution des températures durant la semaine plus froide avec consigne (cas initial).....	53
Figure IV-5 : Evolution des températures durant la semaine plus chaude cas amélioré .....	54
Figure IV-6 : Evolution des températures durant la semaine plus froide pour toute les zone.	55
Figure IV-7 : Evolution des températures durant la semaine plus chaude pour toute les zone	55
Figure IV-8 : Histogramme des besoins et puissance de rafraichissement.....	56
Figure IV-9 : Evolution des températures durant la semaine plus froide pour toute les zone.	57
Figure IV-10 : Histogramme des besoins et puissance de chauffage .....	58
Figure IV-11 : Refroidissement passif par évaporation à courant descend .....	60
Figure IV-12 : Le diagramme psychrométrique .....	61
Figure IV-13 : Evolution des températures.....	64
Figure IV-14 : Evolution des Taux d'humidité .....	64

### Liste des tableaux

Tableau 1 : Situation géographique de timimoun .....	13
Tableau 2 : Classement de la région par rapport au zonage climatique. ....	14
Tableau 3 : Caractéristiques climatiques d'hiver.....	14
Tableau 4 : Caractéristiques climatiques d'été. ....	14
Tableau 5 : Tableau surfaciques des espaces du REZ DE CHAUSSEE : .....	17
Tableau 6 : Tableau surfaciques des espaces du 1 <sup>er</sup> étage .....	18
Tableau 7 : Caractéristique thermo-physiques.....	18
Tableau 8 : Caractéristique des portes et des fenêtres .....	19
Tableau 9 : Les déperditions surfaciques.....	23
Tableau 10 : Déprédations totales.....	24
Tableau 11 : Vérification de la conformité du cas étudié : .....	25
Tableau 12 : Les équipements utilisé d'un la maison .....	42
Tableau 13 : Besoins et puissances de climatisation cas initial.....	52
Tableau 14 : Besoins et puissances de chauffage cas initial.....	53
Tableau 15 : Les besoins en climatisation cas initial.....	54
Tableau 16 : Besoins et puissances de climatisation cas initial.....	56
Tableau 17 : Le taux de réduction de consommation énergétique totale.....	56
Tableau 18 : Besoins et puissances de chauffage cas initial .....	57
Tableau 19 : Besoins en chauffage du cas initial et cas amélioré.....	58
Tableau 20 : Le taux de réduction de consommation énergétique totale.....	58
Tableau 21 : Tableaux de conditions climatiques par heure [23] .....	62
Tableau 22 : Résultats du calcul .....	63

## NOMENCLATURE

$K$  : Coefficient de transmission surfacique ( $W/m^2 \cdot ^\circ C$ ).

$S_{ph}$  : Surface de plancher haut ( $m^2$ )

$D_P$  : Déperditions surfaciques des portes ( $W/^\circ C$ ).

$D_F$  : Déperditions surfaciques des fenêtres ( $W/^\circ C$ ).

$K_i$  : Le coefficient de transmission surfacique de chaque partie en ( $W/m \cdot ^\circ C$ ).

$A_i$  : La surface intérieure de chaque partie surfacique en ( $m^2$ ).

$K_{Li}$  : Le coefficient de transmission linéiques de chaque liaison en ( $W/m \cdot ^\circ C$ ).

$L_i$  : La longueur intérieure de chaque liaison en (m).

Taux : Le coefficient de réduction de température Taux= 1 (selon le DTR).

$T_e$  : La température d'entrée de l'air ( $^\circ C$ ).

$e$  : Épaisseur (m).

$L$  : la longueur intérieure de chaque liaison (m).

$D_{SLNC}$  : Déperditions surface à travers aux locaux non chauffés ( $W/^\circ C$ ).

$R$  : résistance thermique de matériau ( $m^2 \cdot ^\circ C / W$ ).

$(\lambda)$  : Conductivité thermique de matériau en ( $W/m \cdot ^\circ C$ ).

$V$  : Volume en ( $m^3$ ).

$D_{LLNC}$  : Déperditions liaison à travers aux locaux non chauffés ( $W/^\circ C$ ).

$D_T$  : Déperditions par transmission du logement ( $W/^\circ C$ ).

$D_{réf}$  : Déperditions de référence ( $W/^\circ C$ ).

DTR : Document Technique Réglementaire.

PDEC : Passive Draught Evaporative Cooling.

## **Introduction générale**

On peut dire que la pensée de l'homme depuis longtemps est le besoin de trouver à la fin de son travail un lieu de repos, de lui donner un repos, un endroit où se réfugier, et aussi de le mettre à l'abri de tous les dangers.

Le bâtiment joue un rôle fondamental dans le bien-être humain, car sa fonction première était de protéger l'homme des agressions des facteurs climatiques, en exploitant les opportunités offertes par le site et les matériaux. Selon les pays, les facteurs climatiques à défendre sont : la pluie, la chaleur ou le froid, l'humidité ou la sécheresse, l'ensoleillement, le vent, etc [1]

Le désert algérien est un musée des formes de vie traditionnelles, où l'on peut trouver de nombreuses œuvres créatives dans le domaine résidentiel pour assurer son confort face à toutes ces contraintes qu'offre cette nature lointaine, remarquable ingéniosité des habitants du désert, tant dans la construction de leur habitat.

Dans le sud de l'Algérie, en raison du climat sec, les bâtiments sont responsables de plus de 70% de la consommation d'électricité en période estivale, et la solution est d'installer des climatiseurs électriques dans chaque pièce pour assurer le confort en été. [1]

Le développement moderne et la modernité des matériaux de construction est un facteur important pour changer le cours de la forme et de l'architecture des différentes maisons modernes dans le désert.

Dans le cadre de ce contexte, nous nous sommes focalisés sur l'étude thermique d'une maison située dans le désert algérien exactement dans la région de Gourara Spécifiquement dans la région d'OULED SAID à Timimoun.

### **Problématique et contexte :**

Afin de construire vite et répondre aux besoins de la population en matière de logement, l'Etat a opté pour la standardisation du logement moderne ce qui a engendré la surconsommation dans le secteur du a son inadaptation climatique.

### **Hypothèses :**

Le changement des matériaux de construction et le retour à l'utilisation des matériaux locaux peut donc être une solution adéquate pour améliorer la performance énergétique de la maison moderne.

**Objectif :**

Le présent travail a pour objectif « Amélioration de l'efficacité énergétique de la maison moderne de Timimoun » Cette étude est basée sur vérification réglementaire de notre habitat (DTR), la simulation thermique dynamique du bâtiment à l'aide du logiciel Pléiades +Alcyone durant la saison estivale et hivernale.

Notre mémoire se compose en quatre chapitres :

**Le premier chapitre :** Dans le premier chapitre nous avons fait une étude bibliographique sur l'habitat bioclimatique, ses principes et le confort thermique, ainsi que l'état de l'art.

**Le second chapitre :** nous avons présenté le site étudié, le cas étudié, les caractéristiques climatiques du site étudié, ainsi Calcul du bilan thermique et la vérification réglementaire de notre cas d'étude selon le (DTR C3.2).

**Le troisième chapitre :** nous avons présenté le processus d'application du logiciel.

**Le quatrième chapitre** nous avons présenté les résultats et discussions des différentes variantes proposées ainsi que les résultats obtenus du système de rafraîchissement adapté pour améliorer le confort de la maison moderne de Timimoun.

# Chapitre I

## Bibliographie et état de l'art

<b>chapitre I      Bibliographie et état de l'art</b>
---

## **I. 1 Introduction**

La notion commune de beaucoup de gens d'être loin de la nature, perdant l'intérêt pour l'environnement, et rejetant la technologie ancienne glorifiée est inutile.

Nous avons été contraints par l'intensification du problème du climat et du réchauffement climatique de repenser les principes de la modernité qui ont longtemps été considérés comme anciens.

Nos ancêtres ont su construire des abris efficaces en faisant preuve de bon sens.

## **I. 2 Le confort**

C'est une sensation de bien-être qui a une triple origine (physique, fonctionnelle et psychique), désigné de manière générale les situations où les gestes et les positions du corps humain sont ressentis comme agréables quand le corps humain n'a pas d'effort à faire pour se sentir bien. [2]

## **I. 3 Le confort thermique :**

Il peut être défini comme la sensation de bien-être dans un espace intérieur. Il est lié à la température (19 à 20°C), à l'hygrométrie (comprise en 40 et 70%) et aux mouvements d'air (<0,2 m/s). [3]

## **I. 4 L'habitat bioclimatique**

### **I.4.1 Définition**

L'habitat bioclimatique a la capacité de tirer parti des phénomènes naturels : le soleil, l'eau, la végétation et la température ambiante, pour le transfert de l'énergie tout en s'assurant que de tels gains ou pertes soient bénéfiques aux occupants d'un bâtiment, afin de créer des conditions de confort physique et psychologique tout en limitant le recours aux systèmes mécaniques de chauffage et de climatisation.

### **I.4.2 La classification**

C'est une classification basée sur la spécificité de la nature du fonctionnement solaire :

### **I.4.3 Architecture active**

Dans ce cas c'est l'utilisation de moyens technologiques est privilégiée, le coût est plus important, c'est à dire qu'on utilisera un chauffage sophistiqué, sans tenir compte du soleil.

Ces technologies complexes requièrent l'utilisation d'énergies non renouvelables, en ce qui concerne la partie architecturale c'est souvent des modèles standards ou préfabriqués, donc le rôle de l'architecte est réduit et se limitera à résoudre le problème d'intégration engendré, entre autres par les capteurs solaires beaucoup plus fonctionnels qu'esthétique.[3]

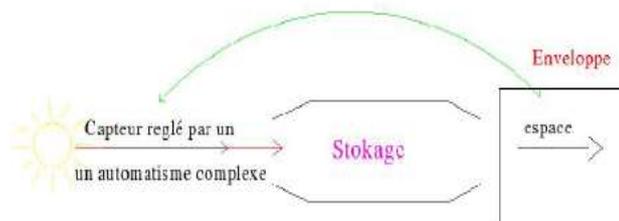


FIGURE I-1 : PROCEDE DE CAPTAGE ACTIF

#### I.4.4 Architecture passive

C'est une architecture basée sur une conception qui favorise le captage solaire.

La répartition des espaces intérieure se fait en tenant compte des besoins de chaque espace en chaleur selon l'activité qui se produit, cette architecture peut être caractérisé par le éléments suivants :

Technologie douce, conception intégré, coût non élevé de par la fonctionnalité des éléments de composition (mur porteur = mur capteur),

Technologie simple accessible aux utilisateurs. [3]

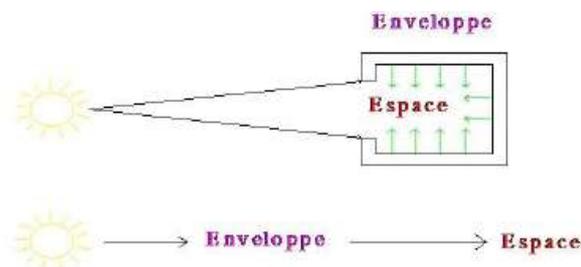


FIGURE I-2 : PROCEDE DE CAPTAGE PASSIF.

L'architecture bioclimatique s'appuie sur :

- \* Un choix de matériaux appropriés

\* Une bonne étanchéité à l'air (isolation) et une bonne aération

\* Une orientation combinant un maximum d'apports solaires et une exposition aux vent minimum (ouvertures face sud, pas ou peu d'ouvertures face nord, etc.).

\* une conception du bâtiment adaptée aux besoins saisonniers (chaleur en hiver, fraîcheur en été). [3]

## **I.5 Les Composants de la conception bioclimatique**

- Parmi ces composants on cite.
- Les exigences climatiques.
- Le confort thermique.
- Les solutions adaptées extraites d'habitats vernaculaires.
- Le microclimat : trajectoire du soleil, du vent et de la pluie.
- Travailler avec les éléments, tels que les systèmes passifs et actifs. [4]

## **I.6 Evolution de l'architecture bioclimatique**

L'architecture bioclimatique n'est pas une invention du 20<sup>ème</sup> siècle, mais c'est une architecture qui est utilisé depuis très longtemps mais qui fut occultée et abandonné lors de l'arrivée des techniques (climatisation, ou chaudière, ...) permettant de supprimer les contraintes climatiques.

## **I.7 La forme**

Le volume du bâtiment détermine ses déperditions thermiques. La forme la plus efficace est un rectangle légèrement allongé est-ouest.

C'est en hiver que l'on a besoin de se chauffer, et aussi du soleil. Il faut avoir la surface sud le plus grand possible. Mais pas trop grande car de l'autre côté se trouve le nord, toujours dans l'ombre et le froid. L'ouest et l'est n'apportent rien en hiver et sont la cause des surchauffes en été, ces deux parois doivent donc être les plus petits possibles.

Plus le volume est compact et moins il y aura de surfaces exposées aux intempéries, et donc aux déperditions.

\* Plus la forme est simple et moins il y aura de turbulences créées par le vent qui génèrent elles aussi des déperditions de chaleur importantes.

\* Le volume devrait également tendre à réduire la taille de la face nord du bâtiment, soit en faisant descendre le toit plus bas, soit en enterrant une partie des pièces au nord. [5]

## I.8 La toiture

La toiture prend en considération deux paramètres qui sont : la pluviométrie et les vents dominants. sa pente doit être optimisée pour avoir une diminution des nuisances causées par le vent tout en protégeant efficacement de la pluie. L'idéal est une toiture à faible pente, végétalisée.

## I.9 Capter

Capter la chaleur consiste à recueillir l'énergie solaire et à la transformer en chaleur. Le rayonnement solaire reçu par un bâtiment dépend du climat et de ses variations journalières et saisonnières, mais aussi de l'orientation du bâtiment, de la nature de ses surfaces et de ses matériaux, de la topographie du lieu, de l'ombrage, etc.

Le rayonnement solaire n'est pratiquement utilisable qu'en surfaces vitrées, où il est partiellement transmis à l'ambiance intérieure et fournit un gain direct de chaleur.

Le rayonnement solaire effectif qui atteint la terre dépend du climat local, notamment de l'assombrissement, et son intensité varie selon l'orientation et l'inclinaison de la paroi ensoleillée. [5]

## I.10 Capter par les vitrages

La transmission énergétique totale, et donc les gains solaires au travers d'un élément transparent, c'est le rapport de l'angle d'incidence des rayons du soleil avec le vitrage.

Les paramètres importants sont par conséquent :

- La latitude et la saison (pour la position du soleil)
- L'orientation et l'inclinaison de la paroi (pour la géométrie du bâtiment et les propriétés du vitrage utilisé).

Le soleil peut contribuer au réchauffement des bâtiments en hiver, par effet de serre au droit des parois vitrées ou au réchauffement des parois opaques. Pour autant, les gains solaires ne sont pas toujours utiles car en été, il convient de s'en protéger. Par ailleurs, dans certains types de bâtiments (écoles, bureaux, etc.), la chaleur interne produite est tellement importante, qu'un apport solaire supplémentaire ne pourrait entraîner qu'une surchauffe. [5]

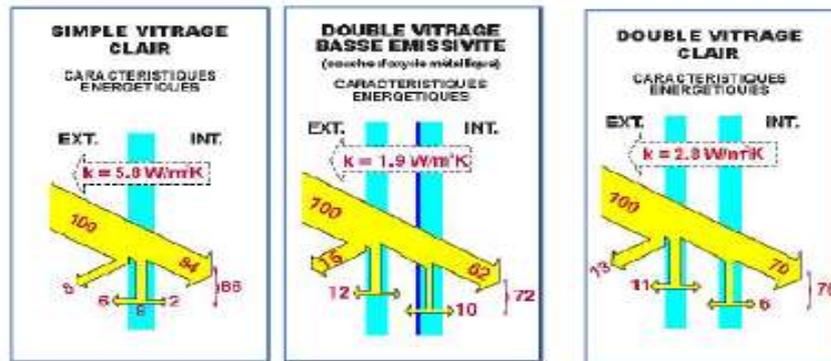


FIGURE I-3 : IMPACT DE TYPE DE VITRAGE SUR LE CAPTAGE [5]

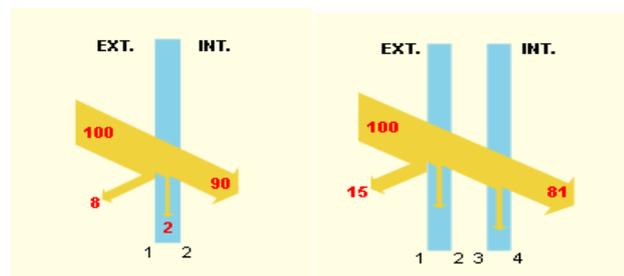


FIGURE I-4 : SIMPLE VITRAGE ET DOUBLE VITRAGE [6]

### I.11 L'orientation des bâtiments

L'orientation d'un logement est désignée par celle de sa façade principale, en général celle qui comporte la plus grande surface de vitrage. L'orientation sud est privilégiée.

(Agence française pour la maîtrise de l'énergie, Soleil et architecture)

- En hiver : c'est la façade qui reçoit le plus fort ensoleillement.
- En été : c'est celle qui reçoit le plus faible ensoleillement, hormis les orientations proches du nord. Elle est de plus efficacement mise à l'ombre grâce à des pare-soleil horizontaux. [7]

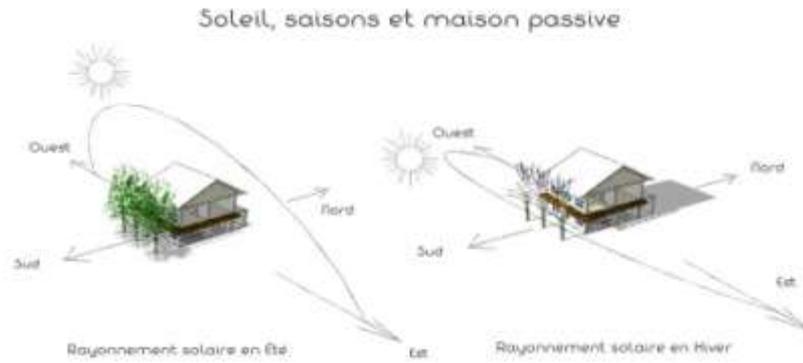


FIGURE I-5 : L'ORIENTATION D'UNE MAISON

Si le bâtiment est réorienté 30°, 45°, 60 °est sachant que la façade primaire est orientée vers le sud le résultat est dans le tableau suivant.

Energy Savings	Change in Orientation, from South		
	30° (\$/yr)	45° (\$/yr)	60° (\$/yr)
Heating	29	26	36
Cooling	58	15	0
Lighting	0	0	0
HVAC	53	38	23
<b>Total</b>	<b>140</b>	<b>79</b>	<b>59</b>

FIGURE I-6 : IMPACT SUR LE COÛT DE L'ÉNERGIE DU CHANGEMENT D'ORIENTATION [8]

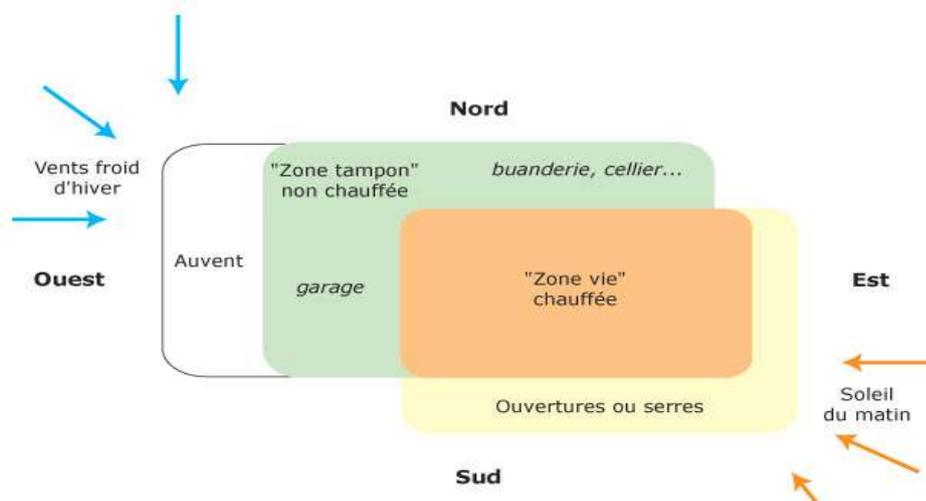


FIGURE I-7 : ZONAGE BIOCLIMATIQUE [8]

### I.11.1 Orientation de plan intérieur

L'orientation est déterminée principalement par ces ouvertures ;

La quantité d'énergie solaire totale et les horaires de l'ensoleillement direct sont les deux paramètres à prendre en compte.

Les proportions qui suivent sont à adapter en fonction de chaque programme de logement :

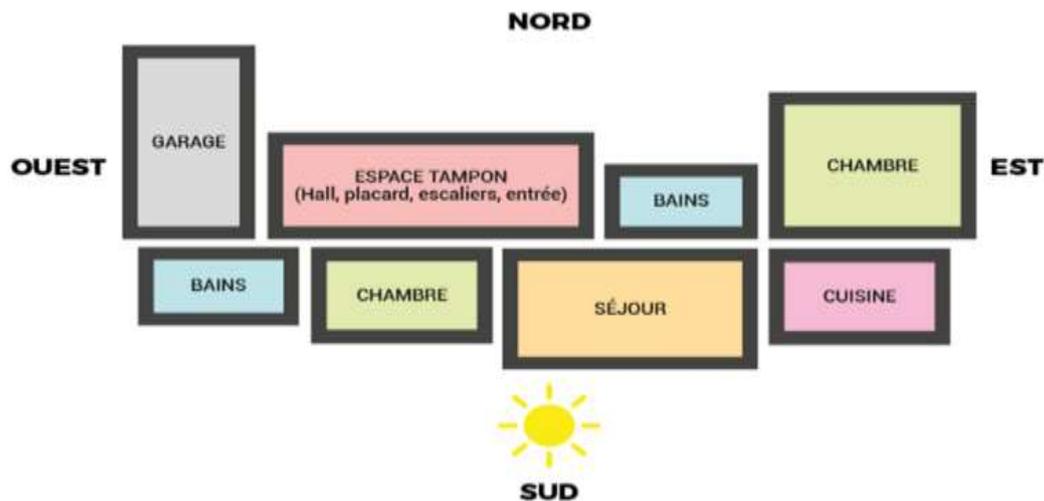


FIGURE I-8 : ZONAGE BIOCLIMATIQUE [9]

Le côté sud d'un bâtiment est un bon emplacement pour les pièces occupées en permanence pendant le jour.

- Les chambres seront utilement ouvertes entre le sud et l'est ; il convient particulièrement d'éviter l'ouverture ouest qui provoque des surchauffes tard dans la soirée en été.
- L'emplacement de la cuisine est plus délicat : Des dégagements de chaleur important peuvent s'y produire, rendant les apports solaires superflus ; se pondant la lumière naturelle et préférable dans cette espace.
- Les locaux à faibles besoins thermique et lumineux seront rejetés vers le nord ; buanderie, entrée, escalier intérieur, etc. ;
- Les espaces non « habitables » dont l'utilisation dépend des conditions météorologiques (serres, terrasse, cuisine d'été, pergola, etc.) peuvent sensiblement modifier ces proportions. [10]

## I.12 L'isolation thermique

Elle a pour but de limiter les déperditions thermiques du logement et se la dès la construction. (Energétique de bâtiment)

Elle a pour effets d'atténué le flux de chaleur moyen entre le local et l'extérieur alors que l'inertie s'oppose aux changements ; elle atténue les fluctuations de température et de flux.

Elle dépend des :

- Matériaux : les matériaux les plus isolants contiennent souvent des alvéoles d'air ; ils ne sont pas denses et ne peuvent pas stocker une grande quantité de chaleur par unité de volume. A l'opposé, les matériaux les plus inertes, qui se prêtent bien au stockage de la chaleur, sont des matériaux denses :

Béton, pierres, briques pleines....

- Dimensions des parois : une plus grande épaisseur entraîne une grande isolation et une plus grande inertie, mais seules les deux premières dizaines de centimètres sont réellement utiles.

## I.13 Le rôle de l'isolation

On peut dire qu'une paroi est bien isolée si elle :

- Réduire les déperditions de chaleur en saison froide et la pénétration de chaleur en saison chaude pendant la journée.
- Evite la condensation dans les parois et sur les parois, grâce au maintien de températures pas trop basses. [11]

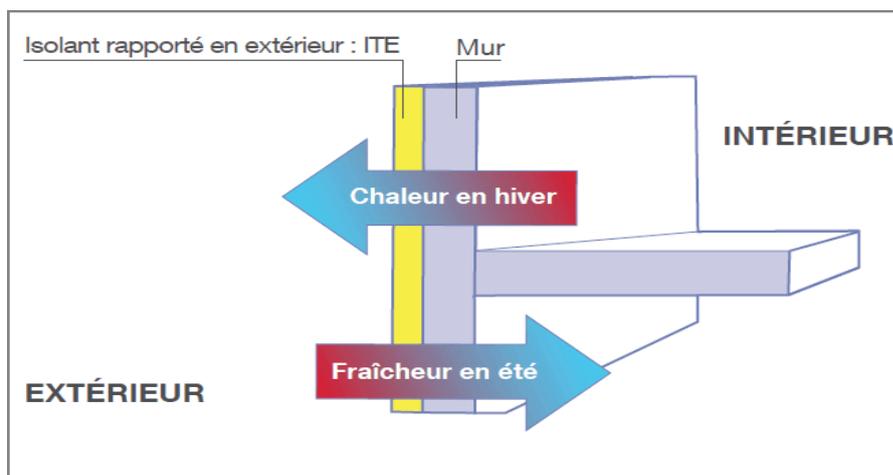


FIGURE I-9 : ISOLATION THERMIQUE EXTERIEUR [12]

## **I.14 Etat de l'art :**

### **I.14.1 Les mémoires consultés**

#### **I.14.1.1 Architecture et confort thermique dans les zones arides Application au cas de la ville de Béchar**

A. Mokhtari<sup>1</sup>, K. Brahimi<sup>1</sup> et R. Benziada, Université des Sciences et de la Technologie Mohamed Boudiaf, B.P. 1505, El M'Naouar, Oran 22 Avril 2008.

Cet article traite de la relation entre conception architecturale et confort climatique des usagers sans recours total ou partiel au conditionnement mécanique des locaux. Y sont présentés les principes de base de l'architecture bioclimatique et de l'art de construire, ainsi que des données relatives au climat saharien avec focalisation sur la ville de Béchar.

Les résultats de la simulation suggèrent que le confort thermique peut être atteint par une combinaison de paramètres qu'il faut intégrer dans la conception du bâtiment projeté entre autre la suppression des parois simples, et l'utilisation de matériau de bonne isolation thermique comme la brique rouge, l'usage d'isolants et l'augmentation du débit de ventilation pour mieux refroidir la structure en été. [17]

#### **I.14.1.2 Etude de chauffage et de climatisation d'un local, L'auteur : SLAMA Ahmed Walid, année : 2013**

Le présent projet a pour but d'étudier la climatisation d'une banque étatique (CPA) à Touggourt, un programme sous Matlab a été établi en fonction des conditions climatiques et géographiques de la région tout en respectant les bases d'aménagement défini dans le plan d'architecture et les matériaux de construction utilisés afin d'atteindre les objectifs suivants :

Assurer le confort été - hiver des locaux.

Assurer de l'air sain et frais

Assurer l'économie d'énergie.

Les résultats de cette étude permettront ainsi de définir le système de climatisation (ou de chauffage) adéquat en tenant compte de la consommation électrique en matière de cout[13]

### **I.14.1.3 Dimensionnement et mise en œuvre d'une installation de climatisation**

#### **Air/Eau**

L'auteur : HADJ SAID Abdenour et HADID Ismail, année : 2019/2020

L'étude a été faite sur un bâtiment recevant public à usage de bureau et qui est composé d'un rez-de-chaussée et quatre étages, cette structure requiert la mise en place d'un système de climatisation afin de garantir un certain confort thermique. Un système de climatisation air/eau a été proposé d'une puissance totale de 91949 W. [14]

### **I.14.1.4 Amélioration de la performance énergétique d'une maison moderne dans la wilaya d'Oued Souf**

L'auteur : Saidi Ahmed et Raoui Hanane, année : 2019/2020

L'objectif pointé dans cette recherche, est d'obtenir un niveau de confort optimal avec une consommation énergétique restreinte, en étudiant l'influence des matériaux de constructions de la maison sur sa demande énergétique afin d'atteindre les objectifs suivants :

Évaluation thermique et énergétique d'une maison moderne à Oued Souf

L'intégration d'un système de rafraîchissement par humidification adiabatique

Les résultats obtenus de l'étude paramétrique et qui a été faite à l'aide d'un outil simulation thermique dynamique ont montré que le traitement de l'enveloppe extérieure peut réduire la consommation énergétique par conséquent améliorer sa performance énergétique. Aussi l'adaptation d'un système de rafraîchissement adiabatique (PDEC), ont montré que le système permet d'atteindre un confort hygrothermique acceptable dans les maisons du climat aride. [15]

#### **I.14.1.5 Evaluation thermique d'une maison du Ksar de Timimoune**

L'auteur : CHERQUI Abdelhakem, année : 2019/2020

L'objectif de ce travail est "Evaluation Thermique d'une Maison au Ksar de Timimoun". Cette étude s'appuie sur notre Vérification Réglementaire de l'Habitat (DTR), simulation thermique dynamique du bâtiment à l'aide du logiciel Pléiades + Comfie pour les saisons chaudes et froides.

Les résultats obtenus ont montré que les caractéristiques constructives de la maison de Timimoune permettent d'atteindre 8°C durant la période de surchauffe et ça est dû aux différents concepts bioclimatiques intégrés dans la conception du Ksar. Mais malgré que les températures soient stables et que l'écart soit important mais le confort thermique n'est pas atteint dans ces maisons vu les conditions climatiques du Sud Algérien.

#### **I.14.1.6 Evaluation et Amélioration Energétiques des Bâtiments dans le cadre du Programme National d'Efficacité Energétique**

Présenté par : Sofiane RAHMOUNI, 29 /01/2020

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

Il a été constaté que la sélection spécifique de mesures optimales varie en fonction des conditions climatiques.

Les résultats combinés des mesures proposées dans cette étude ont révélé que la consommation d'énergie finale ainsi que les émissions de CO<sub>2</sub> pouvaient être réduites d'environ 41 %, 31 % et 26 % respectivement pour Ouargla, Batna et Alger par rapport aux pratiques actuel de construction en vigueur en Algérie.

En outre, il pourra réduire le coût de l'énergie jusqu'à 22 % pour Alger, 28 % pour Batna, et 39 % pour Ouargla.

Ces résultats seraient plus efficaces si la « double brique creuse » existante en maçonnerie était remplacée par de meilleures alternatives telles que la brique en terre stabilisée, le béton cellulaire et par l'emploi des matériaux naturels respectueux de l'environnement [18].

#### **I.14.1.7 Pour un logement à haute performance énergétique cas du logement collectif promotionnel à Oum El Bouaghi**

Présentés par : Mlle Chadli Sara, année : 2020/2021

Ce travail s'inscrit dans une démarche de la maîtrise de l'énergie dans le bâtiment résidentiel de la ville d'Oum El Bouaghi qui se caractérise par un climat semi-aride et vise à intégrer le concept de l'efficacité énergétique.

Les résultats de cette recherche montrent l'efficacité de l'isolation thermique pour l'amélioration du confort thermique et la réduction de la consommation énergétique. Aussi, l'accent a été mis sur l'utilisation des matériaux d'isolation performants [16].

### **I.15 Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons fait une étude bibliographique ainsi qu'un état de l'art afin d'approfondir nos connaissances et tirer les orientations nécessaires pour notre recherche.

# Chapitre II

## Présentation du cas d'étude et étude statique

<b>chapitre II</b>	<b>Présentation du projet</b>
--------------------	-------------------------------

## II.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons la situation géographique et les plans d'une maison moderne située dans la région de Timimoun, où nous serons intéressés à étudier les composants de cette maison et on calcule manuellement le bilan thermique.

## II.2 Présentation de la région étudiée

### II.2.1 Situation géographique de Timimoun :

La wilaya de Timimoun est une wilaya algérienne, Elle est située dans le Sahara algérien. Timimoun est la capitale historique du Gourara, située à 200 km au nord-est de la ville d'Adrar, En situation centrale dans le Gourara, à la limite est du Grand erg occidental, Timimoun a été historiquement un pôle d'animation des oasis environnantes structurées le long de la sebkhia ou localisées dans l'erg (Taghouzi et Tinerkouk). [18]

TABLEAU 1 : SITUATION GEOGRAPHIQUE DE TIMIMOUN

Latitude	Longitude	Nord	Est	Altitude	Climat désertique
29.25	0.25	29° 15" 0'	0° 15" 0'	281m	Sec et chaud

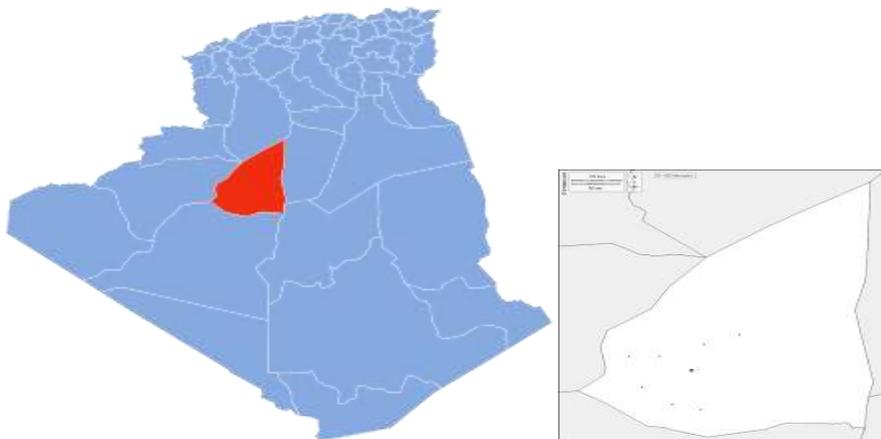


FIGURE II-1 : LA SITUATION GEOGRAPHIQUE DE TIMIMOUN

La région de Timimoune est classée dans la zone D'selon la classification thermique du DTR (3-2) des communes de ADRAR :

TABEAU 2 : CLASSEMENT DE LA REGION PAR RAPPORT AU ZONAGE CLIMATIQUE.

Wilaya	Communes	Zone
01	Groupe de Communes 1 : Ksar Kaddour - Timiaouine - Tinerkouk	D
ADRAR	Groupe de Communes 2 : Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes 1.	D

### II.3 Caractéristiques climatiques de la région de Timimoun

#### Données pour l'hiver

TABEAU 3 : CARACTERISTIQUES CLIMATIQUES D'HIVER.

Caractéristiques climatiques moyennes par zone	Caractéristiques climatiques du mois le plus froid: <b>Janvier</b>							
	T <sub>moy</sub>	T <sub>min. moy</sub>	T <sub>max. moy</sub>	T <sub>min. abs</sub>	T <sub>max. abs</sub>	Ecart diurne	V Variabil.	T <sub>extérieure de base.</sub>
<b>Zone D2</b>								
< 500 m	16,5	8,5	24,5	3	31	16	6,5	4
500 – 1000 m	14	6,5	21	1	27,5	14,5	6,5	2

#### Données pour l'été

TABEAU 4 : CARACTERISTIQUES CLIMATIQUES D'ETE.

Caractéristiques climatiques moyennes par zone	Caractéristiques climatiques du mois le plus chaud: <b>Juillet</b>								
	T <sub>moy</sub>	T <sub>max. moy</sub>	T <sub>min. moy</sub>	T <sub>min. abs</sub>	T <sub>max. abs</sub>	Ecart diurne	V Variabil.	T <sub>effect. max. moy.</sub>	T <sub>extérieure sèche de base.</sub>
<b>Zone D2</b>									
< 500 m	31	39	23	18	44	16	5	28	41,5
500 – 1000 m	28	34,5	19,5	14,5	39,5	20	5	26	37

## II.4 La situation du cas étudié

Notre cas est un modèle de maison moderne de la région de Timimoune qui s'étale sur une surface de 100.94 m<sup>2</sup>, et comprend deux étages. Elle est située dans le désert algérien, exactement dans la région d'Ouled Saïd, dans la Wilayat de Timimoun



FIGURE II-2 : CARTE D'OULED SAÏD (TIMIMOUN) (SOURCE GOOGLE MAP)



FIGURE II-3 : LA SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA MAISON

II.5 Plan du cas étudié :

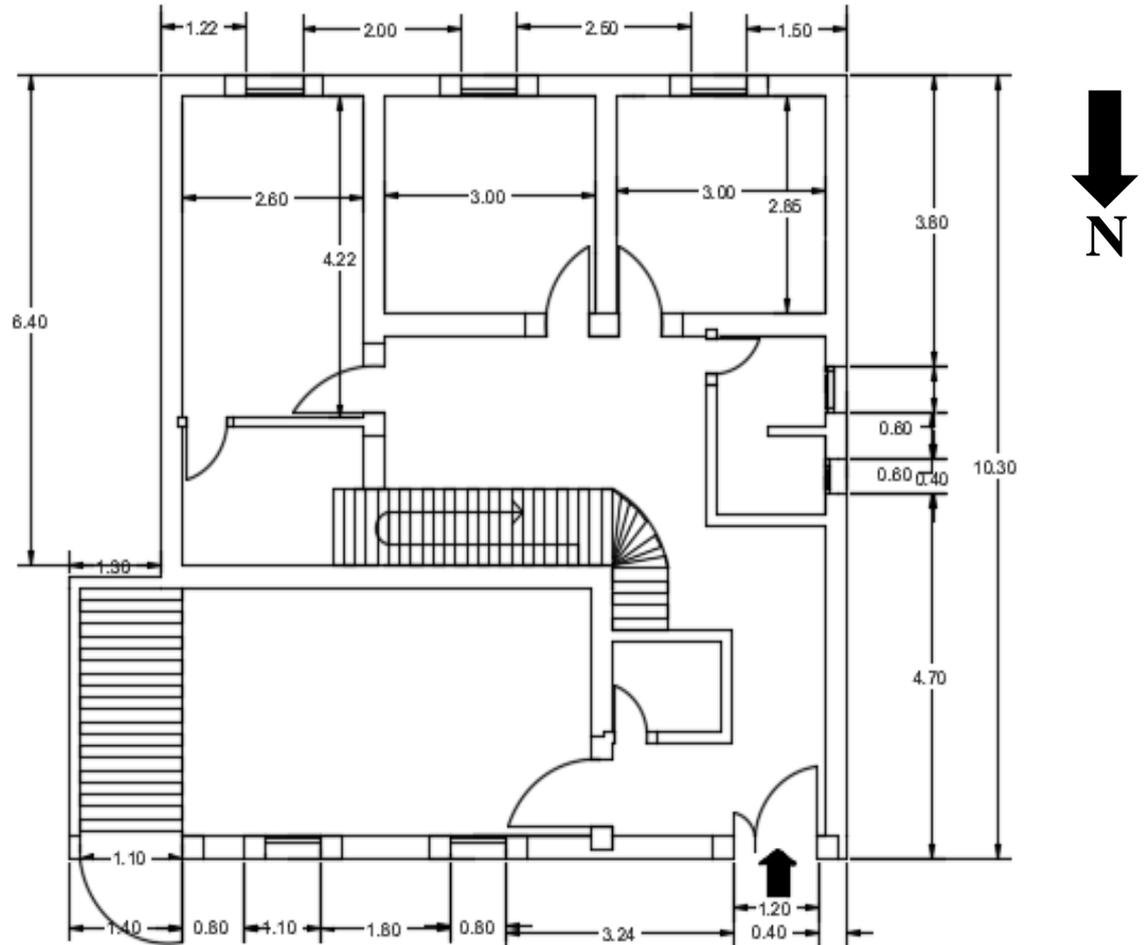


FIGURE II-4 : PLAN DU REZ DE CHAUSSEE

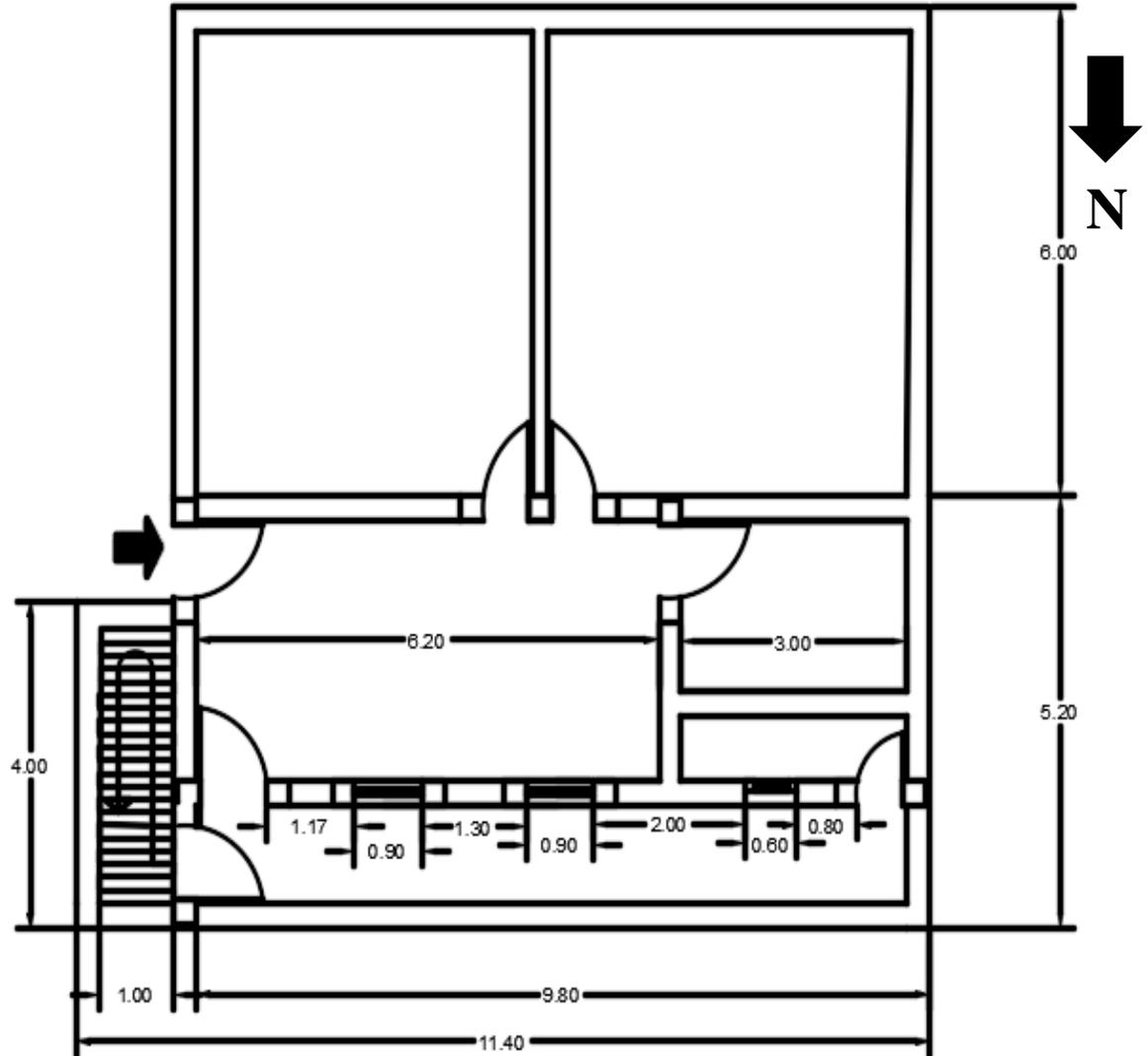


FIGURE II-5 : PLAN DU PREMIER ETAGE

## II.6 Caractéristique de la maison étudiée :

TABEAU 5 : TABLEAU SURFACIQUES DES ESPACES DU REZ DE CHAUSSEE :

Local	Sé jour	Chambre 1	Chambre 2	SdE	SdB	Cuisine	Débarras
Surface m <sup>2</sup>	(5.80x3.20) = 18.56	(3 x2.80) ) = 8.4	(3 x2.80) = 8.4	(1.50 x1.20) = 1.8	(2.30 x1.50) = 3.45	(4.20 x2.70) =11.34	(2.70 x1.80) =4.86
Hauteur m	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20

TABLEAU 6 : TABLEAU SURFACIQUES DES ESPACES DU 1<sup>ER</sup> ETAGE

Local	Séjour	Chambre	SdE et SdB	Débarras
Surface m <sup>2</sup>	(6.18 x 3.14) =19.40	(3 x2.09) =6.27	(3 x0.7) =2.70	(9.80 x5.70) =55.86
Hauteur m	3.20	3.20	3.20	/

TABLEAU 7 : CARACTERISTIQUE THERMO-PHYSIQUES

Composants	Matériaux	Conductivité thermique $\lambda$ (w/m.c°)	Résistances Thermique R (m.c°/w) $R = e / \lambda$	Coefficient de transmission surfacique K (w/m <sup>2</sup> .c°)
Mur extérieurs	Mortier de ciment (3cm)	1.4	R= 0.02	$1/h_i + 1/h_e = 0.17$ m <sup>2</sup> .°c/w  K= 1.18
	Brique creuse (20cm)	--	R=0.39	
	Mortier de ciment (2.5 cm)	1.4	R=0.017	
	L'enduit décoratif (1cm)	0.08	R=0.25	
Mur intérieurs	Mortier de ciment (3cm)	1.4	R=0.02	$1/h_i + 1/h_e = 0.17$ m <sup>2</sup> .°c/w  K=1.32
	Brique creuse (15cm)	--	R=0.30	
	Mortier de ciment (2.5 cm)	1.4	R=0.017	
	L'enduit décoratif (1cm)	0.08	R=0.25	
Le plancher bas	Carrelage (2 cm)	1.70	R=0.01	$1/h_i + 1/h_e = 0.34$ m <sup>2</sup> .°c/w  K=1.88
	Mortier (2 cm)	1.15	R=0.02	
	Terre sèche (5 cm)	0.75	R=0.07	
	Béton lourd (4 cm)	1.75	R=0.09	

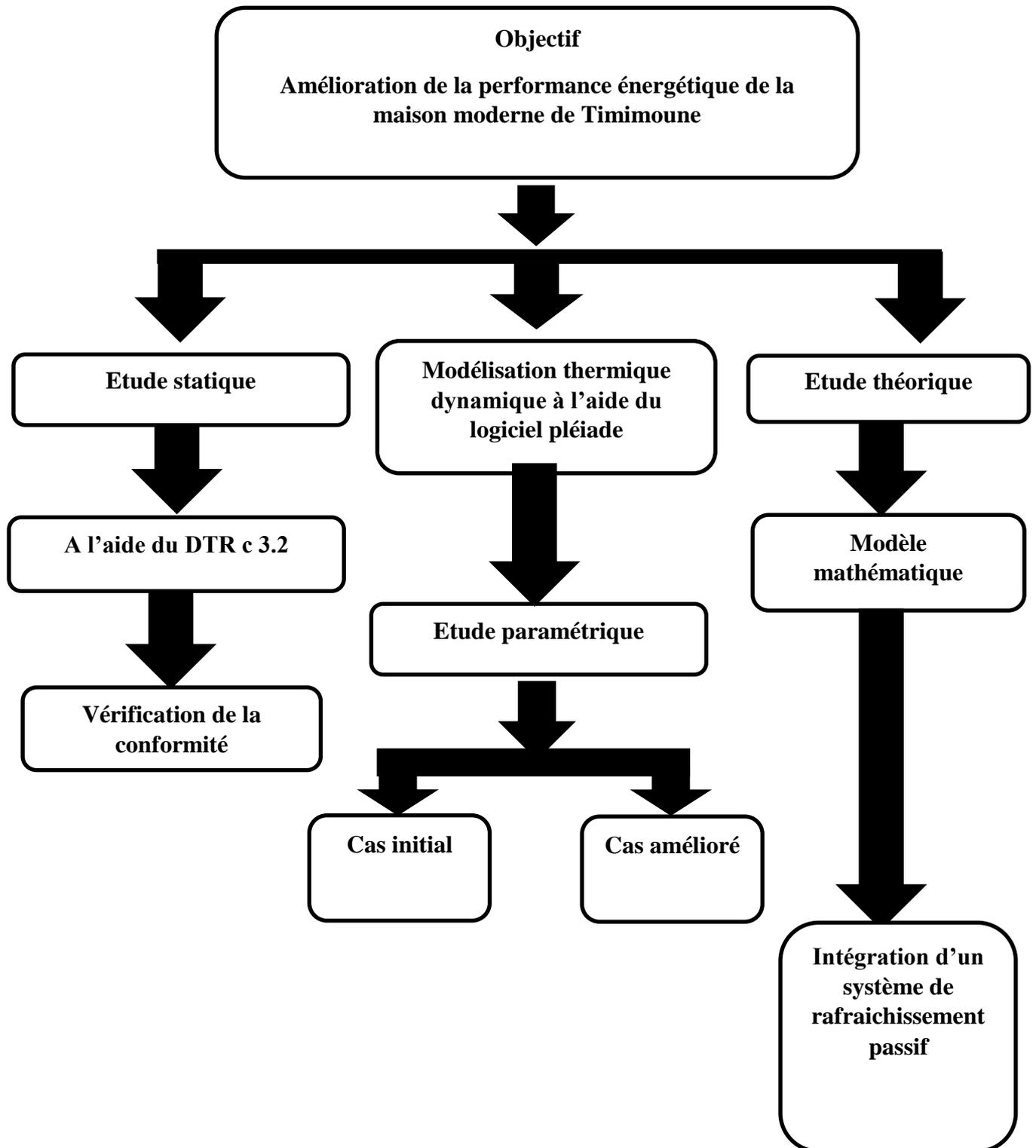
Planche intermédiaire	Carrelage (2 cm)	1.70	R= 0.01	$1/h_i+1/h_e= 0.34$ $m^2 \cdot ^\circ c/w$  K=1.56
	Mortier (2 cm)	1.15	R=0.02	
	Béton lourd (4 cm)	1.75	R=0.02	
	Hourdis de 16 en béton (16 cm)	1.23	R=0.13	
	Mortier	1.15	R=0.02	
	L'enduit décoratif (1cm)	0.08	R=0.12	
La toiture	Béton lourd (4 cm)	1.75	R=0.20	$1/h_i+1/h_e= 0.34$ $m^2 \cdot ^\circ c/w$  K=1.06
	Hourdis de 16 en béton (16 cm)	1.23	R=0.13	
	Mortier	1.15	R= 0.02	
	L'enduit décoratif (1cm)	0.08	R=0.25	

➤ **Les ouvertures**

TABEAU 8 : CARACTERISTIQUE DES PORTES ET DES FENETRES

	Nombre	Type	Surface
RDC	4	Portes Simple en bois	(0.9m x 2.10m)
RDC	2	Portes Simple en bois	(0.6m x 2m)
RDC	1	Portes Simple en métal	(1.20m x 2.10m)
RDC	1	Portes Double en métal	(1.40 m x2.10m)
1 <sup>er</sup> étage	3	Portes Simple en bois	(0.9m x 2.10 m)
1 <sup>er</sup> étage	1	Portes Simple en bois	(0.6m x 2m)
1 <sup>er</sup> étage	1	Portes Simple en métal	(1.20 m x 2.10 m)
RDC	5	Fenêtres en bois	(0.8 m x 1m)
RDC	1	Fenêtres en bois	(0.60 m x0.30)
RDC	1	Fenêtres en bois	(0.40m x0.30)
1 <sup>er</sup> étage	2	Fenêtres en bois	(0.8 m x 1m)
1 <sup>er</sup> étage	1	Fenêtres en bois	(0.60 m x0.30)

## II.7 Méthodologie du travail



## II.8 Etude statique :

### Vérification de la conformité du cas étudié selon le DTR C3.2 :

➤ **Calcul des déperditions totales :**

$$D = \sum D_i = (D_T)_i + (D_R)_i [W/^\circ C] \quad (\text{II.1})$$

$D_i [W/^\circ C]$  représente les déperditions totales du volume « i ».

$(D_T)_i [W/^\circ C]$  représente les déperditions transmission d'un volume.

$(D_R)_i [W/^\circ C]$  représente les déperditions renouvellement d'air totales

➤ **Les Déperditions par transmission d'un volume :**

$$(D_T)_i = (D_s)_i + (D_{li})_i + (D_{sol})_i + (D_{inc})_i [W/^\circ C] \quad (\text{II.2})$$

- $(D_s)_i$  : déperditions surfaciques par transmission à travers les parois
- $(D_{li})_i$  : Déperditions linéiques.
- $(D_{sol})_i$  : Déperditions par transmission à travers les parois en contact avec le sol
- $(D_{inc})_i$  : déperditions à travers les parois en contact avec locaux non chauffée.

➤ **Déperditions par renouvellement d'air :**

$$(D_R)_i = (D_{RV})_i + (D_{RS})_i [W/^\circ C] \quad (\text{II.3})$$

### II.8.1 Les déperditions surfaciques $D_s$

$$D_s = S_t \times K \quad (\text{II.4})$$

#### II.8.1.1 Surface du mur extérieur en contact avec l'extérieur

##### RDC

$$S_m = [(2 (10.30 \times 3.20) + 2(9.80 \times 3.20)) - [(0.60 \times 0.30) + (0.40 \times 0.30) + 5(0.80 \times 1) + (1.20 \times 2.10)]]$$

$$= (65.92 + 62.72) - (0.18 + 0.12 + 4 + 2.52)$$

$$= 128.64 - 6.82$$

$$= 121.82 \text{ m}^2$$

##### 1er étage :

$$S_m = [(2 (5.29 \times 3.20) + 2(9.80 \times 3.20)) - [2(2.10 \times 0.90) + (2(1 \times 0.80) + (0.60 \times 0.30)]]$$

$$= (33.85 + 62.72) - (3.78 + 1.6 + 0.18)$$

$$= 96.57 - 5.56$$

$$= 91.01 \text{ m}^2$$

Surface totale :

$$S_{\text{total}} = S_m (\text{RDC}) + S_m (1^{\text{er}} \text{ étage}) = 121.82 + 91.01$$

$$= 212.83 \text{ m}^2$$

$$D_{\text{sm}} = S_{\text{total}} \times K_m$$

$$= 212.83 \times 1.18$$

$$= 251.13 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

### II.8.1.2 Déperditions à travers les planchers en contact avec l'extérieur

Surface de planche bas :

$S_{\text{ph}}$  = surface totale de la maison

$$= 10.30 \times 9.80 = 100.94$$

$$= 100.94 \text{ m}^2$$

Déperditions des planchers bas :

$$D_{\text{sph}} = S \times k_p$$

$$\text{AN: } D_{\text{sph}} = 100.94 \times 1.88$$

$$\text{Donc : } D_{\text{sph}} = 189.76 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

### II.8.1.3 Déperditions à travers La toiture en contact avec l'extérieur

Surface de toiture :

$S_{\text{toiture}}$  = surface totale de la maison

$$= 10.30 \times 9.80$$

$$= 100.94 \text{ m}^2$$

Déperditions de toiture :

$$D_{\text{s toiture}} = S \times k_t$$

$$= 100.94 \times 1.06$$

$$= 106.99 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

### II.8.1.4 Déperditions à travers les ouvertures en contact avec l'extérieur

a- Les portes.

Pour les ouvertures il Ya 2 portes à l'extérieure en métal et 3 portes à l'extérieure en bois.

$$S_p = [3(1.20 \times 2.10) + (1.40 \times 2.10) + (0.60 \times 2.10)]$$

$$= 7.56 + 2.94 + 1.26$$

$$= 11.76 \text{ m}^2$$

D'où :

$$K_p = 5.8 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C} (\text{DTR})$$

$$D_p = K_p \times S_p = 11.76 \times 5.8$$

$$= 68.20 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

b- Les Fenêtre

Il Ya 10 fenêtre à l'extérieure en bois.

$$S_f = [7(0.80 \times 1) + 2(0.60 \times 0.30) + (0.40 \times 0.3)]$$

$$= 5.6 + 0.36 + 0.12$$

$$= 6.08 \text{ m}^2$$

D'où :

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{K_{vn}} + \Gamma_v + \Gamma_{rid} + \Gamma_{oc} \quad (\text{II.5})$$

On a :

$K_{vn} = 5.0$  pur un fenêtre simple vitrage a paroi verticale.

$$\frac{1}{K} = 0.2 + 0.025 + 0.030 = 0.255$$

$$K_f = 3.92$$

$$D_f = K_f \times S_f = 3.92 \times 6.08$$

$$= 23.83 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

TABLEAU 9 : LES DEPERDITIONS SURFACIQUES

Les composants	Les murs	Les planchers	La toiture	Les ouvertures		Total
				Les Fenêtre	Les portes	
Les déperditions surfaciques (W/°C)	251.13 W/°C	189.76 W/°C	106.99 W/°C	23.83 W/°C	68.20 W/°C	<b>639.91 W/°C</b>

### II.8.2 Calcul des Déperditions linéiques

$$D_L = D_{ST} \times 20\% \quad (\text{II.6})$$

$$D_L = 437.02 \times 0.2 = 127.98 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

### II.8.3 Calcul des Déperditions à travers au locaux non chauffée

$$D_{LNC} = \text{Taux} [\sum (K_i \cdot A_i) + \sum (K_{Li} \cdot L_i)] = \text{Taux} (D_{SLNC} + D_{LLNC}) \quad (\text{II.7})$$

Taux= 1 (selon le DTR C3.2) p 51.

On Calcule le  $D_{SLNC}$

$$D_{SLNC} = [(1.70 \times 3.20) (1.32)] + [((2.50 \times 3.20) - (0.6 \times 2)) 1.32] + [((4.60 \times 3.20) - 2(0.90 \times 2.10))1.32] + [((2.06 \times 3.20) - (0.9 \times 2.10))1.32] + [1.32 (5.2)] + [(0.85 \times 2.4)1.32] + [(1.70 \times 3.20)1.32] + [(1.50 \times 3.20)1.32] + [(1.7 \times 3.2) - (0.6 \times 2.1) \times 1.32] + [(1.95 \times 3.2) \times 1.32] + [(5.85 \times 3.2) \times 1.32] + [(3.25 \times 3.2) \times 1.32] + [2(2.9 \times 3.2) \times 1.32] + [2(3.25 \times 3.2) \times 1.32] + [(6.15 \times 3.2) \times 1.32] + [(1.35 \times 3.2) \times 1.32] + (2[(4.7 \times 3.2) - (0.9 \times 2.1)] \times 1.32) + [(3 \times 3.2) \times 1.32].$$

$$D_{SLNC} = 7.18 + 8.97 + 14.44 + 6.2 + 6.864 + 2.69 + 7.18 + 6.33 + 5.51 + 8.23 + 24.71 + 13.72 + 24.49 + 27.45 + 25.97 + 5.7 + 34.7 + 12.67$$

$$D_{SLNC} = 242.95 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

On a:

$$D_{LLNC} = k_1 \times L_i ;$$

$$e = 21.5 \times 10^{-2} = 0.215 \text{ m} ; \quad R_m = 0.58 \text{ m}$$

$$K_1 = \frac{0.9 \times e}{1.25 \times R_m} \quad \text{par ( DTR)}$$

Donc

$$K_1 = \frac{0.9 \times 0.215}{1.25 \times 0.58} = 0.26$$

$$K_1 = 0.26$$

$$D_{LNC} = (1.7 \times 0.26) + (2.4 \times 0.26) + (4.6 \times 0.26) + (3.15 \times 0.26) + (5.15 \times 0.26) + (2.55 \times 0.26) + (3.19 \times 0.26) + (1.85 \times 0.26) + (1.7 \times 0.26) + (1.7 \times 0.26) + (1.5 \times 0.26) + (1.69 \times 0.26) + (1.95 \times 0.26) + (5.85 \times 0.26) + (3.2 \times 0.26) + (6.15 \times 0.26) + 2(4.59 \times 0.26) + (3 \times 0.26)$$

$$D_{LLNC} = 0.442 + 0.63 + 1.196 + 0.81 + 1.33 + 0.663 + 0.82 + 0.48 + 0.46 + 0.39 + 0.43 + 0.5 + 1.52$$

$$+ 0.83 + 1.59 + 2.38 + 0.78$$

$$D_{LLNC} = 15.251 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

$$D_{LNC} = \text{Taux} (D_{sLNC} + D_{LLNC})$$

$$= 15.251 + 242.95$$

$$= 258.201$$

TABLEAU 10 : DEPREDATIONS TOTALES

Le type de déperdition	Déperdition surfacique	Déprédations linéiques	Déperdition surfacique de locaux non chauffée	Déprédations Totales
Déperditions (W/m <sup>°C</sup> )	639.91	127.98	258.201	<b>1025.49</b>

### II.8.4 Vérification par rapport aux déperditions de référence

$$D_{\text{ref}} = a \times S_1 + b \times S_2 + c \times S_3 + d \times S_4 + e \times S_5 \quad [\text{W}/^\circ\text{C}] \quad (\text{II.8})$$

$$S_1 = 108.77 \quad ; \quad a = 2.40$$

$$S_2 = 100.94 \quad ; \quad b = 3.4$$

$$S_3 = 82.36 \quad ; \quad c = 1.4$$

$$S_4 = 11.76 \quad ; \quad d = 3.5$$

$$S_5 = 6.08 \quad ; \quad e = 4.5$$

$$D_{\text{ref}} = (2.40 \times 108.77) + (3.4 \times 100.94) + (1.4 \times 82.36) + (3.5 \times 11.76) + (4.5 \times 6.08)$$

$$D_{\text{ref}} = 261.048 + 343.196 + 115.304 + 41.16 + 27.36$$

$$D_{\text{ref}} = 788.068 \quad [\text{W}/^\circ\text{C}]$$

$$D_T \leq 1.05 \times D_{\text{ref}} \quad (\text{II.9})$$

$$1025.49 \leq 1.05 \times 788.068$$

$$1025.49 \leq 827.4714$$

TABEAU 11 : VERIFICATION DE LA CONFORMITE DU CAS ETUDIE :

$D_T$	$D_{\text{ref}} \times 1.05$	Vérification
1025.49	827.4714	N'est pas vérifié

### II.9 La conclusion

D'après les résultats obtenus, nous avons constaté que notre cas d'étude n'est pas conforme à la réglementation thermique selon le DTR C3.2 et cela est dû à la faible résistance des matériaux de constructions utilisées.

# Chapitre III

## Simulation Thermique Dynamique

**chapitre III Simulation thermique dynamique****III.1 Introduction**

On a opté pour l'utilisation du logiciel Pleiades + Comfie 2.3; un logiciel de simulation énergétique utilisé dans le domaine du bâtiment.

La simulation thermique dynamique nécessite une bonne maîtrise des logiciels et une méthodologie soignée, du fait des nombreux paramètres et modèles utilisés pour répondre à ce projet ambitieux en termes de confort et de performance énergétique.

**III.2 Une analyse pertinente**

Une STD (simulation thermique dynamique) est nécessaire en phase de conception d'un projet de construction, afin de valider les objectifs de faible consommation. Elle l'est aussi dans l'existant quand il s'agit d'établir une stratégie de rénovation. Dans ce dernier cas, on réalise une série de STD pour tester différentes solutions techniques à tout niveau (enveloppe, ventilation, chauffage, vitrage, équipement...) [19]

**III.3 Création d'un fichier météorologique sous logiciel MeteoNorm version 7 :****III.3.1 MeteoNorm 7.1**

Le pack Stations Météo norme comporte plus de 400 stations météo complémentaires pour la simulation thermique dynamique, il nous donne accès à des données météorologiques pour divers applications pour n'importe quel endroit dans le monde. [19]

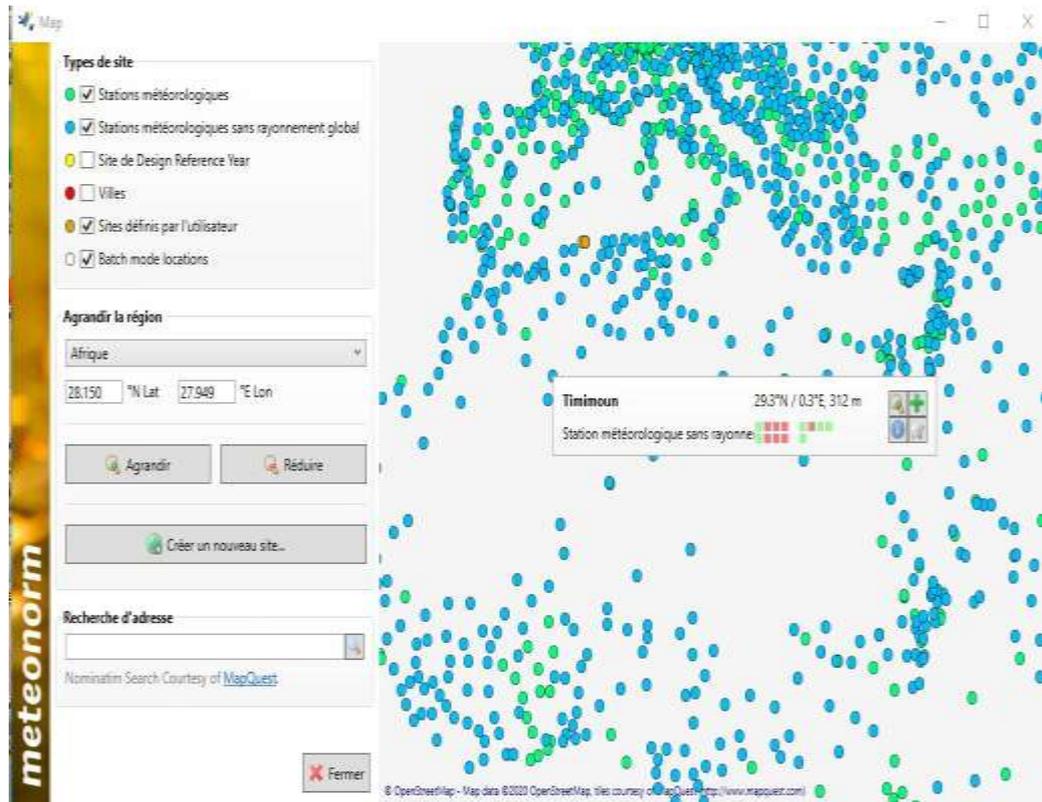
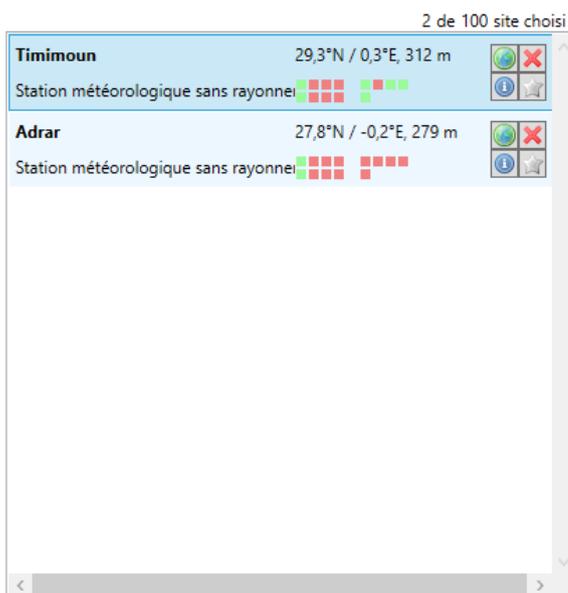


FIGURE III-1 : CREATION D'UN FICHER METEO SOUS METEONORME

### Sélectionner les sites



### Sites disponibles

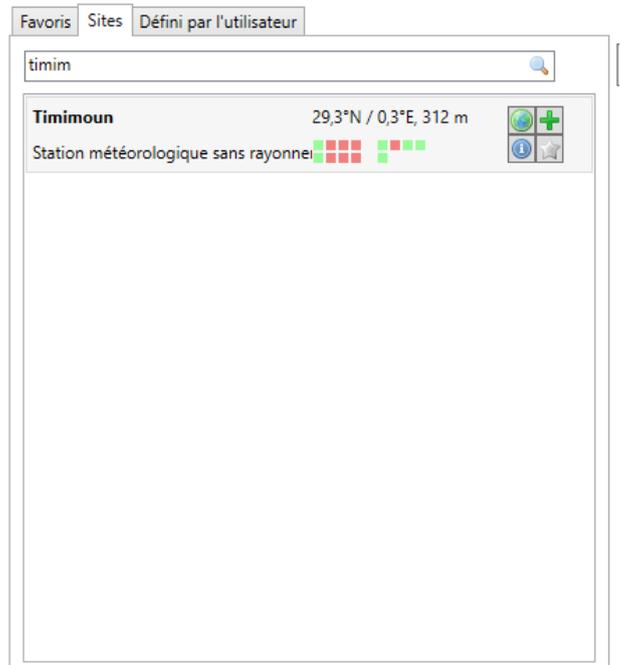


FIGURE III-2 : CHOISIR LE SITE

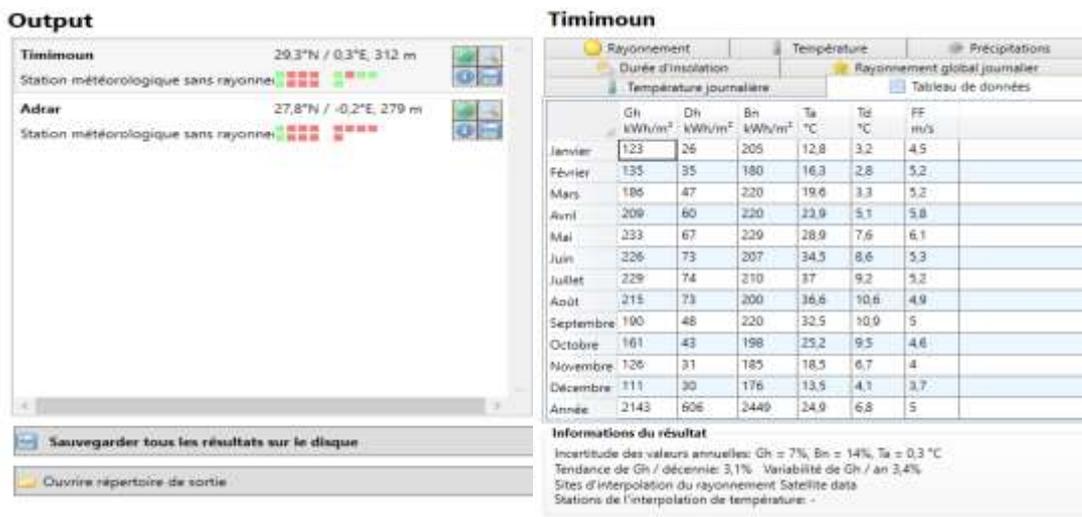


FIGURE III-3 : EXPORTER FICHIER METEOROLOGIQUE

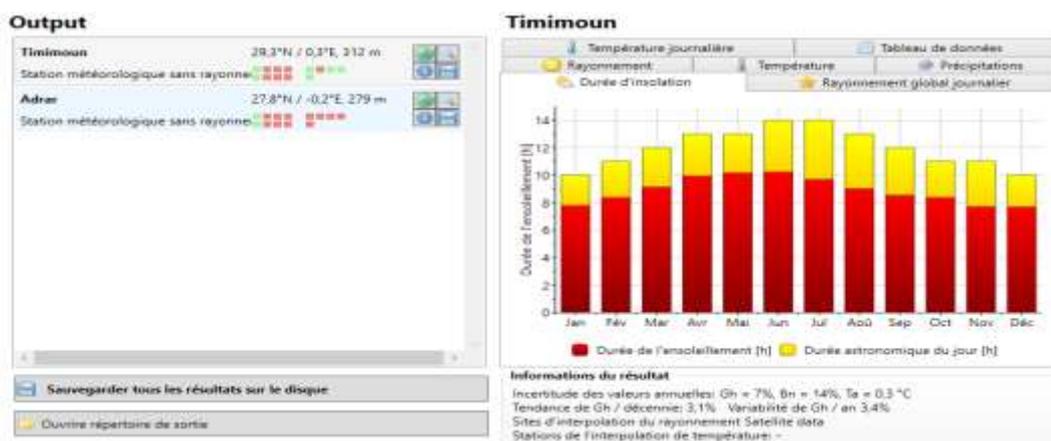


FIGURE III-4 : LA DUREE D'INSOLATION DU SITE DE TIMIMOUNE

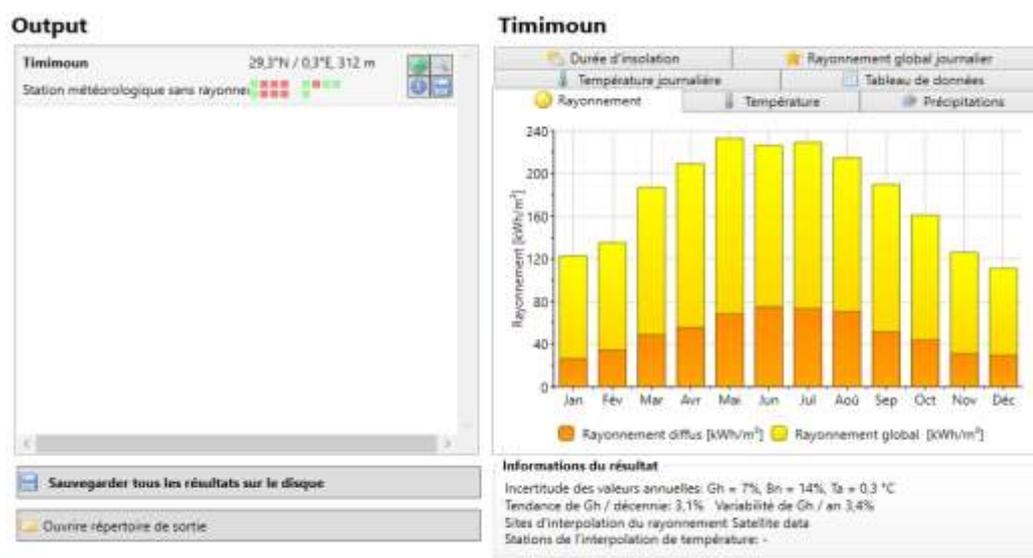


FIGURE III-5 : RAYONNEMENT DIFFUS ET GLOBAL

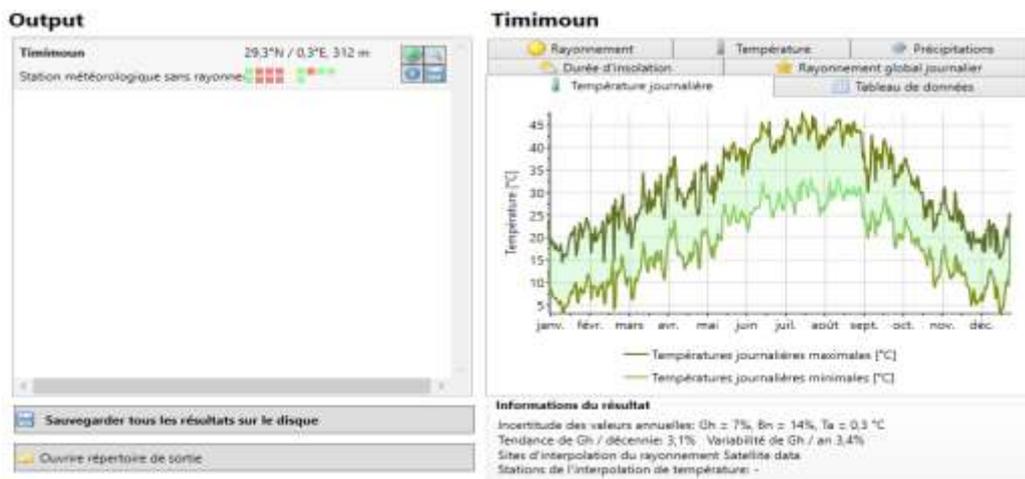


FIGURE III-6 : TEMPERATURE JOURNALIERE DE SITE TIMIMOUN

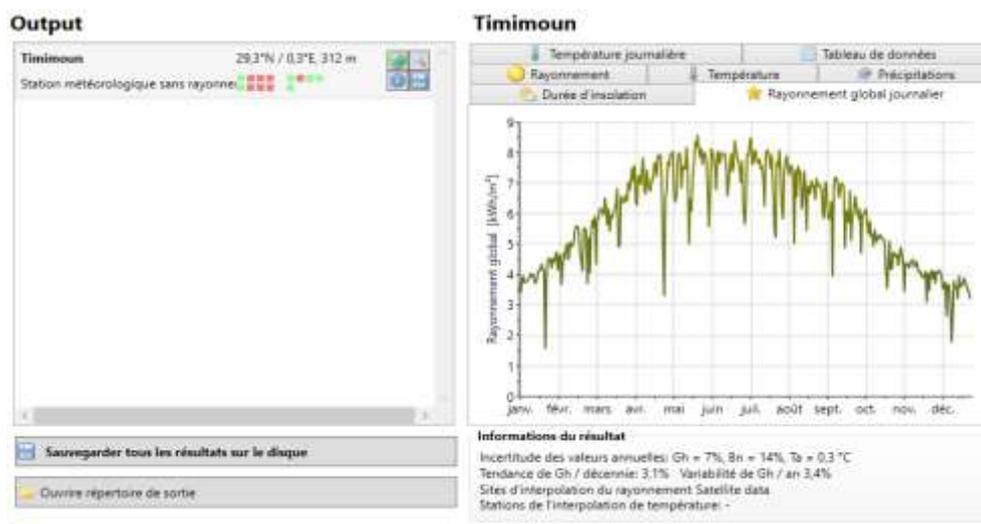


FIGURE III-7 : RAYONNEMENT GLOBAL JOURNALIER DE SITE TIMIMOUN

### III.3.2 Pléiade + Comfie 2.3

Le logiciel Pleiades + Comfie est développé par le Centre d'énergétique de l'Ecole des Mines de Paris, il intègre plusieurs bibliothèques de données thermiques sur les matériaux et les éléments constructifs, les menuiseries, les états de surface, les albédos et les écrans végétaux.

Le logiciel comprend aussi des bibliothèques de modes de gestion du bâtiment étudié selon un scénario horaire pour une semaine-type (occupation, apports internes, températures de consigne de chauffage ou de climatisation, gestion des occultations).

Chaque ouverture vitrée peut être affectée d'un masque intégré à la construction (évent, brise-soleil etc.). Les masques lointains (relief, autres bâtiments), les obstacles à

l'ensoleillement à proximité de chaque paroi (arbre, masques architecturaux) sont également pris en compte.

Le logiciel de simulation thermique utilisé par IZUBA Energies, Pléiade Comfie, nécessite, comme données d'entrées météorologiques, les valeurs horaires des températures et du rayonnement. [20]

### III.3.2.1 Composition des éléments constructifs sous logiciel pléiade

Caractéristiques de la composition

Classe Murs

Nom mur in

Complément

Origine

Composants	T	cm	kg/m <sup>3</sup>	λ	R
Amiante ciment	M	2.0	36	0.95	0.02
Brique creuse de 10 cm	E	10.0	69	0.48	0.21
Brique creuse de 5 cm	E	5.0	36	0.50	0.10
Amiante ciment	M	2.0	36	0.95	0.02
L'enduit décoratif	M	1.0	3	0.08	0.12
Total		20.0	180		0.47

Extérieur

Intérieur

Nouveau Vers projet Sauver

FIGURE III-8 : COMPOSITION DU MUR INTERIEUR

Caractéristiques de la composition

Classe Murs

Nom mur éx

Complément

Origine

Composants	T	cm	kg/m <sup>3</sup>	λ	R
Amiante ciment	M	3.0	54	0.95	0.03
Brique creuse de 10 cm	E	10.0	69	0.48	0.21
Brique creuse de 10 cm	E	10.0	69	0.48	0.21
Amiante ciment	M	2.5	45	0.95	0.03
L'enduit décoratif	M	1.0	3	0.08	0.12
Total		26.5	240		0.60

Extérieur

Intérieur

Nouveau Vers projet Sauver

FIGURE III-9 : COMPOSITION DE MUR EXTERIEUR

Caractéristiques de la composition

Classe Planchers

Nom Le plancher bas moderne

Complément

Origine

Composants	T	cm	kg/m <sup>3</sup>	λ	R
Carrelage	M	2.0	46	1.70	0.01
Mortier	M	2.0	40	1.15	0.02
Terre sèche	M	5.0	75	0.75	0.07
Béton lourd	M	15.0	345	1.75	0.09
Total		24.0	506		0.19

Extérieur

Intérieur

Nouveau Vers projet Sauver

FIGURE III-10 : COMPOSITION DU PLANCHER BAS

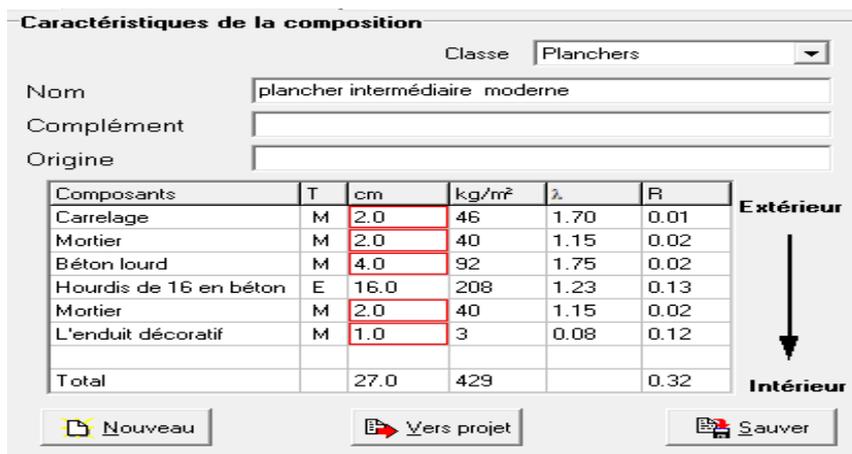


FIGURE III-11 : COMPOSITION DU PLANCHER INTERMEDIAIRE

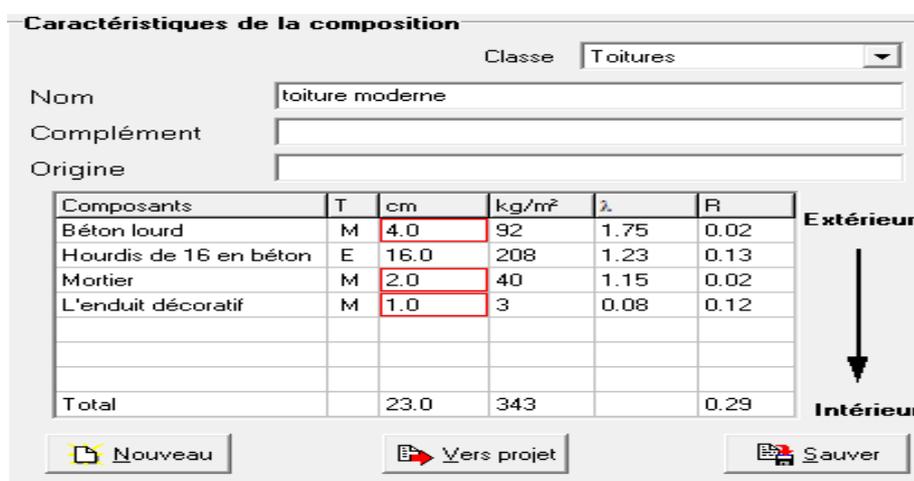


FIGURE III-12 : composition de la toiture

### III.3.3 Alcyone 1.0 :

Est un module de saisie graphique qui permet de dessiner le bâtiment à partir de plan 2D, de lui associer des masques proches, des compositions, des vitrages, de le découper en zones thermique.[20].

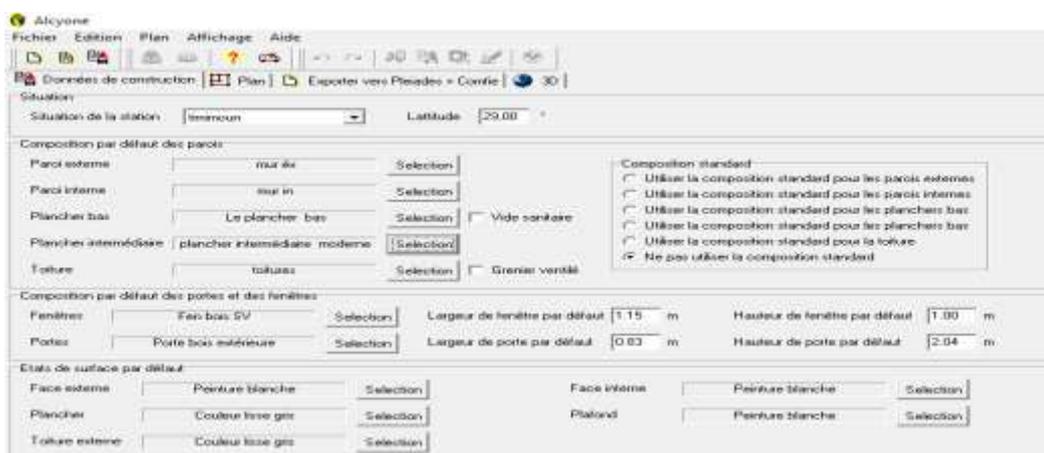


FIGURE III-13 : DONNEES DE CONSTRUCTION SOUS ALCYONE

III.3.3.1 Dessin les deux plans sous Alcyone :

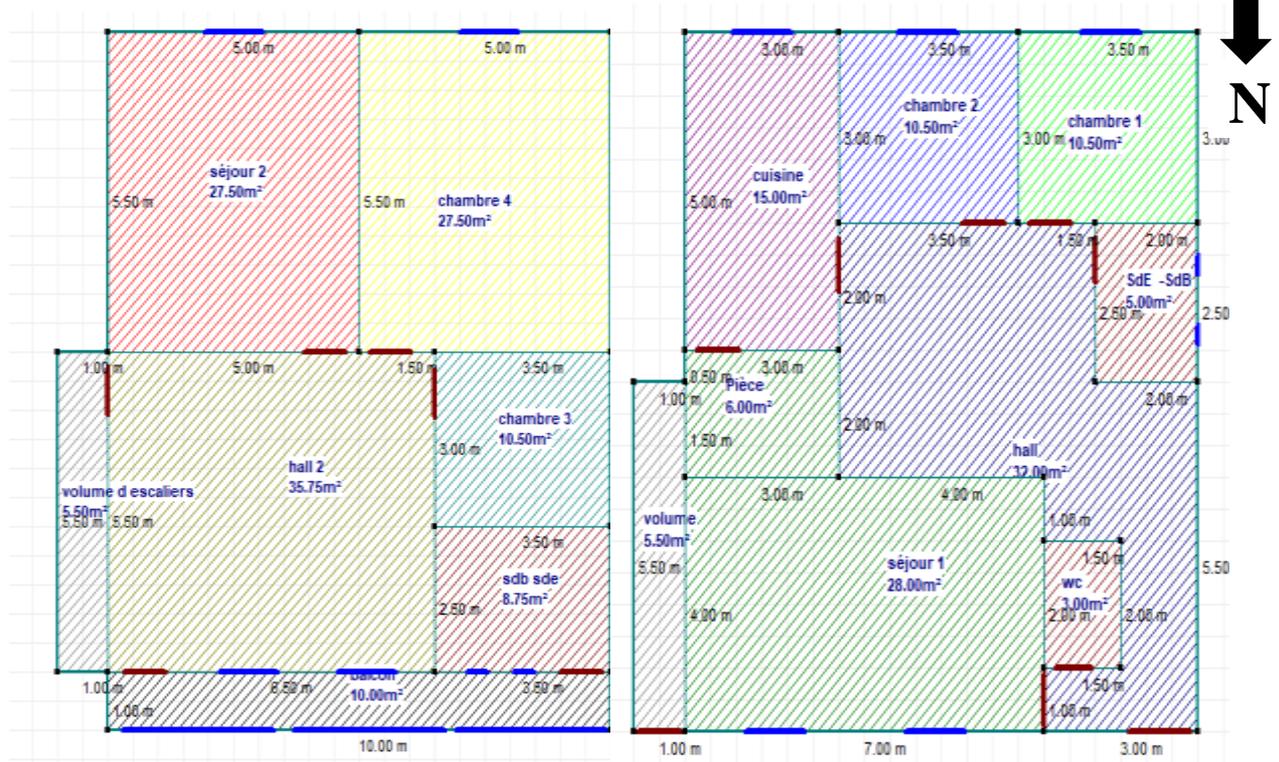


FIGURE III-14 : PLAN DU (RDC) ET (1ER ETAGE).

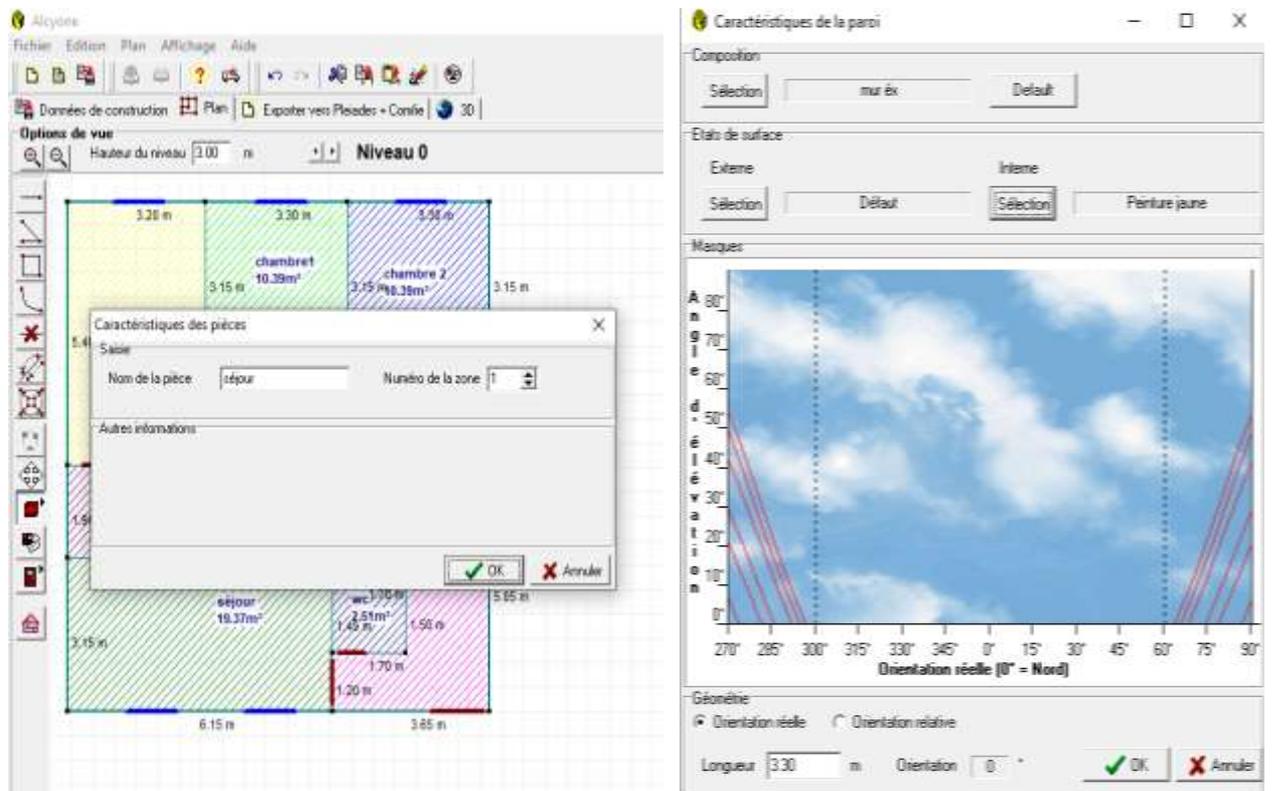


FIGURE III-15 : CARACTERISTIQUES DES MURS ET DES OUVERTURES SOUS ALCYONE

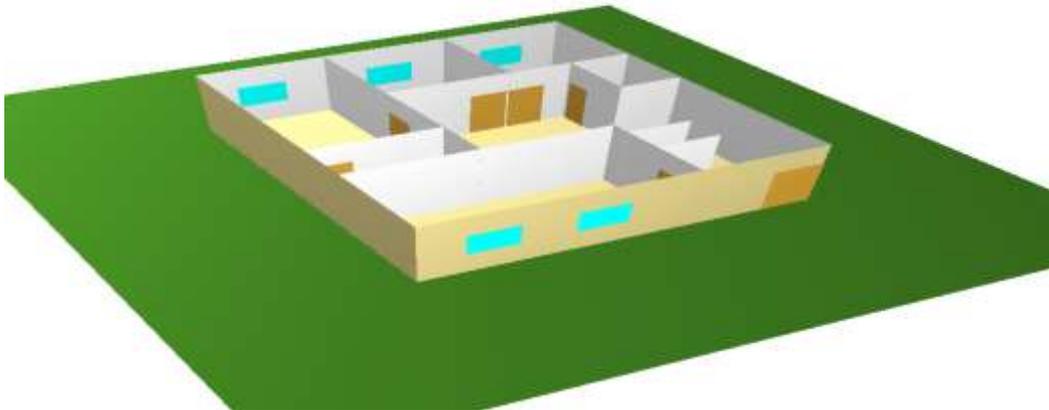


FIGURE III-16 : RDC EN 3D

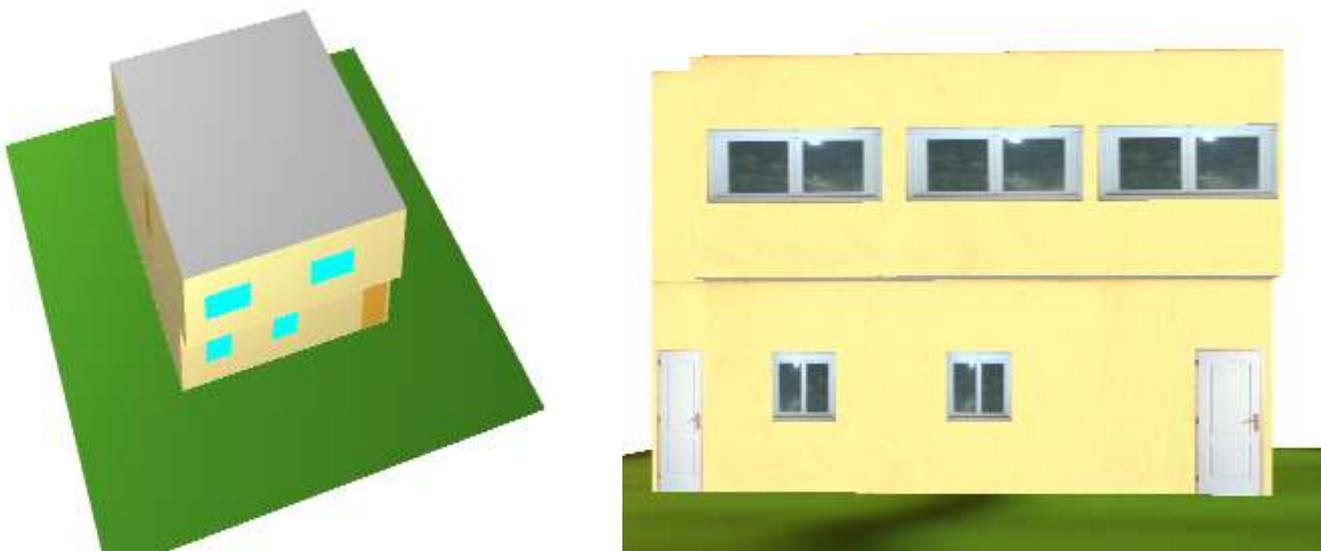


FIGURE III-17 : LE BATIMENT EN 3D ET VUE DE FACE

### III.3.3.2 Exportation vers pléiades

Après avoir définis les données de construction et dessiner le plan sous Alcyone, on exporte le tout vers pléiades pour introduire les scénarios de fonctionnement afin d'identifier les besoins en chauffage et climatisation, ainsi que l'évolution des températures.

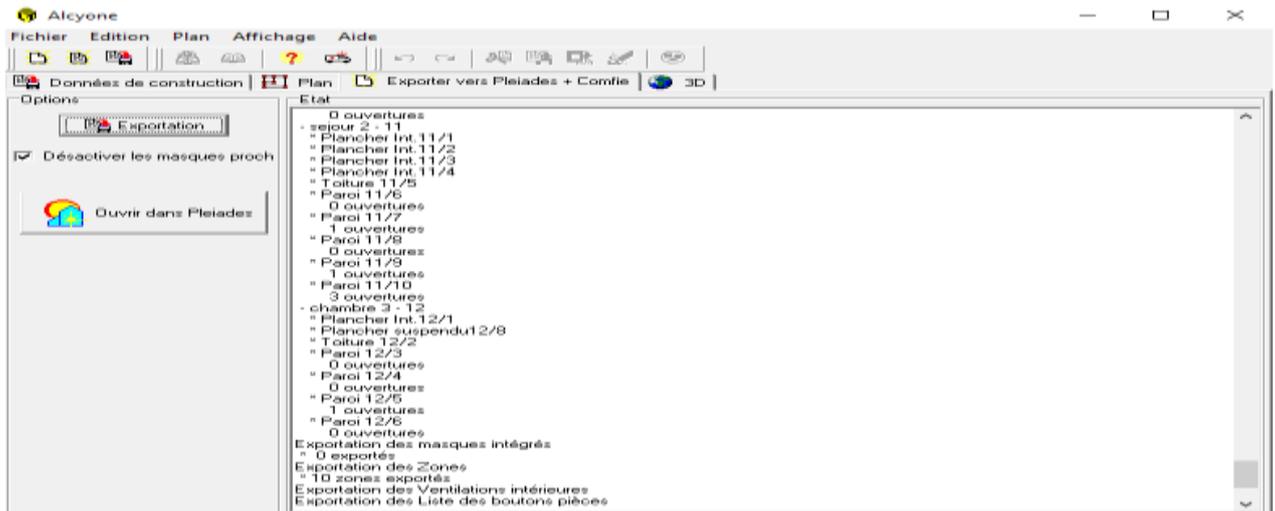


FIGURE III-18 : EXPORTATION DU FICHER VERS PLEIADE

### III.4 Scenario de ventilation

Définition des scenarios de fonctionnement :

- Scenario de Ventilation.
- Scenario d’occultation.
- Scenario d’occupation.
- Scenario de consigne de thermostat.
- Scenario de puissance dissipée.

La ventilation est certainement, après l’enveloppe thermique, le point le plus important de La simulation, il est nécessaire d’introduire de l’air neuf dans la maison pour garantir le confort des occupants. Cet apport d’air neuf est réalisé grâce au scenario de ventilation. En ce qui concerne le taux de renouvellement, on propose un débit standard de 0.6 du volume habitable.

Liste des scénarios		%	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
- % de ventilation		0 H							
- estivale sans consigne		1 H	20	20	20	20	20	20	20
- hivernal sans consigne		2 H	20	20	20	20	20	20	20
- Ventilation d'été		3 H	20	20	20	20	20	20	20
- Ventilation d'hiver		4 H	20	20	20	20	20	20	20
- ventilation estival / hivernal avec consigne		5 H	20	20	20	20	20	20	20
- ventilation estival / hivernal avec consigne		6 H	20	20	20	20	20	20	20
- ventilation estival / hivernal avec consigne		7 H	20	20	20	20	20	20	20
- % d'occultation		8 H	20	20	20	20	20	20	20
- % d'occupation		9 H	20	20	20	20	20	20	20
- Consigne de thermostat		10 H	20	20	20	20	20	20	20
- Consigne de thermostat		11 H	20	20	20	20	20	20	20
- Consigne de thermostat		12 H	20	20	20	20	20	20	20
- Consigne de thermostat		13 H	20	20	20	20	20	20	20
- Consigne de thermostat		14 H	20	20	20	20	20	20	20
- Consigne de thermostat		15 H	20	20	20	20	20	20	20
- Consigne de thermostat		16 H	20	20	20	20	20	20	20
- Consigne de thermostat		17 H	20	20	20	20	20	20	20
- Consigne de thermostat		18 H	20	20	20	20	20	20	20
- Consigne de thermostat		19 H	20	20	20	20	20	20	20
- Consigne de thermostat		20 H	20	20	20	20	20	20	20
- Consigne de thermostat		21 H	20	20	20	20	20	20	20
- Consigne de thermostat		22 H	20	20	20	20	20	20	20
- Consigne de thermostat		23 H	20	20	20	20	20	20	20
- Consigne de thermostat		24 H	20	20	20	20	20	20	20

FIGURE III-19 : SCENARIO DE VENTILATION ESTIVALE ET HIVERNALE AVEC CONSIGNE

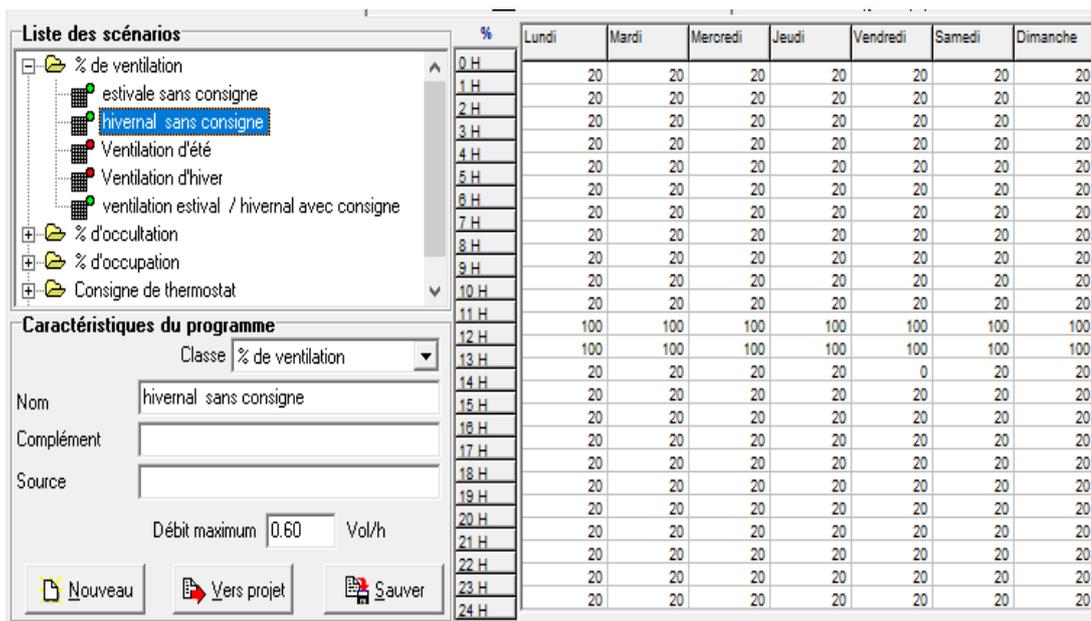


FIGURE III-20 : SCENARIO DE VENTILATION HIVERNALE SANS CONSIGNE

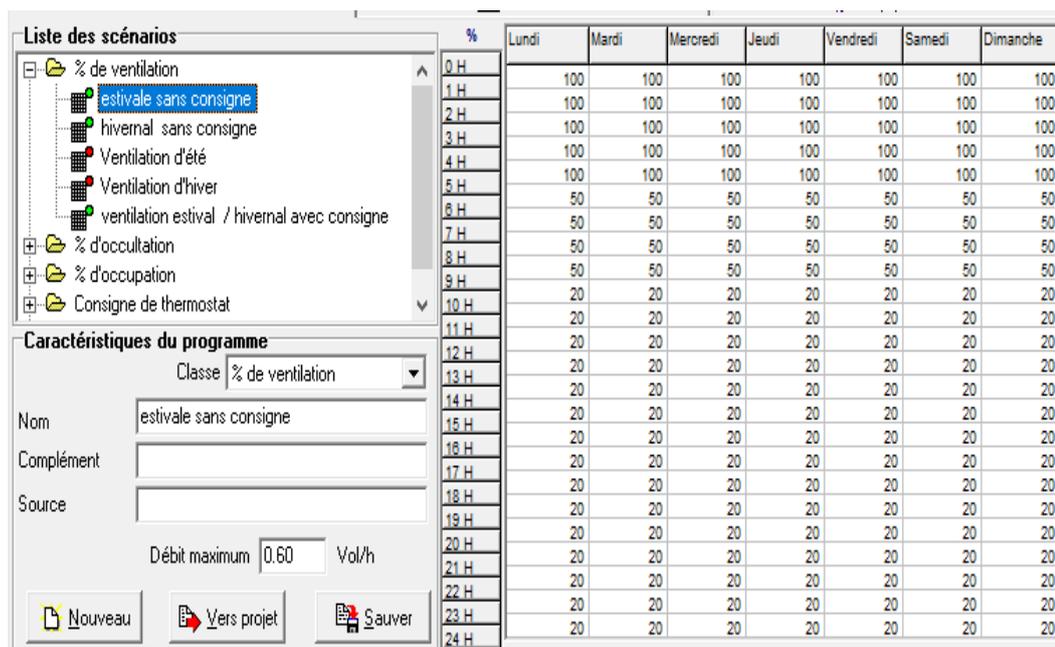


FIGURE III-21 : SCENARIO DE VENTILATION ESTIVALE SANS CONSIGNE

### III.5 Scenario d'occultation.

#### III.5.1 Scenario d'occultation volet d'hiver

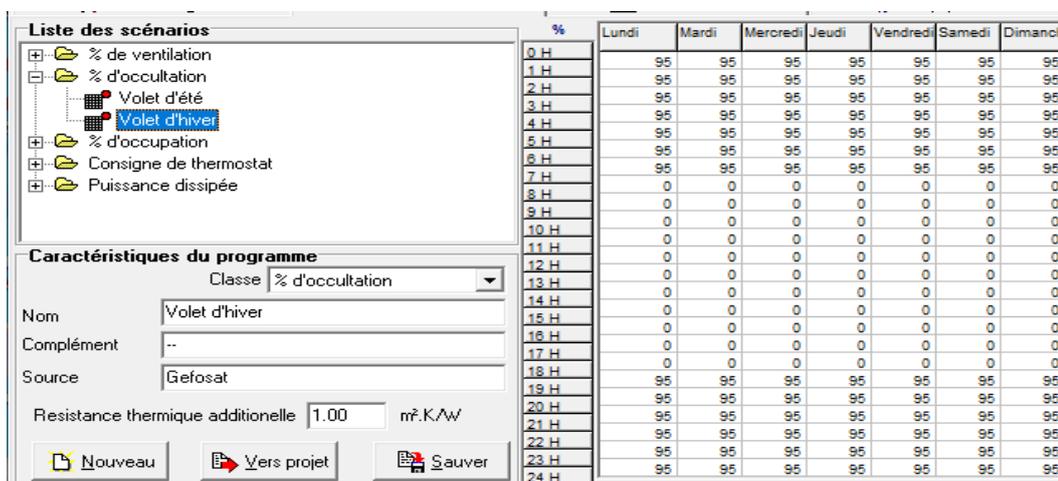


FIGURE III-22 : SCENARIO D'OCCULTATION VOLET D'HIVER

#### III.5.2 Scenario d'occultation volet d'été

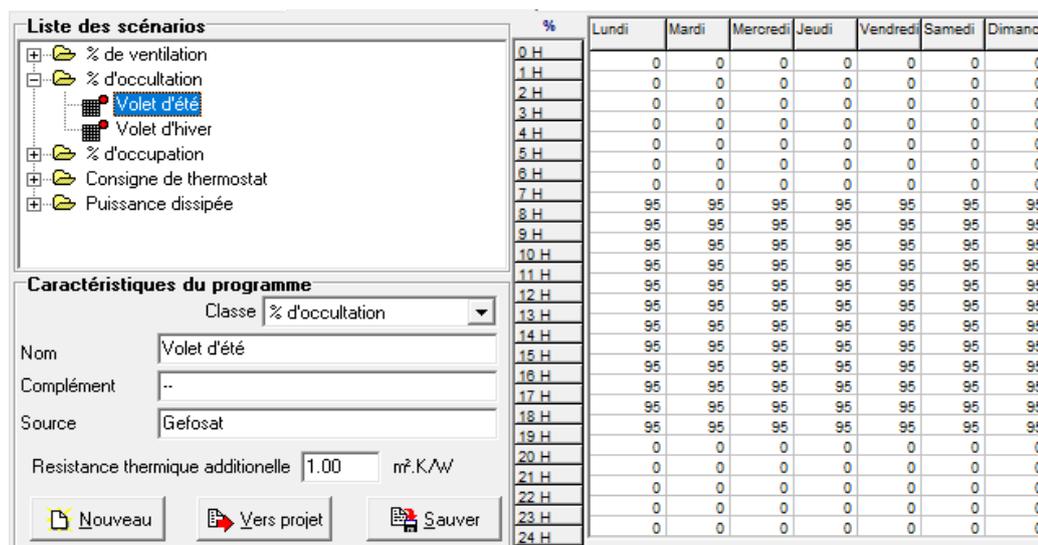


FIGURE III-23 : SCENARIO D'OCCULTATION VOLET D'ETE

### III.6 Les scenarios d'occupations

Les scenarios d'occupations permettent de définir le nombre de personnes occupant chaque zone et leur fréquence de présence dans cette dernière. Le but de ce scenario est de déterminer les apports internes produits par les occupants du logement étudié.

Pour notre modélisation, nous avons créé des scénarios pour chaque zone.

### Les scenarios d'occupations de séjour 1

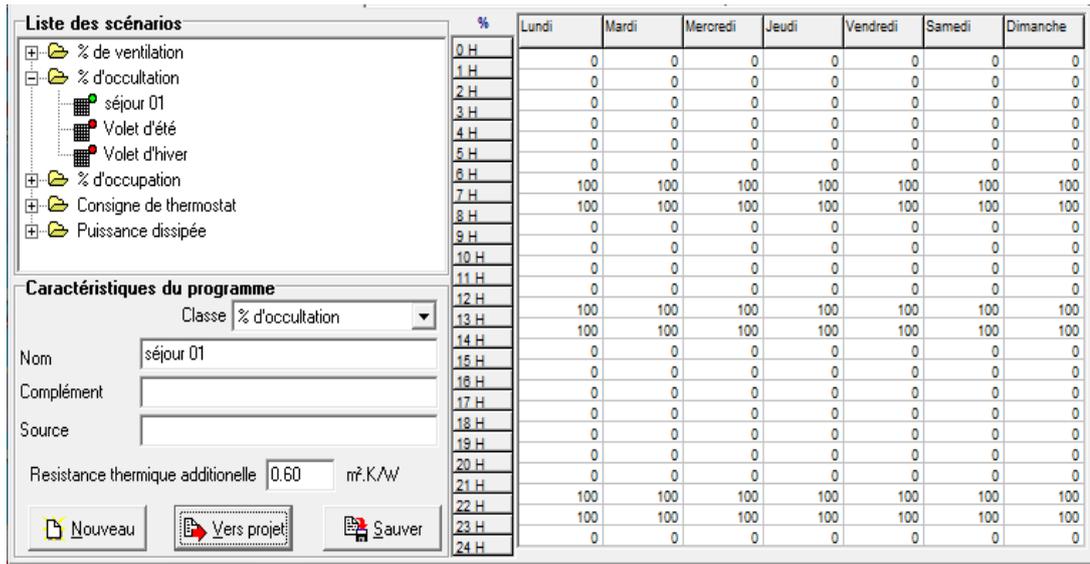


FIGURE III-24 : SCENARIOS D'OCCUPATION DES SEJOUR01

### Les scenarios d'occupations du séjour 2

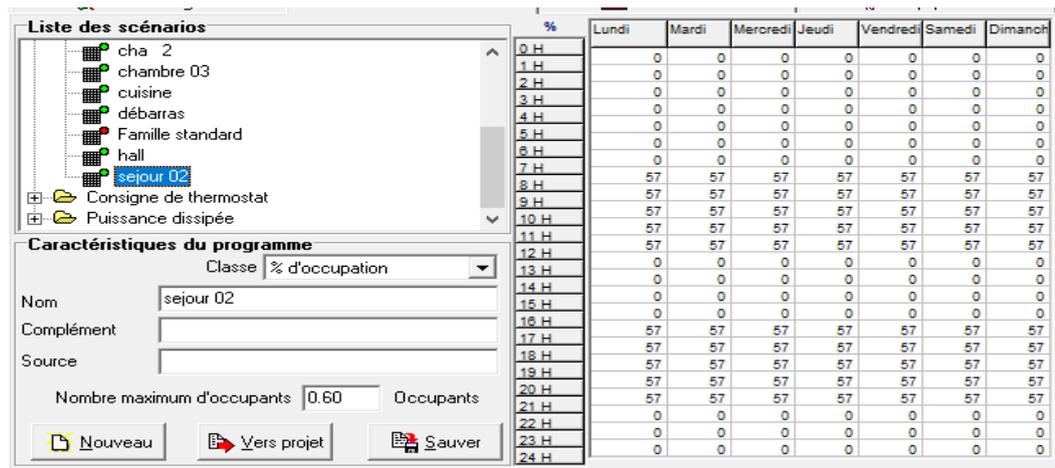


FIGURE III-25 : SCENARIOS D'OCCUPATION DU SEJOUR 02

### Les scenarios d'occupations de chambre 1

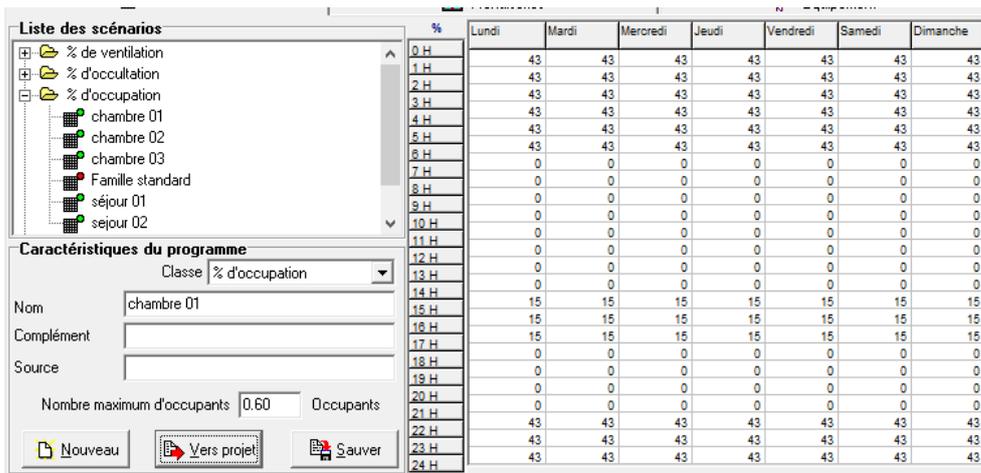


FIGURE III-26 : SCENARIOS D'OCCUPATION DU CHAMBRE 01

### Les scenarios d'occupations de chambre 2

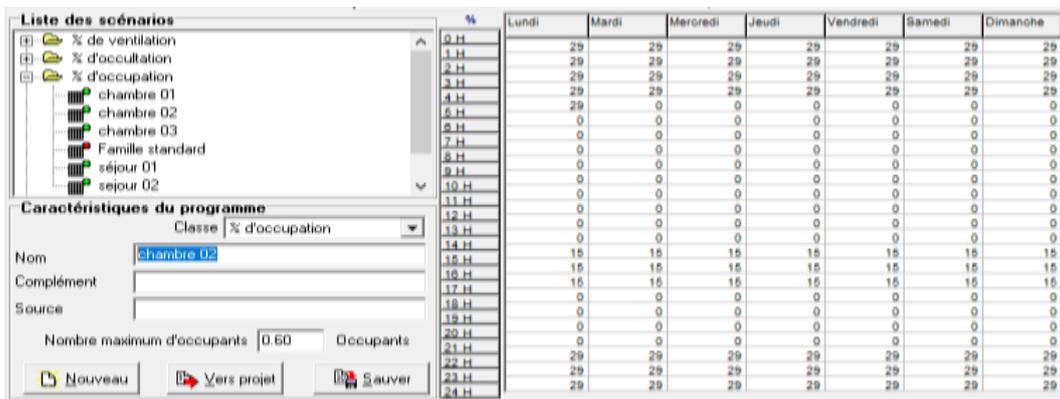


FIGURE III-27 : SCENARIOS D'OCCUPATION DE LA CHAMBRE 02

### Les scenarios d'occupations de chambre 3

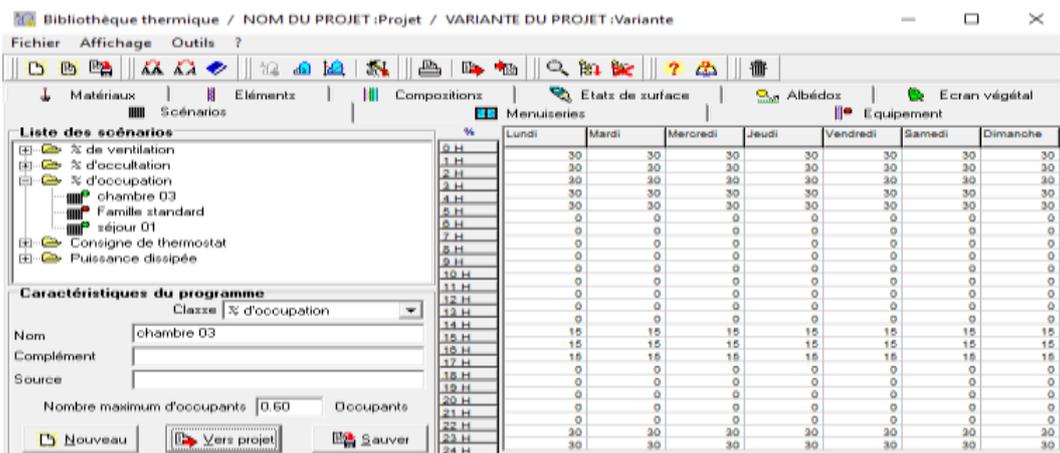


FIGURE III-28 : SCENARIOS D'OCCUPATION DE LA CHAMBRE 03

### Les scenarios d'occupations de chambre 4

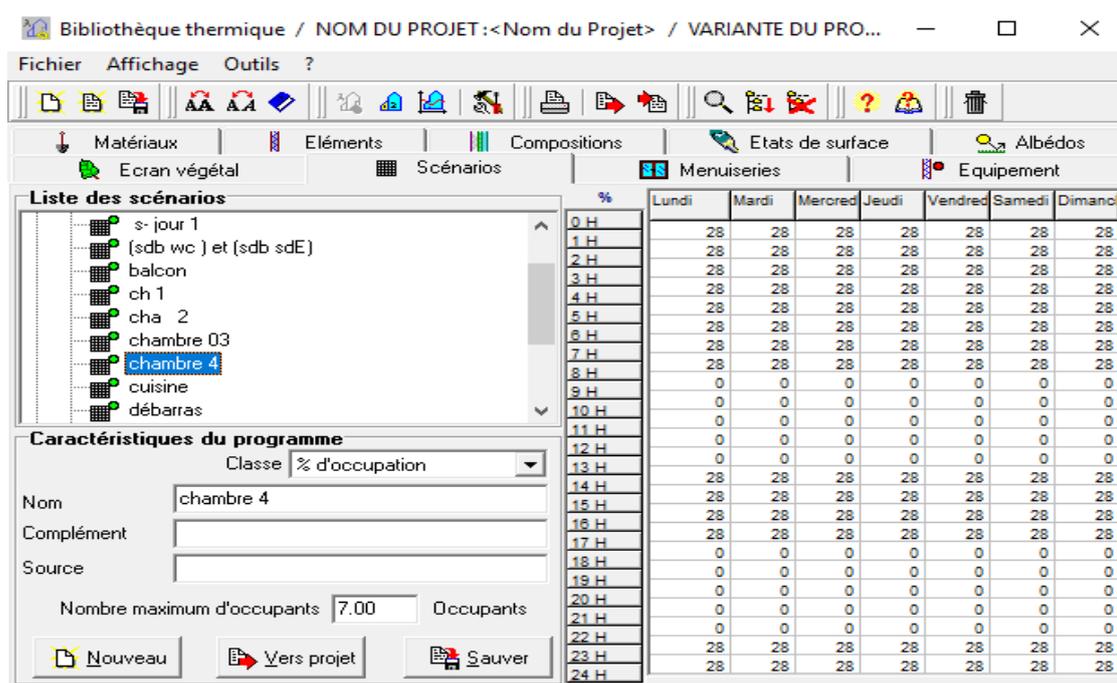


FIGURE III-29 : SCENARIOS D'OCCUPATION DE LA CHAMBRE 04

### Les scenarios d'occupations de cuisine

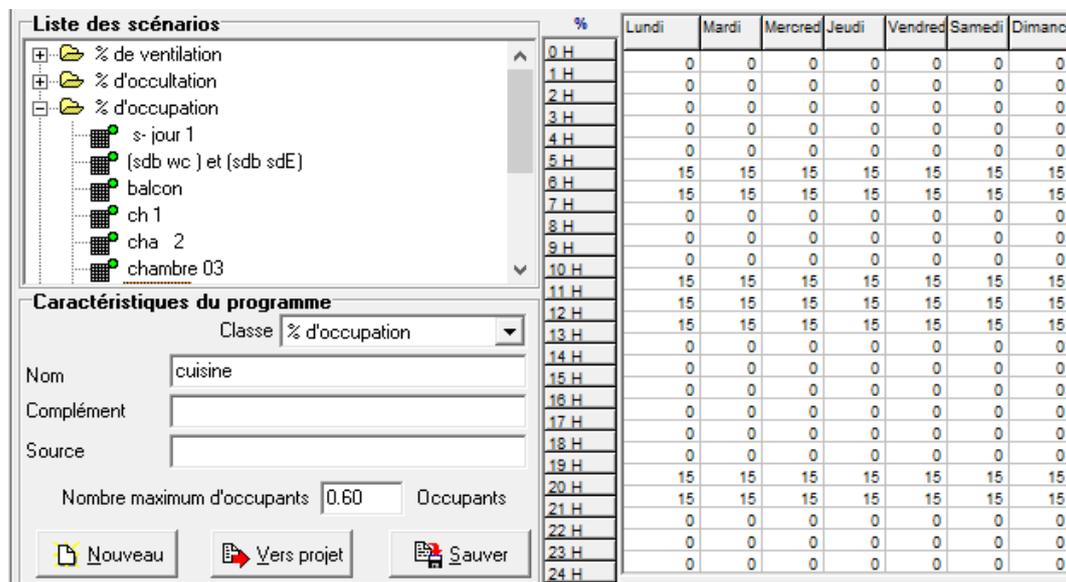


FIGURE III-30 : SCENARIO D'OCCUPATION DE LA CUISINE

### Les scenarios d'occupations de (SdB WC) et (SdB -SdE)

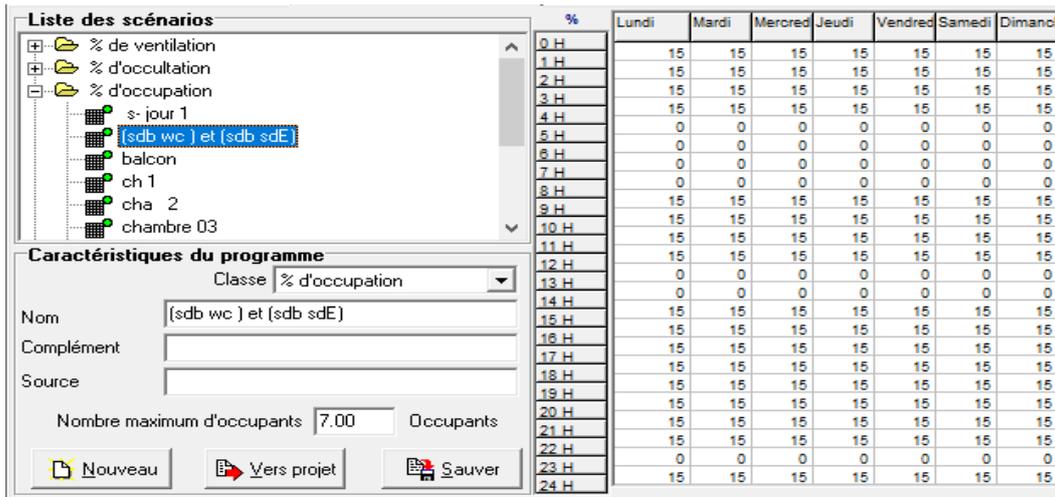


FIGURE III-31 : SCENARIOS D'OCCUPATION DE (SDB WC) ET (SDB -SDE)

### Les scenarios d'occupations de hall

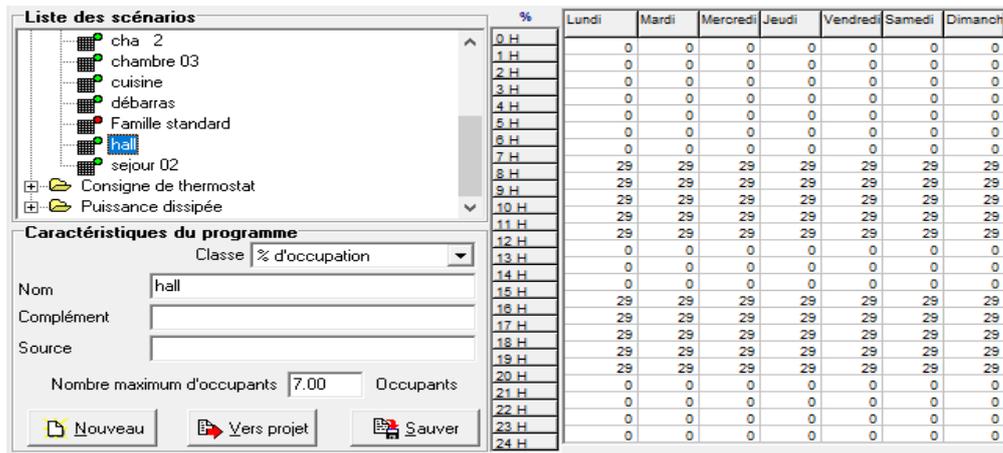


FIGURE III-32 : SCENARIOS D'OCCUPATION DE HALL

### Les scenarios d'occupations de hall 2

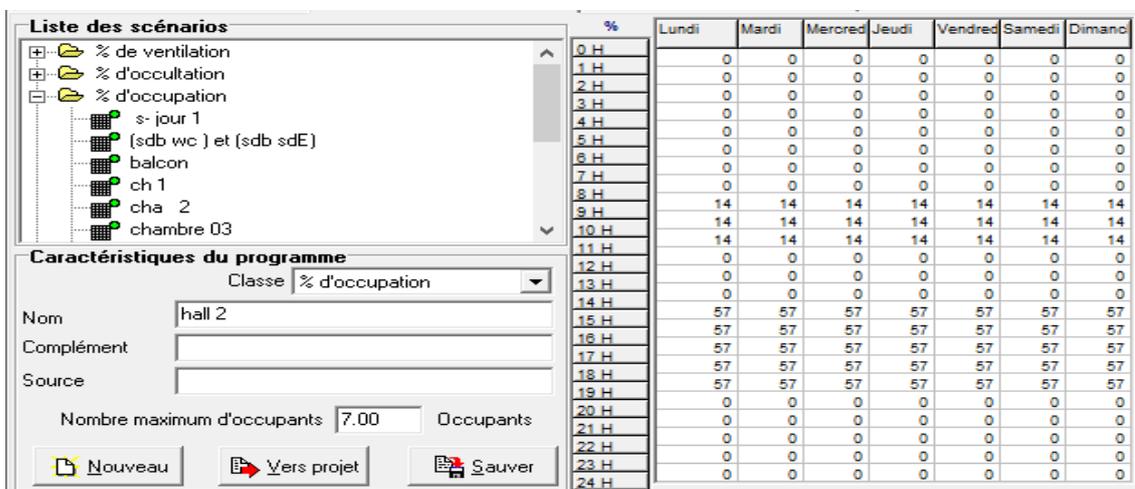


FIGURE III-33 : SCENARIOS D'OCCUPATION DE HALL 2

### Les scenarios d'occupations de débarras

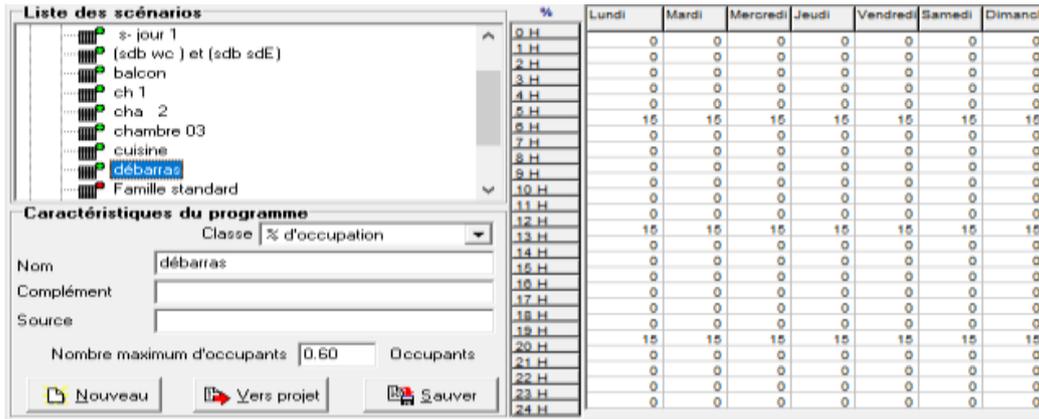


FIGURE III-34 : SCENARIOS D'OCCUPATION DE DEBARRAS

### Les scenarios d'occupations de balcon

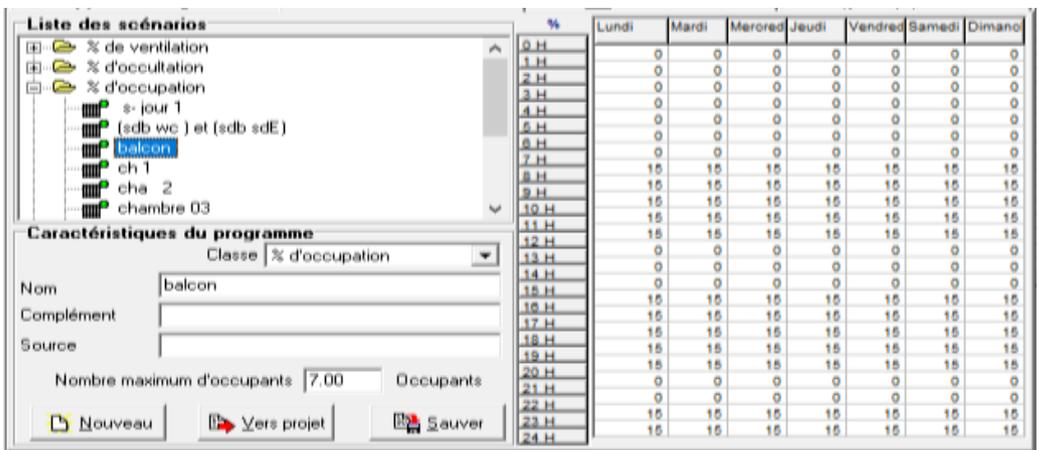


FIGURE III-35 SCENARIOS D'OCCUPATION DE BALCON

### Les scenarios d'occupations du volume d'escalier

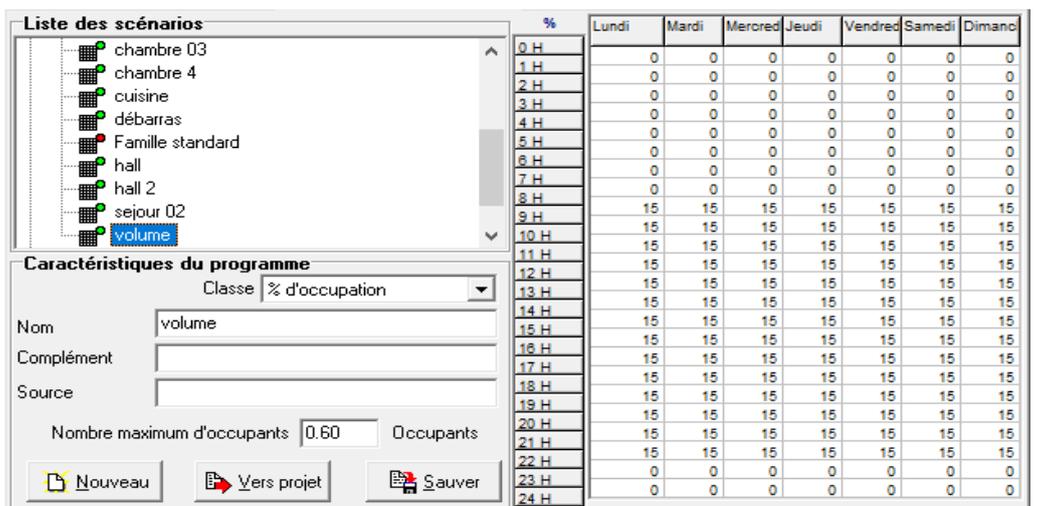


FIGURE III-36 : SCENARIOS D'OCCUPATION DE VOLUME D'ESCALIER

### III.7 Scenario consigne de thermostat Scenario consigne de thermostat chauffage estival

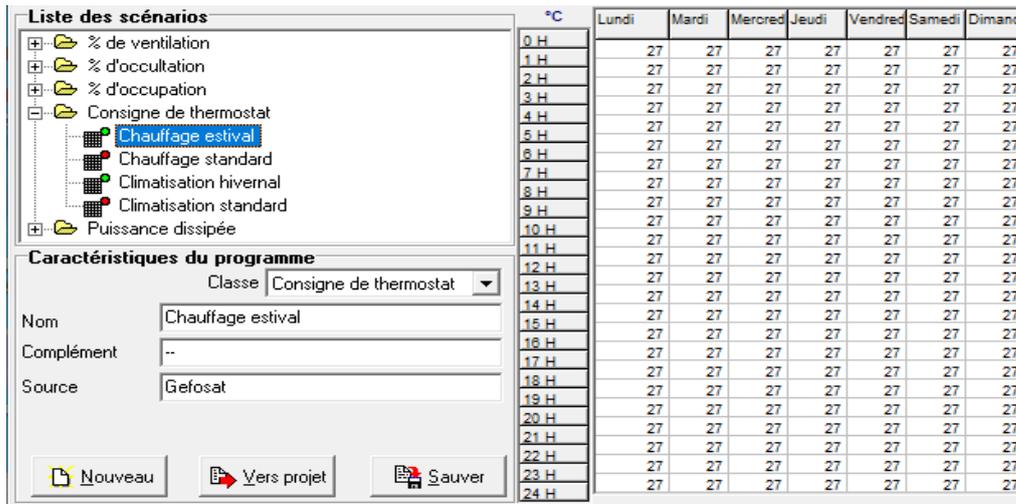


FIGURE III-37 : SCENARIO CONSIGNE DE THERMOSTAT CHAUFFAGE ESTIVAL

### Scenario consigne de thermostat chauffage hivernal

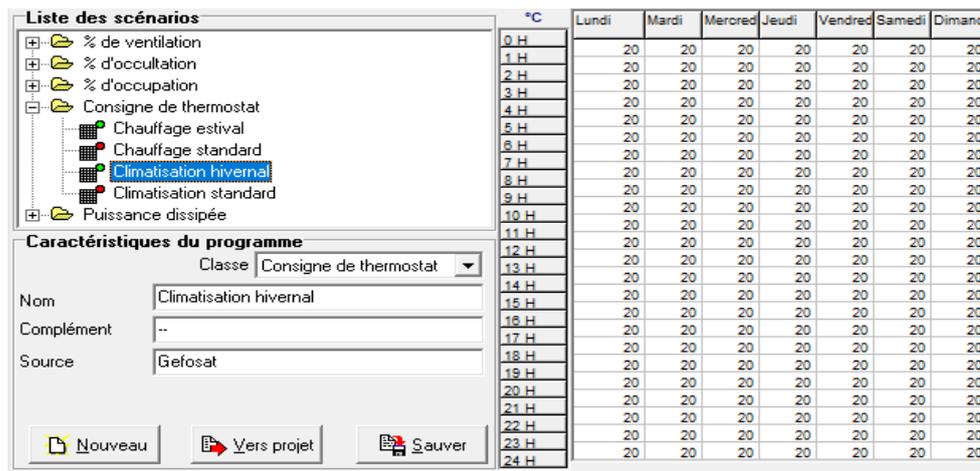


FIGURE III-38 : SCENARIO CONSIGNE DE THERMOSTAT CHAUFFAGE HIVERNAL

### III.8 Scenario de puissance dissipée

TABLEAU 12 : LES EQUIPEMENTS UTILISE D'UN LA MAISON

N	Les équipements	Puissance total
17	Lampes	360 w
1	Réfrigérateur	150 w
4	TV	240 w
1	Four à gaz	300 w

### Scenario de puissance de dissipée de la zone 01

- 2 lampes de (18 Watts).
- TV (60 Watts).

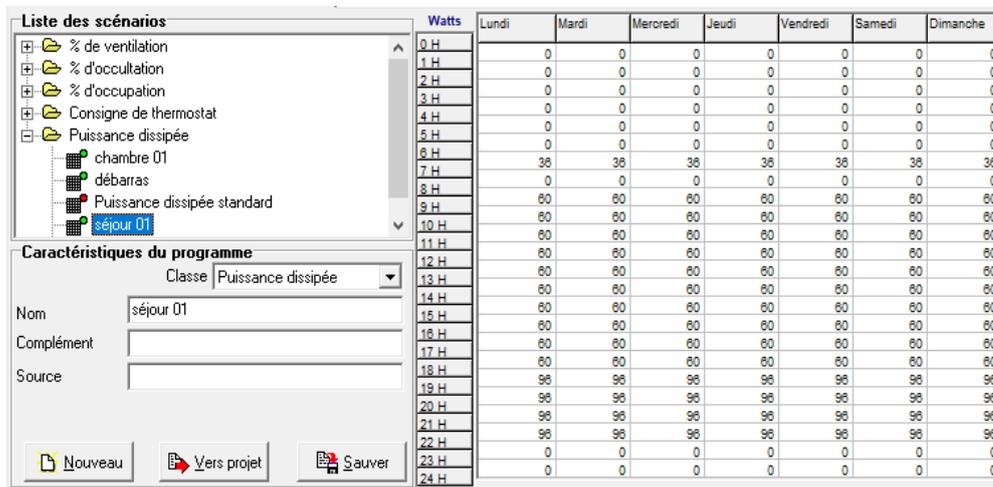


FIGURE III-39 : SCENARIO DE PUISSANCE DE DISSIPEE DE ZONE 1 (SEJOUR 1)

### Scenario de puissance de dissipée de la zone 02

- 2 lampes de (18 Watts).
- TV (60 Watts).

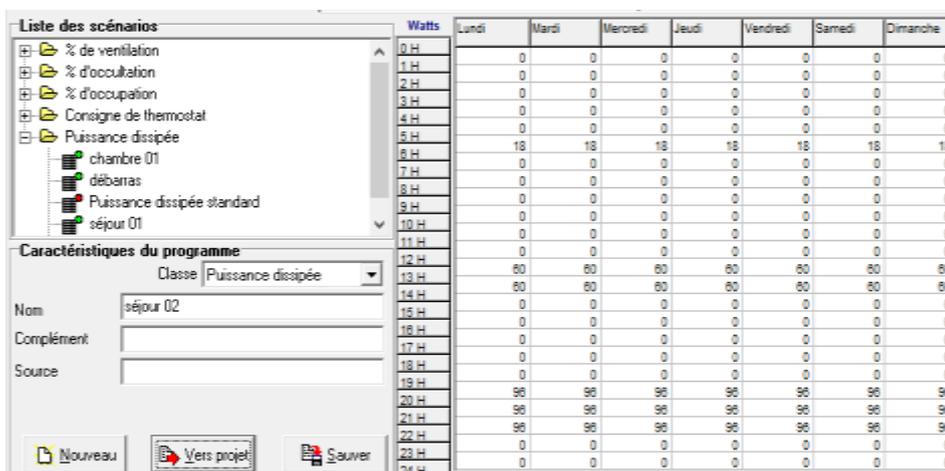


FIGURE III-40 : SCENARIO DE PUISSANCE DE DISSIPEE DE ZONE 2 (SEJOUR 2)

### Scenario de puissance de dissipée de la zone 03

- 1 lampe de (18 Watts).
- TV (60 Watts)

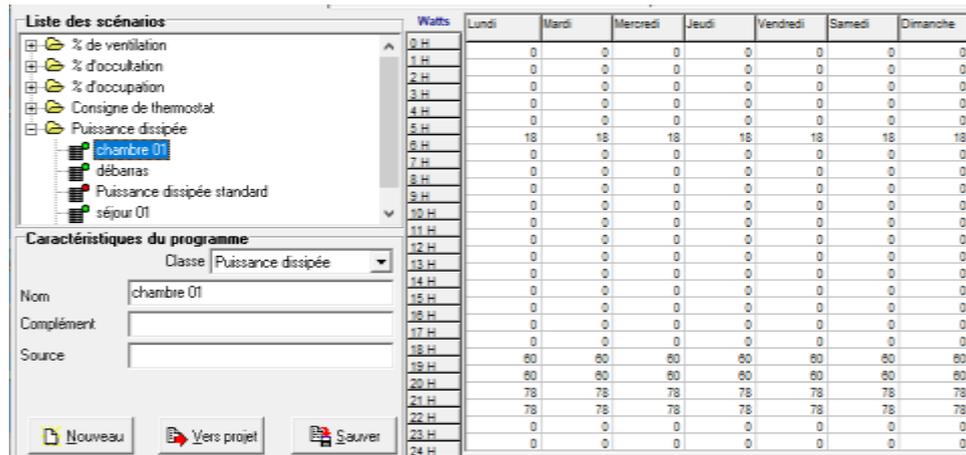


FIGURE III-41 : SCENARIO DE PUISSANCE DE DISSIPEE DE ZONE 3 (CHAMBRE 01)

**Scenario de puissance de dissipée de la zone 04**

- 1 lampe de (18 Watts).

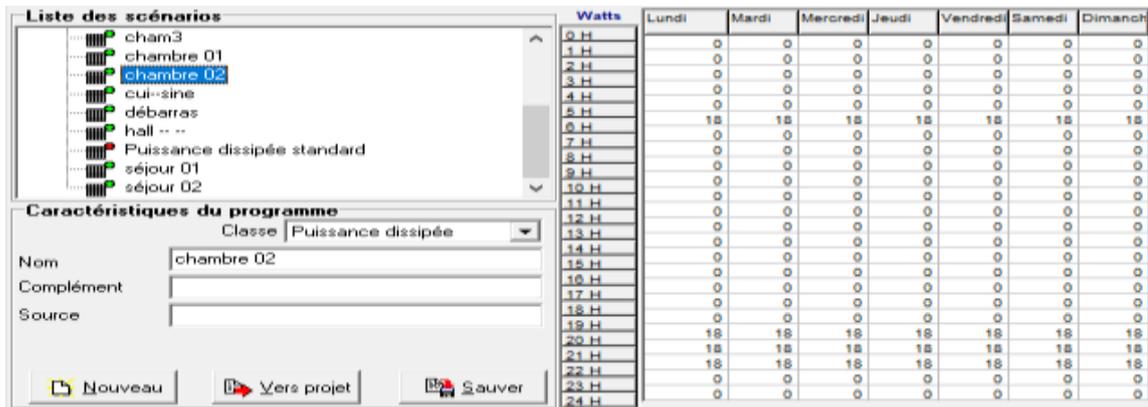


FIGURE III-42 SCENARIO DE PUISSANCE DE DISSIPEE DE ZONE 4 (CHAMBRE 02)

**Scenario de puissance de dissipée de la zone 05**

- 1 lampe de (18 Watts).

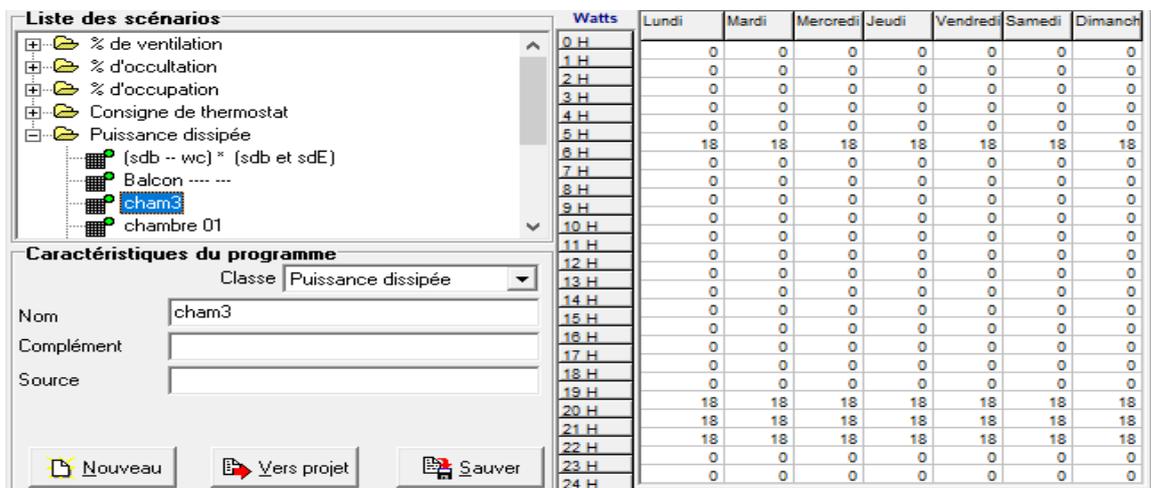


FIGURE III-43 : SCENARIO DE PUISSANCE DE DISSIPEE DE ZONE 5 (CHAMBRE 03)

### Scenario de puissance de dissipée de zone 06

- 1 Lampe de (18 Watts).
- TV (60 Watts)

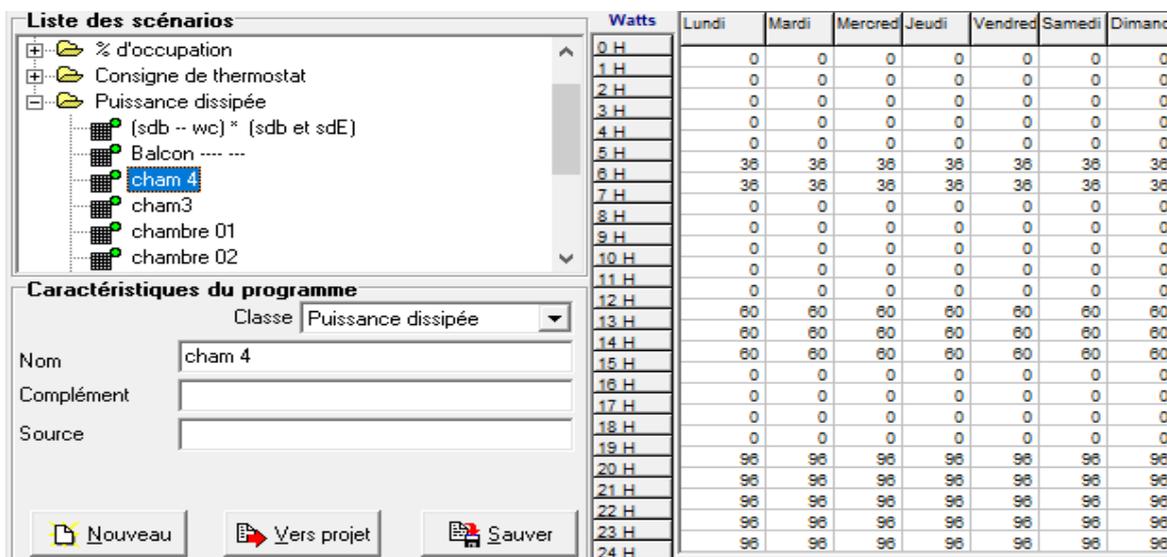


FIGURE III-44 : SCENARIO DE PUISSANCE DE DISSIPEE DE ZONE 6 (CHAMBRE 04)

### Scenario de puissance de dissipée de zone 07

- 1 lampe de (18 Watts).
- Réfrigérateur de (150 watts).
- Four à gaz (300 watts).

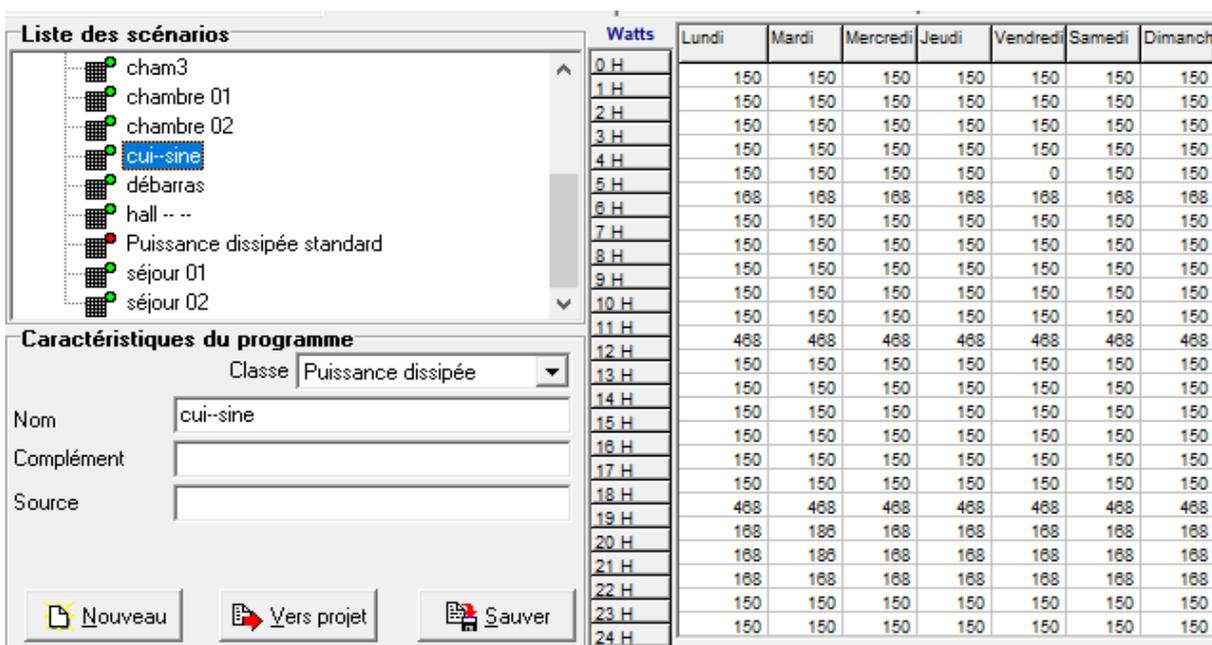


FIGURE III-45 SCENARIO DE PUISSANCE DE DISSIPEE DE LA ZONE 07 (CUISINE)

### Scenario de puissance de dissipée de zone 8

- 1 lampe de (18 Watts).

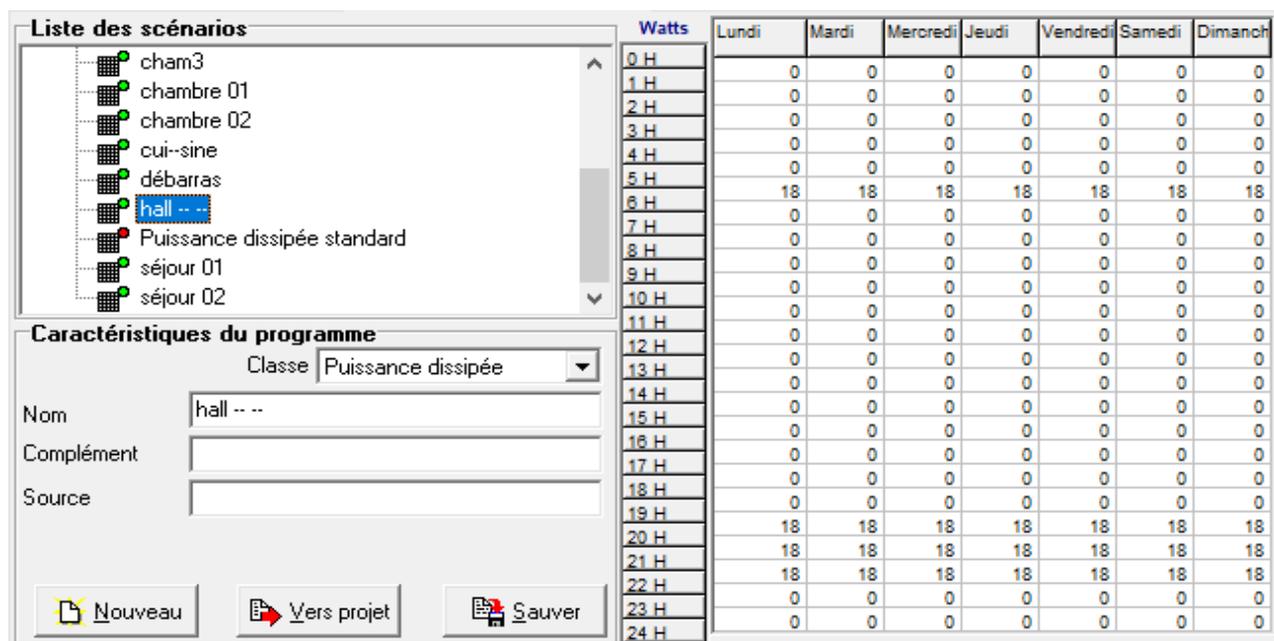


FIGURE III-46 : SCENARIO DE PUISSANCE DE DISSIPEE DE ZONE 08 (HALL 1)

### Scenario de puissance de dissipée de zone 9

- 1 lampe de (18 Watts).

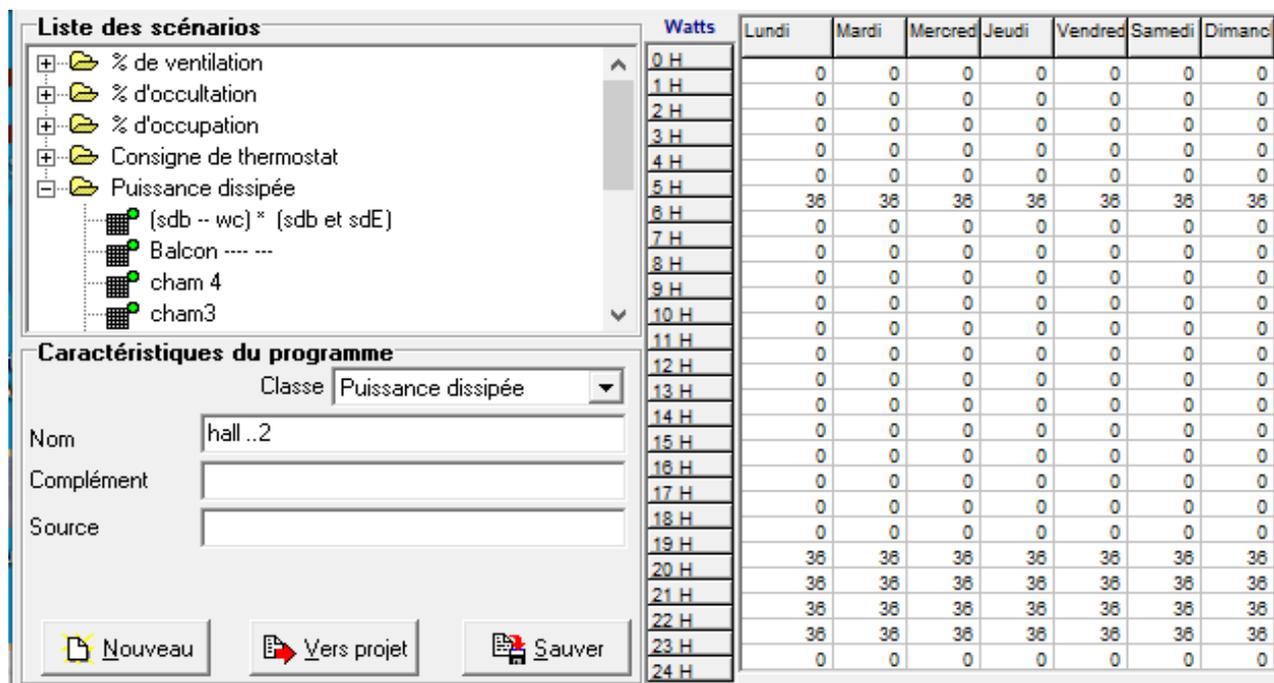


FIGURE III-47 : SCENARIO DE PUISSANCE DE DISSIPEE DE ZONE 9 (HALL 2)

### Scenario de puissance de dissipée de zone 10

- 3 lampes de (18 Watts).

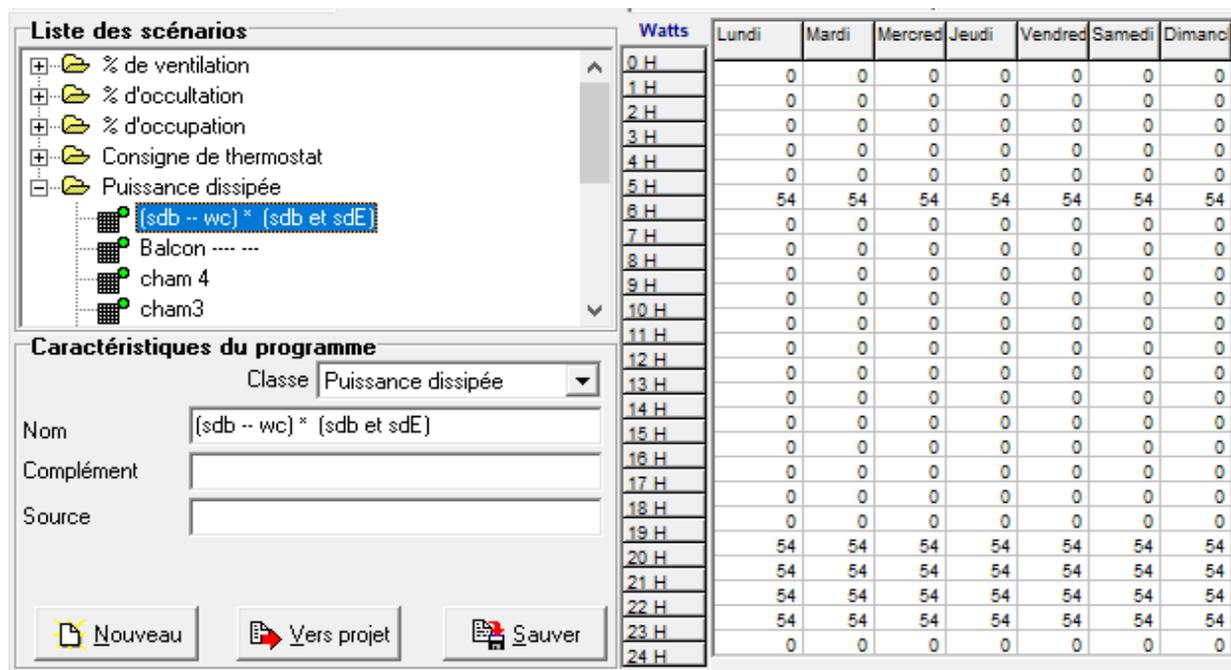


FIGURE III-48 : SCENARIO DE PUISSANCE DE DISSIPEE DE ZONE 10 (SDB WC) ET (SDB - SDE)

### Scenario de puissance de dissipée de la zone 11

- 1 lampe de (18 Watts).

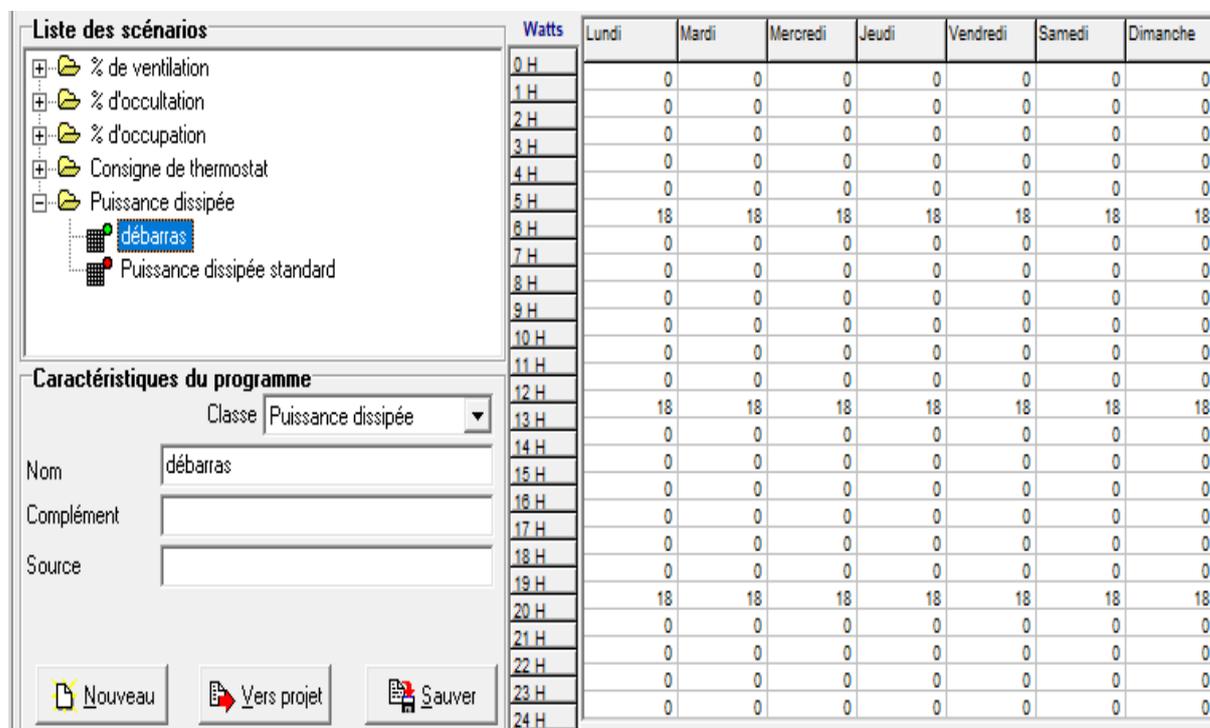


FIGURE III-49 : SCENARIO DE PUISSANCE DE DISSIPEE DE ZONE 11 (DEBARRAS)

### Scenario de puissance de dissipée de la zone 12

- 1 lampe de (18 Watts).

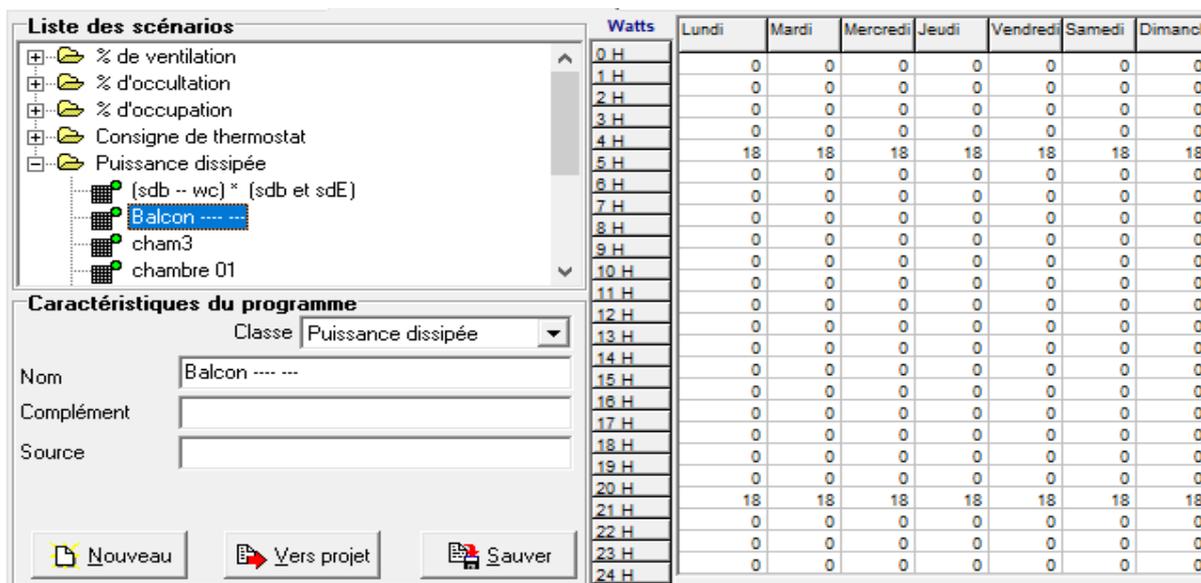


FIGURE III-50 : SCENARIO DE PUISSANCE DE DISSIPEE DE ZONE 12 (BALCON)

### Scenario de puissance de dissipée de la zone 13

- 1 lampe de (18 Watts).

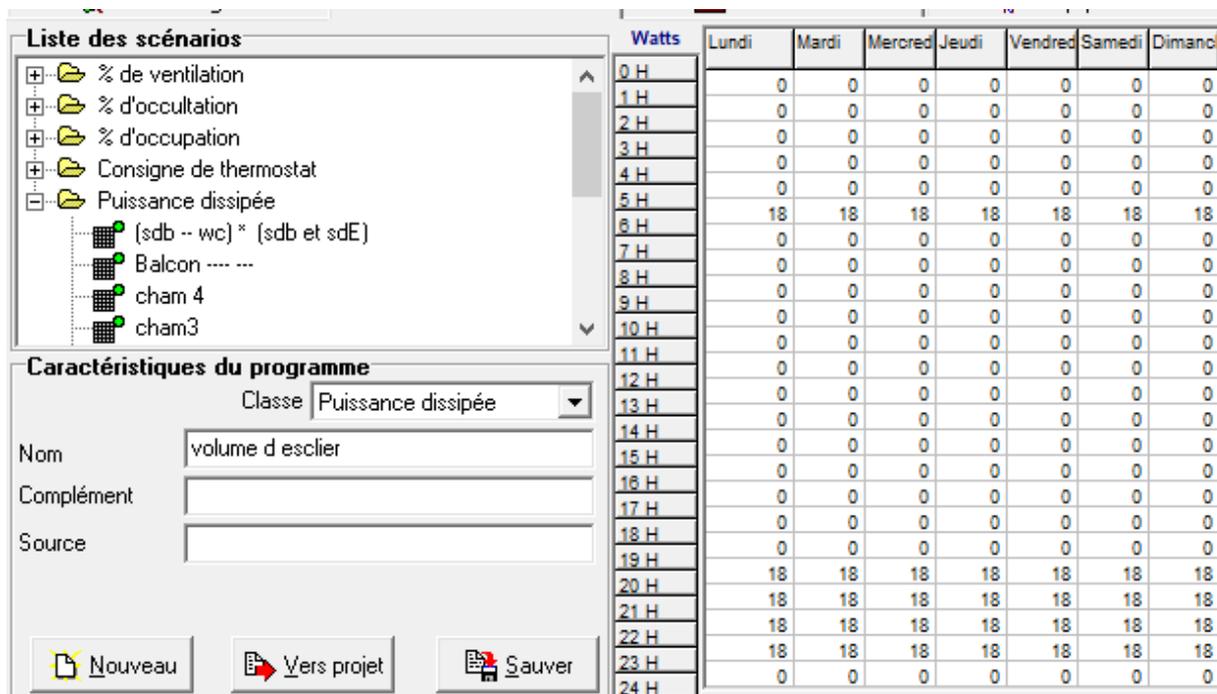


FIGURE III-51 : SCENARIO DE PUISSANCE DE DISSIPEE DE ZONE 13 (VOLUME D'ESCALIER)

## Intégration des scenarios de fonctionnement :

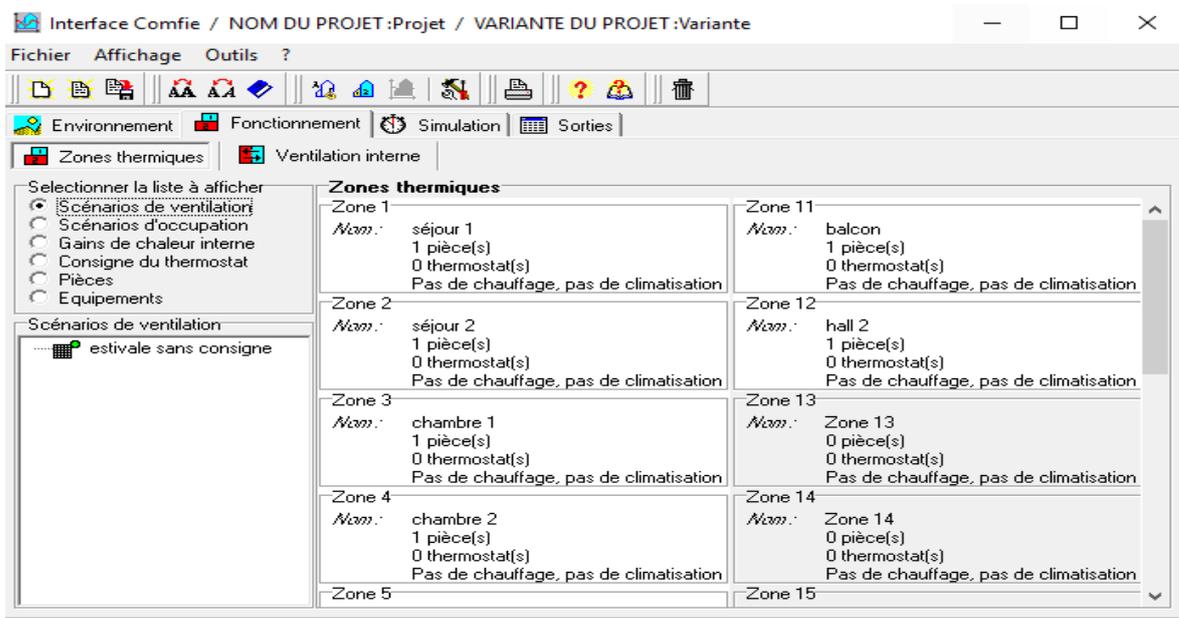


FIGURE III-52 : INTEGRATION DES SCENARIOS DE FONCTIONNEMENT

### III.9 Lancement de la simulation

Pour les semaines de simulation, nous les choisissons en fonction de la saison que nous étudierons soit été ou hiver.

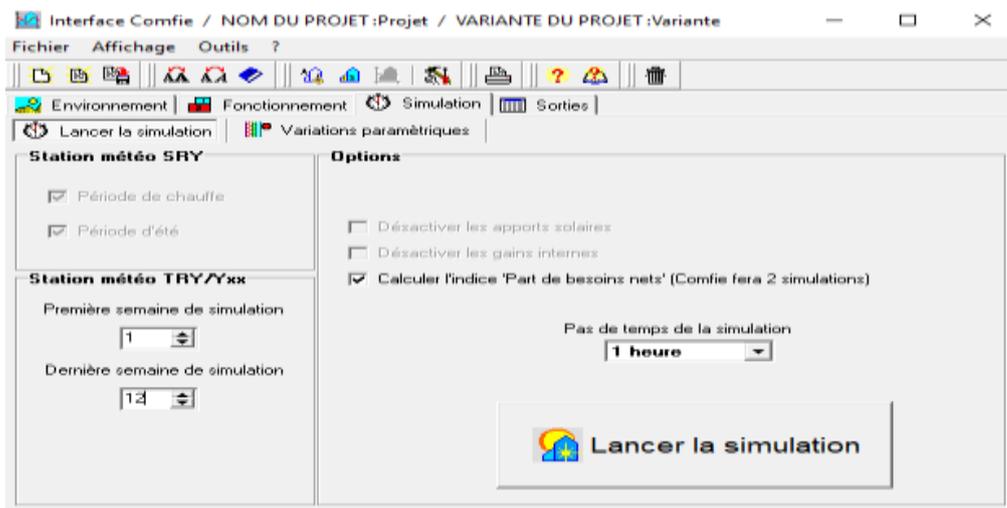


FIGURE III-53 : LANCEMENT DE SIMULATION

### III.10 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons défini la simulation thermique dynamique, présenté les différents logiciels utilisés qui seront mis en œuvre pour cette étude. Aussi on a décrit toutes les étapes de simulation effectuées. Le suivant sera dédié aux résultats du projet.

# Chapitre 4

## Résultats et discussion

## chapitre IV Résultats de la simulation

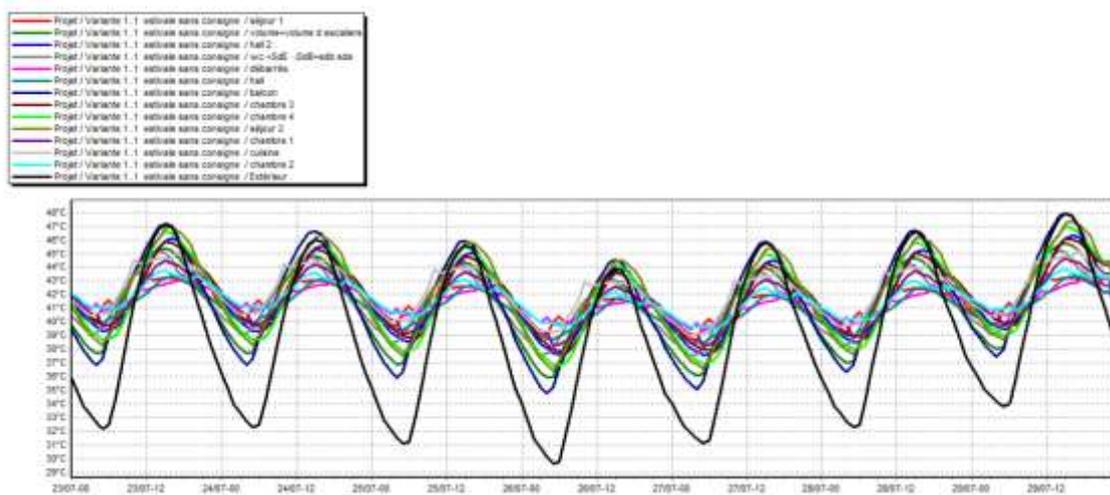
### IV.1 Introduction

Notre intérêt dans ce chapitre est de présenter les résultats de simulation obtenus à partir du programme Pleiades + Comfie 2.3.

En plus d'étudier un modèle de refroidissement PDEC.

### IV.2 Simulation estivale sans consigne de thermostat du cas initial :

Après simulation, nous avons obtenu les résultats suivants



**FIGURE IV-1 : EVOLUTION DES TEMPERATURES DURANT LA SEMAINE LA PLUS CHAUDE (CAS INITIAL)**

#### ➤ Interprétation :

Selon les résultats obtenus, nous avons constaté que les températures extérieures peuvent atteindre 48°C. Alors qu'à l'intérieur des différents espaces sont supérieures à celles de l'extérieur. Et peuvent atteindre respectivement 46°C, 43.7°C, 45.5 °C, 47°C dans la chambre 01, chambre 02, chambre 03 et chambre 04.

Plusieurs paramètres ont contribué à cette augmentation entre autres l'orientation sud de la chambre 04 et sa situation en premier étage et qui reçoit plus d'apports solaires à travers la toiture ainsi que la faible inertie thermique des matériaux de construction

Nous avons aussi constaté que les températures peuvent atteindre 43°C, 47.5°C dans le séjour01 et séjour02. L'écart entre les deux espaces peut atteindre 5°C car le séjour 01 est orienté nord et situé au RDC.

Donc, nous avons remarqué que le comportement thermique du bâtiment étudié pour les différentes zones en période estivale n'est pas convenable aux normes de confort malgré la présence de la ventilation nocturne, par conséquent l'occupant ne supporte pas de vivre dans ces conditions, et c'est pourquoi l'intégration de la climatisation est obligatoire pour ces zones.

### IV.3 Simulation hivernale sans consigne de thermostat du cas initial :

Après simulation, nous avons obtenu les résultats suivants :

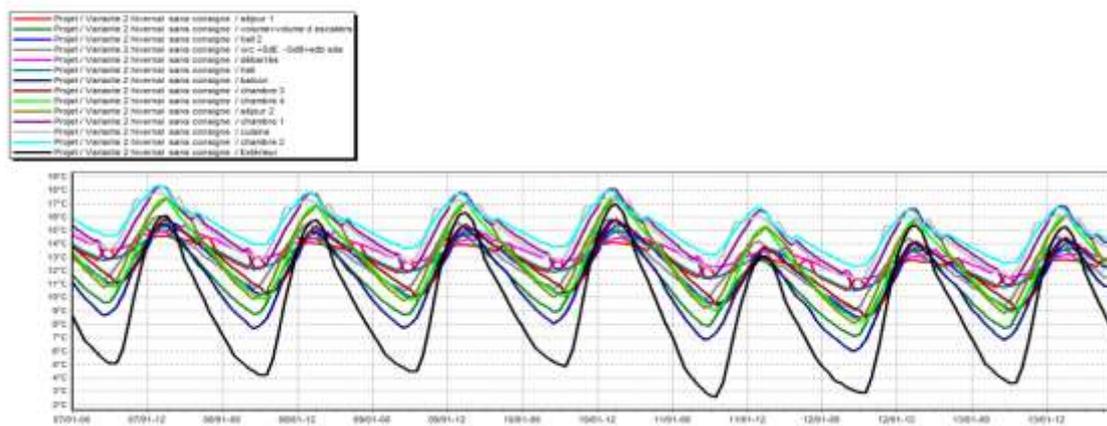


FIGURE IV-2 : EVOLUTION DES TEMPERATURES DURANT LA SEMAINE LA PLUS FROIDE (CAS INITIAL)

#### ➤ Interprétation :

Selon les résultats obtenus, nous avons constaté que les températures extérieures varient de 3°C à 17°C et quelles températures intérieures suivent les fluctuations des températures extérieures et peuvent atteindre respectivement 18°C, 18.5°C, 15 °C ,17.5°C dans la chambre 01, chambre 02, chambre 03 et chambre 04 et baisser jusqu'à 12°C,14°C,11°C,9°C et ça est dû à la faible inertie thermique des éléments constructif.

Nous avons aussi constaté que les températures peuvent atteindre respectivement 15°C, 17.5°C dans le séjour01 et séjour02 Le séjour 02 est plus confortable car il est situé au RDC et a moins de surfaces d'échange avec l'extérieur.

### IV.4 La simulation estivale avec consigne de thermostat du cas initial

Après simulation, nous avons obtenu les résultats suivants :

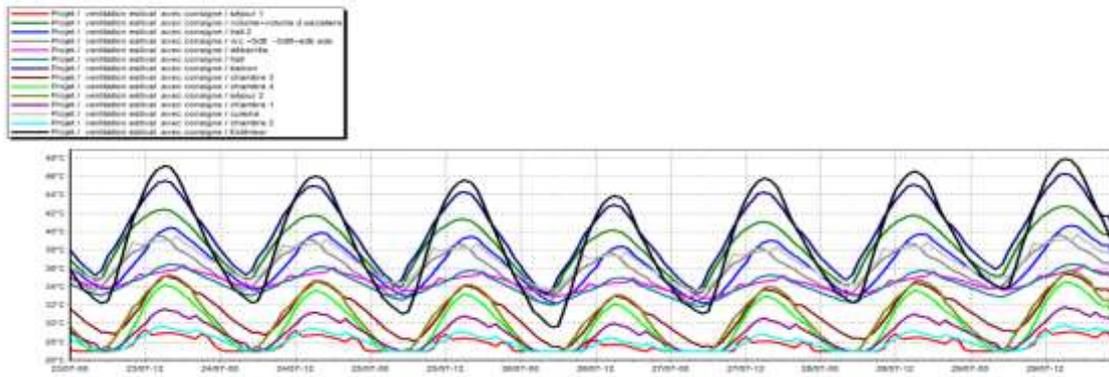


Figure IV-3 : Evolution des températures durant la semaine la plus chaude avec consigne (cas initial)

TABLEAU 13 : BESOINS ET PUISSANCES DE CLIMATISATION CAS INITIAL

Les zone	Les besoins de climatisation (kwh)	Les puissances de climatisation (w)
Séjour 1	4684	2520
Chambre 3	2150	945
Chambre 4	4912	2475
Séjour 2	5242	2475
Chambre 1	1926	945
Chambre 2	1826	945
Total	20739	10305

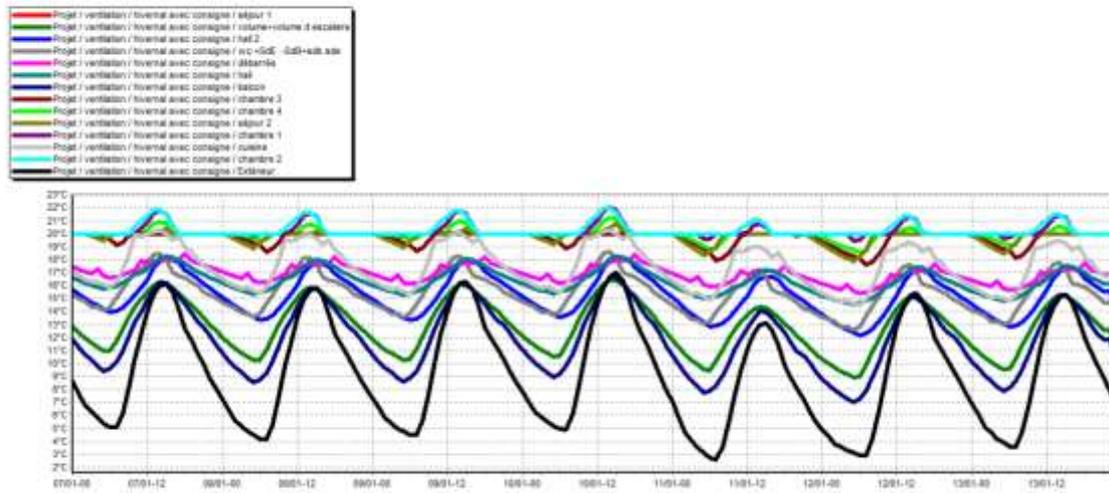
➤ **Interprétation :**

Suite aux résultats obtenus, on remarque que malgré l’intégration de la consigne de thermostat a 27°C nous remarquons des pics de températures qui peuvent atteindre 32°C du aux apports solaires reçus

Les besoins en climatisations sont estimés à **20739 kWh** avec une puissance de **10305 w**.la maison est énergivore ce qui nécessite le renforcement des éléments constructifs

### IV.5 Simulation hivernale avec consigne de thermostat du cas initial

Après simulation, nous avons obtenu les résultats suivants :



**FIGURE IV-4 :** ÉVOLUTION DES TEMPERATURES DURANT LA SEMAINE PLUS FROIDE AVEC CONSIGNE (CAS INITIAL).

**TABEAU 14 :** BESOINS ET PUISSANCES DE CHAUFFAGE CAS INITIAL

Les zones	Les besoins de chauffage (kwh)	Les puissances de chauffage (w)
Séjour 1	1555	2150
Chambre 3	972	945
Chambre 4	1996	2475
Séjour 2	2036	2475
Chambre 1	454	945
Chambre 2	230	633
Total	7242	9622

➤ **Interprétation :**

Suite aux résultats obtenus, on remarque que le confort est atteint après intégration de la consigne de thermostat.

Les besoins en chauffage sont estimés à **7242 kWh** avec une puissance de **9622 w**. la maison est énergivore ce qui nécessite le renforcement des éléments constructifs.

## Synthèse des résultats

Surface de la maison =100.49m<sup>2</sup>

TABLEAU 15 : LES BESOINS EN CLIMATISATION CAS INITIAL

Besoins en climatisation cas initial	20739 kwh 206.3787 kwh/m <sup>2</sup>
--------------------------------------	--

### IV.6 Simulation estivale sans consigne de thermostat cas Amélioré

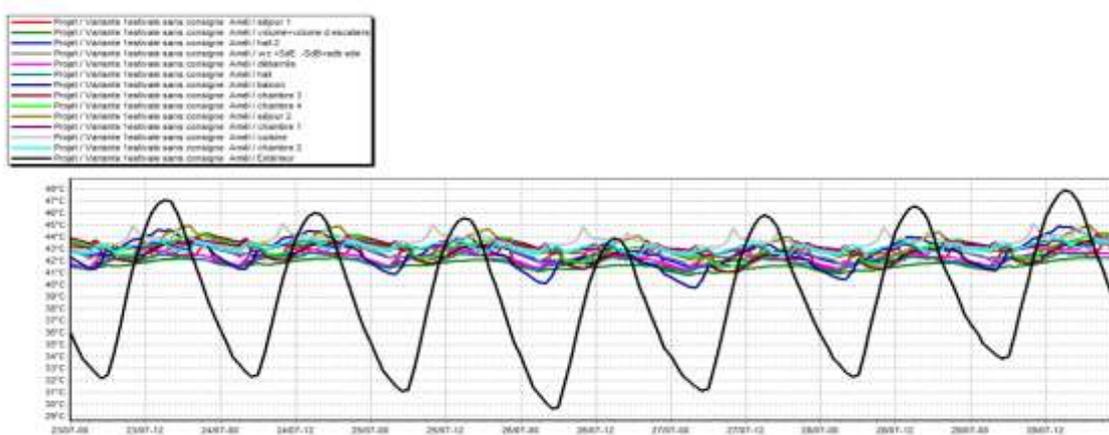


FIGURE IV-5 : EVOLUTION DES TEMPERATURES DURANT LA SEMAINE PLUS CHAUDE CAS AMELIORE

#### ➤ Interprétation :

Après intégration de l'isolation dans les éléments constructifs (mortier traditionnel, pétiote de palmier), nous avons constaté que le profil de température est devenu stable malgré la variation des températures extérieures, les températures intérieures Et peuvent atteindre respectivement 44.5°C,43.5°C,44°C,44.5°C dans la chambre 01, chambre 2, chambre 03et chambre 04 .les températures peuvent atteindre 44°C, 45°C dans le séjour01 et séjour02,l'écart peut atteindre 4°C mais le confort n'est pas atteint ce qui nécessite un système de rafraichissement.

### IV.7 Simulation hivernale sans consigne de thermostat cas Amélioré

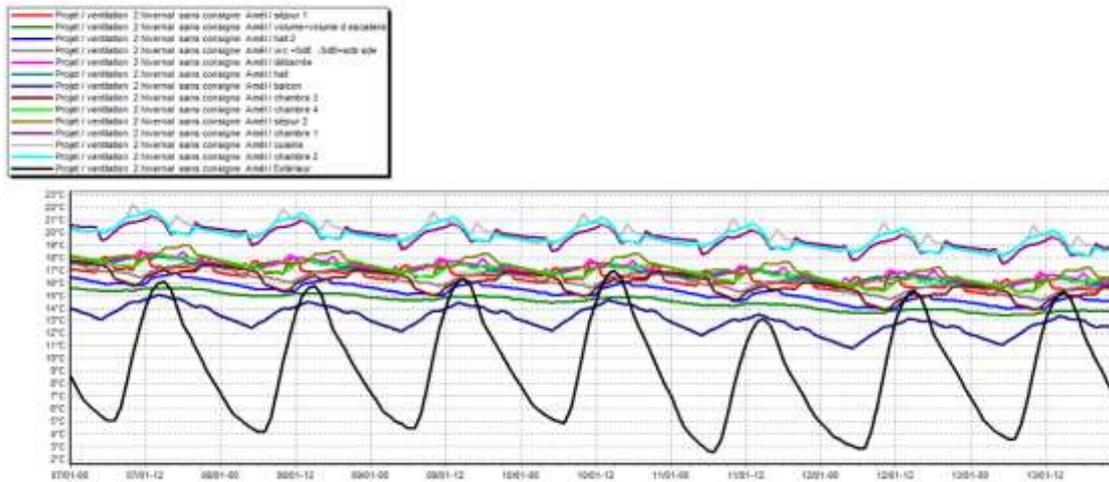


FIGURE IV-6 : EVOLUTION DES TEMPERATURES DURANT LA SEMAINE PLUS FROIDE POUR TOUTE LES ZONE

➤ **Interprétation :**

Nous constatons que la température des chambres est devenue stable et que le confort est atteint sans l’intégration d’un système actif, en particulier ceux qui sont orientés vers le sud comme la chambre 02, sa température peut atteindre 23 °C. dans les autres chambres les températures peuvent atteindre 19 °C.

### IV.8 Simulation estivale avec consigne de thermostat cas Amélioré

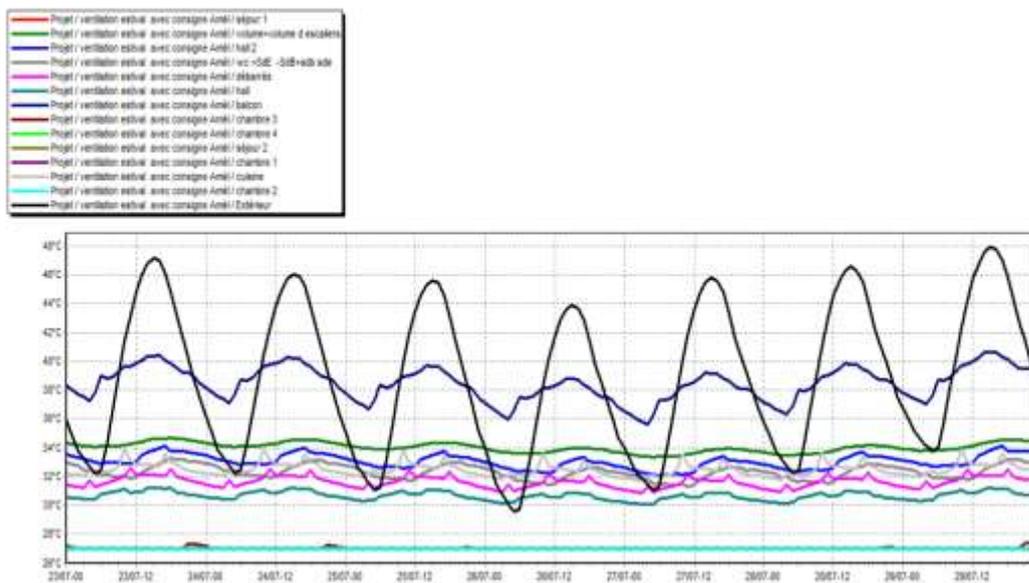


FIGURE IV-7 : EVOLUTION DES TEMPERATURES DURANT LA SEMAINE PLUS CHAUDE POUR TOUTE LES ZONE

TABLEAU 16 : BESOINS ET PUISSANCES DE CLIMATISATION CAS INITIAL

Les zones	Les besoins de climatisation (kwh)	Les puissances de climatisation (w)
Séjour 1	2594	2018
Chambre 3	1413	945
Chambre 4	2276	1729
Séjour 2	2846	2206
Chambre 1	878	691
Chambre 2	903	631
Total	10909	8220

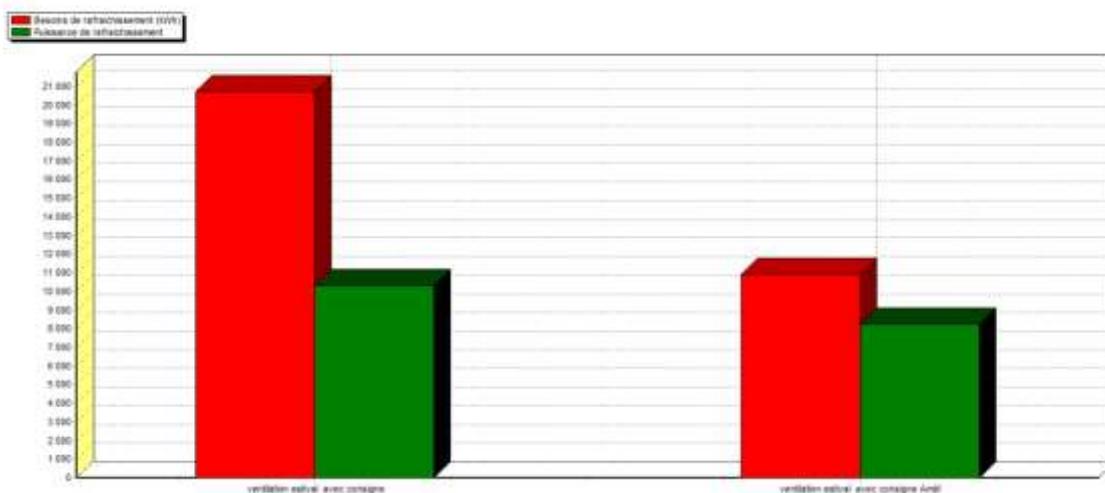


FIGURE IV-8 : HISTOGRAMME DES BESOINS ET PUISSANCE DE RAFRAICHISSEMENT

TABLEAU 17 : LE TAUX DE REDUCTION DE CONSOMMATION ENERGETIQUE TOTALE

Consommation totale (cas initiale)	20739 kwh 206.3787 kwh/m <sup>2</sup>
Consommation totale (cas amélioré)	10909 kwh 108.558 kwh/m <sup>2</sup>
Taux de réduction	47.3986 %

➤ **Interprétation :**

D’après les résultats obtenus Les besoins en rafraichissement sont estimés à **20739 kWh** alors qu’après intégration de l’isolation dans les murs et la toiture les besoins sont estimés à **10909 kWh**.

D’après les résultats obtenus, nous constatons que le, l’intégration du pétiole de palmier et le mortier de terre comme isolant dans la maison moderne de Timimoun est une solution adéquate et qui a permis d’atteindre un taux de réduction égale 47.3986%.

**IV.9 Simulation hivernale avec consigne de thermostat cas Amélioré**

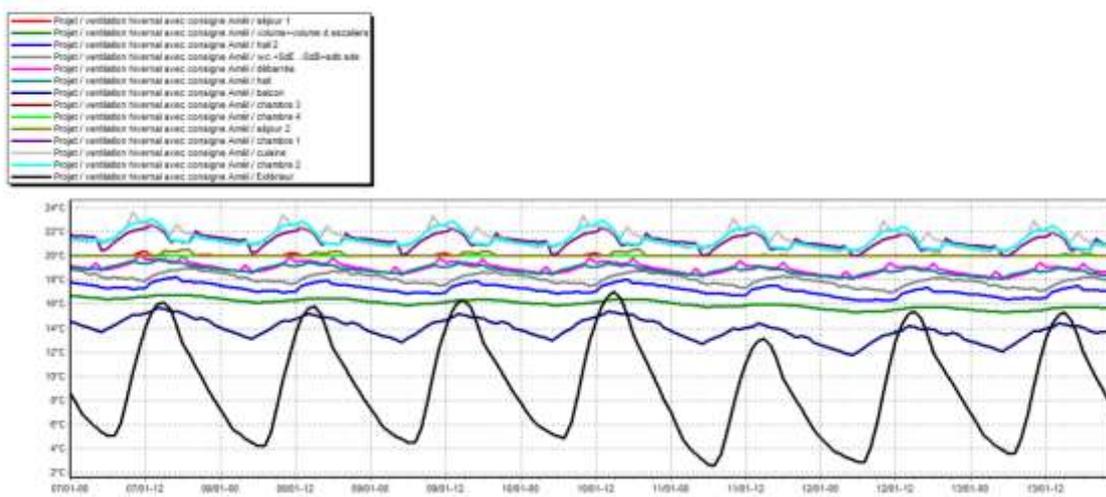


FIGURE IV-9 : EVOLUTION DES TEMPERATURES DURANT LA SEMAINE PLUS FROIDE POUR TOUTE LES ZONE

TABLEAU 18 : BESOINS ET PUISSANCES DE CHAUFAGE CAS INITIAL

Les zones	Les besoins de climatisation (kwh)	Les puissances de climatisation (w)
Séjour 1	430	1541
Chambre 3	275	739
Chambre 4	225	904
Séjour 2	212	1412
Chambre 1	2	319
Chambre 2	1	197
Total	1145	5112

TABLEAU 19 : BESOINS EN CHAUFFAGE DU CAS INITIAL ET CAS AMELIORE

Besoins en chauffage cas initial	7242 kwh d'une moyenne de 72.0668 kwh /m <sup>2</sup>
Besoins en chauffage cas amélioré	1145 kwh d'une moyenne de 11.3941 kwh/m <sup>2</sup>

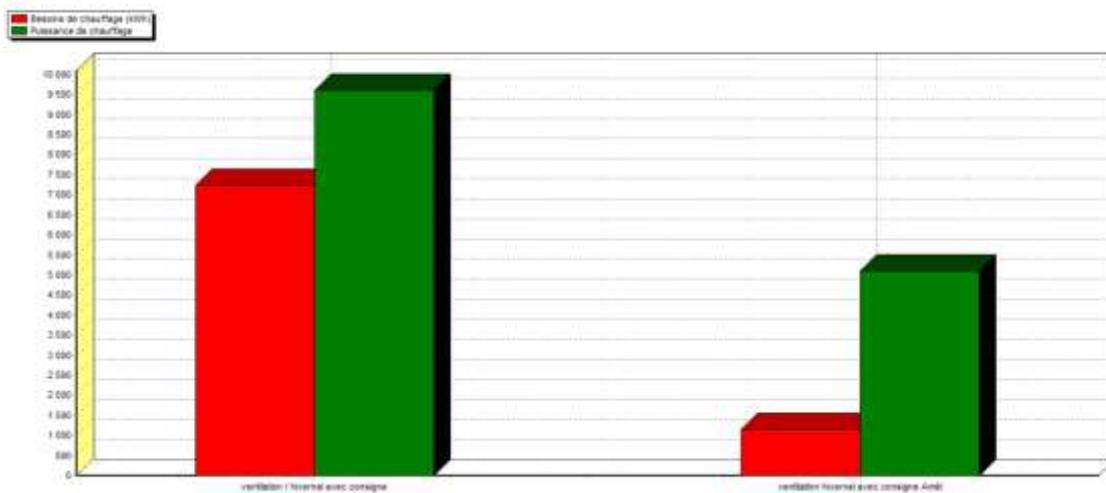


FIGURE IV-10 : HISTOGRAMME DES BESOINS ET PUISSANCE DE CHAUFFAGE

TABLEAU 20 : LE TAUX DE REDUCTION DE CONSOMMATION ENERGETIQUE TOTALE

Consommation totale (cas initial)	72.0668 kwh/m <sup>2</sup>
Consommation totale (cas amélioré)	11.3941 kwh/m <sup>2</sup>
Taux de réduction	84.1895 %

➤ **Interprétation :**

D'après les résultats obtenus, après intégration de la consigne de thermostat de chauffage, le confort est atteint dans les pièces de confort, Les besoins après l'intégration de la consigne de thermostat et après l'intégration de l'isolation dans les murs et la toiture sont estimés à 1145 kWh Et la puissance de chauffage à 5112 w.

À la suite de la simulation dans la région de Timimoun pendant l'hiver, nous concluons que l'intégration du pétiole de palmier et le mortier de terre comme isolants sont efficaces, Et donne un taux de réduction égale 84.1895 %.

## **IV.10 Amélioration du confort hygrothermique du cas étudié**

### **IV.10.1 Modèle de refroidissement**

Après renforcement des éléments constructifs, nous n'avons pas atteint le confort vu les conditions climatiques du site, donc nous avons opté pour le système de rafraîchissement par humidification adiabatique PDEC. [21]

### **IV.10.2 Définition**

Le refroidissement adiabatique, également appelé refroidissement par évaporation, fonctionne selon le principe de l'évaporation de l'eau de sorte telle que l'air est refroidi à une température confortable. Depuis le début de la civilisation humaine, on utilise le refroidissement par évaporation pour rafraîchir le milieu de vie. Des peintures murales égyptiennes datant de l'an 2500 avant J.-C. ont été trouvées, montrant comment des fûts d'argile poreux, remplis d'eau, étaient placés sous une alimentation en air pour fournir un certain refroidissement lorsque l'air passait au travers. À l'époque, ils ne pouvaient pas utiliser de ventilateurs électriques ou d'autres techniques modernes, mais des éléments de refroidissement par évaporation ont été mis en œuvre dans la conception et l'architecture de leurs habitations pour assurer une certaine forme de climatisation. En outre, le refroidissement par évaporation à l'aide de chiffons humides, en combinaison avec une tour à vent (écran pare-vent), est un élément architectural iranien traditionnel pour le refroidissement des maisons. [21]

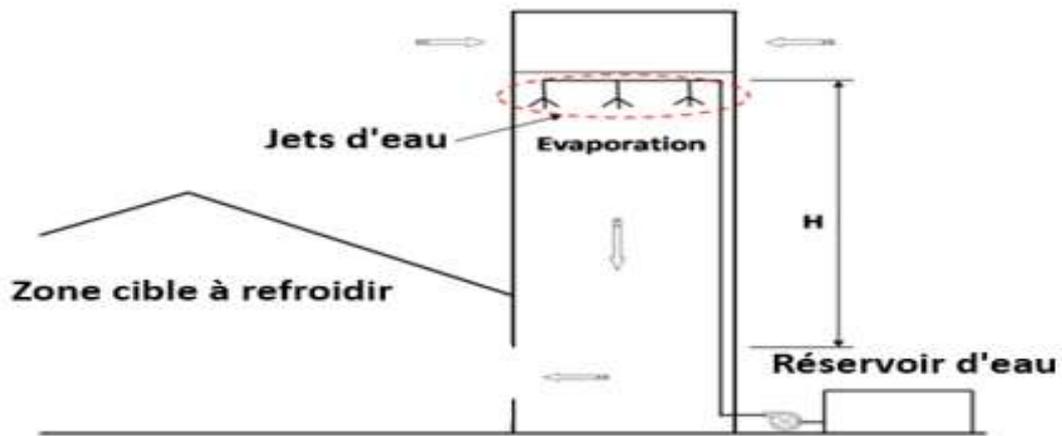


Figure IV-11 : refroidissement passif par évaporation à courant descend

### IV.10.3 Méthode de calcul

Givoni [Y] a résumé les résultats d'une expérience dans un test en Californie (États-Unis) dans l'étude suivante. Une hauteur de tour de 2 m, l'étude a décrit une possibilité d'utilisation de l'eau de mer pour surmonter une limitation d'un système de PDEC puisque les ressources en eau dans un climat chaud et sec sont généralement limitées, lorsqu'un système de tour PDEC est adapté pour fonctionner. Qu'une plus grande hauteur de 3 m et un débit d'eau plus important ont permis de la diminution de la température. Deux équations empiriques tirées des résultats de l'expérience ont ensuite été formulées. Température de sortie de l'air a été exprimée en fonction de la dépression de la cuvette humide et de l'eau débit en tant que

$$T_e = T_s - [0.9(T_s - T_h) * (1 - \exp(-0.15WF))]. \quad [22] \quad (\text{IV.10})$$

Nous avons utilisé les conditions climatiques d'une journée estivale chaude de l'année 2022. Et nous avons opté pour l'utilisation du diagramme psychométrique pour la déduction des températures de sortie et les taux d'humidité.

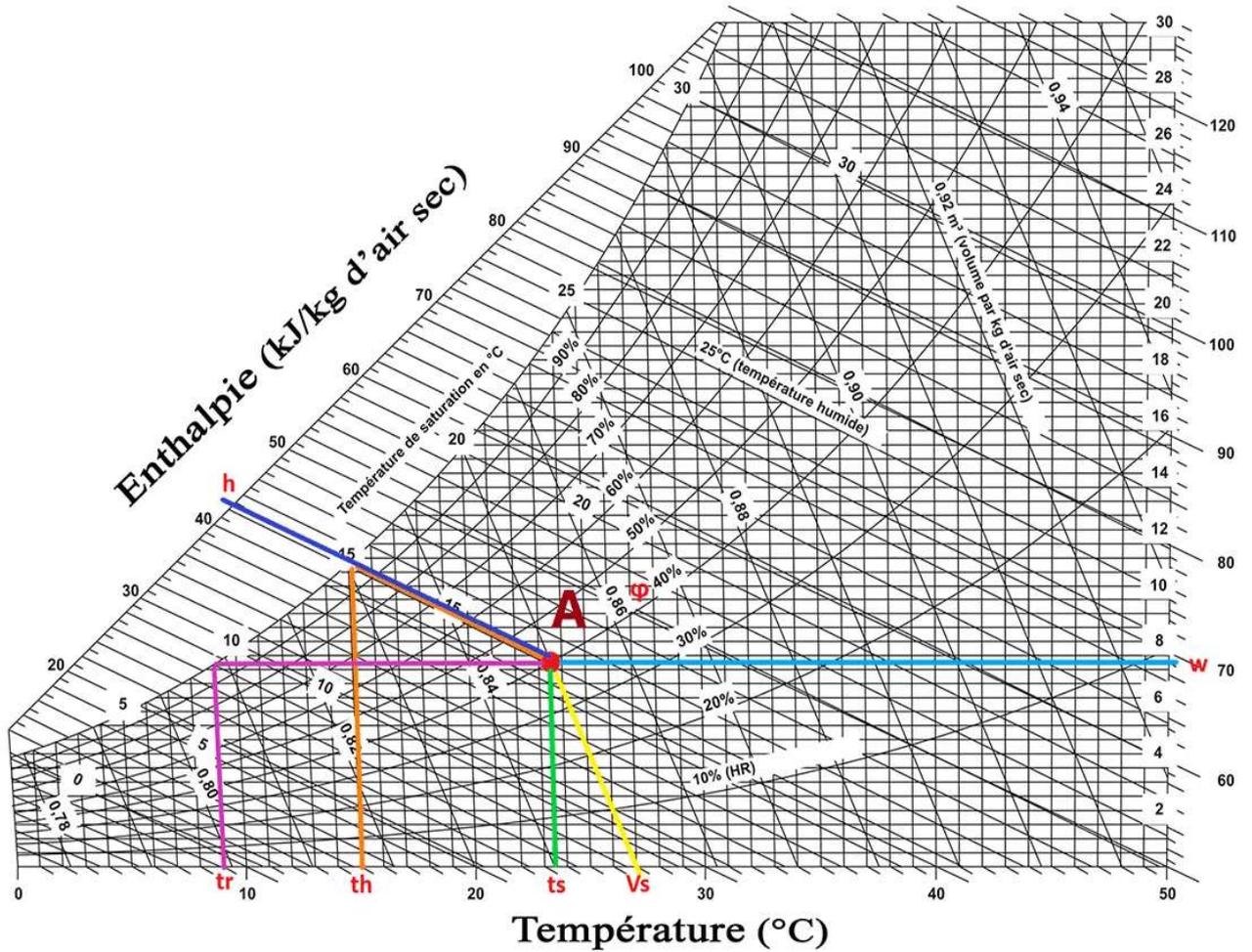


Figure IV-12 : Le diagramme psychrométrique

Dans le but de vérifier l'impact de la variation débit sur le fonctionnement du système, nous avons aussi proposé des débits d'eau variables.

#### Débits proposés :

$WF_1 = 5 \text{ L/h}$ ,  $WF_2 = 10 \text{ l/h}$ ,  $WF_3 = 15 \text{ l/h}$

TABLEAU 21 : TABLEAUX DE CONDITIONS CLIMATIQUES PAR HEURE [23]

Heur (h)	Ts sec(°C)	humidité %	Vitesse de vent (m/s)	T <sub>wb</sub> (°C)	Enthalpie(Kj/Kg)
00:00	37	7	4	14	44.331
01:00	36	7	3	14	43.170
02:00	36	8	3	13	43.823
03:00	35	8	3	12.6	42.123
04:00	36	8	3	12.1	43.820
05:00	35	8	3	12.6	41.765
06:00	35	6	3	13.1	40.566
07:00	37	6	3	13.7	43.313
08:00	39	5	4	13.7	44.808
09:00	42	4	4	14.2	47.556
10:00	43	4	3	15.4	48.808
11:00	44	4	2	15.7	50.313
12:00	45	4	2	16.3	51.566
13:00	45	4	2	16.3	51.566
14:00	46	4	1	17.1	53.171
15:00	46	4	1	17.1	53.171
16:00	46	5	2	16.8	54.838
17:00	45	5	2	16.8	53.333
18:00	45	6	3	16.8	54.848
19:00	43	7	3	16.4	53.354
20:00	41	8	3	15.7	51.606
21:00	39	8	3	15.4	48.343
22:00	38	7	4	14.6	45.828
23:00	37	8	4	16.3	45.294

Tableau 22 : Résultats du calcul

Heures(h)	T <sub>s</sub> (°C)	T <sub>h</sub> (°C)	T <sub>e1</sub> (°C)	T <sub>e2</sub> (°C)	T <sub>e3</sub> (°C)	HR <sub>1</sub> (%)	HR <sub>2</sub> (%)	HR <sub>3</sub> (%)
00:00	37	14	26.65	21.06	18.57	32.1	60.1	73.5
01:00	36	14	26.10	20.75	18.37	31.7	60.3	74.4
02:00	36	13	25.65	20.06	17.57	34.6	61.4	83.7
03:00	35	12.6	24.92	20.47	17.05	37.6	56.8	81.2
04:00	36	12.1	25.24	19.43	16.85	32.0	68.6	92.7
05:00	35	12.6	24.92	19.47	17.05	36.2	62.3	75.1
06:00	35	13.1	26.51	20.85	18.33	25.5	50.5	67.6
07:00	37	13.7	27.61	21.46	18.73	25.9	53.3	72.5
08:00	39	13.7	29.49	21.46	18.33	23.3	56.4	79.7
09:00	42	14.2	30.58	22.73	18.73	23.9	56.9	81.4
10:00	43	15.4	30.51	23.87	19.73	25.4	53.1	79.8
11:00	44	15.7	31.26	24.38	20.89	25.9	52.3	75.8
12:00	45	16.3	32.08	25.11	22.01	25.5	52.0	69.8
13:00	45	16.3	32.08	25.11	22.01	25.5	52.0	69.8
14:00	46	17.1	33.99	26.66	22.85	22.9	47.4	68.5
15:00	46	17.1	33.99	26.66	22.85	22.9	47.4	68.5
16:00	46	16.8	32.31	25.76	22.61	29.5	53.8	74.0
17:00	45	16.8	33.21	25.45	22.41	29.2	52.8	71.4
18:00	45	16.8	31.03	25.45	22.41	32.6	55.7	75.0
19:00	43	16.4	29.61	24.56	21.67	35.2	58.6	77.6
20:00	41	15.7	28.38	24.46	20.73	37.1	61.6	72.2
21:00	39	15.4	27.47	23.64	20.09	35.7	58.8	76.3
22:00	38	14.6	27.32	21.78	19.25	35.1	58.8	75.3
23:00	37	14	26.8	21.22	18.60	32.9	53.3	74.3

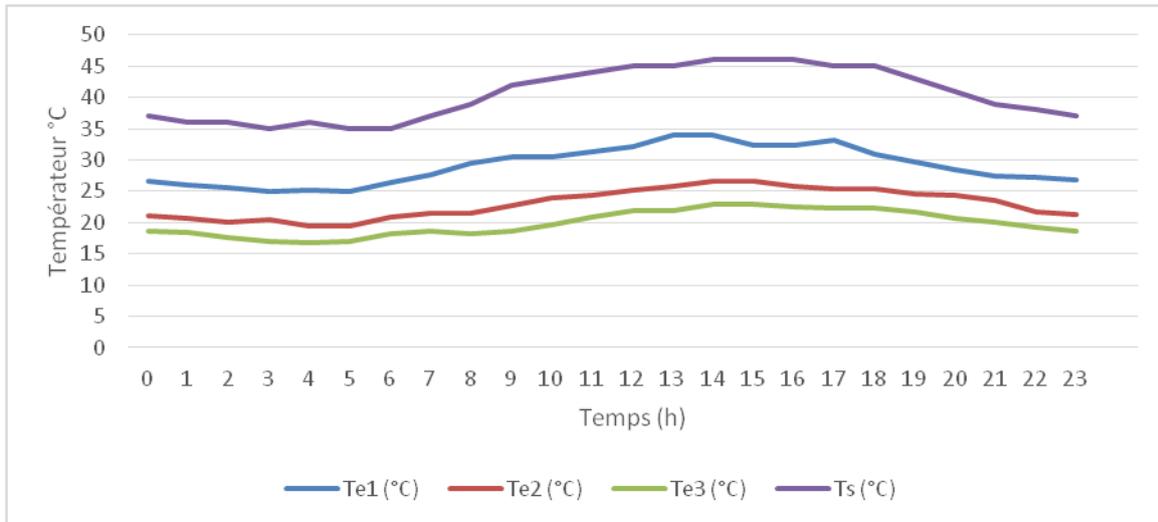


Figure IV-13 : Evolution des températures

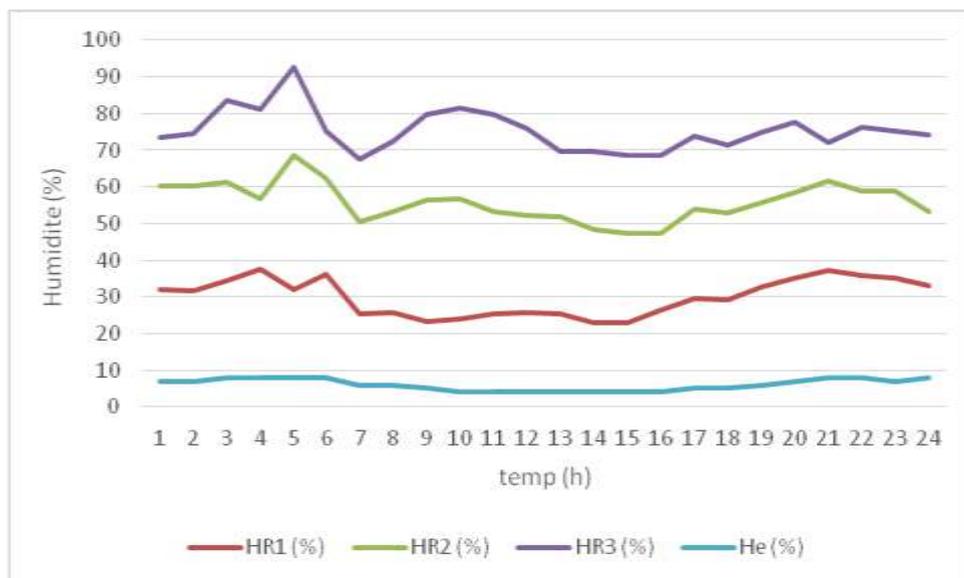


FIGURE IV-14 : EVOLUTION DES TAUX D'HUMIDITE

➤ **Interprétation :**

Selon les résultats obtenus de ce modèle, nous remarquons que le 1<sup>er</sup> cas avec un débit d'eau de 5L/h (WF=5L/h) a permis d'avoir des températures de sortie qui varient de 25°C à 34°C , le 2<sup>eme</sup> cas avec un débit d'eau de 10L/h (WF=10L/h) a permis d'avoir des températures de sortie qui varient de 19°C à 27°C , le 3eme cas avec un débit d'eau de 10L/h (WF=10L/h) a permis d'avoir des températures qui varient de 17°C à 23°C et des Taux

d'humidités qui peuvent respectivement atteindre 37% ,62% et 92% pour chaque cas dans l'ordre .

On peut déduire que le cas le plus favorable qui nous assure le confort hygrothermique est celui du 3<sup>eme</sup> cas.

Selon ces résultats, on déduit que le refroidissement adiabatique est une méthode de refroidissement hautement durable et peu énergétique, en plus, contrairement à la climatisation traditionnelle, le refroidissement adiabatique ne fait pas recirculer de l'air intérieur chaud et pollué, mais assure une ventilation avec 100 % d'air extérieur frais, filtré, propre et refroidi dans un local ou un bâtiment, ce qui améliore considérablement la qualité de l'air intérieur.

#### **IV.11 Conclusion**

Les résultats obtenus ont approuvé que le renforcement des éléments constructifs par l'intégration de l'isolation permette d'atteindre le confort estival sans recourir à un système actif tandis qu'il permet aussi la réduction de la consommation énergétique pour le refroidissement, le taux de réduction est estimé à 47.3986 %.

Aussi le rafraichissement par humidification adiabatique a permis d'optimiser le confort en période de surchauffe.

## Conclusion générale

Dans cette étude, nous avons proposé des solutions passives, afin d'améliorer la performance énergétique d'un échantillon de la maison modernes de la région Timimoun Ouled said.

Résultats obtenus :

D'après l'étude statique de notre maison, nous avons constaté que nôtre cas d'étude n'est pas conforme à la réglementation thermique (DTR C3.2) et c'est dû aux faibles résistances thermiques des éléments constructifs.

Les résultats de l'étude paramétrique qui a été faite à l'aide d'un outil de simulation modélisation thermique dynamique ont montré que le traitement de l'enveloppe extérieure peut réduire la consommation énergétique par conséquent améliorer sa performance énergétique.

D'après l'intégration de la consigne de thermostat de chauffage le taux de réduction égale 84.1895 % ; et l'intégration de la consigne de thermostat de climatisation le taux de réduction égale 47.3986 %. Donc le pétiole de palmier et le mortier de terre sont des matériaux efficaces pour l'isolation.

Les résultats de l'étude de l'impact de l'intégration d'un système de rafraîchissement adiabatique (PDEC), ont montré que le système permet d'atteindre un confort hygrothermique acceptable dans les maisons du climat aride.

Il nous semble dès lors nécessaire de revenir aux systèmes passifs innovants, disponibles et efficaces énergétiquement afin d'améliorer la performance énergétique des bâtiments.

## References

- [1] Zaouia Khalid et Kaoud Houssem (2014-2015) Logement individuel et conception bioclimatique cas d'étude Oum Elbouaghi
- [2] N. Fezzioui, B. Droui, M. Benyamine et S. Larbi. 'Influence des caractéristiques dynamiques de l'enveloppe d'un bâtiment sur le confort thermique au sud Algérien, 2008.
- [3] « bioclimatichousing book, page3 »
- [4] (Prix & Myers, 2005).« Bioclimatichousing book, page4 »
- [5] <http://www-energie2.arch.ucl.ac.be/>
- [6] <https://energieplus-lesite.be/techniques/froid-alimentaire7/vitrages-isolants-thermiques/>
- [7] Medelckch dald (P39) conception thermique de l'habitat, agence française pour la maîtrise de l'énergie EDISUD 1988.
- [8] Liver handbook solei architecture, Introduction to Passive Solar Concepts, The United States Air Force, p30.3
- [9] <https://www.demeuresdoccitanie.fr/construire-sa-maison/deco-amenagement.php?orientation-disposition-pieces-maison-285>
- [10] Medelckch dald (p25) conception thermique de l'habitat, agence française pour la maîtrise de l'énergie EDISUD 1988.
- [11] cour M.Mazouz post graduation
- [12] <https://reduisonsnoscharges.fr/isolation-thermique-exterieur/>
- [13] Slama Ahmed Walid (2013) Etude de chauffage et de climatisation d'un local
- [14] Hadj Said Abdenour et Hadid Ismail (2019/2020) Dimensionnement et mise en œuvre d'une installation de climatisation Air/Eau
- [15] Raoui Hanane et Saidi Ahmed (2019/2020) Amélioration de la performance énergétique d'une maison moderne dans la Wilaya de Oued Souf
- [16] Chadli Sara (2020/2021) Pour un logement à haute performance Energétique cas du logement collectif promotionnel à Oum El Bouaghi
- [17] Fifth International Conference on Energy, Materials, Applied Energetics and Pollution. ICEMAEP2019, October 22-24, 2019, Constantine, Algeria.

- M.Kadja, A.Mehel, A.Zaatri, H.Chemani, S.Benissaad and K.Talbi (editors).amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments par la réhabilitation thermique de l'enveloppe en climat semi aride Nait Nadia, Bourbia Fatiha. <https://www.researchgate.net/publication/345709637>
- [18] Tayeb Otmane et Yaël Kouzmine (janvier - juin 2011) Timimoun, évolution et enjeux actuels d'une oasis saharienne algérienne
- [19] Bruno, PEUPORTIER. Validation of COMFIE, Rapport C.E.C. Université de Stuttgart (I.T.W.), 1989
- [20] CHERIF, ISMAIL. Rafraichissement passif par ventilation naturelle. Université Saad Dahleb de Blida2015
- [21] Givoni Baruch, 1997. "Experimental performance of the shower cooling tower in Japan,"
- [22] CHERIFI Zakaria, ZOUGAIE Oussama. Impact de L'intégration du Rafraichissement Par Humidification Adiabatique dans L'habitat du Climat Aride (Cas du Ksar Tafilelt). Master Energies Renouvelables. Université Saad Dahlab Blida-1, 2020.
- [23] <https://www.my-meteo.com>