

الملخص

يهتم هذا العمل بدراسة و تحديد حجم تركيبات التدفئة الشمسية المطبقة في مستشفى خاص لولاية تيسمسيلت. لهذا قمنا بتنظيم علمنا وفقا لثلاث نقاط رئيسية، نبدأ بوصف نظام التدفئة الشمسية و شرح مبدأ عملها. ثم دراسة السلوك الحراري و مميزات المبنى المدروس. و في الأخير، دراسة و تركيب مسخن مياه بالطاقة الشمسية اعتماداً على برنامج TRANSYS

الكلمات المفتاحية: التدفئة الشمسية / مسخن مياه بطاقة شمسية / برنامج

TRANSYS

Résumé

L'intérêt de ce travail consiste à étudier et dimensionner une installation de chauffage solaire appliquée à un établissement hospitalier privé situé à wilaya de Tissemsilt. Pour cela, nous avons structuré notre travail selon trois points principaux, on commence par la description d'un système de chauffage solaire et son principe de fonctionnement. Ensuite, l'étude de comportement thermique de notre bâtiment, finalement, le dimensionnement de l'installation de chauffe-eau solaire en utilisant le logiciel thermique TRNSYS.

Mots clés : chauffage solaire / eau chaude sanitaire / logiciel thermique TRNSYS.

Abstract

The interest of this work consists in studying and dimensioning a solar heating installation applied to a private hospital establishment located in the wilaya of Tissemsilt. For this, we have structured our work according to three main points; we start with the description of a solar heating system and its operating principle. Then, the study of the thermal behavior of our building, finally, the sizing of the solar water heating installation using the TRNSYS software.

Key words: solar heating / solar water heating/ TRNSYS software.

Remerciements

*Avant tout, nous remercions **ALLAH** le tout puissant de nous a donné la force, le courage, durant ces années d'études et pour mener à terme ce modeste travail.*

*Nous remercions notre prometteur **Dr. LAFRI Djamel** d'avoir accepté de diriger ce mémoire en y apportant tous les moyens nécessaires et les aides qui nous ont permis de compléter ce travail.*

*Nous remercions **PR. HAMID** président de jury et les membres du jury d'avoir accepté à l'examinassions de ce travail.*

Sans oublier de remercier les enseignants du département des énergies renouvelables pour leurs efforts lors de notre formation.

Enfin, nous remercions, également, toute personne qui a participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

A mon cher père, à ma chère mère, qu'ALLAH les garde et les Protège pour leur tendresse, leurs conseils, leurs sacrifices, Leurs encouragements et pour leurs soutien moral et financier.

A tous ma famille.

A tous mes amis.

A tous ceux qui m'ont toujours soutenu et encouragé tous long de mes études.

BEN CHIKO Nourelhouda

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

*A mes chers **parents** qui m'ont fourni un soutien et une confiance sans faille. Que DIEU vous protège et vous garde pour moi.*

*A la mémoire de ma **grand-mère** et mon **grand père**.*

*A ma sœur **Hayam**.*

*A mes précieux frères **Hmoud** et **Azzedine**.*

*A mes adorables **samies**, pour leur fidélité et soutien.*

A tous mes amis avec lesquels j'ai partagé des moments de joie et de bonheur.

BEN MAMMAR Manar

Sommaire

Introduction Générale	1
Chapitre I Généralités sur le soleil.....	3
I.1 Introduction.....	3
I.2 Présentation.....	3
I.3 Rayonnement solaire.....	3
I.4 Rappelle des donnes astronomiques	4
I.4.1 Mouvement de la terre	4
I.4.2 Les coordonnées solaires par rapport à la terre	5
I.5 Gisement solaire en Algérie.....	7
I.6 Conclusion	8
Chapitre II Etude de système de chauffage solaire	
II.1 Introduction.....	9
II.2 Système de chauffage solaire.....	9
II.2.1 Qu'est-ce que le chauffage solaire.....	9
II.2.2 Les composantes d'une installation de chauffage solaire.....	9
II.2.3 Les différents systèmes de chauffage solaire	16
II.4 Conclusion	21
Chapitre III modélisation thermique dynamique	22
III.1 Introduction	23
III.2 Présentation de cas détude.....	23
III.2.1 Site étudié :Wilaya de Tissemsilt.....	23
III.2.2 Donns climatologiques.....	23
III.2.3 Description de l'établissement.....	27
III.3 Simulation thermique dynamique	28
III.3.1 Définition de la simulation thermique dynamique.....	28

III.3.2	Présentation de la méthode de simulation.....	28
III.3.3	Processus d'application des logiciels.....	31
III.4	Discussion des résultats.....	48
III.4.1	Simulation initial.....	48
III.4.2	Simulation avec amélioration	52
III.4.3	Evaluation énergétique de notre cas d'étude.....	60
III.5	Conclusion.....	61
Chapitre IV	Intégration de chauffe eau solaire sanitaire.....	63
IV.1	Introduction	63
IV.2	Présentation du logiciel TRNSYS.....	63
IV.3	Dimensionnement de l'installation de notre cas d'étude	63
IV.4	Lancement de logiciel	64
IV.5	Paramètres du capteur	64
IV.6	La pompe de circulation	65
IV.7	La cuve de stockage	66
IV.8	Simulation de système.....	66
IV.9	Interprétation des Résultats	67
Conclusion Générale.....		69
Bibliographie		70

Liste des figures

Chapitre 1

Figure (I-1) : le rayonnement solaire et le sol.	4
Figure (I-2) : mouvement de la terre autour du soleil.	5
Figure (I-3) : la variation de la déclinaison du soleil durant l'année.....	6
Figure (I-4) : Rayonnement solaire annuel dans le monde.....	7

Chapitre 2

Figure (II-1) : Composantes d'un capteur plan vitre.....	10
Figure (II-2) : Capteur solaire plan.	13
Figure (II-3) : Capteur solaire sous vide.	13
Figure (II-4) : Montage des capteurs.....	14
Figure (II-5) : Le stockage dans une installation de chauffage solaire.	15
Figure (II-6) : Chauffe-eau monobloc.....	17
Figure (II-7) : Chauffe-eau a thermosiphon.	17
Figure (II-8) : Chauffe-eau a circulation.	18
Figure (II-9) : Chauffe-eau a autovidange.....	18
Figure (II-10) : Schéma général de fonctionnement d'un chauffe-eau solaire.	19
Figure (II-11) : Schéma de principe du chauffage solaire avec tompan.	20
Figure (II-12) : Schéma de principe de l'installation solaire avec chauffage direct.	21

Chapitre 3

Figure (III-1) : Rayonnement a TISSEMSILT. Source météonorme.	24
Figure (III-2) : Durée d'insolation à Tissemsilt, source météonorme.....	24
Figure III-3 : Précipitation a Tissemsilt. Source météonorme.	25
Figure (III-4) : Rayonnement global journalier à Tissemsilt. Source météonorme.	25
Figure (III-5) : Température journalière a Tissemsilt. Source météonorme.	26
Figure (III-6) : la température en °C à Tissemsilt, source météonorme.	26
Figure (III-7) : Interface pléiades.....	28
Figure (III-8) : Bibliothèque pléiades.	29
Figure (III-9) : Liste des matériaux.....	29
Figure (III-10) : Interface alcyone.	30
Figure (III-11) : Interface météonorme.	30

Figure (III-12) : Création de la station.	31
Figure (III-13) : La sélection du site.	31
Figure (III-14) : La sauvegarde des résultats.	32
Figure (III-15) : Mur extérieure.	32
Figure (III-16) : Mur intérieure.	33
Figure (III-17) : Plancher intermédiaire.	33
Figure (III-18) : Caractéristique de la fenêtre PVC.	34
(Figure III-19) : Caractéristique porte bois intérieur.	34
Figure (III-20) : Identification de la station météorologique sous pléiades et comfie.	35
Figure (III-21) : Insertion des éléments constructifs sous Alcyon.	35
Figure (III-22) : Plan du 1 ^{er} étage sous alcyon.	36
Figure (III-23) : Plan du 1 ^{er} étage en 3D.	36
Figure (III-24) : Exportation du plan vers péliades.	37
Figure (III-25) : Liste des scénarios dans la bibliothèque pléiades.	37
Figure (III-26) : Scénario de ventilation : ventilation d’hiver.	38
Figure (III-27) : Scénario de ventilation : ventilation d’été.	39
Figure (III-28) : Scénario d’occupation Chambre de malade /maternité.	40
Figure (III-29) : scénario d’occupation chambres de malade/ chirurgie.	40
Figure (III-30) : Hall chirurgie.	41
Figure (III-31) : Hall maternité.	41
Figure (III-32) : Salle de soin.	42
Figure (III-33) : Scénario d’occupation : office alimentaire.	42
Figure (III-34) : Scénario d’occupation de bibronerie.	43
Figure (III-35) : Scénario d’occupation : la nurserie.	43
Figure (III-36) : L’occupation du rangement pharmaceutique.	44
Figure (III-37) : Consigne de chauffage1 : office alimentaire.	45
Figure (III-38) : Consigne de chauffage 2 : chambres+ salle de soin+ nurserie+ bibronerie.	45
Figure (III-39) : Consigne de chauffage 3 : hall.	46
Figure (III-40) : Consigne de climatisation1 : hall.	46
Figure (III-41) : Consigne de climatisation2 : chambres+ salle de soin+ nurserie+ bibronerie.	47
Figure (III-42) : Consigne de climatisation3 : office alimentaire+ rangement pharmaceutique.	47

Figure (III-43) : Lancement de la simulation.....	48
Figure (III-44) : Variation de température hivernale : semaine plus froide sans consigne : simulation initial.....	49
Figure (III-45) : Besoin en chauffage sans consigne simulation initial.	49
Figure (III-46) : Variation de température hivernale avec consigne simulation initial. ...	50
Figure (III-47) : Besoin en chauffage avec consigne simulation initial.....	50
Figure (III-48) : Variation des températures estival sans consigne simulation initial.	51
Figure (III-49) : Besoins de climatisation sans consigne.....	51
Figure (III-50) : Variation des températures estival avec consigne simulation initial.....	52
Figure (III-51) : Besoin en climatisation simulation initial.	52
Figure (III-52) : La construction de plancher haut avec isolation1.....	53
Figure (III-53) : Variation des températures hivernales sans consigne avec isolation polystyrène.	53
Figure (III-54) : Besoin en chauffage sans consigne avec amélioration1.....	54
Figure (III-55) : Variation des températures hivernales avec consigne avec isolation1..	54
Figure (III-56) : Besoin de chauffage avec consigne isolation polystyrène.	55
Figure (III-57) : Variation des températures estivales sans consigne amélioration1.....	55
Figure (III-58) : Variation des températures estivale avec consigne amélioration1.....	56
Figure (III-59) : Besoin en climatisation avec amélioration1.	56
Figure (III-60) : La construction de mur intérieure avec amélioration2.....	57
Figure (III-61) : Variation de températures hivernal sans cosigne avec amélioration2....	57
Figure (III-62) : Variation des températures hivernales avec consigne et isolation la laine de roche.	58
Figure (III-63) : Besoin en chauffage avec consigne isolation la laine de roche.....	58
Figure (III-64) : Variation des températures estivales sans consigne amélioration2.....	59
Figure (III-65) : Variation des températures estivales avec consigne amélioration2.	59
Figure (III-66) : Besoin en climatisation amélioration2.	60

Chapitre 4

Figure (IV-1) : Schéma d'installation dans TRNSYS.....	64
Figure (IV-2) : Les paramètres du capteur.	65
Figure (IV-3) : Paramètre de la pompe.....	65
Figure (IV-4) : Paramètre de la cuve.....	66
Figure (IV-5) : Paramètres d'entrée du climat.	66

Figure (IV-6) : La durée choisie de simulation	67
Figure IV-7 : Variation des températures de sortie du capteur et l'irradiation solaire.....	67
Figure (IV-8) : Variation des températures de sortie du capteur et l'irradiation dans la pointe minimale.....	68
Figure (IV-9) : Variation des températures de sortie du capteur et l'irradiation dans la pointe maximale	688

Liste des tableaux

Chapitre 1

Tableau (I-1) : Ensoleillement reçu en Algérie par régions climatiques..... 8

Chapitre 2

Tableau (II-1) : Caractéristiques des matériaux utilisés comme absorbeur. 10

Tableau (II-2) : Matériaux utilisés comme isolants. 12

Tableau (II-3) : Gaz utilisés comme isolants. 12

Chapitre 3

Tableau (III-1) : Organisation de l'hôpital. 27

Tableau (III -2) : besoin en chauffage et climatisation dans les 3 cas60

Nomenclature

Symbole	Signification
(ϕ)	Latitude.
(L)	Longitude.

Liste des unités

Symbole	unité de la mesure
Km	Diamètre du soleil
Kg	Masse du soleil
W	Puissance d'irradiation
TWh/AN/Téra	Le potentiel solaire
TWh/an	Le potentiel solaire
h/an	Duré moyenne d'ensoleillement
KWh/m ² /an	Energie moyenne reçue
°C	Température
W/m.k	Conductivité thermique des matériaux
KWh/m ²	Rayonnement solaire
m	Longueur des murs
Vol/h	Taux de renouvellement d'air
KWh	Puissance de chauffage et climatisation
m ²	La surface du local

Nomenclatures

KWh/m^2	La surface chauffée
m^2	Surface du capteur
$\text{W/ m}^2.\text{K}$	Coefficient de perte global
L	Capacité de stockage
Kg/s	Débit
KJ/h. m^2	Irradiation solaire

Introduction Générale

La maîtrise de l'énergie est un enjeu de développement qui va de pair avec le développement durable. Tous les pays sont confrontés au problème de la rareté des ressources énergétiques, cette rareté débouche vers un grand défi, celui de savoir gérer efficacement et surtout raisonnablement ces mêmes ressources afin de répondre de la façon la plus adéquate à leurs propres besoins.

Selon le modèle énergétique algérien, le secteur résidentiel est le plus consommateur avec 41% de la consommation totale d'énergie finale. Par contre le secteur sanitaire avec 2%, Mais reste la facture énergétique d'un bâtiment de santé un point non négligeable dans son budget.

Les divers postes spécifiques tels que la cuisine, la blanchisserie, la stérilisation, la radiologie, les laboratoires internes et les blocs opératoires consomment beaucoup d'énergie, avec le chauffage et la climatisation comme poste principaux. De ce fait ; le milieu hospitalier reste un domaine difficile en terme de réduction d'énergie.

Les énergies renouvelables prennent jour après jour une de plus en plus importantes dans notre société. Un des changements marquant de ces dernières années est l'introduction progressive des énergies renouvelables (petite éolienne solaire, thermique et photovoltaïque essentiellement) au sein des bâtiments.

L'utilisation des capteurs solaires pour chauffer l'eau chaude sanitaire(ECS) est une alternative mature. Toutefois une utilisation plus large est de plus envisagée surtout avec des systèmes solaires combinés, qui fournissent de la chaleur pour l'eau chaude sanitaire et pour le chauffage des locaux. Ces systèmes combinés sont bien plus complexes, demandant plus d'attention dans la phase de conception et des systèmes de régulation automatique adéquats pour obtenir la performance souhaitée pendant le fonctionnement.

Notre travail porte essentiellement sur une étude d'une installation de chauffage solaire un établissement hospitalier privé à Tissemsilt.

Dans ce mémoire, nous avons structuré notre travail en quatre chapitres :

- ❖ Le premier chapitre est consacré au gisement solaire ou on rappelle quelques généralités sur le soleil et les données astronomiques.
- ❖ Le deuxième chapitre porte sur une étude bibliographique sur le système de chauffage solaire.

- ❖ Le troisième chapitre évoque l'évaluation des besoins énergétiques et le comportement thermique par le logiciel Pléiades.
- ❖ Le quatrième chapitre présente le logiciel thermique TRANSYS pour la simulation d'une installation solaire thermique de production d'eau chaude sanitaire.

CHAPITRE I :
GENERALITES SUR LE SOLEIL

Chapitre I Généralités sur le soleil

I.1 Introduction

Les énergies renouvelables constituent une solution respectueuse de l'environnement, elles permettent d'acquérir une certaine autonomie énergétique et de réaliser des économies à moyen et long terme.

L'énergie solaire est la plus dominante de toutes ces énergies, elle est l'une des plus facilement exploitables. Comme la plus part des énergies douces, elle donne à l'utilisateur la possibilité de subvenir sans intermédiaire à partir de ses besoins.

Dans ce présent chapitre, on commence par une brève description du soleil, nous définissons ensuite quelques données nécessaires pour notre étude notamment les paramètres de position et de temps solaire, une description du rayonnement solaire et sa mesure directe, en fin on décrit le gisement solaire en Algérie.

I.2 Présentation ^[1]

Le soleil est la seule étoile du système solaire et la plus proche de la terre, sa lumière met environ 8 mn à nous atteindre.

L'astre soleil est de constitution gazeuse, de forme sphérique de 14×10^5 km de diamètre, sa masse est de l'ordre de 2×10^{30} kg. Il est constitué principalement de 80% d'hydrogène, de 19% d'hélium et le 1% restant est un mélange de plus de 100 éléments, il est situé à une distance de la terre égale à environ 150 millions de km. Sa luminosité totale, c'est-à-dire la puissance qu'il émet sous forme de photons, est à peu près égale à 4×10^{26} W. Seule une partie est interceptée par la terre, elle est de l'ordre de $1,7 \times 10^{17}$ W. Elle nous parvient essentiellement sous forme d'ondes électromagnétiques.

I.3 Rayonnement solaire ^[2]

Le rayonnement solaire est l'ensemble du rayonnement émis par le soleil. En plus des rayons cosmiques, particules animées d'une vitesse et d'une énergie extrême élevées, le soleil émet des ondes électromagnétiques dont le spectre s'étend des ondes radio aux rayons

[1] <https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Soleil>.

[2] https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Rayonnement_solaire

gamme, en passant par la lumière visible. Ce rayonnement transporte l'énergie solaire, indispensable à toute vie terrestre.

En effet, une partie du rayonnement solaire est réfléchi par l'atmosphère, une autre partie y est diffusée et le reste atteindra la surface de la terre, formant le rayonnement global qui est le rayonnement solaire restant à disposition à la surface de la terre.

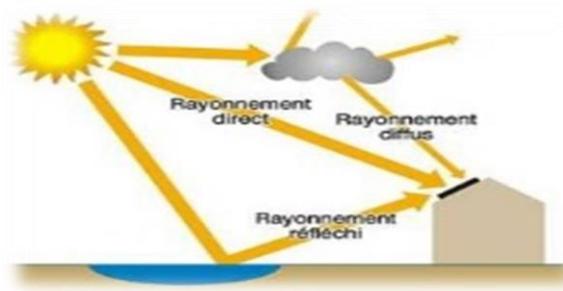


Figure (I-1): le rayonnement solaire et le sol.

Le rayonnement solaire se présente sous la forme d'un faisceau à peu près parallèle. Seule une partie du **rayonnement direct** traverse l'atmosphère et atteint le sol, le reste est diffusé. Ce **rayonnement diffus**, lorsqu'il atteint le sol terrestre, semble ainsi provenir de l'ensemble des directions de la voûte céleste. À la surface de la terre, le **rayonnement solaire global** est la somme des rayonnements direct et diffus. Une surface exposée reçoit ainsi du rayonnement direct et diffus, mais elle reçoit en plus une partie du **rayonnement global réfléchi** par les objets environnants, en particulier par le sol.

I.4 Rappel des données astronomiques

I.4.1 Mouvement de la terre^[3]

Dans son mouvement autour du soleil, la terre décrit une ellipse dont le soleil est l'un de ses foyers, la révolution complète s'effectue en une période de 365,25 jours. Le plan de cette ellipse est appelé l'écliptique.

C'est au solstice d'hiver (21 décembre) que la terre est la plus proche du soleil : 147 million de km. Au 22 juin la distance terre-soleil vaut 152 millions de km, c'est le jour où la terre est la plus éloignée, est solstice d'été. Le 21 mars et le 21 septembre sont appelés respectivement équinoxes de printemps et équinoxes d'automne. Aux équinoxes le jour et la nuit sont égaux.

[3]<http://le-ciel.eu/pourquoi-terre-tourne-autour-soleil-et-sur-elle-meme.html>

En plus de sa rotation autour du soleil, la terre tourne également sur elle-même autour d'un axe appelé l'axe des pôles. Cette rotation s'effectue en une journée .Le plan perpendiculaire de l'axe des pôles et passant par le centre de la terre est appelé l'équateur. L'axe des pôles n'est pas perpendiculaire à l'écliptique, ils font entre eux un angle appelé inclinaison égale à $23^{\circ}27'$.

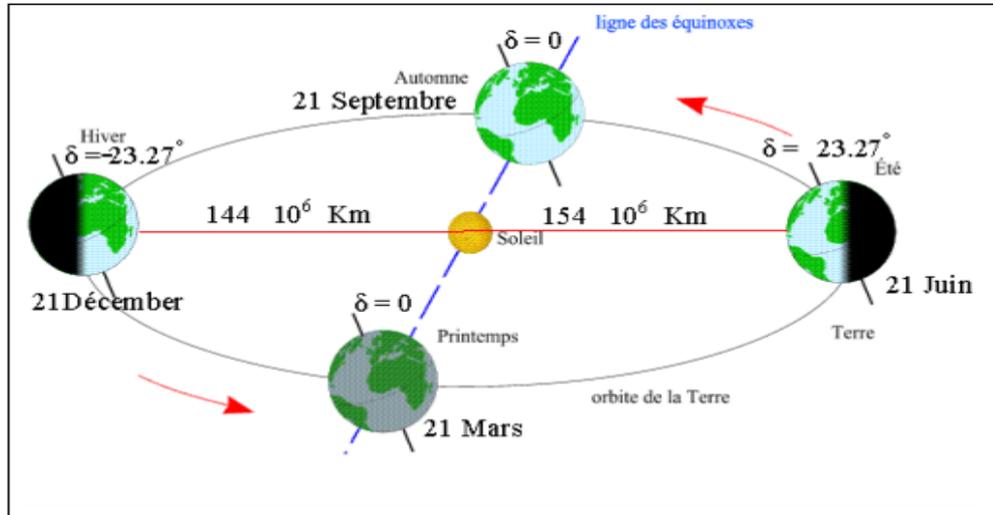


Figure (I-2) : mouvement de la terre autour du soleil.

I.4.2 Les coordonnées solaires par rapport à la terre^[4]

Les ondes électromagnétiques provenant du soleil portent l'énergie, la projection de cette énergie dépend de l'orientation de la surface réceptrice. Il est possible de déterminer la position du soleil dans la voûte céleste en fonction du temps et de la position de l'observateur sur la terre.

a) Coordonnées écliptiques

Ce sont les coordonnées angulaires qui permettent de repérer un point sur la terre.

- **Latitude (ϕ)** : une des coordonnées terrestres d'un point de notre planète. C'est l'angle que fait le plan de l'équateur avec la direction reliant le centre de la terre au point considéré. Sa valeur est positive dans l'hémisphère nord et négatif dans l'hémisphère sud.
- **Longitude (L)** : une des coordonnées terrestres d'un point de notre planète. C'est l'angle que fait le méridien local passant par le point considéré avec le méridien d'origine passant par la ville de Greenwich. Sa valeur est positive à l'ouest et négative à l'est de la méridienne origine.
- **Le méridien** : grand cercle de la terre passant par les pôles. Tous les points d'un même méridien ont évidemment la même longitude, le méridien pris pour origine (0°) des

[4]<https://www.archipel-des-sciences.org/activites/astronomiephysique/>

longitudes est celui de Greenwich. Le plan méridien en un lieu est déterminé par ce lieu et par l'axe des pôles. Le temps solaire vrai est identique, à un instant donné, pour tous les points d'un même méridien.

b) Coordonnées équatoriales

Les coordonnées équatoriales sont indépendantes de la position de l'observateur sur la terre, mais elles sont liées à l'heure de l'observation. La position du soleil est exprimée par deux angles qui sont :

- **La déclinaison** : C'est l'angle que forme la direction du soleil et le plan équatorial.

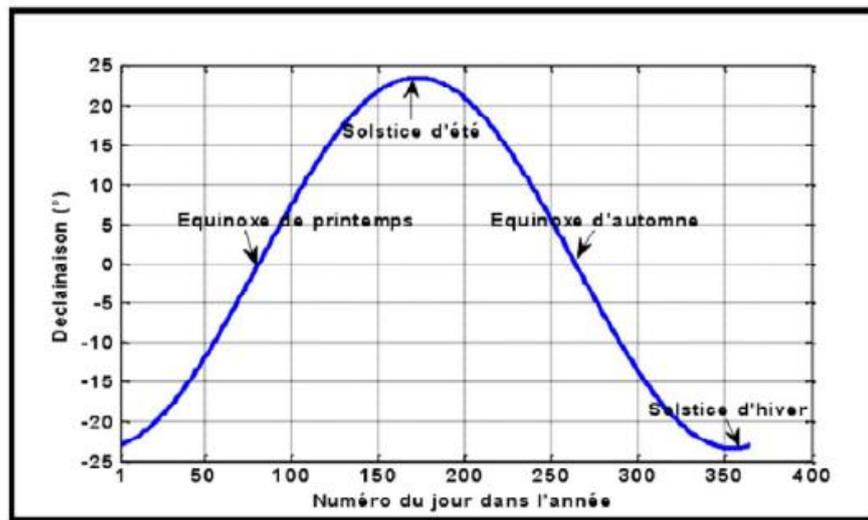


Figure (I-3): la variation de la déclinaison du soleil durant l'année.

La déclinaison varie de façon sinusoïdale au cours de l'année comme, elle vaut 0 aux équinoxes et atteint ses deux valeurs extrêmes au solstice d'été ($\pm 23^{\circ},27'$) et au solstice d'hiver.

- **L'angle horaire** : Correspond à l'angle compris entre la projection du soleil sur le plan équatorial et la méridienne origine du lieu considéré passant par le sud.

c) Coordonnées horizontales

Le repère horizontal est un repère qui prend comme origine le lieu de situation de l'observateur et comme plan de référence le plan de l'horizon astronomique.

- **L'azimut** : est l'angle entre le plan vertical contenant le rayon solaire et la direction sud. Il se compte de 0° à 360° à partir du sud dans le sens rétrograde.

- **La hauteur du soleil** : Elle correspond à l'angle formé par le vecteur directionnel du soleil et sa projection sur le plan horizontal, elle vaut 0° au lever et coucher du soleil et elle prend la valeur maximale à midi solaire.

I.5 Gisement solaire en Algérie ^[5]

Le gisement solaire est un ensemble de données décrivant l'évolution du rayonnement solaire disponible au cours d'une période donnée. Il est utilisé pour simuler le fonctionnement d'un système énergétique solaire et faire un dimensionnement le plus exact possible compte tenu de la demande à satisfaire.

Par sa situation géographique, l'Algérie dispose de l'un des gisements solaires les plus élevés au monde comme le montre dans la figure.

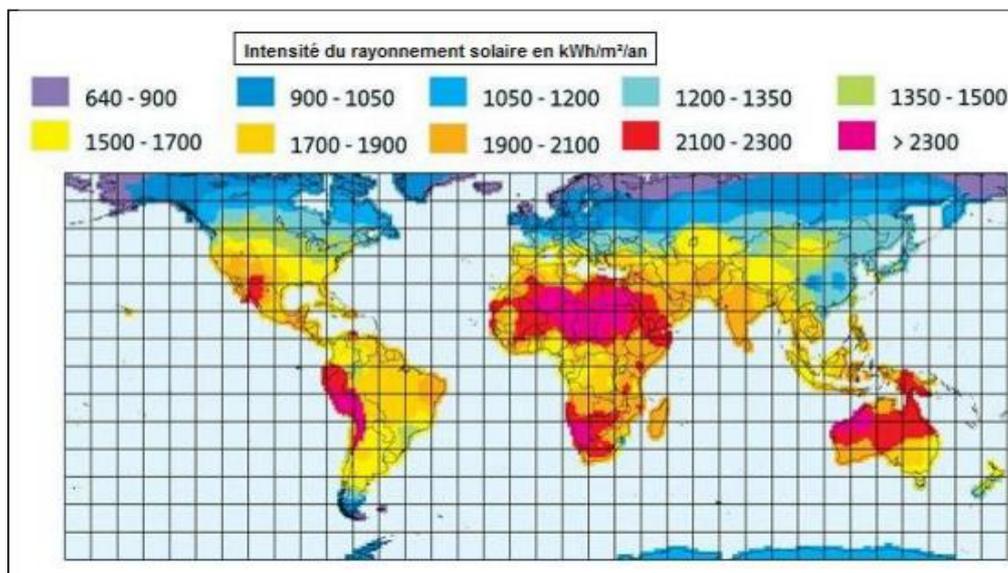


Figure (I-4) : Rayonnement solaire annuel dans le monde.

Le potentiel en énergie renouvelable le plus importants, en Algérie, c'est le solaire. Il est le plus important de tout le bassin méditerranéen :

- 169 440 TWh/AN/Téra 10^{12}
- 5000 fois la consommation algérienne en électricité.
- 60 fois la consommation de l'Europe des 15 (estimée à 3000 TWh/an).

La répartition du potentiel solaire par région climatique au niveau du territoire algérien est représentée dans le tableau (1.1) selon l'ensellement reçu annuellement :

[5]A, Mefti ; M, Y, bouroubi ; H, Mimouni, «Evaluation du potentiel énergétique Solaire» Bulletin des Energies Renouvelables, N°2, p 12, décembre. 2002

Tableau (I-1) : Ensoleillement reçu en Algérie par régions climatiques.

Régions	Régions côtière	Hauts plateaux	Sahara
Superficie	04	10	86
Durée moyenne d'ensoleillement h/an	2650	3000	3500
Energie moyenne reçu KWh/m ² /an	1700	1900	2650

I.6 Conclusion

Dans ce chapitre, on a présenté, le rayonnement solaire reçu au niveau de la terre, et sa position pour une quantité irradiation incident sur une surface considérée, on a défini quelques données astronomique nécessaire pour cette étude et on la fini avec le potentiel solaire en Algérie.

L'Algérie est un pays très vaste d'un climat très diversifie, ayant deux grandes zones géographiques distinctes, le nord méditerranéen et le sud saharien, peut devenir un bon concurrent dans cette course de recours aux énergies renouvelables.

Chapitre II :
ETUDE DE SYSTEME DE CHAUFFAGE
SOLAIRE

Chapitre II Etude de système de chauffage solaire

II.1 Introduction

L'énergie solaire est totalement gratuite et inépuisable. Les panneaux solaires thermiques installés dans le but de chauffer et produire l'eau chaude sanitaire solaire permettent de réaliser de belles économies : 40 à 70% des besoins d'un foyer.

Quels équipements ? Quel type peut assurer l'eau chaude sanitaire et chauffage à la fois ? Et comment il fonctionne ; sont des questions à répondre dans ce chapitre.

II.2 Système de chauffage solaire

II.2.1 Qu'est-ce que le chauffage solaire

C'est un mode de chauffage où la seule source de chaleur est l'énergie solaire.

Son principe consiste à transformer les calories du rayonnement solaire capté par des panneaux solaires qui peut être placé sur toiture ou dans un jardin pour alimenter des systèmes de chauffage.

II.2.2 Les composantes d'une installation de chauffage solaire

II.2.2.a Les capteurs solaires

a Description ^[6]

C'est la pièce maîtresse de notre installation solaire.

C'est un dispositif conçu pour recueillir l'énergie solaire transmise par rayonnement et la transférer à un fluide caloporteur (gaz ou liquide) sous forme de chaleur. Cette énergie thermique peut ensuite être utilisée pour le chauffage ou la production d'eau chaude. Un capteur solaire est constitué principalement de :

[6]https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Capteur_solaire_thermique

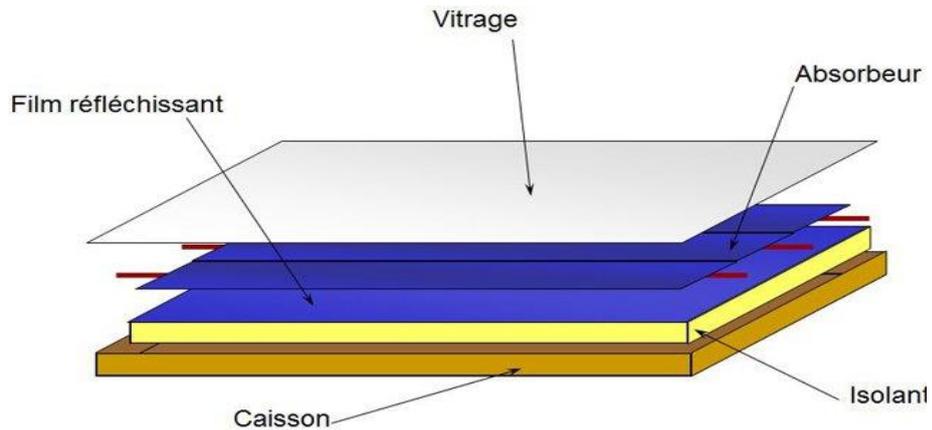


Figure (II-1) : Composantes d'un capteur plan vitré.

➤ **Un absorbeur** ^[7]

C'est l'élément important d'un capteur thermique, il convertit le rayonnement solaire qu'il absorbe en chaleur. Il se caractérise par deux paramètres :

- **Le facteur d'absorption solaire ou (absorptivité) :** le rapport du rayonnement lumineux absorbé par le rayonnement lumineux incident.
- **Le facteur d'émission infrarouge ou (émissivité) :** le rapport entre l'énergie rayonnée dans l'infrarouge lorsque l'absorbeur est chaud et celle qu'un corps noir rayonnerait à la même température.

Dans les applications de chauffage solaire, on cherche à obtenir le meilleur **rapport facteur d'absorption solaire/ facteur d'émission infrarouge**. Ce rapport est appelé **sélectivité**.

Le matériau constituant l'absorbeur est en règle générale en Cuivre ou Aluminium mais aussi parfois en matière plastique. Afin d'obtenir un meilleur rendement, certains systèmes sont donc constitués d'un revêtement particulier. Le tableau ci-dessous représente les propriétés de quelques matériaux utilisés comme absorbeur :

Tableau (II-1) : Caractéristiques des matériaux utilisées comme absorbeur.

Matériaux	absorptivité	émissivité	sélectivité	Température max
Black nickel	0.88 – 0.98	0.03 – 0.25	3.7 - 32	300°C
Graphitic films	0.876 – 0.92	0.025 – 0.061	14.4 – 36.8	250°C
Black Copper	0.97 – 0.98	0.02	48.5 - 49	250°C
Black chrome	0.95 – 0.97	0.09 – 0.30	3.2 – 10.8	350 – 425 °C

[7] http://fr.solarpedia.net/wiki/index.php?title=Capteur_solaire_plan

➤ **Le fluide caloporteur**

Permet d'évacuer la chaleur emmagasiner par l'absorbeur et de la transmettre vers la ou elle doit être consommée. Un fluide caloporteur doit prendre en compte les conditions suivantes :

- Etre chimiquement stable lorsqu'il atteint une forte température, en particulier lors de la stagnation du capteur.
- Possède des propriétés antigel en corrélation avec les conditions météorologiques locales.
- Posséder des propriétés anticorrosives selon la nature des matériaux présents dans le circuit capteur.
- Possède une chaleur spécifique et une conductivité thermique élevée afin de transporter efficacement la chaleur.
- Avoir une basse viscosité afin de faciliter la tâche de la pompe de circulation.
- Etre facilement disponible et bon marché.

Le bon compromis par rapport à ces critères est un mélange d'eau et de glycol. Mais Le fluide le plus utilisé est l'eau. Celui-ci peut être utilisé a des températures largement supérieur à 100°C (sous pression).il est bon marché, ne se décompose pas, possède la plus grande capacité calorifique de tous les corps et ne cout presque rien.

➤ **Le vitrage**

Permet de protéger l'intérieur de capteur contre les effets de l'environnement et d'améliorer le rendement du système par effet de serre.il doit posséder les propriétés suivantes :

- Réfléchit le rayonnement lumineux au minimum quel que soit son inclinaison.
- Absorber le rayonnement lumineux au minimum.
- Avoir une bonne isolation thermique en gardant le rayonnement infrarouge au maximum.
- Résister dans le temps aux effets de l'environnement pluie grêle rayonnement solaire...et aux grandes variations de température.

Les principaux vitrages utilisés pour les capteurs thermiques sont à base de verre non ferrugineux ou en verre acrylique, et souvent dotés d'un revêtement anti reflet.

➤ **Isolant thermique**

Permet de limiter les déperditions thermiques, sa caractéristique est le coefficient de conductivité, plus il est faible meilleur est l'isolant. Les principaux matériaux utilisés pour les captures sont :

Tableau (II-2) : Matériaux utilisés comme isolants.

Matériaux	Conductivité thermique
Laine de roche	0.032 – 0.040 W/m.k
Laine de verre	0.030 -0.040 W/m.k
Mousses de polyuréthane	0.022 – 0.030 W/m.k

Dans le cas des capteurs thermique vitrés, il est aussi intéressant de remplacer l'isolation entre la vitre et l'absorbeur par de l'air. En effet, l'air a un grand pouvoir d'isolation, il est ainsi utilisé dans le double vitrage. Toujours dans l'objectif d'obtenir le meilleur rendement, certains fabricants utilisent d'autres gaz.

Tableau (II-3) : Gaz utilisés comme isolants.

Gaz	Conductivité thermique à 283k, 1 bar
Air	0.0253 W/m.k
Argon	0.01684 W/m.k
xénon	0.00540 W/m.k

Lorsque cela est possible, on préférera même utiliser le vide.

b Type des captures : sont présenter en deux grandes familles^[8]

➤ Les capteurs solaires plans

Il est constitué d'une plaque solaire, aussi nommée l'absorbeur, et des tubes noirs en métal, d'un circuit caloporteur que l'on appelle aussi échangeur, et d'une isolation thermique performante située sur l'arrière et les côtés du coffre vitré.

[9]Guillaume Anies, Modélisation, simulation dynamique, validation expérimentale et optimisation énergétique d'une unité de rafraîchissement solaire par absorption, thèse doctorat, 28 Novembre 2011

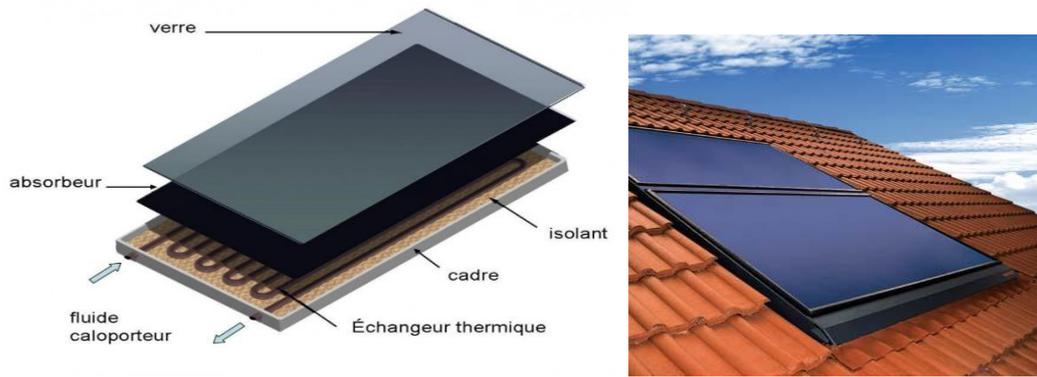


Figure (II-2) : Capteur solaire plan.

➤ Les capteurs solaires sous vide

Il est constitué de tubes de verre sous vide. À l'intérieur de ces tubes, d'un diamètre de 5 à 15 cm, se trouve un absorbeur doté d'un circuit hydraulique.

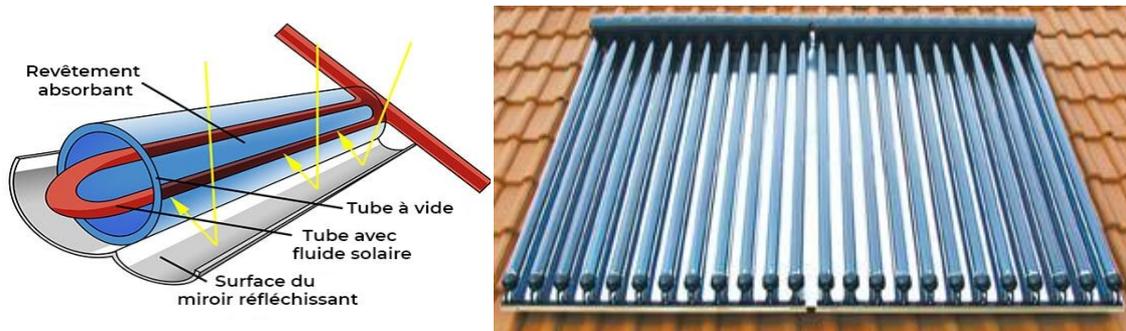


Figure (II-3) : Capteur solaire sous vide.

➤ Grandes différences entre le capteur plan et capter sous vide

- Le capteur sous vide, de par le vide qui est présent autour de l'absorbeur, sera moins influencé par la température extérieure par rapport au capteur plan qui, lui, sera en contact au travers de la vitre et du caisson avec la température extérieure.
- Les capteurs sous vide ont habituellement un rendement optique, inférieur aux capteurs plans mais des coefficients de pertes a_1 et a_2 inférieurs à ceux des capteurs plans.
- Un autre avantage des capteurs plans du type « Heath-pipe » est qu'il permet un arrêt d'installation quand la température devient trop élevée grâce au système caloduc. Cela permet d'éviter de monter trop haut en température dans l'installation solaire et de limiter ainsi l'usure des différents composants et du fluide caloporteur.
- Néanmoins, leur coût est nettement plus élevé par rapport à celui des capteurs plans. et ce type de capteur sera souvent conseillé :
 1. Quand on dispose d'une faible surface pour installer les capteurs.
 2. Quand il n'est pas possible de placer les capteurs en direction du sud (les bouteilles peuvent être légèrement inclinées afin de diriger les absorbeurs vers le Sud).

3. Quand les capteurs sont installés sur toits plats ou en façade (possibilité d'inclinaison des bouteilles permettant d'orienter les absorbeurs.

c Le montage

Les capteurs peuvent être installés de différentes manières :

➤ **montage en superposition de toiture (cas A)**

Dans ce cas, des pattes sont fixées directement sur la charpente du toit sur lesquels viennent se poser des guides et finalement les capteurs. Ce type de pose présente le gros avantage de ne pas toucher à l'étanchéité de la toiture : il faut juste enlever quelques tuiles le temps de fixer les pattes de support à la charpente et les remettre par après. Deux guides par capteur, attachés à ces supports (deux par guide), vont retenir le capteur.

➤ **montage intégré en toiture (cas B)**

Dans ce cas, les capteurs sont directement posés sur la charpente de la toiture et remplacent les tuiles. Différents accessoires permettent de garantir une étanchéité parfaite de la toiture.

➤ **montage sur toiture plate ou en terrasse (cas C)**

Quand aucune toiture n'est bien orientée ou quand la toiture est plate, des kits de montage permettent de disposer les capteurs sur la toiture plate ou en terrasse. Des profilés en aluminium permettent d'incliner facilement les capteurs à 45°. Les profilés sont fixés sur la toiture ou maintenues à l'aide de blocs d'un béton.

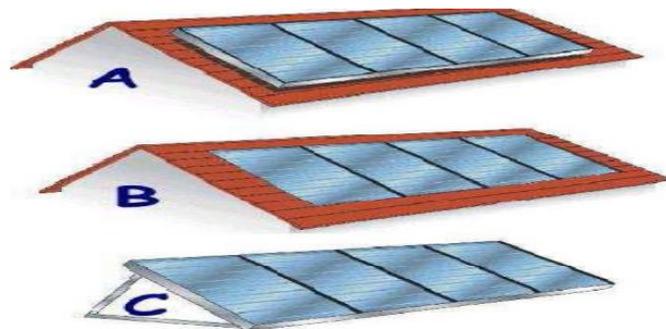


Figure (II-4) : Montage des capteurs.

II.2.2.b Ballon de stockage ^[9]

C'est un réservoir de stockage d'énergie thermique sous forme d'eau chaude dans les applications de chauffage et production d'eau chaude sanitaire.

Il est associé généralement par une chaudière, mais il est aussi possible qu'il y soit raccordé d'une pompe à chaleur, un plancher chauffant ou sur une installation solaire.

[9] Buscarlet C. et Caccavelli D. (2006) Suivi et évaluation énergétiques du plan soleil
Chauffé - eau solaires individuels, DD/ENR-035

Il est de forme cylindrique, il a comme aspect une cuve enrobée d'un isolant inoxydable et qui empêche les déperditions de chaleur vers l'extérieur. Il comporte à l'intérieur un serpentin par lequel l'échange de chaleur entre l'eau de la cuve et le réseau central de chauffage ou l'eau sanitaire s'effectue. Un autre serpentin est présent lorsque la chaudière fonctionne à l'énergie solaire. Le liquide caloporteur qui circule dans ce circuit récupère la chaleur récupérée par les panneaux solaires et la transmet ensuite au liquide du ballon. Lorsqu'il possède deux serpentins, alors l'eau située dans la zone supérieure chauffe rapidement pour accélérer la production d'eau chaude sanitaire et pour que la température de chauffage soit vite atteinte.

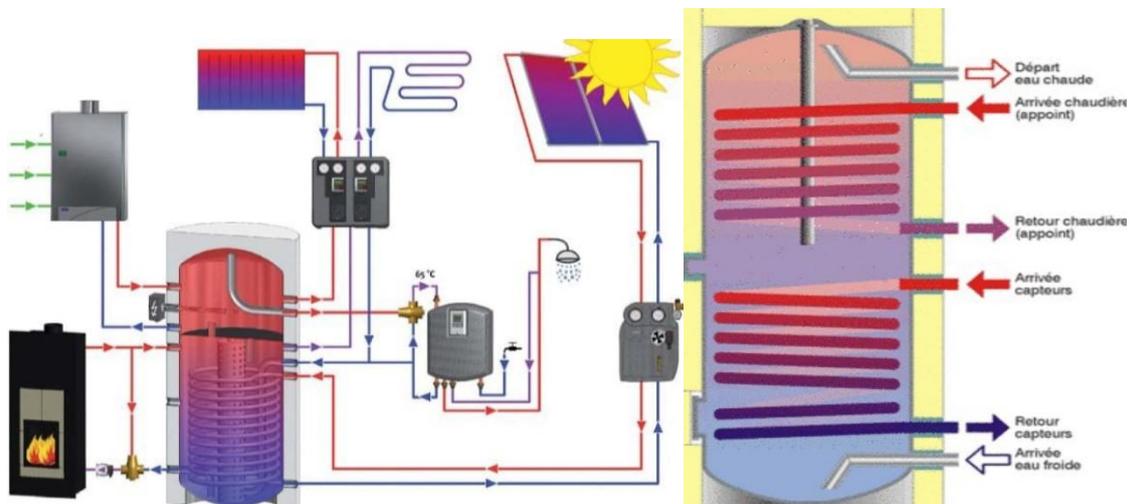


Figure (II-5) : Le stockage dans une installation de chauffage solaire.

II.2.2.c Un appoint^[10]

Un système d'appoint permet de pallier les insuffisances du rayonnement. Il peut être totalement indépendant de l'installation solaire : cheminée, poêle à bois, convecteurs électriques, etc.

Il peut aussi être couplé à la partie solaire de l'installation ou la régulation peut gérer la mise en route et l'arrêt de l'appoint, en fonction de l'ensoleillement, de la demande de chauffage ou d'eau chaude sanitaire. Dans ce cas on utilise une chaudière classique (fioul, bois, gaz, électrique).

Donc, on considère quatre positions du système d'appoint par rapport au stockage :

- Dans le stockage.
- En série avec le stockage.
- En parallèle avec le stockage.

[10] <https://panneau-solaire.ooreka.fr/astuce/voir/374527/chauffage-solaire-appoint-ou-seul>

- Complètement séparé du système solaire.

II.2.2.d La régulation électronique et le monitoring ^[11]

Dans une installation solaire thermique, une régulation minimale est afin de réguler le processus d'échange de chaleur entre le capteur et le réservoir de stockage. C'est pourquoi, dans tous les cas, une régulation différentielle est utilisée.

➤ La régulation différentielle

Le principe de base de la régulation d'une installation de production d'eau chaude sanitaire solaire est simple. Deux sondes sont nécessaires : une première sonde située dans les capteurs solaires, une autre sur le retour vers les capteurs à la sortie du ballon de stockage de l'eau sanitaire. Cette régulation est basée sur le principe d'un circuit intégré comparateur.

II.2.2.e Les tuyaux de raccordements

La nature des composants de la liaison entre le champ de capteurs et le stockage est importante. Plusieurs matériaux peuvent être utilisés : le polyamide, le PER (polyéthylène réticulé), le cuivre ou l'inox. Le choix, encore une fois, dépend de la solution technique envisagée et des performances globales du système.

II.2.3 Les différents systèmes de chauffage solaire ^[12]

II.2.3.a Chauffe-eau solaire

➤ la description

C'est un équipement de captage de l'énergie solaire destiné à fournir partiellement ou totalement de l'eau chaude sanitaire grâce à ses différents types capteur thermique.

L'équipement comprend des capteurs solaires placés le plus souvent en toiture et un ballon de stockage installée à l'intérieur du local ou en dehors près des capteurs. Pour relier capteur et ballon, une tuyauterie calorifugée assure la circulation d'un liquide primaire. et pour compléter le système on lui associe, selon les modèles, un échangeur intégré au ballon, une régulation, un circulateur et un dispositif de chauffage d'appoint.

➤ les types d'un chauffe-eau solaire

Il existe quatre grandes familles de chauffe-eau solaire.

- **Les chauffe-eau monoblocs**

[11] <https://www.nouvennergie.fr/e-formation/solaire-1/cesi/>

[12] <https://www.chauffage-energie-ecologique.com/le-chauffage-solaire/systemes-de-chauffage-solaire/>

Est le système le plus simple, car il n'est pas besoin de pompe. Le capteur thermique et le ballon forme un seul ensemble. L'eau sanitaire circule directement dans les capteurs thermiques, une fois chauffée, l'eau devient moins dense et monte dans le ballon situé légèrement au-dessus du capteur.

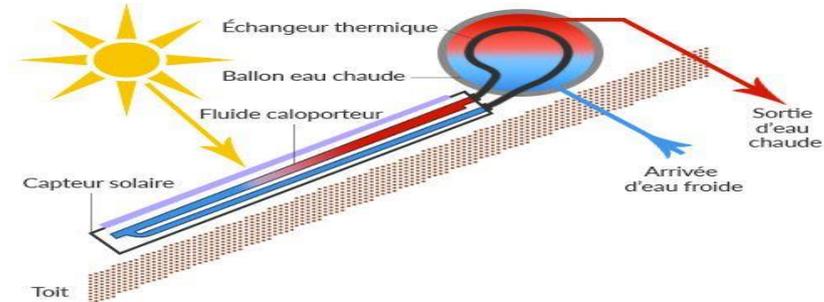


Figure (II-6) : Chauffe-eau monobloc.

- **Chauffe-eau a thermosiphon**

Reprend le même principe que le chauffe-eau monobloc à la différence que le ballon est séparé des capteurs thermiques. On peut alors installer le ballon à l'intérieur tant qu'il reste plus haut que les capteurs thermiques.

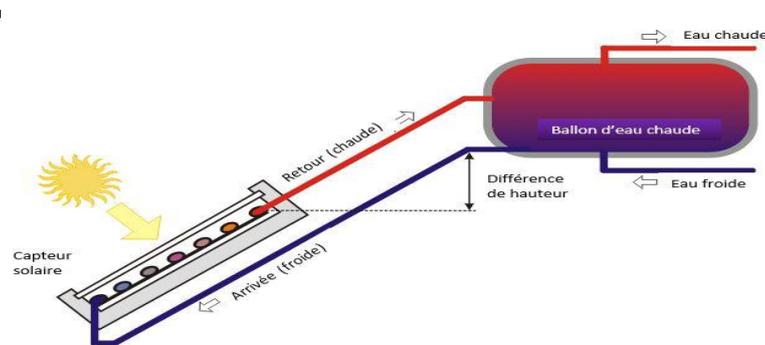


Figure (II-7) : Chauffe-eau a thermosiphon.

- **Chauffe-eau a circulation forcée**

Est doté de deux circuits permettant de réchauffer le fluide dans les panneaux et de transporter l'eau sanitaire vers les robinets.

La position du ballon par rapport aux panneaux n'a pas d'importance dans ce système.

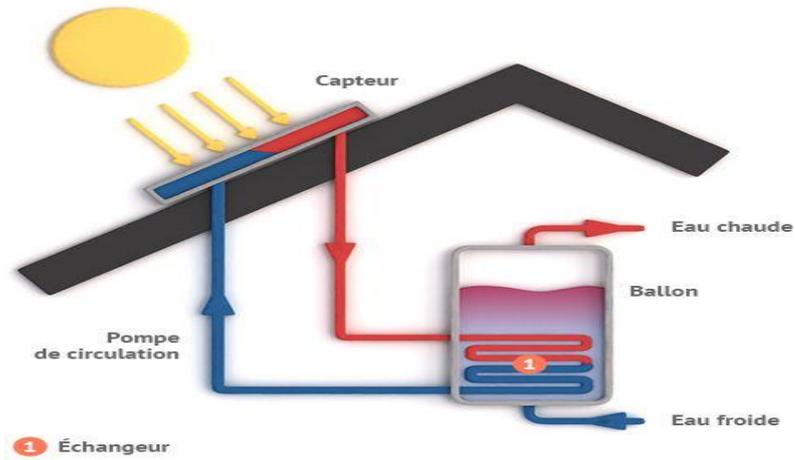


Figure (II-8) : Chauffe-eau a circulation.

- **Le chauffe-eau a auto vidange**

C'est une autre alternative pour éviter le risque de gel, elle consiste à vider les panneaux solaires en période de non utilisation. Dans ce cas, le ballon est toujours situé plus bas que les panneaux solaires. Dès que le soleil ne chauffe plus, la circulation entre les panneaux et le ballon s'arrête et le circuit se vide automatiquement.

Dès que l'ensoleillement reprend, la circulation se remet en route. Dans ce cas on utilise directement l'eau sanitaire dans le circuit.

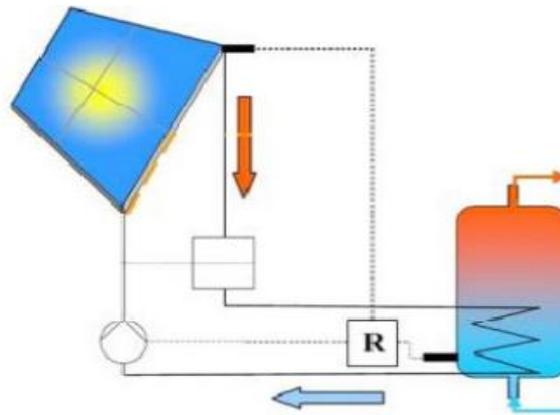


Figure (II-9) : Chauffe-eau a autovidange.

➤ **principe de fonctionnement**

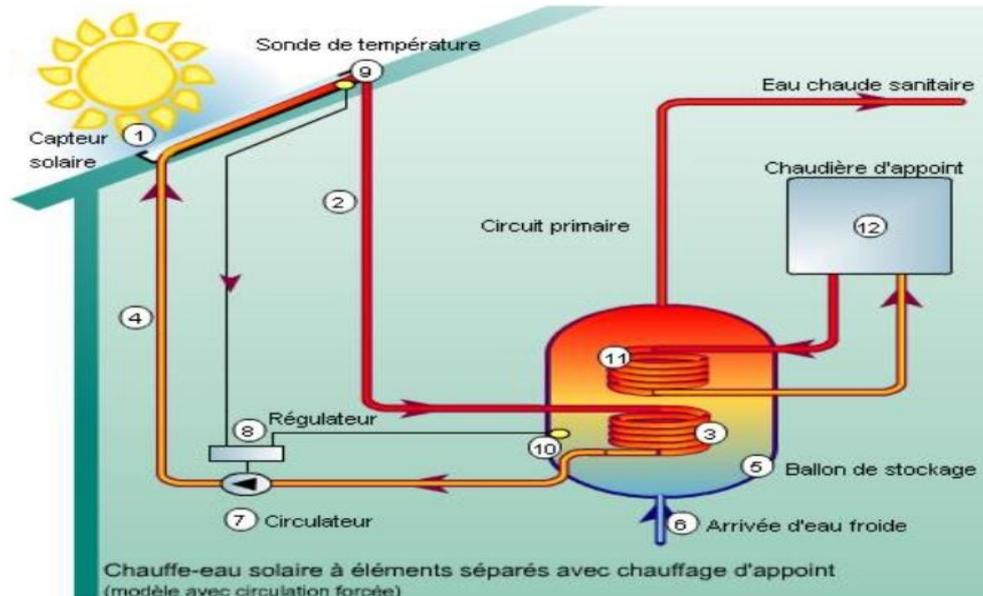


Figure (II-10) : Schéma général de fonctionnement d'un chauffe-eau solaire.

- le capteur solaire absorbe l'énergie des rayons du soleil et la restitue sous forme de chaleur, ce capteur est général placé sur le toit.
- Le circuit primaire transporte la chaleur, il est étanché, calorifugé et contient de l'eau additionnée d'antigel. Ce liquide s'échauffe en passant dans les tubes du capteur, et se dirige vers un ballon de stockage.
- L'échangeur thermique serpentin cède ses calories solaires à l'eau sanitaire.
- Le liquide refroidi, repart vers le capteur ou il est à nouveau chauffé tant que l'ensoleillement reste efficace.
- Le ballon de stockage remplace l'eau chaude soutirée, elle sera de nouveau réchauffer à son tour par le liquide de circuit primaire.
- Le circulateur met en mouvement le liquide caloporteur quand il est plus chaud que l'eau sanitaire du ballon.
- Son fonctionnement est commandé par un dispositif de régulation jouant sur les différences de températures : si la sonde du ballon est plus chaude que celle du capteur, la régulation couplée circulateur. sinon, le circulateur est remis en route et le liquide primaire réchauffe l'eau sanitaire du ballon.
- En hiver ou lors de longue période de mauvais temps, la totalité de la production d'eau chaude ne peut être assurée par cette énergie solaire, un dispositif d'appoint (résistance ou serpentin raccorde à une chaudière d'appoint) prend donc le relais et reconstitue un stock d'eau chaude.

II.2.3.b Système solaire combine(SSC)

➤ Description

C'est une installation qui permet de produire à la fois du chauffage et de l'eau chaude sanitaire grâce à l'énergie solaire.

Se compose d'un panneau solaire thermique et d'un ballon de stockage le tout et relié au système de chauffage central.

Tout comme le chauffe-eau solaire, un fluide caloporteur est chauffé grâce à des panneaux solaires thermiques. Ce fluide est ensuite retransmis via un échangeur thermique, jusqu'à l'eau contenu dans le ballon d'eau chaude. Pour le chauffage, ce même fluide caloporteur est injecté dans le circuit de chauffage central pour être diffusé aux radiateurs.

➤ **Les types du SSC**

1. Le système solaire combiné avec stockage de l'eau de chauffage en ballon

Ce système est basé sur le stockage de l'eau chaude solaire dans un réservoir afin de restituer la chaleur tout au long de la journée. Il est constitué de quatre principaux éléments :

- Des capteurs solaires thermiques identiques utilisés avec un chauffe-eau solaire. Ils reçoivent le rayonnement solaire et ainsi chauffe l'eau. Un réservoir tampon d'eau de chauffage de grande capacité (environ 700L) intégrant la production d'eau chaude sanitaire.
- Une chaudière raccordée au réservoir pour compléter le chauffage, si besoin.
- Un ensemble de régulation.
- Le fluide chauffé dans les capteurs passe dans un échangeur situé dans la partie basse du ballon de stockage. L'eau froide est réchauffée au contact de l'échangeur et lorsqu'il n'y a pas suffisamment d'ensoleillement, une sonde de température déclenche l'appoint.

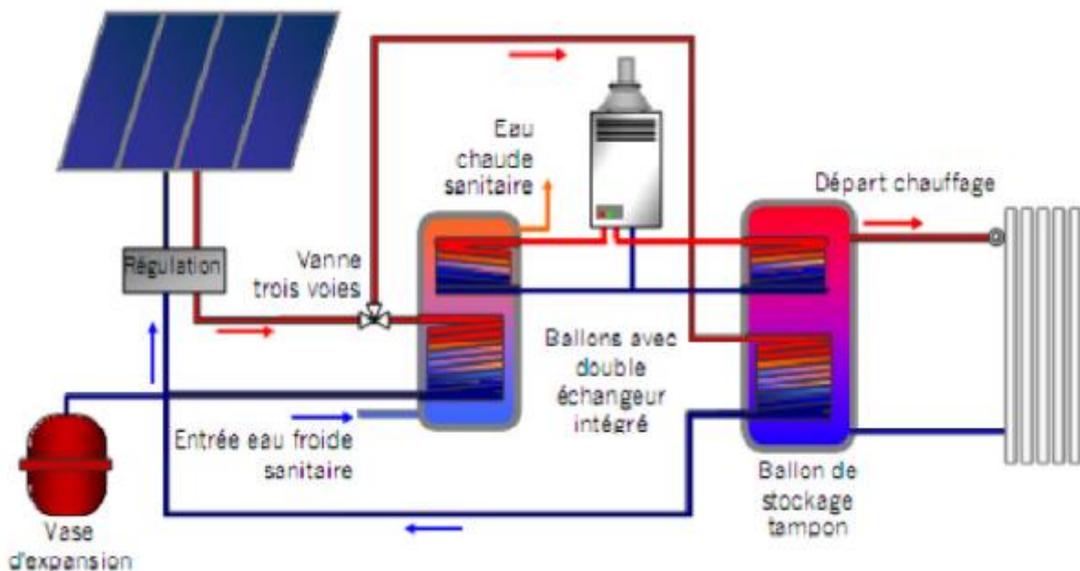


Figure (II-11) : Schéma de principe du chauffage solaire avec tampon.

2. Le plancher solaire direct (PSD)

Le principe de fonctionnement du plancher solaire direct est même que celui d'un SSC avec stockage, mais il n'utilise pas de réservoir tampon puisque c'est le plancher chauffant

qui sert de réservoir. L'inertie thermique de la dalle permet de restituer la nuit, la chaleur accumulée le jour. Un ballon autonome assure la production et le stockage de l'eau chaude sanitaire. L'appoint peut être intégré au système solaire et dans ce cas, le plancher chauffant ou les radiateurs servent à distribuer la chaleur complémentaire qui provient d'une résistance électrique ou d'une chaudière gaz ou fioul.

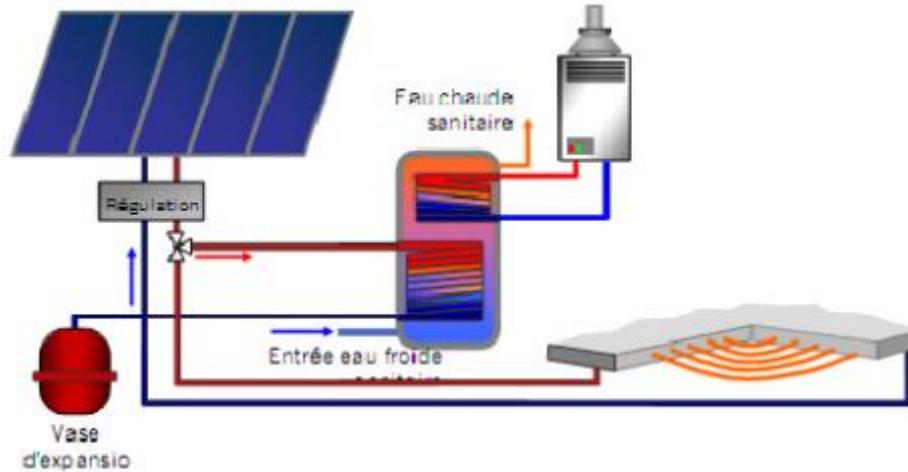


Figure (II-12) : Schéma de principe de l'installation solaire avec chauffage direct.

II.3 Conclusion

Les systèmes solaires combinés et les chauffe-eau solaires sont des systèmes thermiques actifs qui utilisent l'énergie du soleil, via un capteur solaire pour convertir une partie des besoins (eau chaude sanitaire, chauffage).

Le système de chauffage solaire permet habituellement de compléter les types de Chauffage de l'eau exploitant d'autres sources énergétiques (électricité, énergies fossiles, biomasse, etc.) ; dans certaines conditions il permet de les remplacer totalement.

Chapitre III :

Modélisation thermique dynamique

Chapitre III Modélisation thermique dynamique.

III.1 Introduction

Une étude thermique est une analyse de niveau de la performance énergétique du projet.

Concrètement, le but est de déterminer la potentielle consommation d'énergie de la future du bâtiment, selon les matériaux et les équipements choisis. L'étude thermique est donc effectuée à partir des plans de construction, car ils permettent d'avoir une idée précise de la configuration des parois, des surfaces et des apports solaires. Dans ce chapitre on va détailler ce sujet-là.

III.2 Présentation de cas d'étude :

III.2.1 Site étudié : Wilaya de Tissemsilt

Est une wilaya d'Algérie ; située dans l'ouest du pays. Avec une

Altitude : 930m

Longitude : 1.8127°

Latitude : 35.6082°

Elle est délimitée au nord, par la wilaya de Ain defla ; à l'ouest, par la wilaya de Relizan et wilaya de Chlef. À l'est, par la wilaya de Médéa, au sud par wilaya de Tiaret et wilaya de Djelfa.

Elle est caractérisée par un climat continental sec est froid en hiver et chaud en été.la pluviométrie varie entre 400 et 500 mm/an et la température entre 8° et 30°.

III.2.2 Données climatologiques

Les conditions climatologiques sont très variables en fonction des saisons. Ces conditions devront être prises en considération par les concepteurs et les constructeurs afin de définir les systèmes constructibles répondant à ces variables.

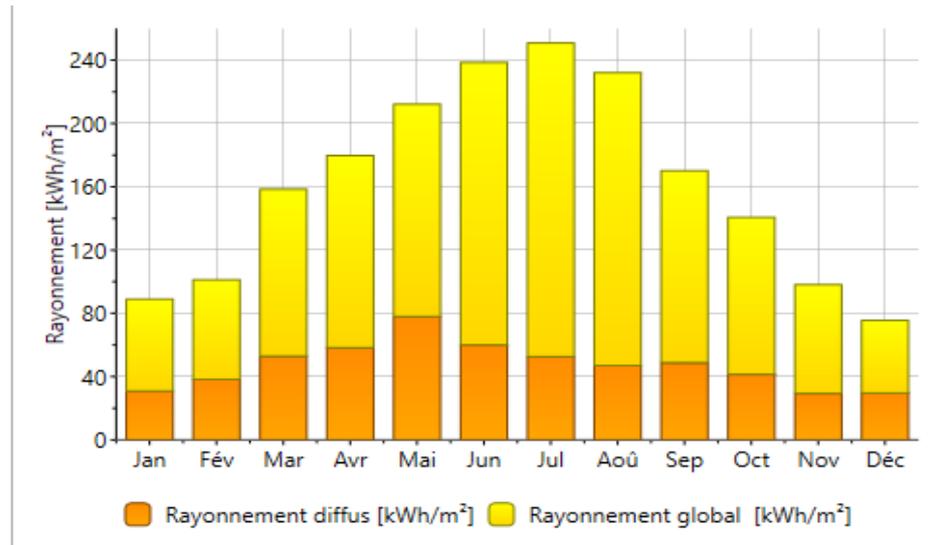


Figure (III-1): Rayonnement a TISSEMSILT. Source météoforme.

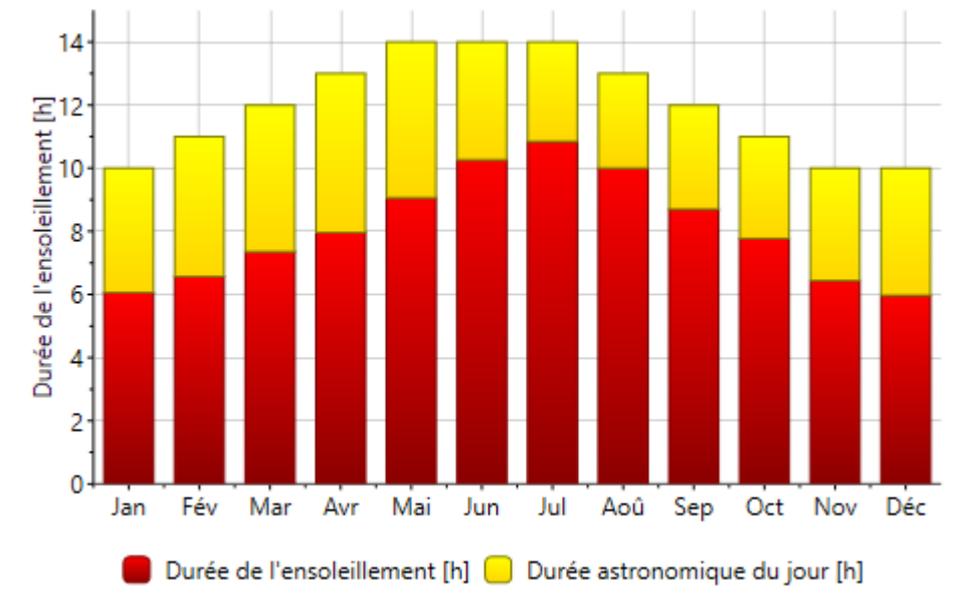


Figure (III-2) : Durée d'insolation à Tissemsilt, source météoforme.

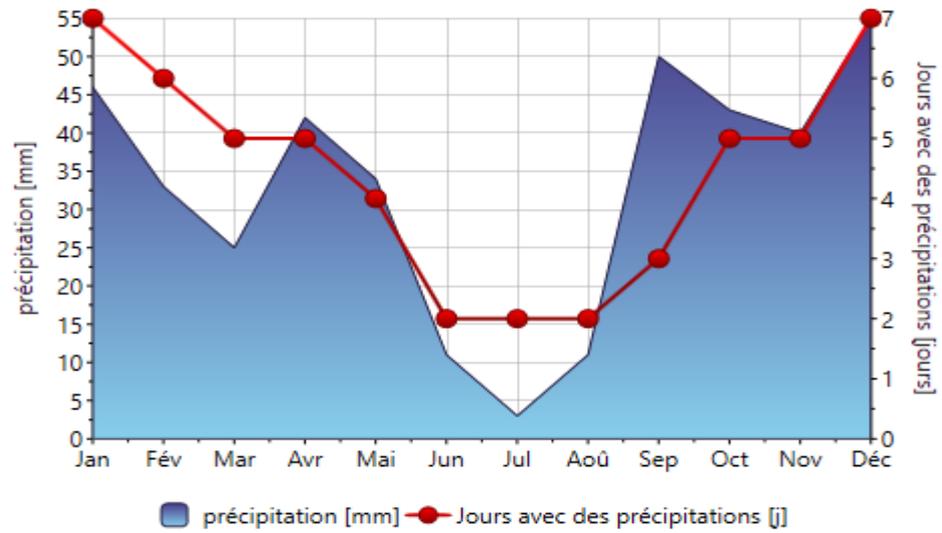


Figure III-3 : Précipitation a Tissemsilt. Source météoorme.

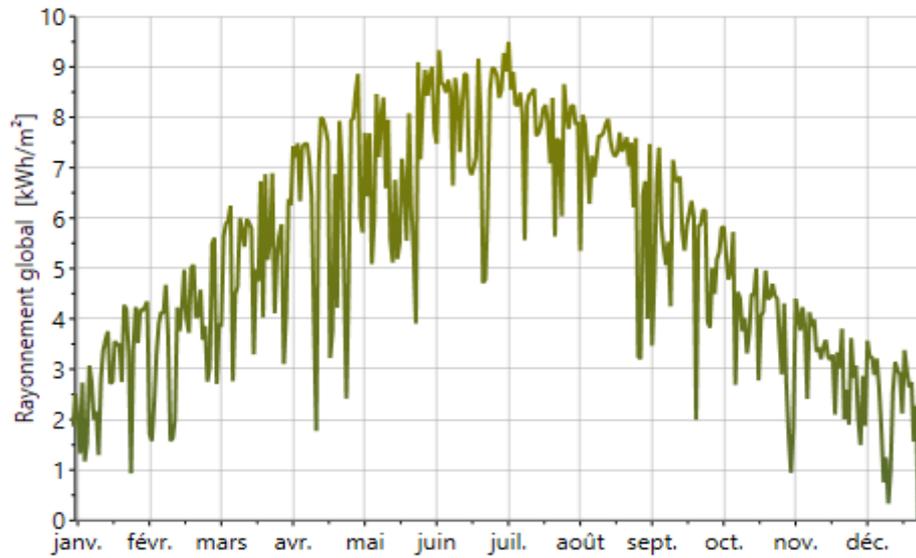


Figure (III-4) : Rayonnement global journalier à Tissemsilt. Source météoorme.

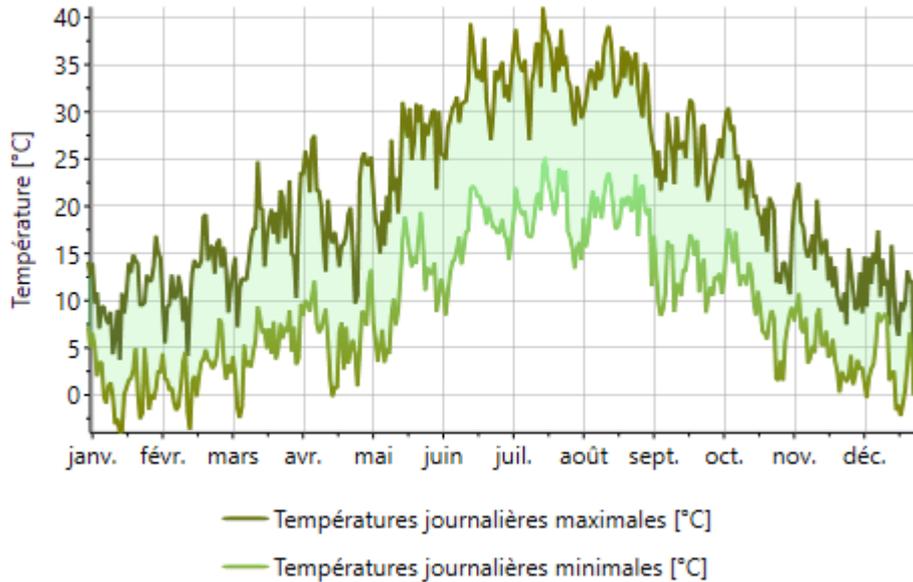


Figure (III-5) : Température journalière a Tissemsilt. Source météoorme.

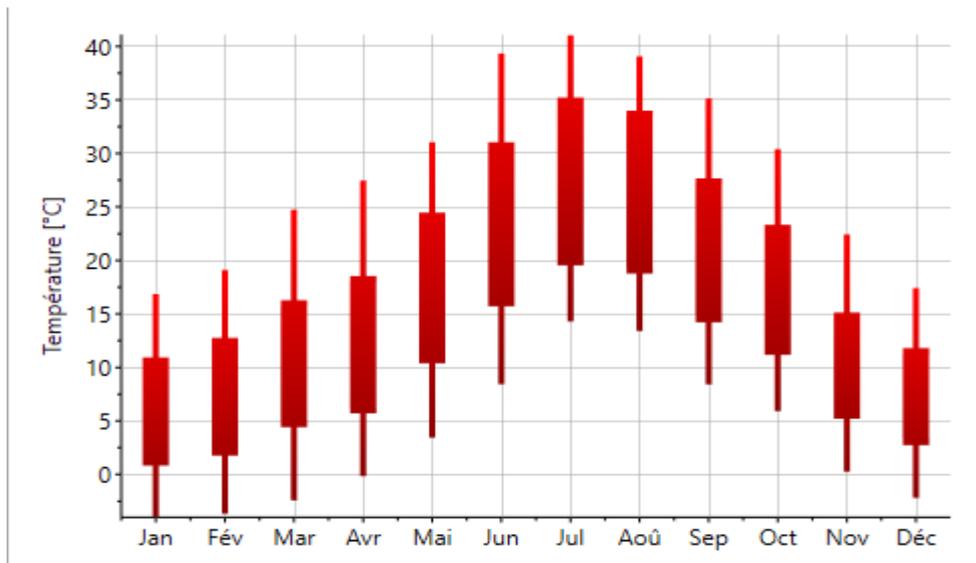


Figure (III-6) : la température en °C à Tissemsilt, source Météoorme.

D'après les graphes et les histogrammes, on remarque que ce site a une température basse de 2°C c'est la température la plus faible dans la période hivernal et 18°C est la température maximal dans la même période par contre dans la période estival la température la plus basse est de 19°C et la température maximal est de 41°C donc on dit que Tissemsilt a une période hivernal très froide et une période estivale chaude.

III.2.3 Description de l'établissement

➤ L'organisation de l'hôpital :

Tableau (III-1) : Organisation de l'hôpital.

<i>Etage</i>	<i>Surface m²</i>	<i>Pièces</i>
<i>Sous-sol</i>	884.93	<ul style="list-style-type: none"> • Local technique groupe électrogène. • Salle technique hémodialyse. • La morgue. • Espace parking.
<i>RDC</i>	809.59	<ul style="list-style-type: none"> • Réception. • Observation. • Salle d'attente. • IRM • TDM • Salle de RX. • Salle de soin. • Labo.
<i>étage 1</i>	809.59	<ul style="list-style-type: none"> • Chambres de malades. • Nurserie. • Pharmacie. • Dépôt de ligne. • Office alimentaire. • Salle de soin.
<i>Etage 2</i>	809.59	<ul style="list-style-type: none"> • Blocs opératoires. • SSPI. • Chambre de préparation de malade. • Chambres de garde gynécologue. • Chambre de préparation de césarienne. • Néonatalogie. • Bloc d'accouchement.
<i>Etage 3</i>	809.59	<ul style="list-style-type: none"> • Chambre des médecins. • Lavage et décontamination. • Réception et tri de ligne. • Repassage et stockage. • Bureau de responsable. • Local technique chaufferie.

Notre étude est focalisée sur le 1^{er} étage.

III.3 Simulation thermique dynamique

III.3.1 Définition de la simulation thermique dynamique ^[13]

La STDest une étude qui permet d’analyser le comportement thermique d’un bâtiment au pas de temps horaire ou a un pas de temps inferieur,sur une année entière.

Le calcul tient compte :

- Des paramètres environnementaux (donnes météorologique, apports solaires, altitude, masques proches tels des bâtiments ou des arbres).
- De la composition de l’enveloppe (inertie du bâtiment, transmission thermique des parois).
- De l’usage du bâtiment(occupation, température de consigne, apports internes).

III.3.2 Présentation de la méthode de simulation

La simulation est faite à partir des logiciels suivant :

- **COMFIE-PLEIADES^[14]**:est un logiciel d’aide à la conception énergétique des bâtiments. COMFIES est le moteur de calcul qui permet de simuler le comportement de différentes zones thermiques d’un bâtiment en régime dynamique.il permet par exemple, de simuler le comportement d’une serre, de détecter d’éventuelles surchauffes d’été ou de bien comprendre l’influence d’une ventilation sur le confort thermique, ainsi, permettre de déterminer les besoins de chauffage et de climatisation.

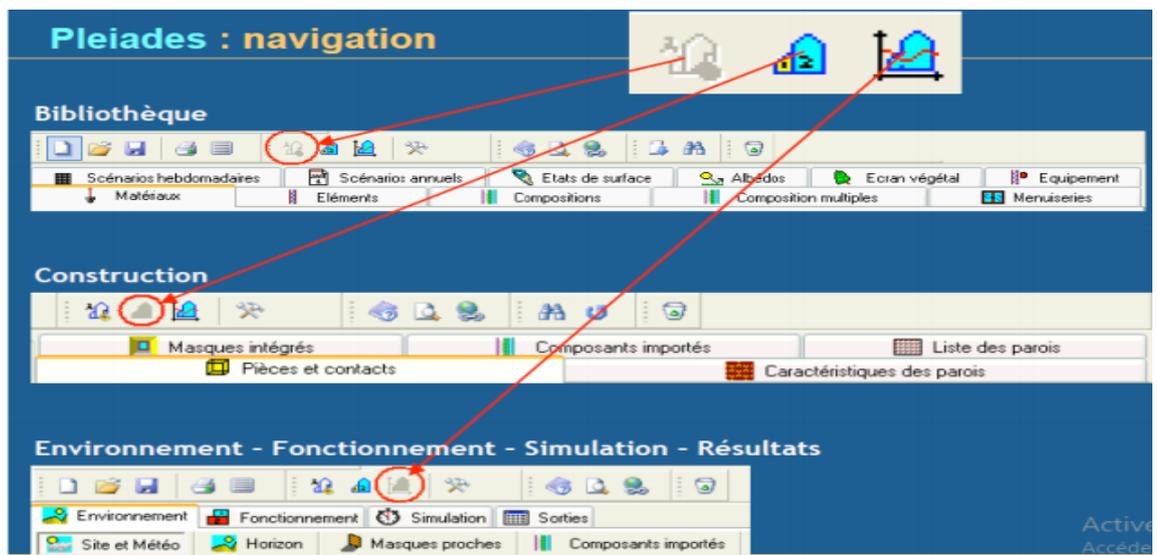


Figure (III-7) : Interface pléiades.

[13]<https://www.izuba.fr/logiciels/outils-logiciels/std-comfie/>.

[14]<https://www.izuba.fr/logiciels/outils-logiciels/std-comfie/>

- **Le premier module** : celui de la bibliothèque, il permet de définir l'ensemble des paramètres utiles à la définition d'un modèle de bâtiment : élément de bâtiment, d'environnement, équipement, scénarios d'usage .il est structure autour d'une série d'onglets :

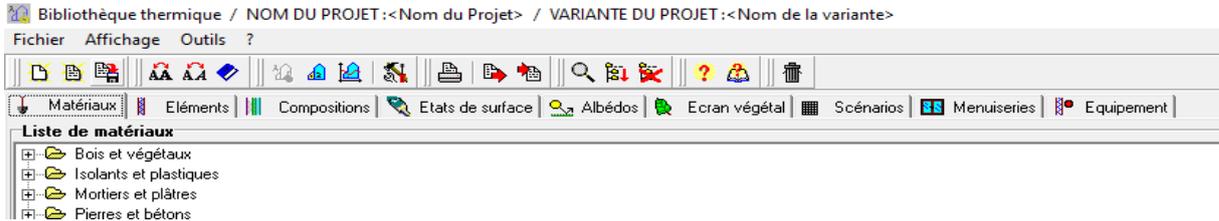


Figure (III-8) : Bibliothèque pléiades.

Ces composantes sont présentées en bibliothèque sous forme de liste :

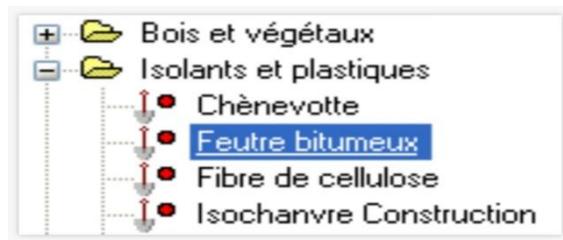


Figure (III-9) : Liste des matériaux.

- **Le second module** :est celui des constructions et permet de lister et caractériser les parois (onglets liste des parois, caractéristique des parois), les composants importés, ou définir les masques occultant les ouvrants (onglets masques intégrés).
- **Le module environnement, fonctionnement, simulation, résultats** : est utilisé en fin de projet lorsque les simulations sont lancées. Ce module permet de choisir les conditions météo (sites et météo du lieu d'implantation du bâtiment, les masques autour du bâtiment(immeubles, collines...) masque proches, de retrouver les composants ou paroi créés dans le module construction et importés vers le projet en cours de lancer des simulations ou de visualiser les résultats de ces calculs.
- **ALCYONE^[15]** : à permet la modélisation architecturale de l'ensemble du bâtiment et la caractérisation des différentes matériaux utilisées.

[15]https://docs.izuba.fr/fr/index.php/Informations_g%C3%A9n%C3%A9rales_sur_Alcyone

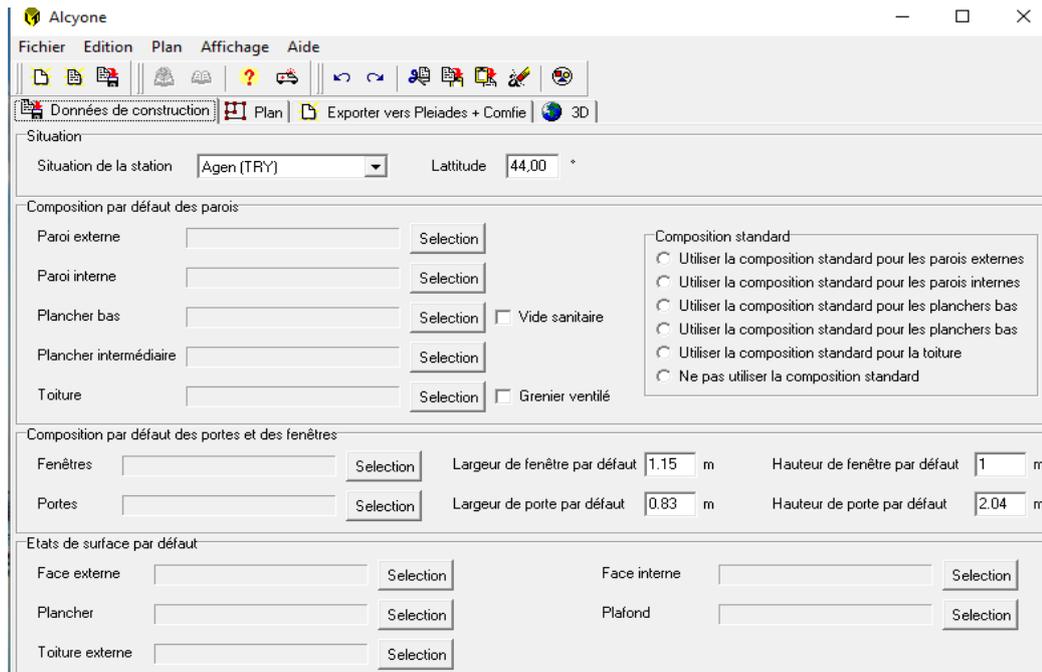


Figure (III-10) : Interface alcyon.

- **METEONORM** : est une référence complète météorologique. Il vous donne accès à des données météorologiques pour diverses applications pour n'importe quel endroit dans le monde.

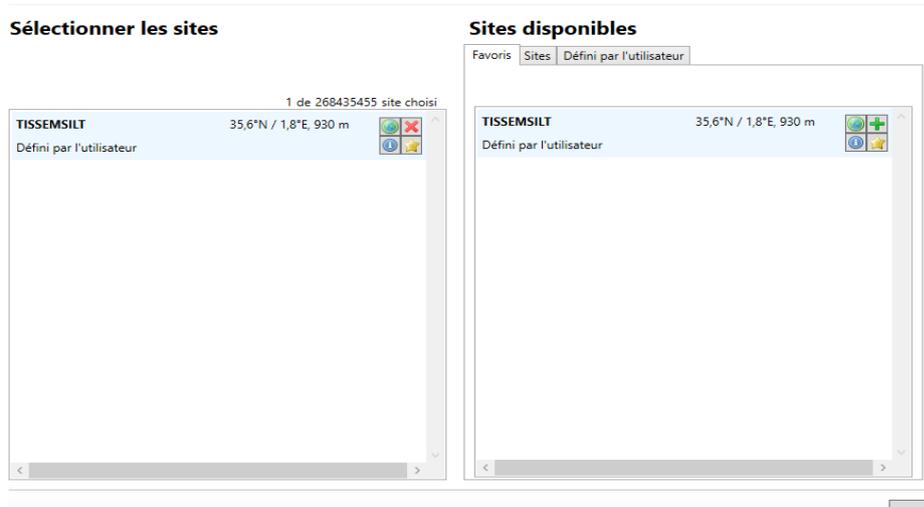


Figure (III-11) : Interface météonorme.

III.3.3 Processus d'application des logiciels

III.3.3.a Création d'un fichier météorologique sur Météonorme

Information sur le site ✕

Information générale

Nom	<input type="text" value="TISSEMSILT"/>		
Catégorie	<input type="text" value="Défini par l'utilisateur"/>		
Coordonnées	<input type="text" value="35,6082"/> °N Lat	<input type="text" value="1,8127"/> °E Lon	<input type="text" value="WGS84"/>
Altitude	<input type="text" value="930"/> m a.s.l.		
Fuseau horaire	<input type="text" value="1"/> TUC		
Référence de temps	<input type="text" value="-30"/> min		
Situation	<input type="text" value="Situation ouverte"/>		

© OpenStreetMap - Map data ©2022 OpenStr

Détails

Ceci est un site défini par l'utilisateur

Figure (III-12) : Création de la station.

Sélectionner les sites

1 de 268435455 site choisi

TISSEMSILT 35,6°N / 1,8°E, 930 m   

Défini par l'utilisateur

Sites disponibles

Favoris Sites Défini par l'utilisateur

TISSEMSILT 35,6°N / 1,8°E, 930 m   

Défini par l'utilisateur

Figure (III-13) : La sélection du site.

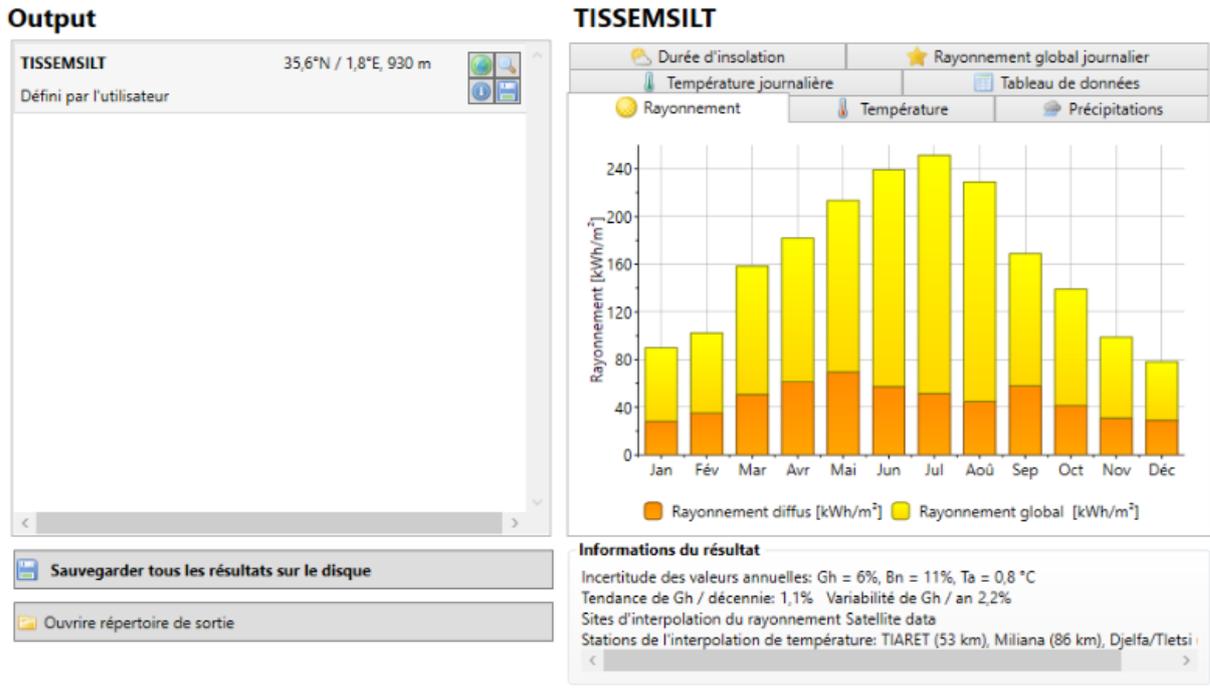


Figure (III-14) : La sauvegarde des résultats.

III.3.3.b Création des éléments constructifs sous PLEIADES

Caractéristiques de la composition

Classe: Murs

Nom: mur extérieur

Complément:

Origine:

Composants	T	cm	kg/m ²	λ	R
mortier de ciment	M	2.5	55	1.40	0.02
brique creuse de 15 cm	E	15.0	100	0.48	0.31
Lame d'air de 5 cm	E	5.0	0	0.31	0.16
Brique creuse de 10 cm	E	10.0	69	0.48	0.21
Enduit plâtre	M	2.5	38	0.35	0.07
Total		35.0	262		0.77

Extérieur
↓
Intérieur

Figure (III-15) : Mur extérieur.

Caractéristiques de la composition

Classe

Nom

Complément

Origine

Composants	T	cm	kg/m ²	λ	R
Enduit plâtre	M	2.0	30	0.35	0.06
Brique creuse de 10 cm	E	10.0	69	0.48	0.21
Enduit plâtre	M	2.0	30	0.35	0.06
Total		14.0	129		0.33

Extérieur

↓

Intérieur

Figure (III-16) : Mur intérieure.

Caractéristiques de la composition

Classe

Nom

Complément

Origine

Composants	T	cm	kg/m ²	λ	R
Carrelage	M	2.5	58	1.70	0.01
Mortier	M	2.5	50	1.15	0.02
lit de sable	M	2.5	33	0.60	0.04
Hourdis de 16 en béton	E	16.0	208	1.23	0.13
Brique creuse de 10 cm	E	10.0	69	0.48	0.21
Enduit plâtre	M	1.5	23	0.35	0.04
Total		35.0	441		0.45

Extérieur

↓

Intérieur

Figure (III-17) : Plancher intermédiaire.

Caractéristiques du vitrage

Classe Fenêtres

Nom Fen PVC DV 4.12.4

Complément ..

Origine Ouvrage "Conception Thermique de l'Habitat"+ règles TH-

Nombre de vitrages 2 Vitrages

Facteur solaire moyen 0.57

Changer les caractéristiques

Coeff U moyen 2.47 W/(m2.K)

% de vitrage 70 %

Vitrage

Facteur solaire 0.81

Coeff U Vitrage 2.80 W/(m2.K)

Cadre

Coeff U Opaque 1.70 W/(m2.K)

Figure (III-18) : Caractéristique de la fenêtre PVC.

Caractéristiques du vitrage

Classe Portes

Nom Porte bois intérieure

Complément donnant sur local non chauffé

Origine Règles ThK

Nombre de vitrages Opaque

Facteur solaire moyen 0.00

Changer les caractéristiques

Coeff U moyen 5.00 W/(m2.K)

% de vitrage 0 %

Vitrage

Facteur solaire 0.00

Coeff U Vitrage 3.50 W/(m2.K)

Cadre

Coeff U Opaque 5.00 W/(m2.K)

(Figure III-19) : Caractéristique de porte bois intérieur.

III.3.3.c Identification de la station météorologique

Cette étape permet d'utiliser les paramètres météorologiques du site d'étude.

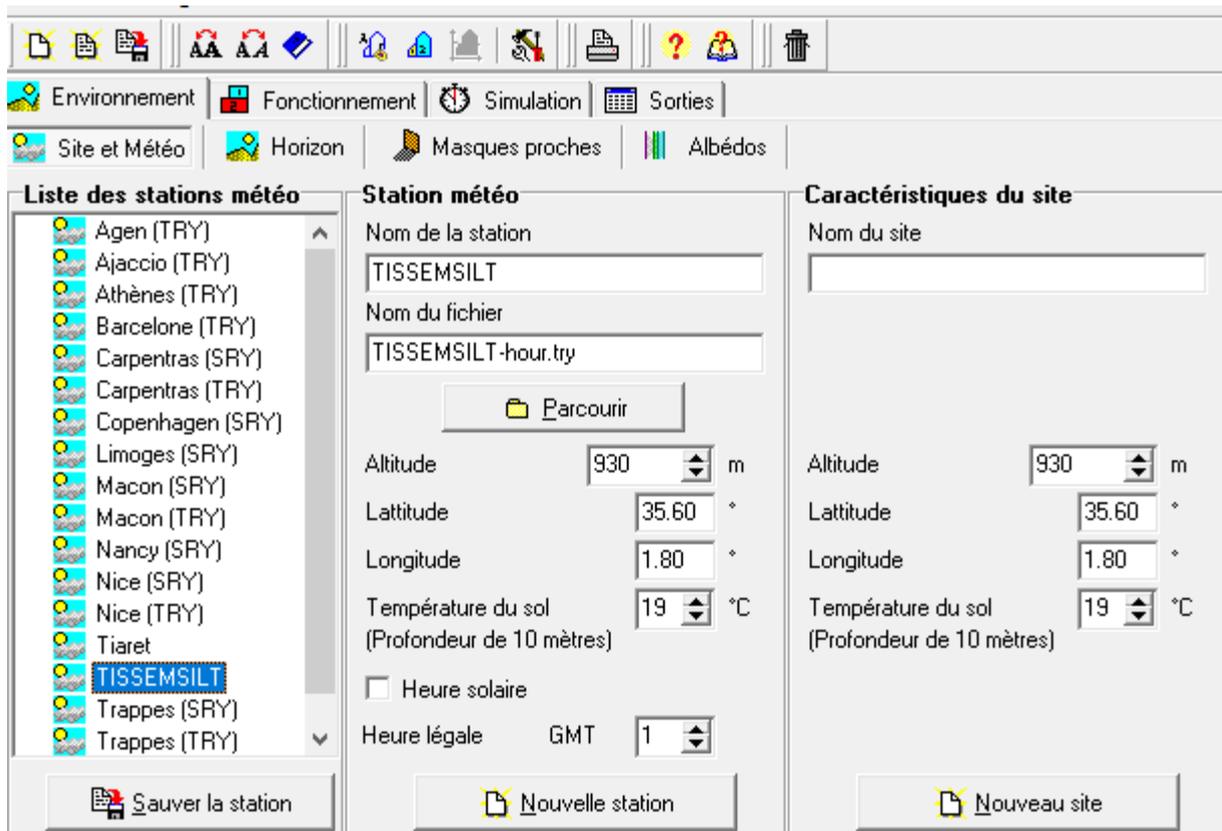


Figure (III-20) : Identification de la station météorologique sous pléiades et comfie.

III.3.3.d Dessin du plan sous alcyon

- Définition des paramètres constructifs sous alcyon

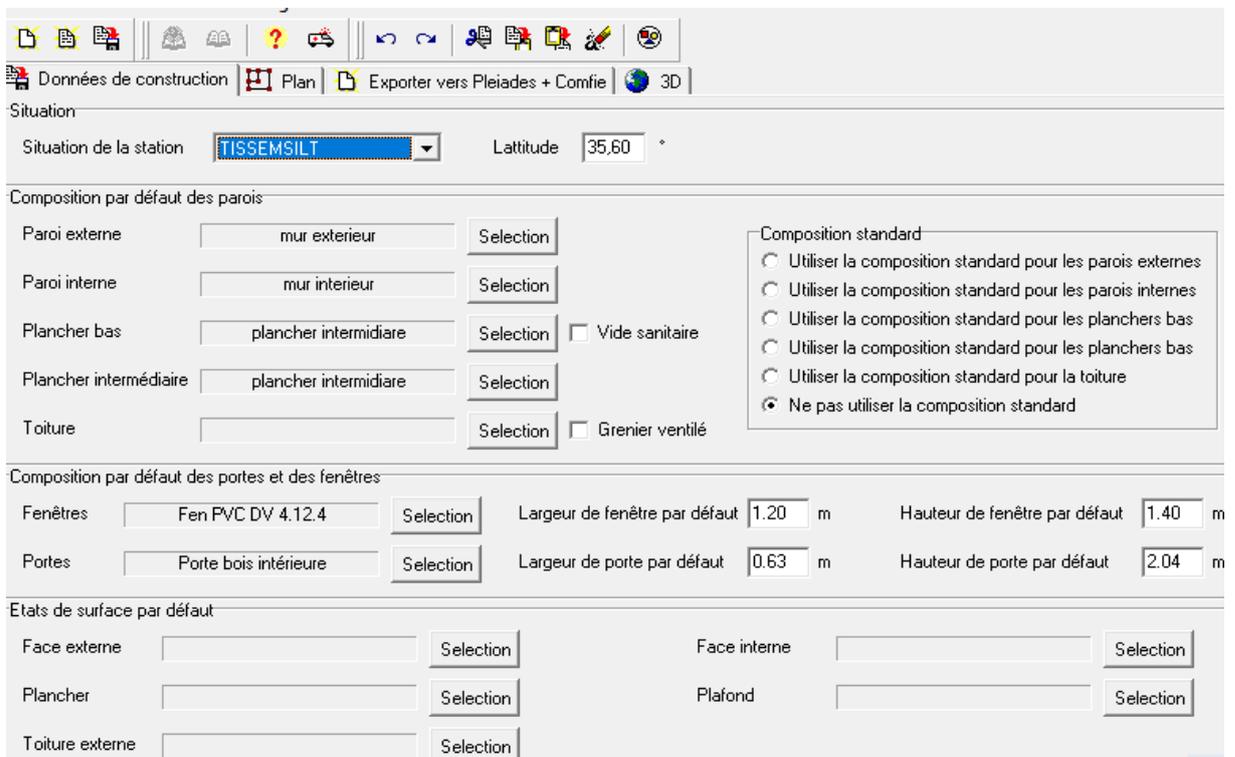


Figure (III-21) : Insertion des éléments constructifs sous Alcyon.

- Dessin du plan.

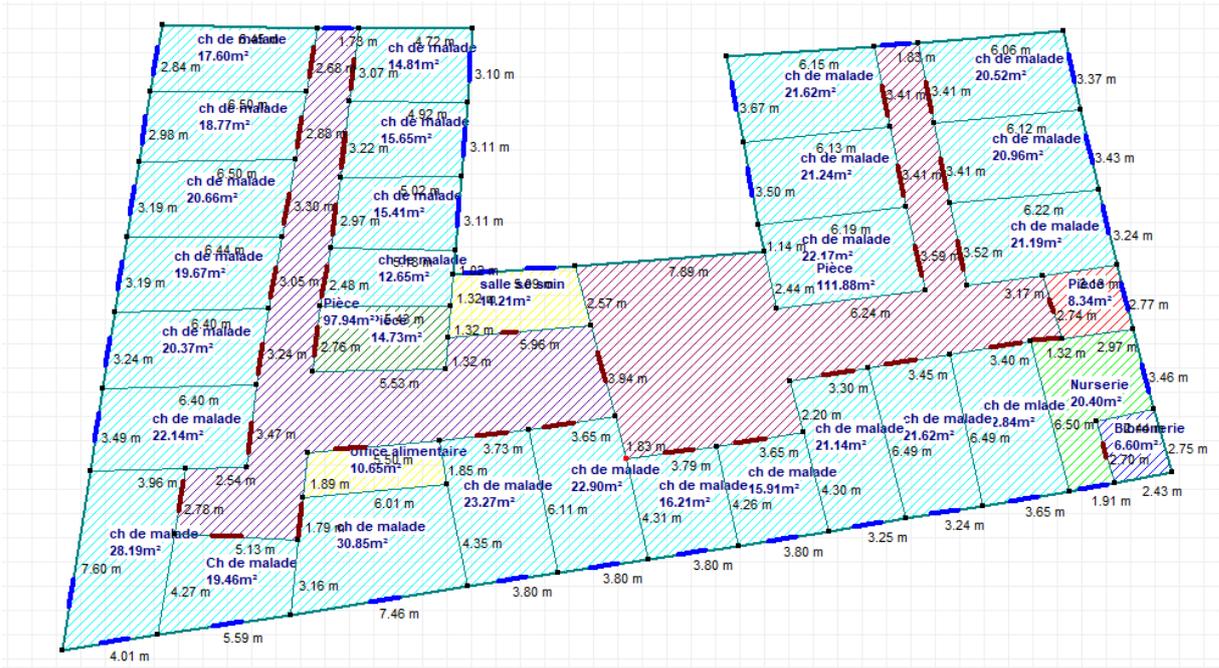


Figure (III-22) : Plan du 1er étage sous alcyon.

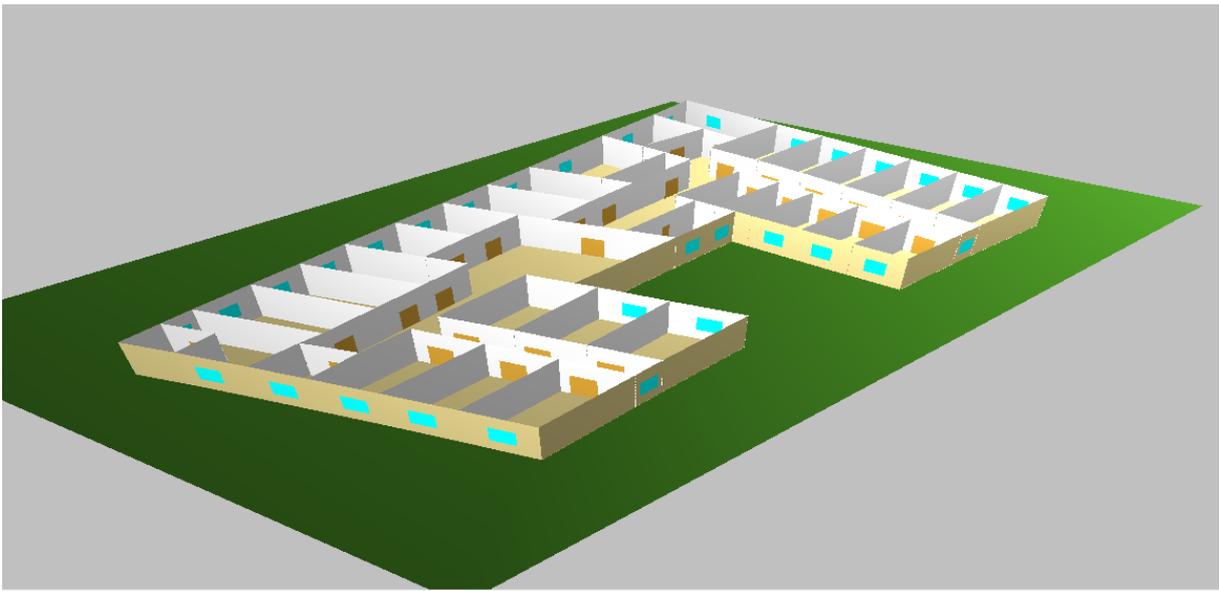


Figure (III-23) : Plan du 1^{er} étage en 3D sous Alcyon.

- Exporter vers pléiades.

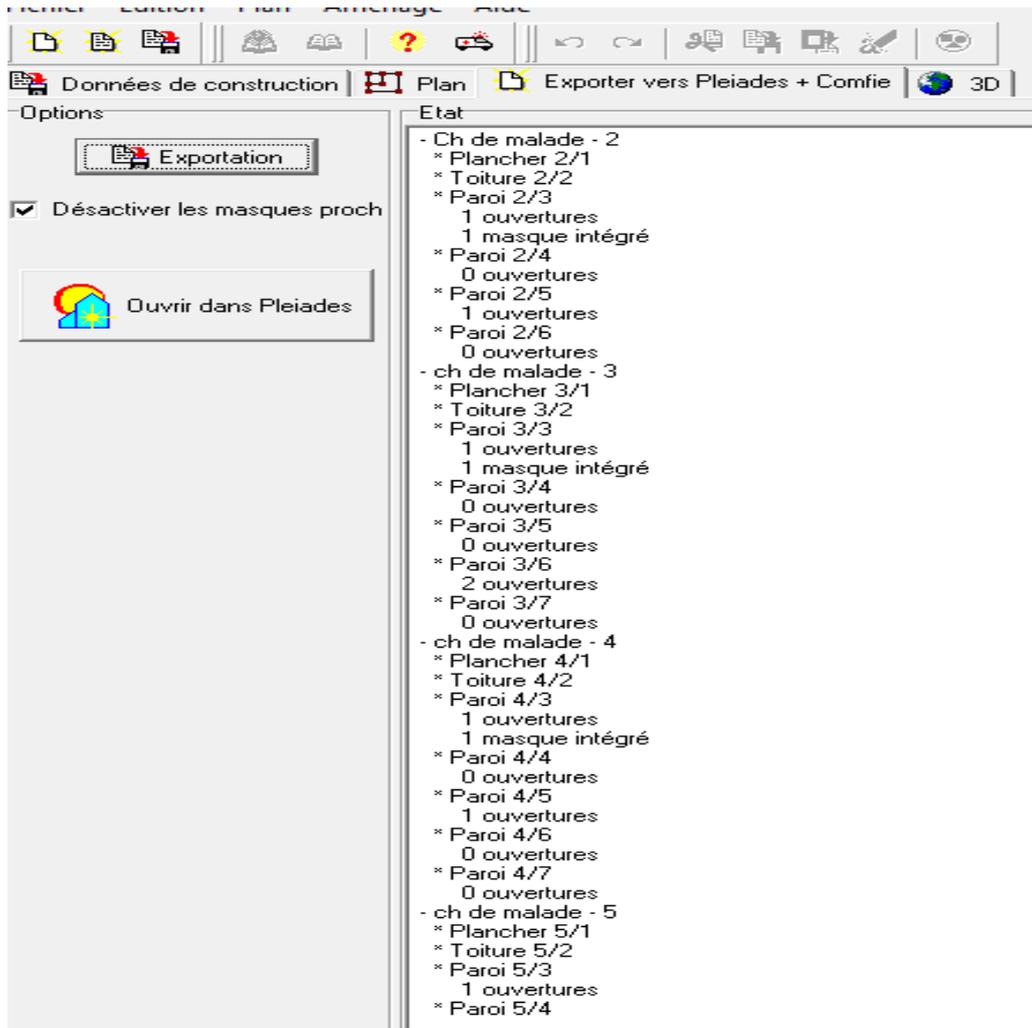


Figure (III-24) : Exportation du plan vers péliades.

III.3.3.e Définition des scénarios^[16]

Sur pléiades, la partie gauche de l'écran présente la liste des scénarios présents en bibliothèque. Rangé dans une structure arbore soente.

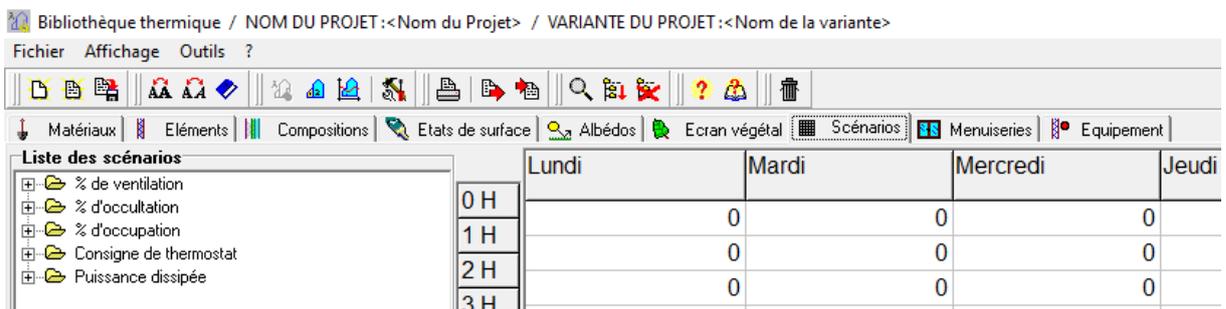


Figure (III-25) : Liste des scénarios dans la bibliothèque pléiades.

On effectuée 3 types de scenarios :

[16] <https://www.izuba.fr/logiciels/outils-logiciels/std-comfie/>.

- 1) **Scénario ventilation** :afin de garantir le confort on introduisant de l’air neuf dans les différentes zones. ce scénario peut servir de consigne pour une ventilation extérieure ou ventilation intérieure.

Il est caractériser par un débit nominal et une modulation de ce débit par un pourcentage.la modulation peut éventuellement être supérieure à 100%(cas d’une surventilation).

Il faut renseigner le débit nominal en m^3/h en **vol/h**(taux de renouvellement d’air).

Une valeur en **vol/h** permet d’adapter le débit en fonction du volume des zones thermiques auquel il sera affecté.

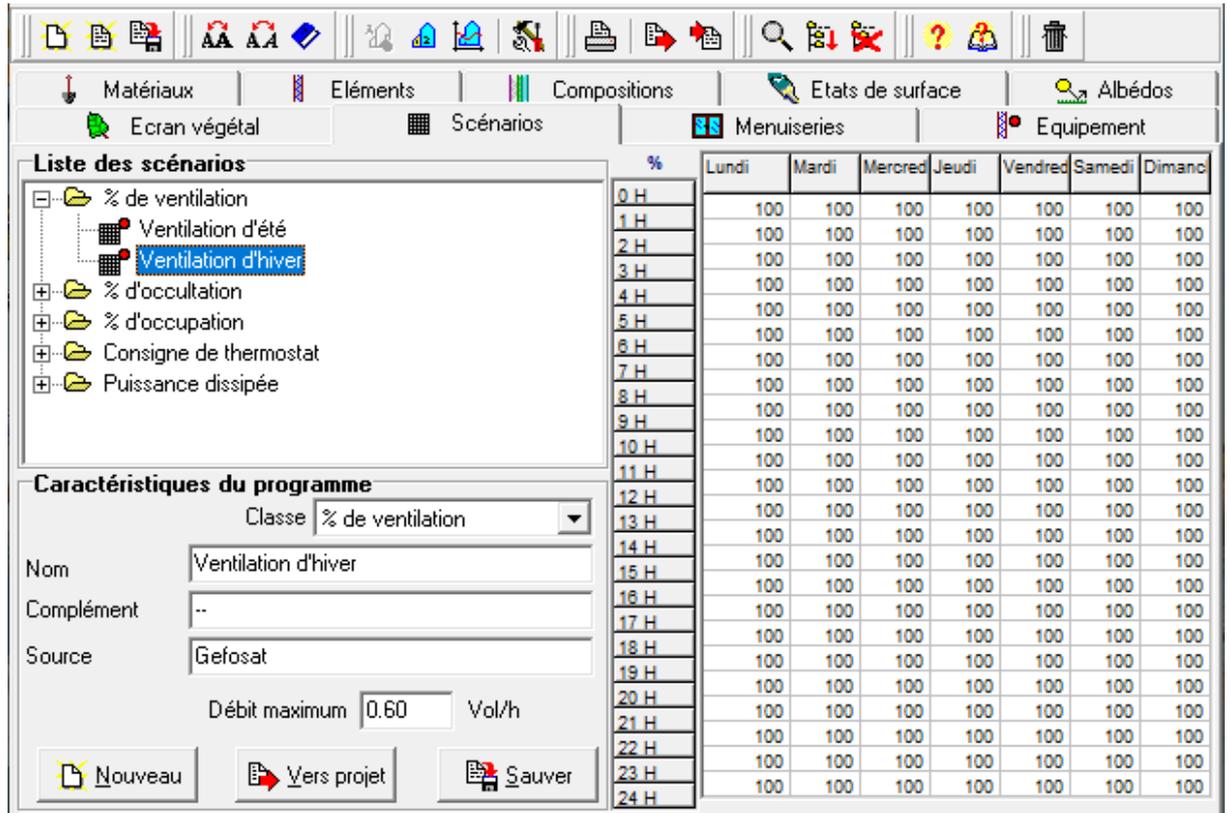


Figure (III-26) : Scénario de ventilation : ventilation d’hiver.

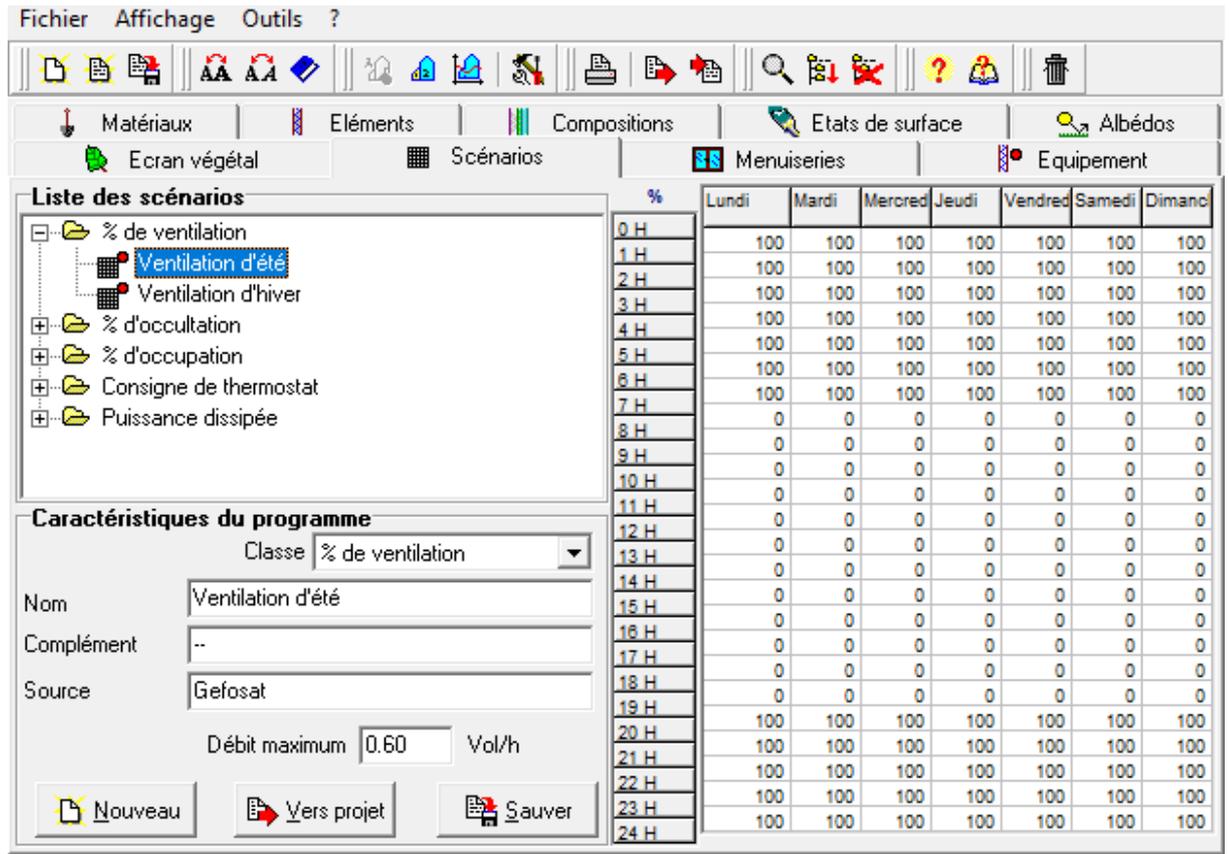


Figure (III-27) : Scenario de ventilation : ventilation d'été.

- 2) **Scenario d'occupation** : permettent de définir le nombre d'occupants a une heure donnée de la semaine. le but de ce scénario est de déterminer les apports internes produits par les occupants de l'espace étudié.

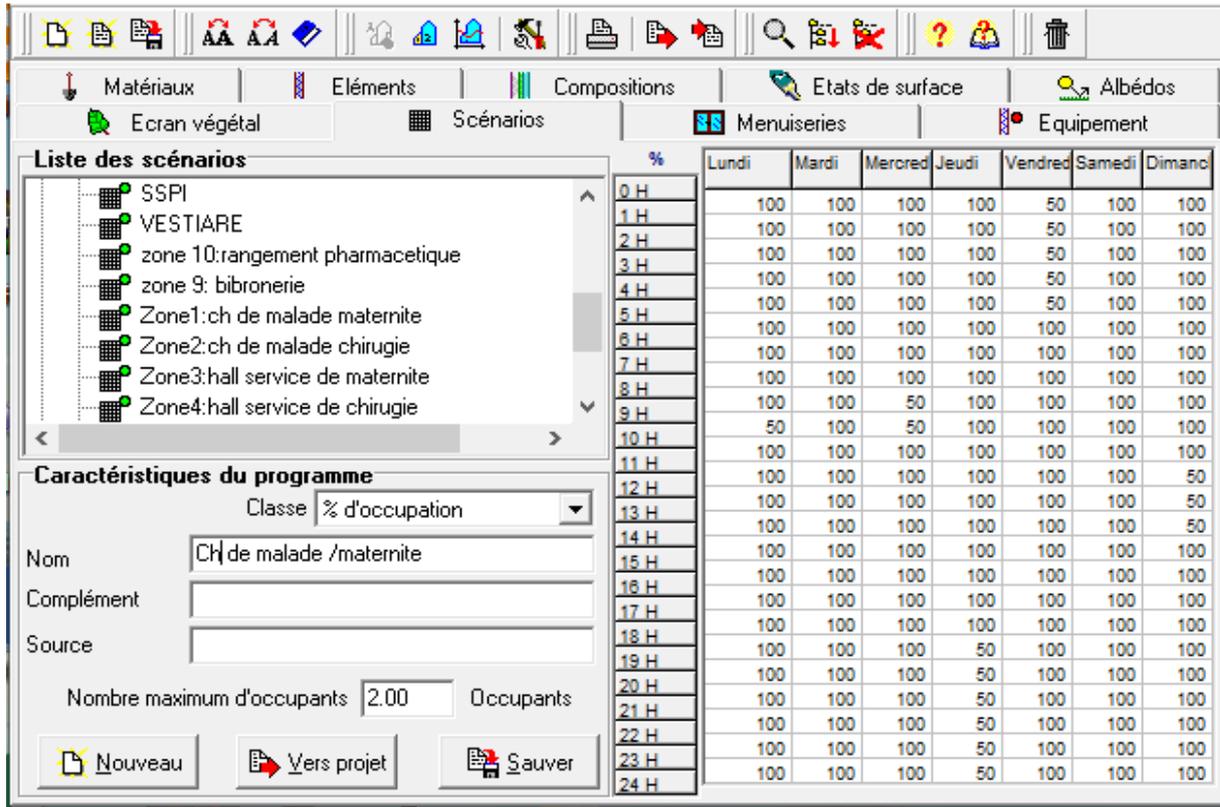


Figure (III-28) : Scénario d'occupation dans les Chambres de malade /maternité.

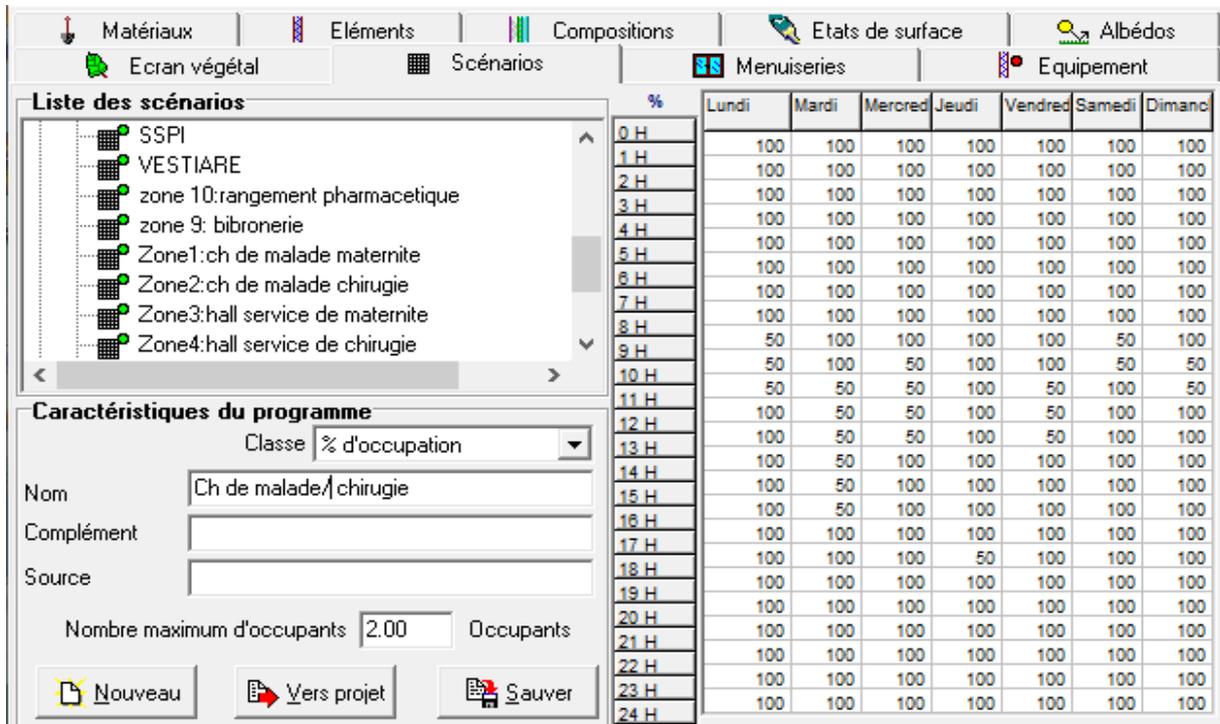


Figure (III-29) : scénario d'occupation dans leschambres de malade/ chirurgie.

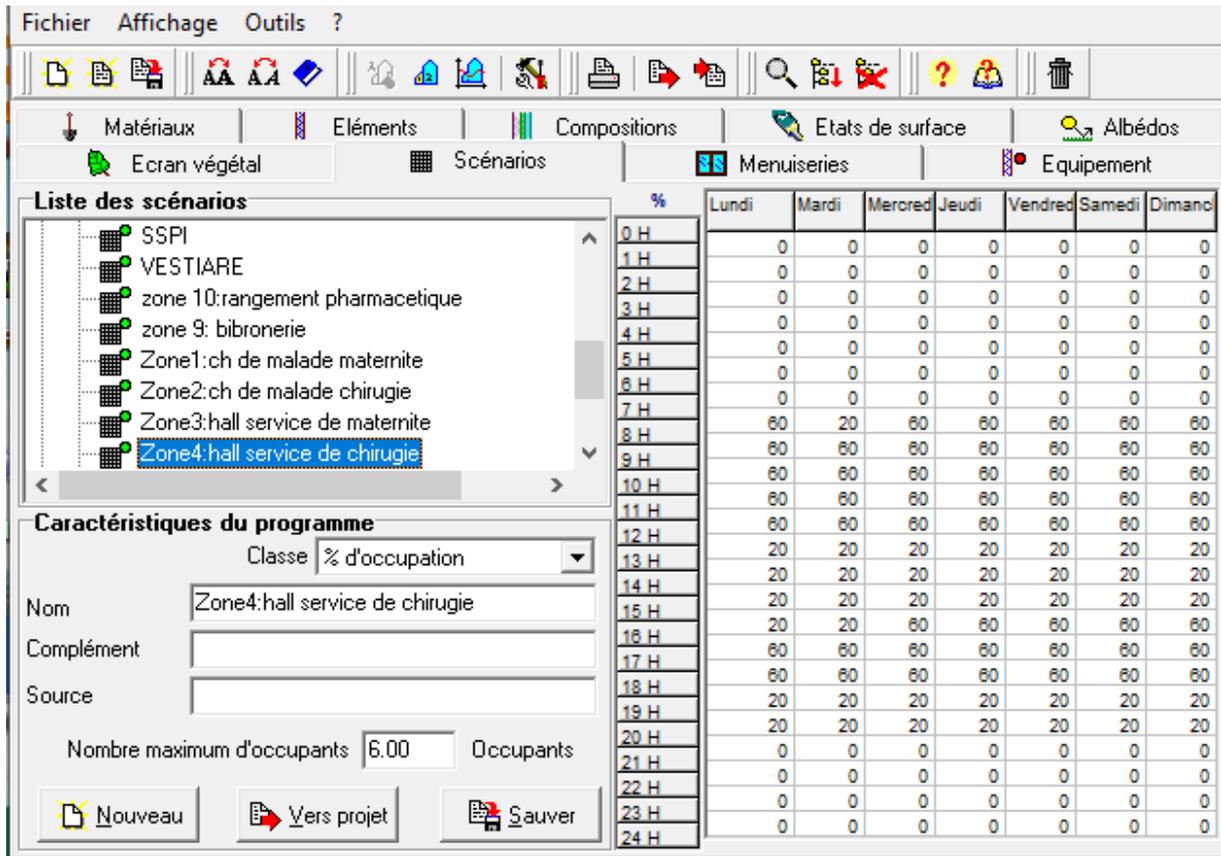


Figure (III-30) : scénario d'occupation dans Hall chirurgie.

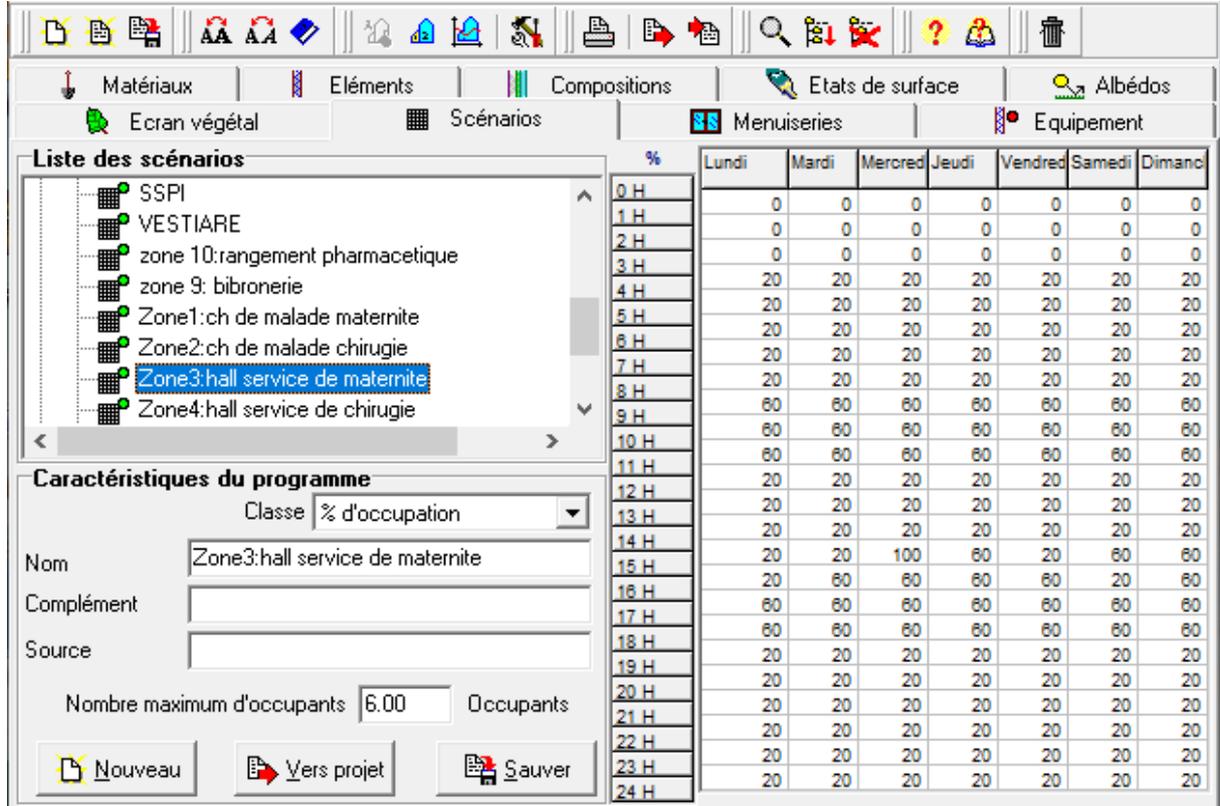


Figure (III-31): scénario d'occupation dans Hall maternité.

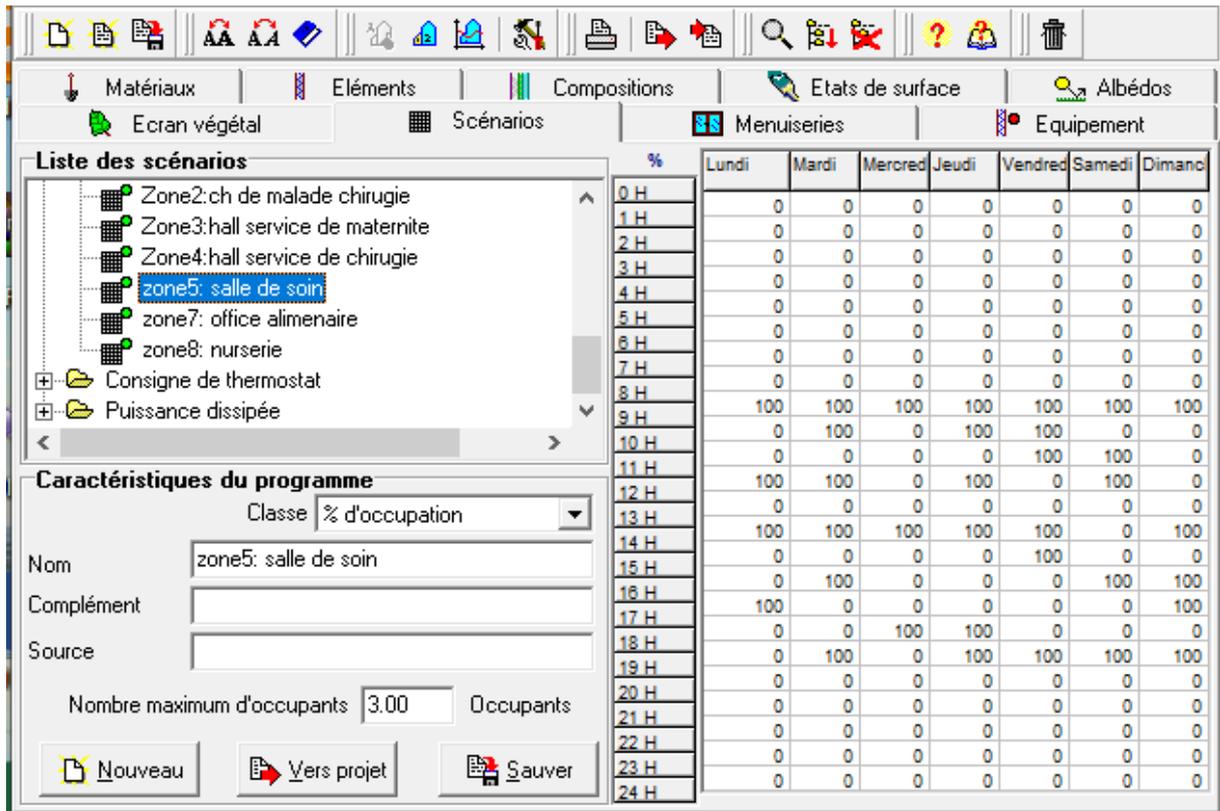


Figure (III-32): scénario d'occupation dans lasalle de soin.

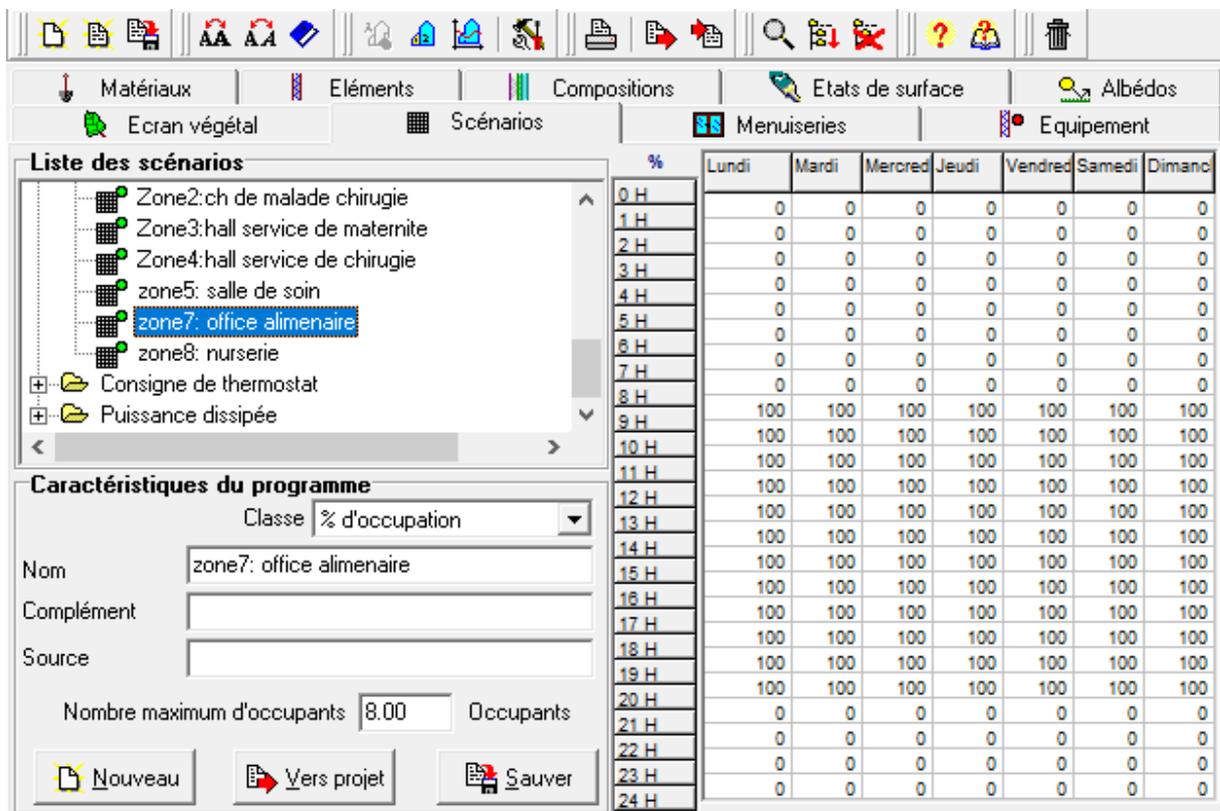


Figure (III-33) : Scénario d'occupation dans l'office alimentaire.

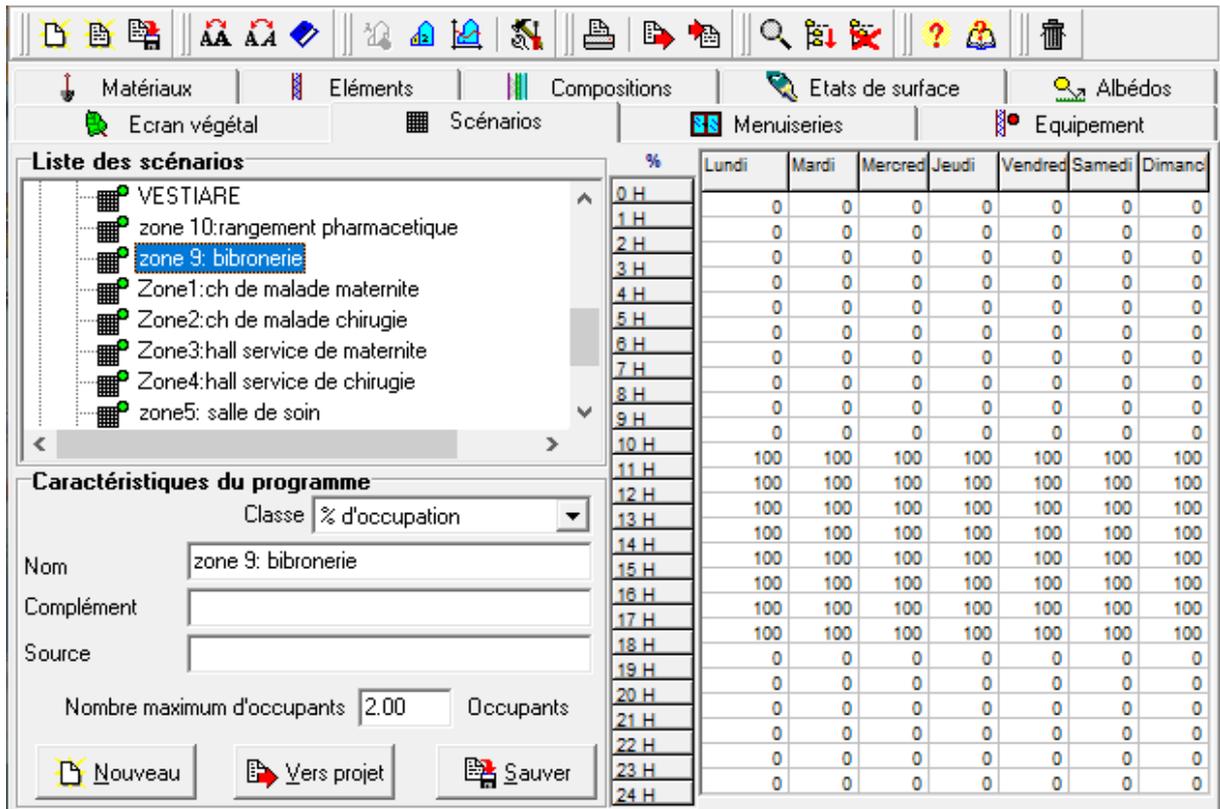


Figure (III-34) : Scénario d'occupation dans la bibronerie.

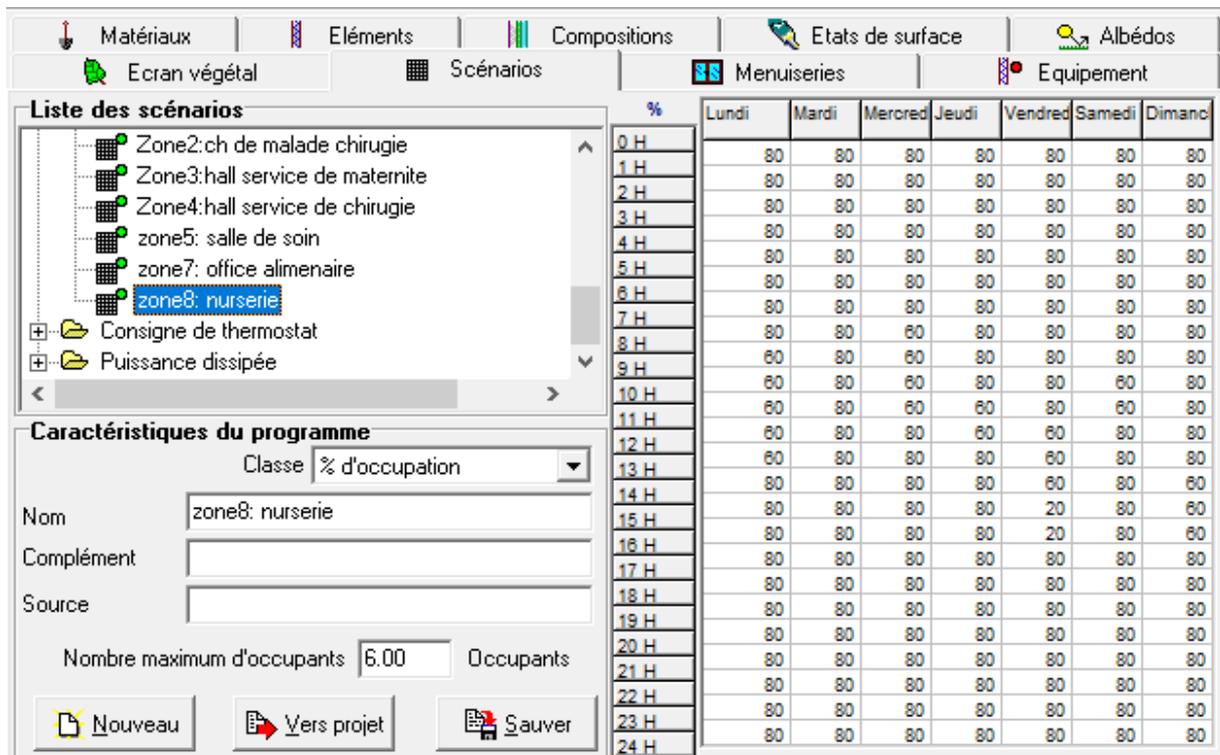


Figure (III-35) : Scénario d'occupation dans la nurserie.

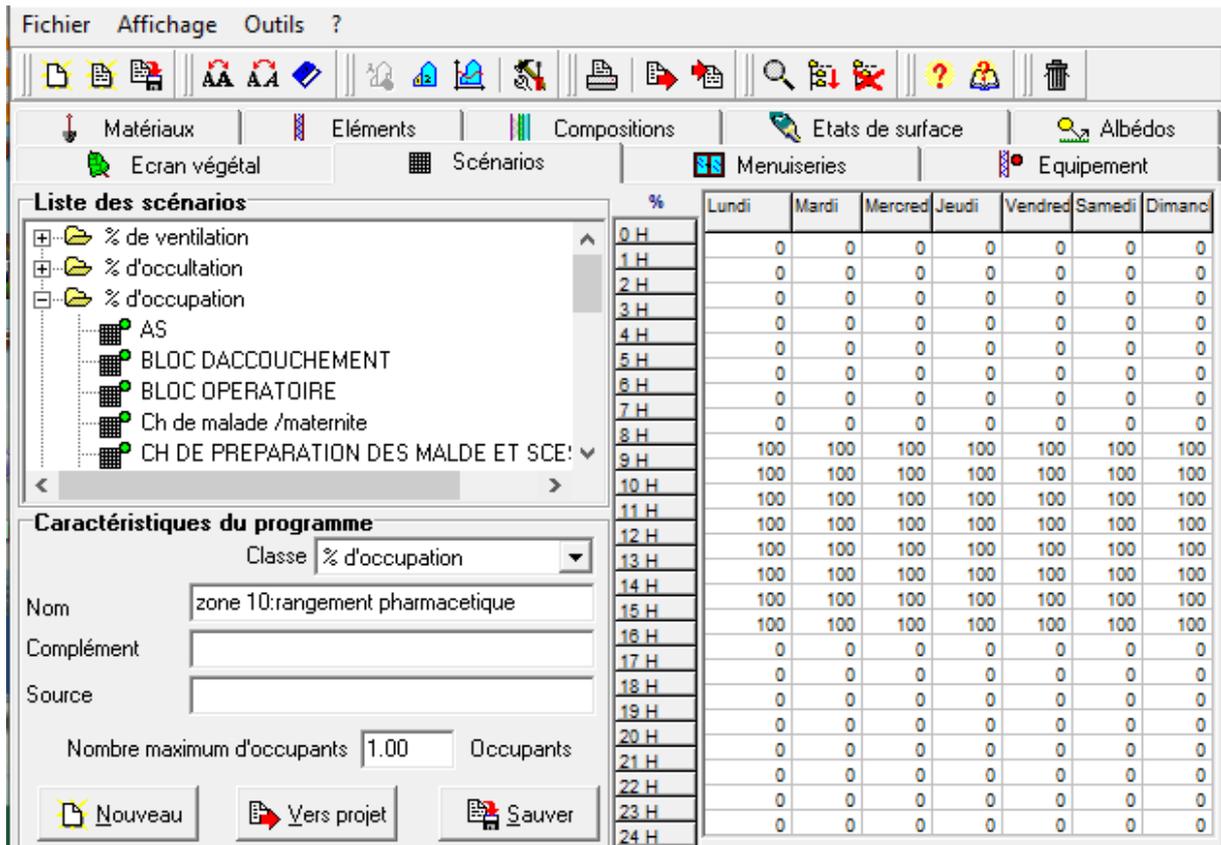


Figure (III-36) : scénario d'occupation de la pharmacie.

- **Scenario consigne de température** : pour évaluer les besoins de chauffage et climatisation.

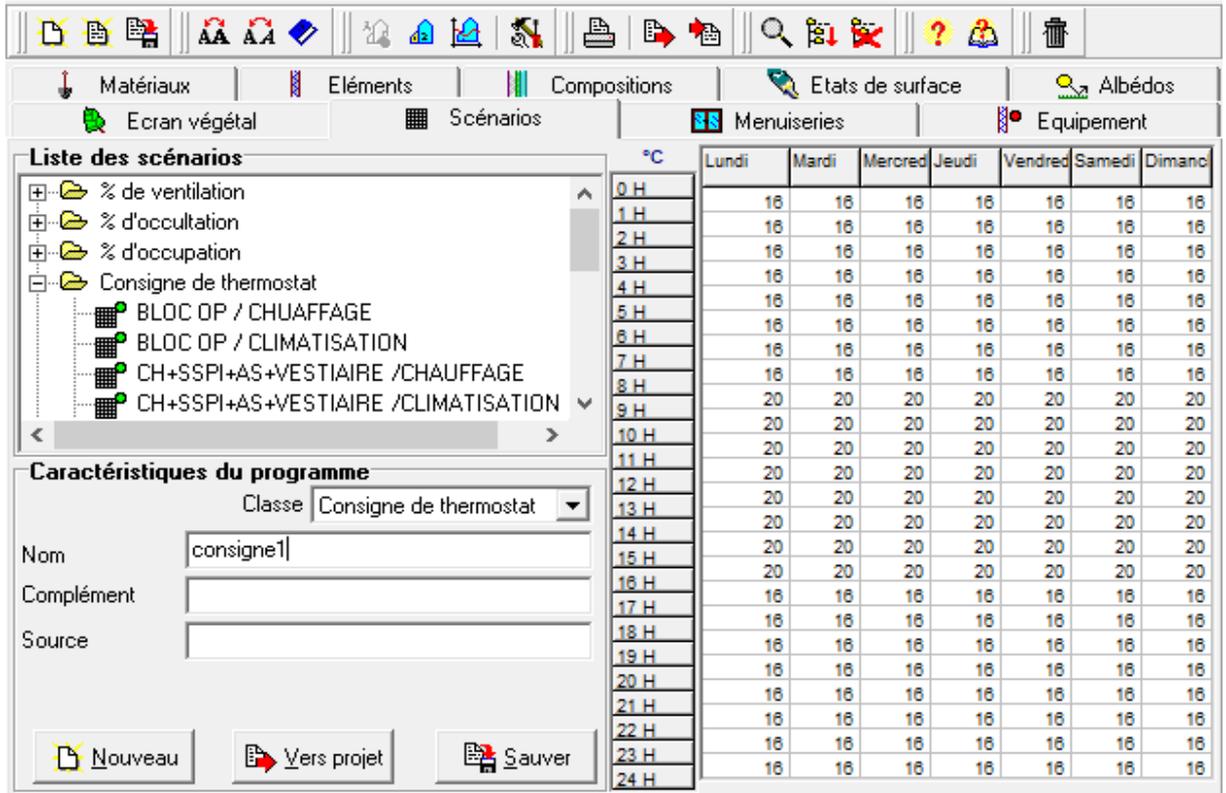


Figure (III-37) : Consigne de chauffage1 : office alimentaire.

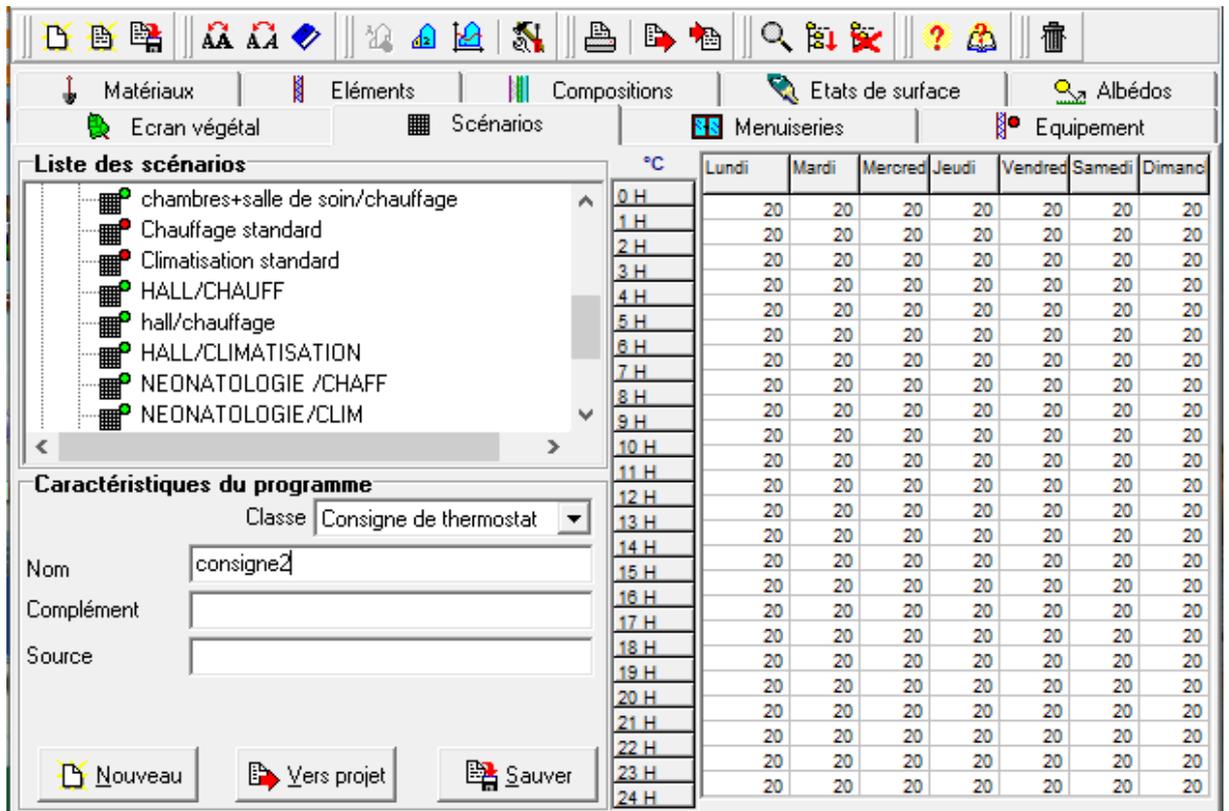


Figure (III-38) : Consigne de chauffage 2 : chambres+ salle de soin+ nurserie+ bibronerie.

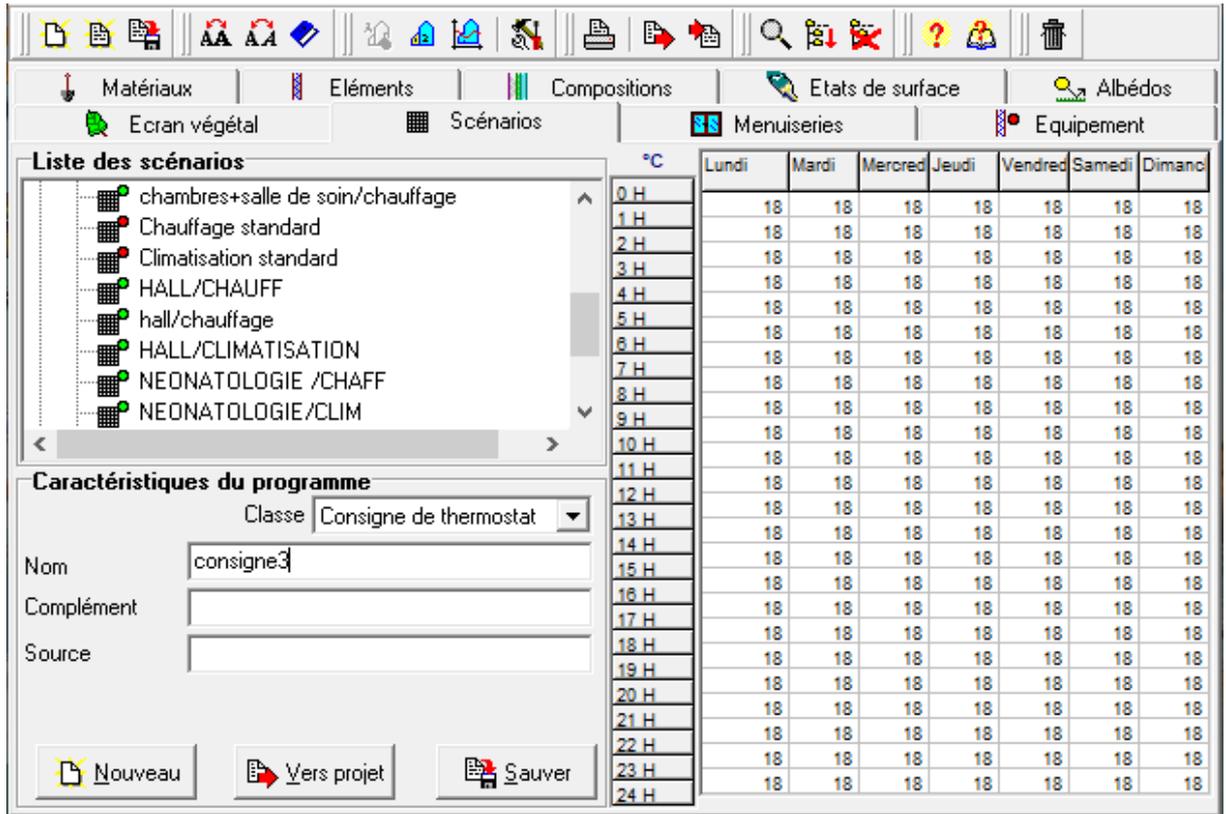


Figure (III-39) : Consigne de chauffage 3 : hall.

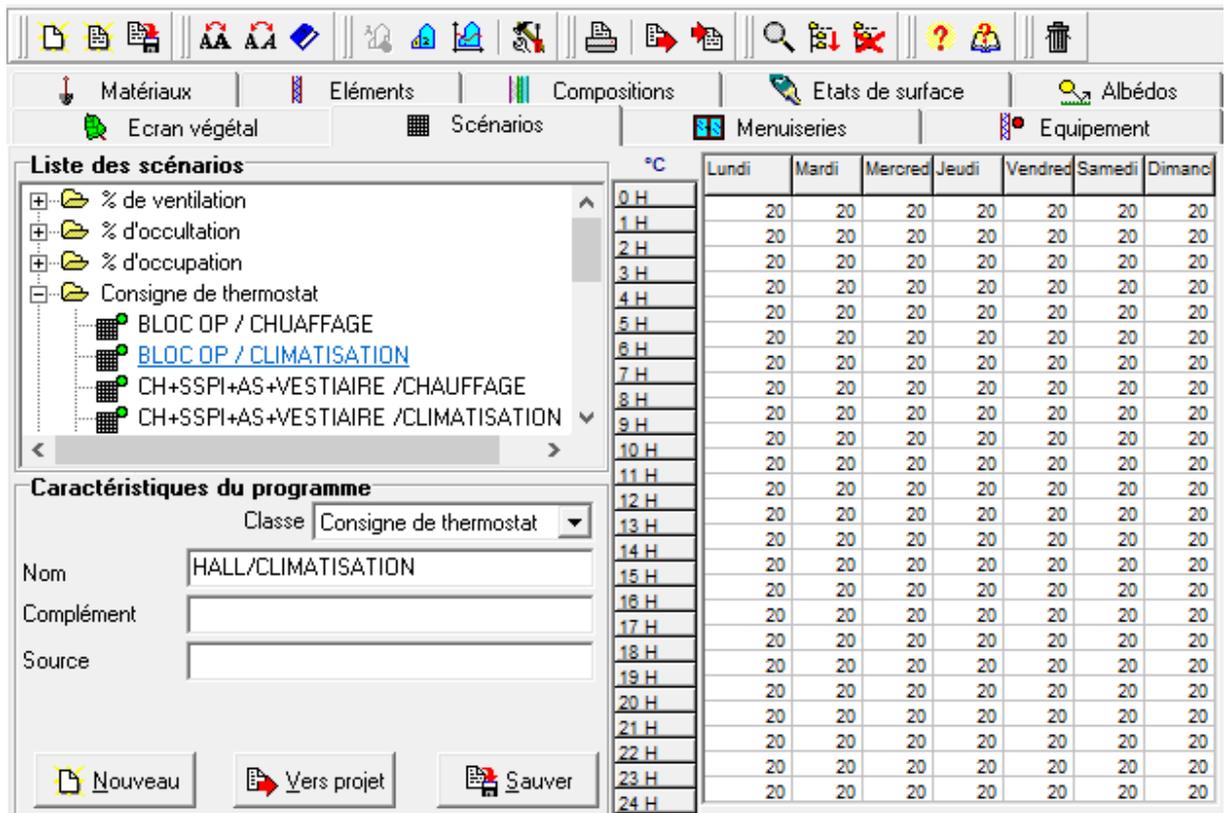


Figure (III-40) : Consigne de climatisation1 : hall.

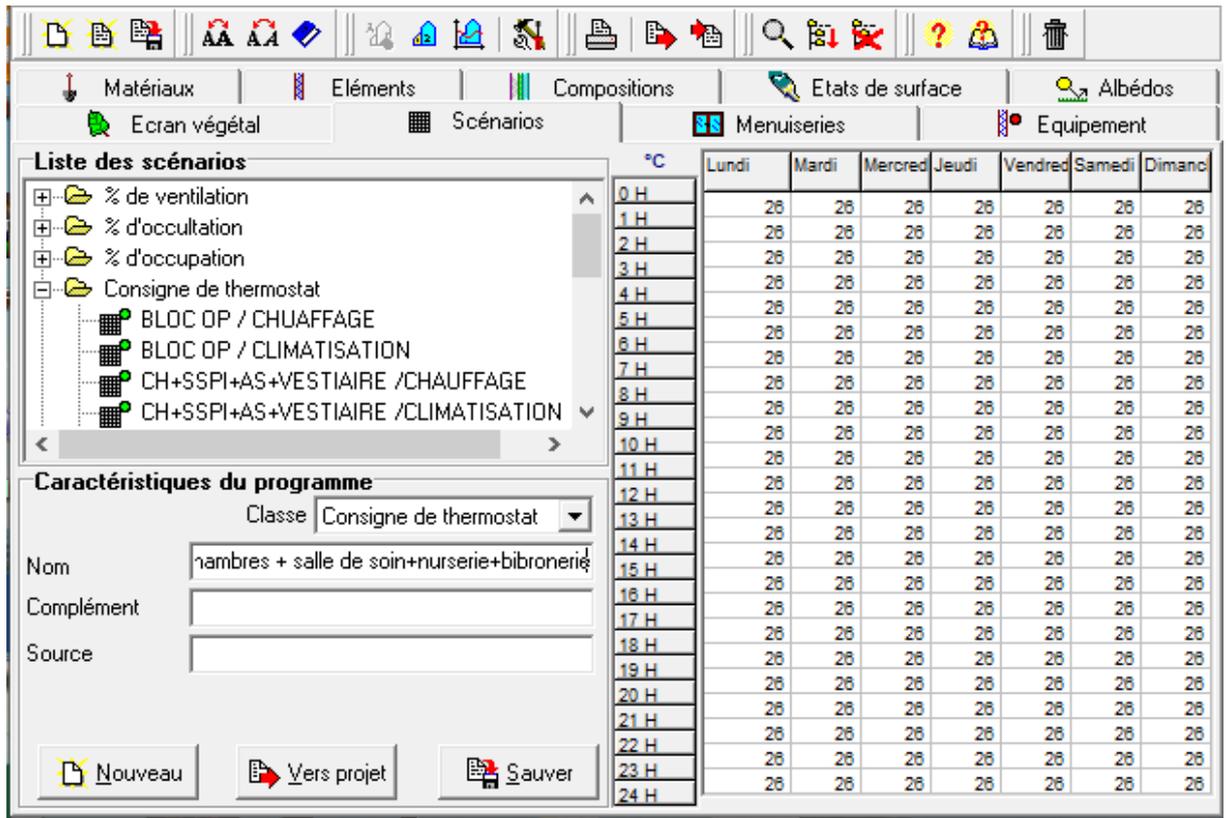


Figure (III-41) : Consigne de climatisation2 : chambres+ salle de soin+ nurserie+ bibronerie.

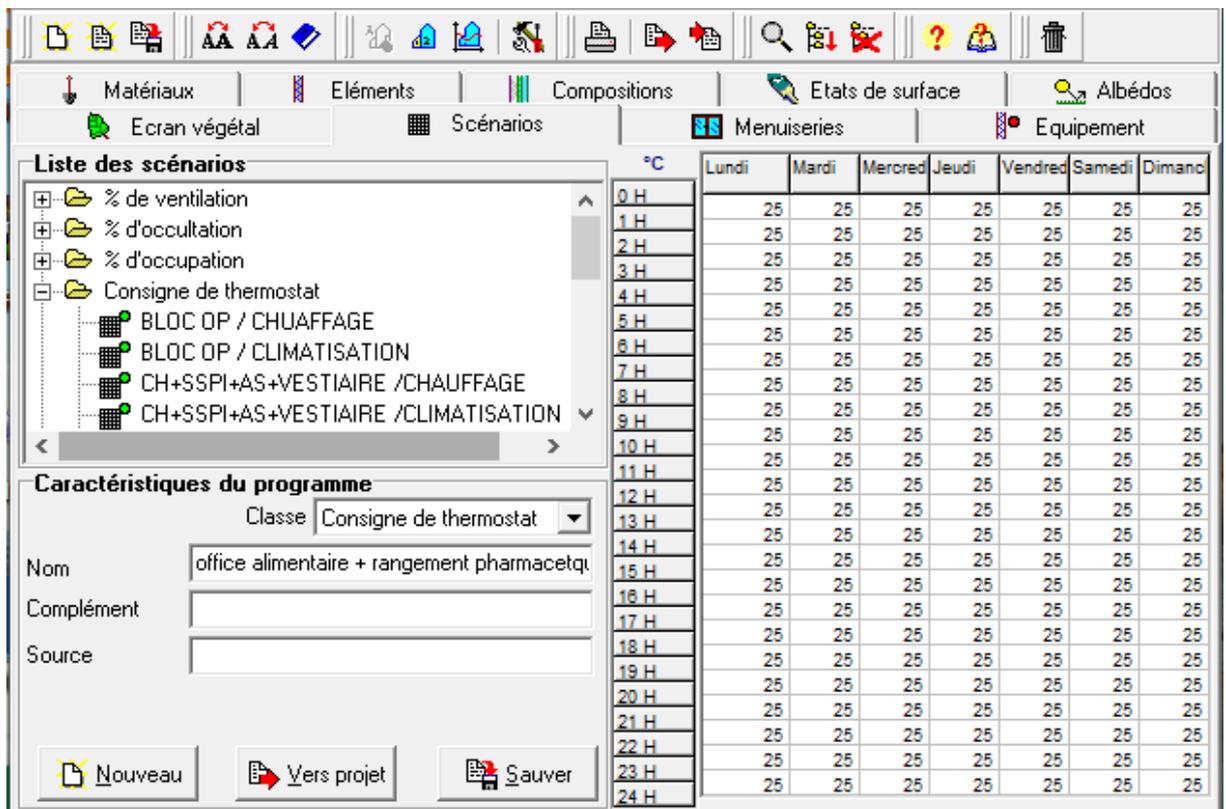


Figure (III-42) : Consigne de climatisation3 : office alimentaire+ rangement pharmaceutique.

III.3.3.f La simulation

Pour étudier lecomportement thermique du bâtiment. On a fait deux simulations sans consigne et avec consigne :

- Simulation initial : est faite par la composition originale de l'hôpital.
- Simulation avec amélioration : est faite avec le renforcement d'isolation.

Afin de déterminer les besoin en chauffage, on effectue la simulation en période hivernal (semaine 42 à semaine 14), et en période estival (semaine 14 a semaine42) pour obtenir les besoins en climatisation.

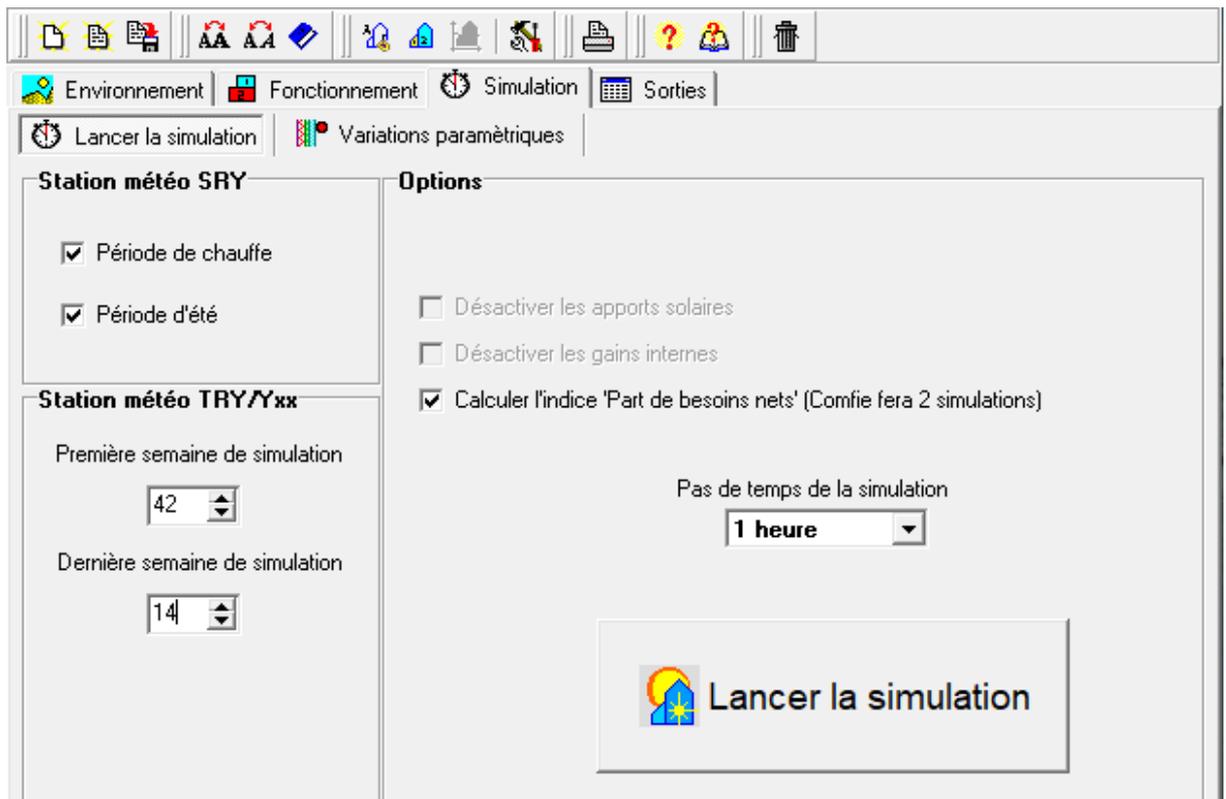


Figure (III-43) : Lancement de la simulation.

III.4 Discussion des résultats

III.4.1 Simulation initial

III.4.1.a Période hivernal

a. Sans consigne

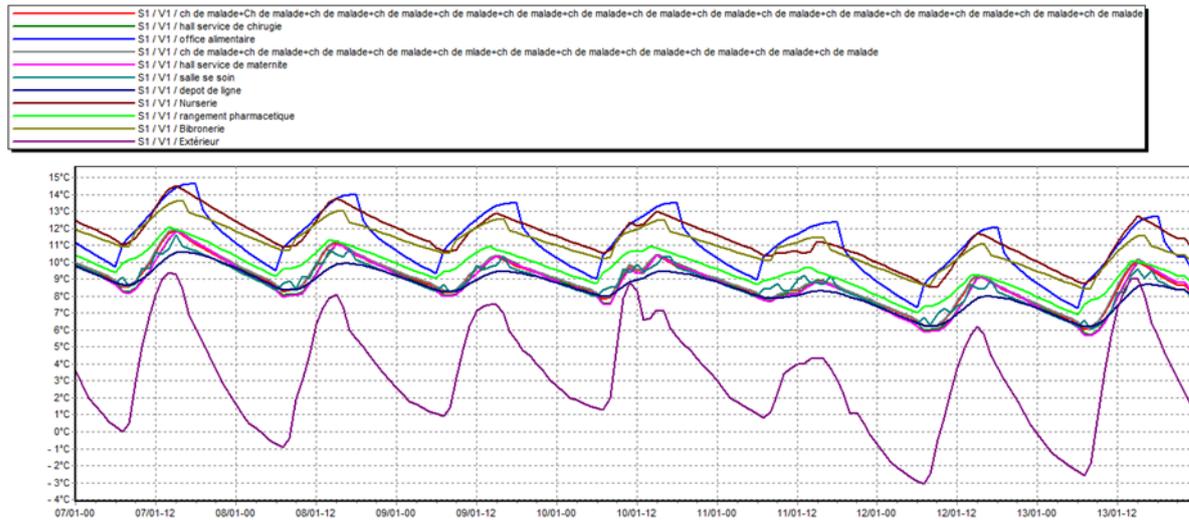


Figure (III-44) : Variation de température hivernale sans consigne simulation initial.

Ce graphe montre que les températures des pièces chauffées ne sont pas stables et elles varient entre 6°C et 14°C. et la température extérieure varie entre -3°C et 10°C.

Zones	Besoins Ch.
Année	
ch de malade+Ch de malade+ch de malade+ch de malade+cl	0 kWh
hall service de chirurgie	0 kWh
office alimentaire	0 kWh
ch de malade+ch de malade+ch de malade+ch de malade+cl	0 kWh
hall service de maternite	0 kWh
salle se soin	0 kWh
depot de ligne	0 kWh
Nurserie	0 kWh
rangement pharmacetique	0 kWh
Bibronerie	0 kWh
Total	0 kWh

Figure (III-45) : Besoin en chauffage sans consigne simulation initial.

D'après les résultats obtenus, les besoins en chauffage sont nuls car la consigne de thermostat n'est pas intégrée.

b. Avec consigne :

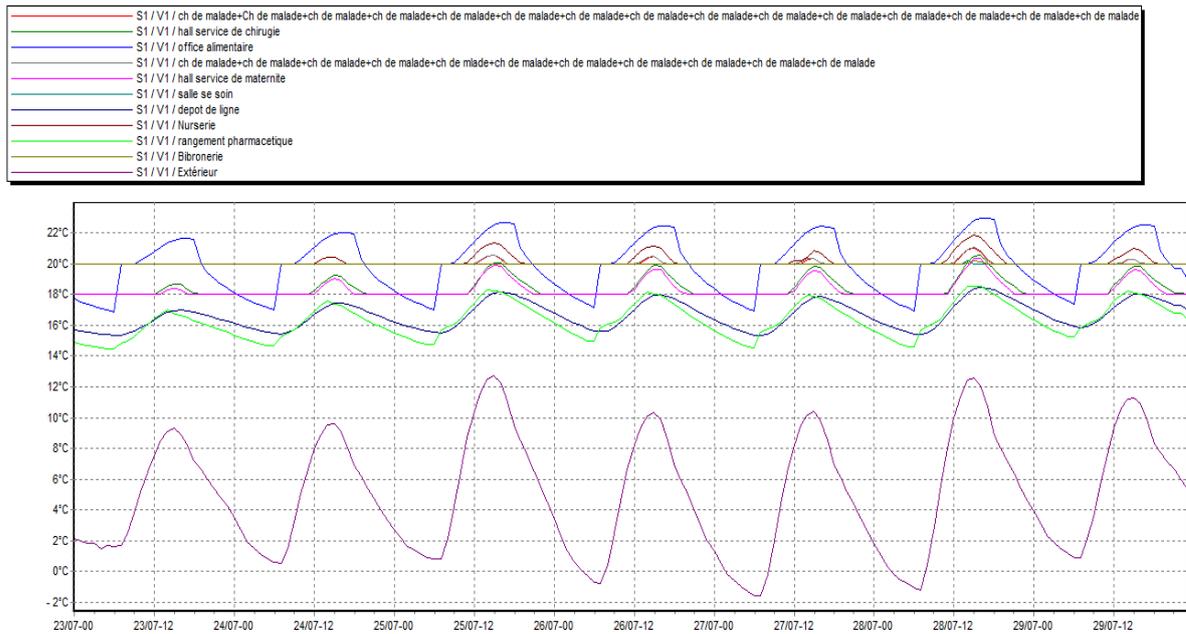


Figure (III-46) : Variation de température hivernale avec consigne : simulation initial.

On intégrant la consigne de thermostat, les températures a l intérieures sont plus importants à celles de l'extérieur elles sont compris entre 15°C et 23°C et plus stable par rapport à celles de sans consigne.

Zones	Besoins Ch.
Année	
ch de malade+Ch de malade+ch de malade+ch de malade+cl	31579 kWh
hall service de chirurgie	2849 kWh
office alimentaire	70 kWh
ch de malade+ch de malade+ch de malade+ch de malade+cl	22931 kWh
hall service de maternite	4513 kWh
salle se soin	2141 kWh
depot de ligne	0 kWh
Nurserie	1320 kWh
rangement pharmaceutique	0 kWh
Bibronerie	1014 kWh
Total	66416 kWh

Figure (III-47) : Besoin en chauffage avec consigne : simulation initial.

Les besoins en chauffage sont estimés à 66416 KWh durant la semaine la plus froide.

III.4.1.b Période estival :

a. Sans consigne :

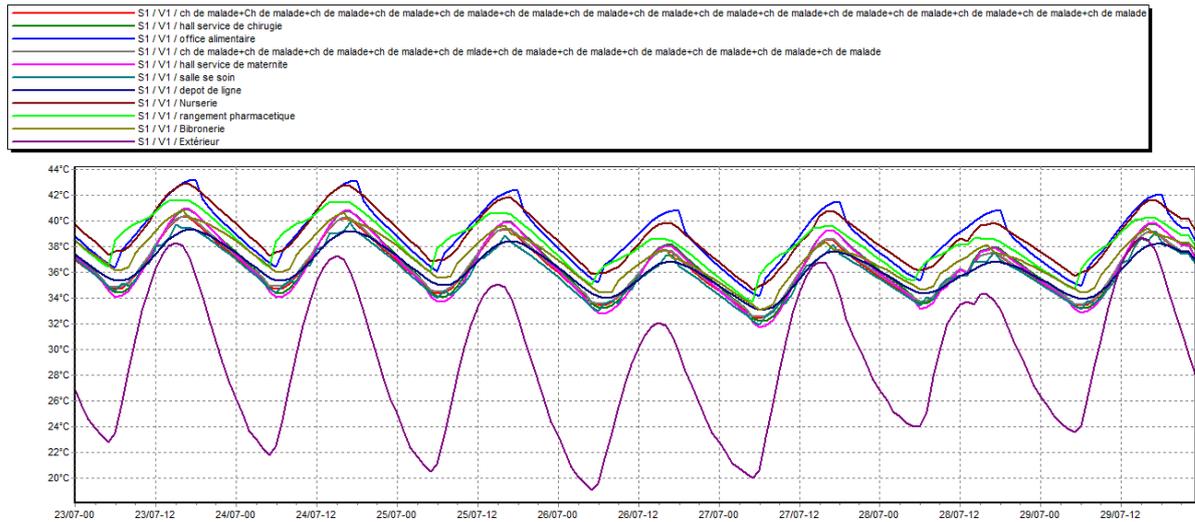


Figure (III-48) : Variation de la température estivale sans consigne : simulation initial.

Selon les résultats obtenus, nous constatons que l'extérieur prend des valeurs de températures importantes qui variaient entre 19°C et 38°C, ainsi que les pièces intérieures ont des valeurs de températures élevée qui varient entre 32°C et 44°C.

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.
Année			
ch de malade+Ch de malade+ch de malade+ch de malade+cl	0 kWh	0 kWh	0 W
hall service de chirurgie	0 kWh	0 kWh	0 W
office alimentaire	0 kWh	0 kWh	0 W
ch de malade+ch de malade+ch de malade+ch de malade+cl	0 kWh	0 kWh	0 W
hall service de maternite	0 kWh	0 kWh	0 W
salle se soin	0 kWh	0 kWh	0 W
depot de ligne	0 kWh	0 kWh	0 W
Nurserie	0 kWh	0 kWh	0 W
rangement pharmaceutique	0 kWh	0 kWh	0 W
Bibronerie	0 kWh	0 kWh	0 W
Total	0 kWh	0 kWh	0 W

Figure (III-49) : Besoins de climatisation sans consigne.

Les besoin en climatisation sont nuls à cause de l'absence de la consigne de température.

b. Avec consigne :

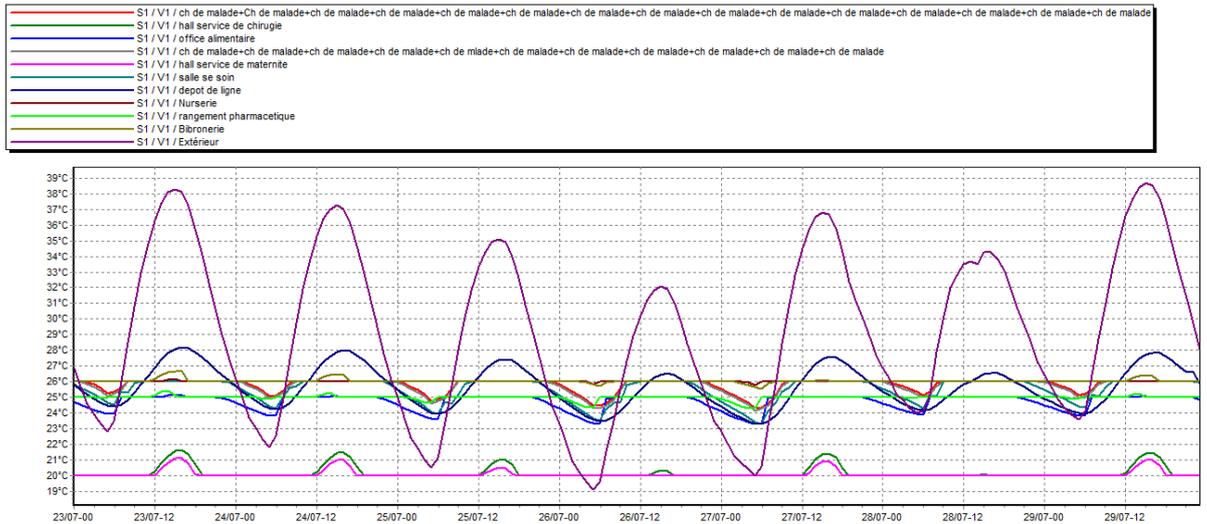


Figure (III-50) : Variation des températures estivales avec consigne de simulation initiale.

D'après les résultats obtenus, on remarque que, les températures extérieures sont entre 19°C et 38°C, les mêmes que le cas sans consigne, tandis que les températures intérieures sont baissées (entre 23°C et 28°C) pour atteindre le confort. Et cela est dû à l'intégration de la consigne de thermostat.

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	F
Année			
ch de malade+Ch de malade+ch de malade+ch de malade+cl	0 kWh	12973 kWh	
hall service de chirurgie	0 kWh	20659 kWh	
office alimentaire	0 kWh	1046 kWh	
ch de malade+ch de malade+ch de malade+ch de malade+cl	0 kWh	8785 kWh	
hall service de maternité	0 kWh	20776 kWh	
salle se soin	0 kWh	347 kWh	
depot de ligne	0 kWh	0 kWh	
Nursérie	0 kWh	2332 kWh	
rangement pharmaceutique	0 kWh	868 kWh	
Bibronerie	0 kWh	619 kWh	
Total	0 kWh	68405 kWh	

Figure (III-51) : Besoin en climatisation avec consigne de simulation initiale.

Les besoins en climatisation sont estimés à 68405 KWh durant la semaine la plus chaude.

III.4.2 Simulation avec amélioration

On a fait deux différentes isolations :

D'après la figure 3. On remarque que les températures des pièces chauffées augmente par rapport au celles de simulation initial (varient entre 8 °C et 16°C tandis qu'elle est entre 6°C et 14°C en simulation récente), avec un écart de 2°C. et cela grâce à l'isolation intégré qui a permis de réduire les déperditions.

Zones	Besoins Ch.
Année	
ch de malade+Ch de malade+ch de malade+ch de malade+cl	0 kWh
hall service de chirurgie	0 kWh
office alimentaire	0 kWh
ch de malade+ch de malade+ch de malade+ch de malade+cl	0 kWh
hall service de maternite	0 kWh
salle se soin	0 kWh
depot de ligne	0 kWh
Nurserie	0 kWh
rangement pharmacetique	0 kWh
Bibronerie	0 kWh
Total	0 kWh

Figure (III-54) : Besoin en chauffage sans consigne amélioration1.

D'après ce résultat on constate que les valeurs nulles des besoins en chauffage sont dues à l'absence de la consigne thermostat.

b. Avec consigne :

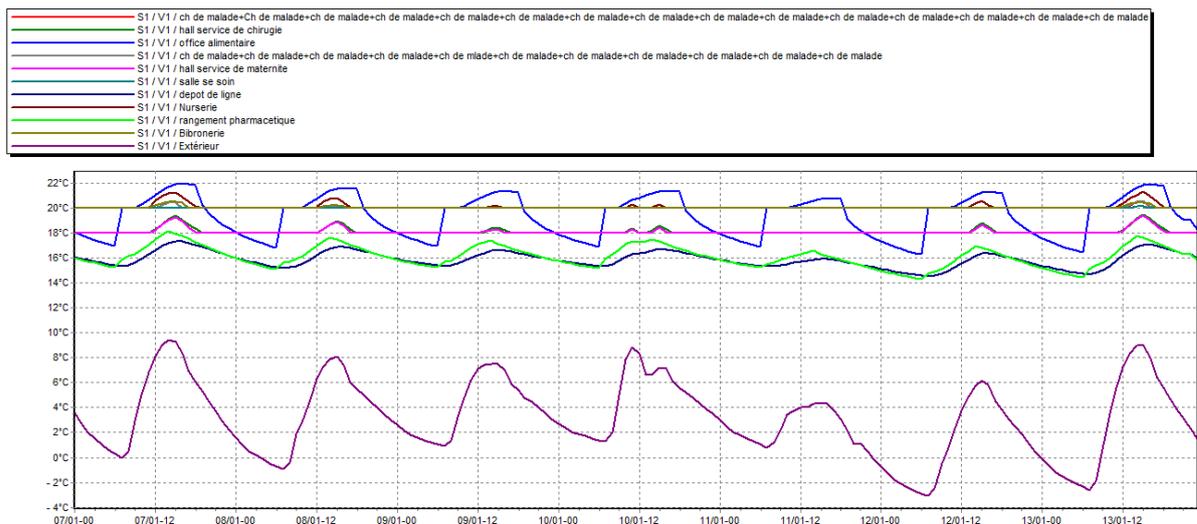


Figure (III-55) : Variation des températures hivernales avec consigne amélioration1.

Après l'intégration de consigne thermostat, les températures des zones sont plus stables et le confort est atteint par rapport au cas sans consigne.

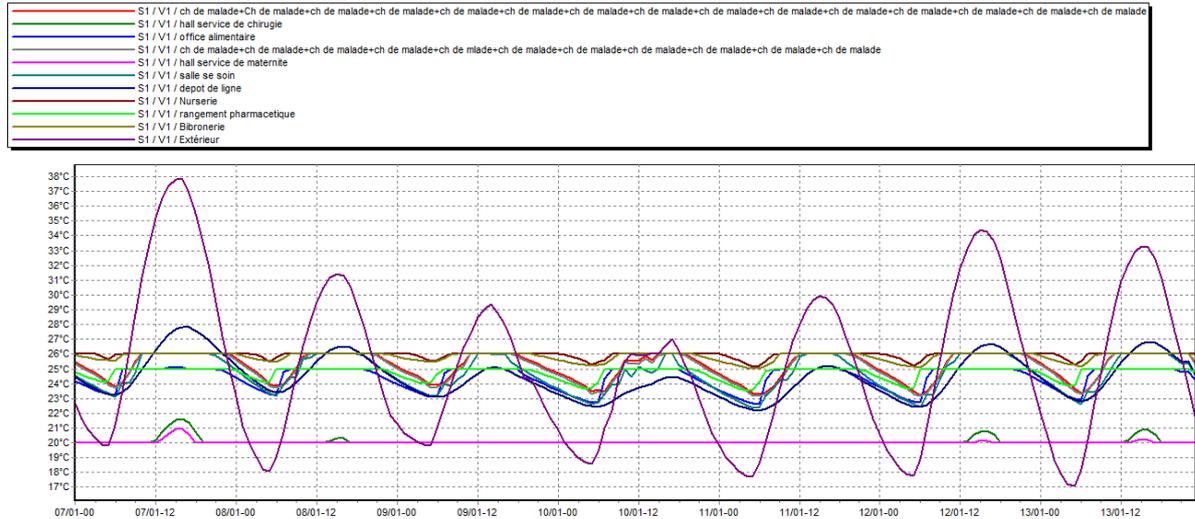


Figure (III-58) : Variation des températures estivale avec consigne amélioration1.

Après l'intégration de la consigne de thermostat les températures sont plus stables que celle sans consigne et atteint le confort.

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puis
Année			
ch de malade+Ch de malade+ch de malade+ch de malade+cl	0 kWh	12130 kWh	
hall service de chirurgie	0 kWh	20672 kWh	
office alimentaire	0 kWh	1043 kWh	
ch de malade+ch de malade+ch de malade+ch de malade+cl	0 kWh	8203 kWh	
hall service de maternite	0 kWh	20315 kWh	
salle se soin	0 kWh	280 kWh	
depot de ligne	0 kWh	0 kWh	
Nurserie	0 kWh	2268 kWh	
rangement pharmaceutique	0 kWh	803 kWh	
Bibronerie	0 kWh	507 kWh	
Total	0 kWh	66220 kWh	

Figure (III-59) : Besoin en climatisation amélioration1.

Les besoins en climatisation on diminuées de 68405 pour la simulation1 a 66220 pour la simulation2.

- Amélioration2 : amélioration du cas précédente en fait isolation de mur intérieur par la laine de roche.
- **La laine de roche**

Isolant fabriqué à partir d'un matériau naturel issu de l'activité volcanique (le basalte). C'est un isolant certifié pour un usage dans le bâtiment tant pour l'isolation thermique que l'isolation phonique Ou pour la protection des overages contre les incendies.

La laine de roche répond, par sa nature et ses constituants, aux caractéristiques de stabilité dimensionnelle à température et humidité.

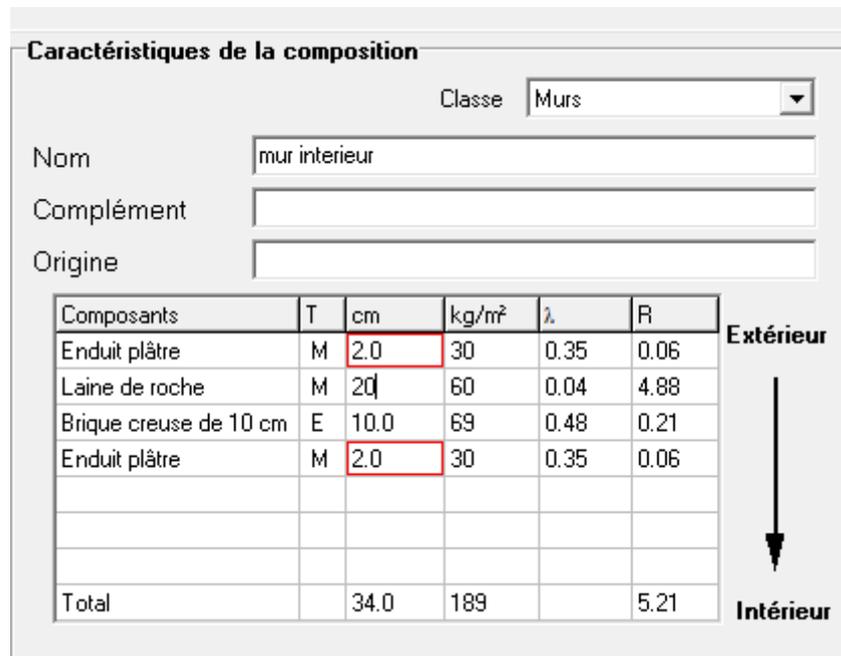


Figure (III-60) : La construction de mur intérieure avec amélioration2.

III.4.2.c Période hivernal

a. San consigne :

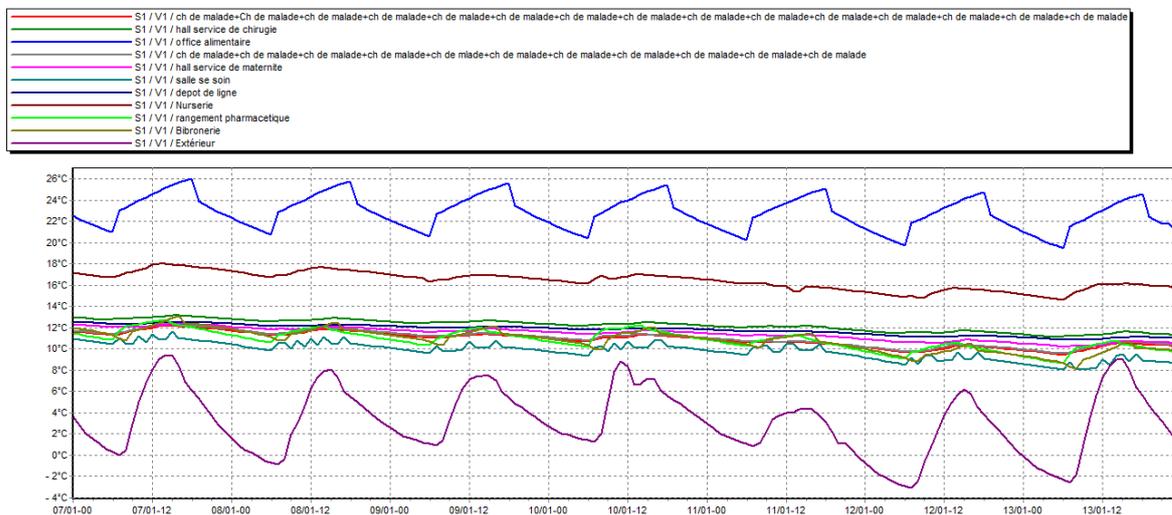


Figure (III-61) : Variation de températures hivernalsans cosigne amélioration2.

D'après la figure 3. ; on constate que les températures des pièces chauffées sont devenues plus stables et quelles augmentent par rapport à celle de simulation initial et de isolation1 (l'office alimentaire atteint une température maximale de 26°C puis la nurserie avec température de 14°C,et les autres pièces varient entre 10°Cet14°C tandis qu'elle est entre 8°C

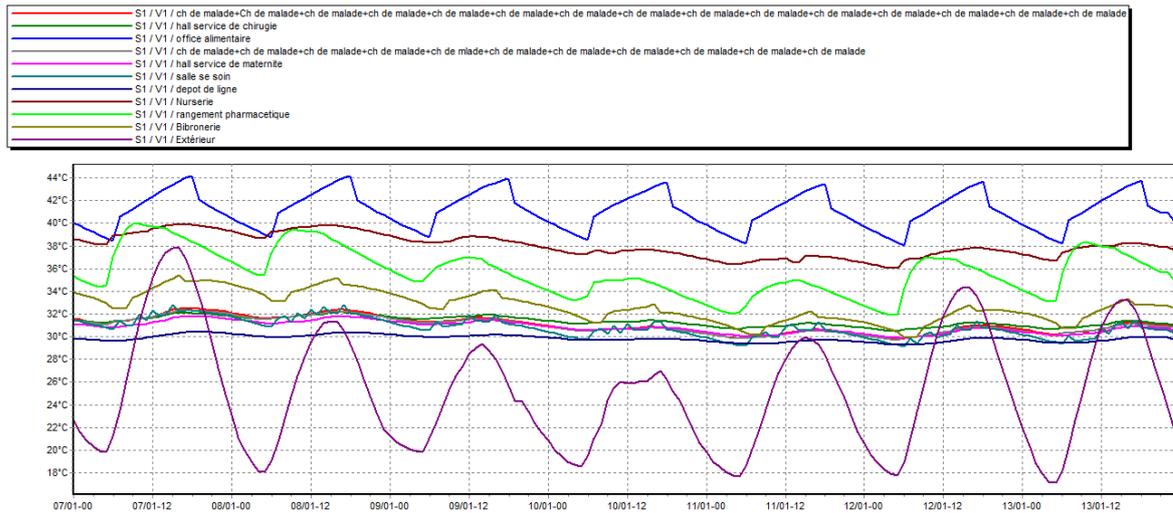


Figure (III-64) : Variation des températures estivales sans consigne amélioration2.

Selon les résultats obtenus nous constatons que les températures extérieures baissent jusqu'à 17 °C et peuvent atteindre 38 °C. Pour les pièces intérieures variaient entre 30°C et 44°C après laquelle est entre 32°C et 44°C dans la simulation 1.

On remarque qu'il y a une légère augmentation de température de 1 °C à 2 °C pour les pièces intérieures par rapport à l'amélioration 1.

b. avec consigne :

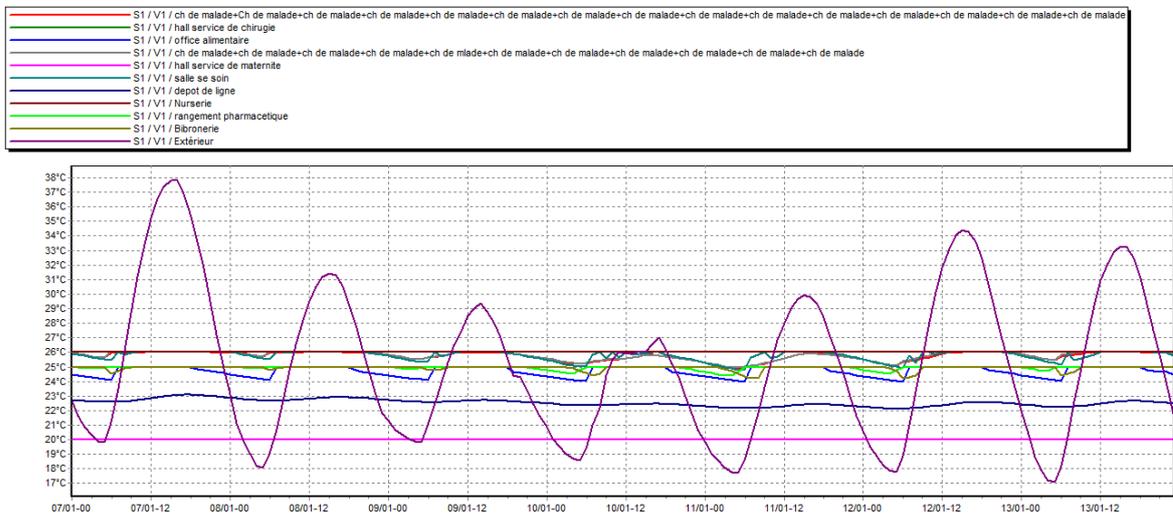


Figure (III-65) : Variation des températures estivales avec consigne amélioration2.

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss.
Année			
ch de malade+Ch de malade+ch de malade+ch de malade+cl	0 kWh	2609 kWh	
hall service de chirurgie	0 kWh	6355 kWh	
office alimentaire	0 kWh	1013 kWh	
ch de malade+ch de malade+ch de malade+ch de malade+cl	0 kWh	1865 kWh	
hall service de maternite	0 kWh	5816 kWh	
salle se soin	0 kWh	166 kWh	
depot de ligne	0 kWh	0 kWh	
Nurserie	0 kWh	1741 kWh	
rangement pharmacetique	0 kWh	633 kWh	
Bibronerie	0 kWh	399 kWh	
Total	0 kWh	20597 kWh	

Figure (III-66) : Besoin en climatisation amélioration2.

Les besoins en climatisation sont atteints à 20597 KWh.

III.4.3 Evaluation énergétique de notre cas d'étude

Tableau (III -2) : besoin en chauffage et climatisation dans les 3 cas.

Simulation	Besoin de chauffage	Besoin de climatisation
Simulation initial	66416	68405
Amelioration1	50020	66220
Amelioration2	18835	205974

- **Simulation initial :**

Les besoins total = les besoins en chauffage + les besoins en climatisation.

Donc : $66416 + 68405 = 134821$ KWh.

La surface chauffée : 809.59 m².

Pour voir le classement de la consommation énergétique on divise le besoin total sur surface chauffée :

$134821 / 809.59 = 166.52$ KWh/m².

- **Amelioration1 :**

Les besoin total : $50020 + 66220 = 56640$ KWh.

Les besoins total /surface chauffée= 69.96 KWh/m².

- **Amélioration2 :**

Besoin total : $18835 + 205974 = 19040.9$ KWh.

Le besoin total/ surface chauffée = 23.51 KWh/m².

Selon l'énorme exigée par l'étiquette énergétique, qui permet d'évaluer et classer le bâtiment, notre cas d'étude est classée comme la montre la figure ci-dessus :

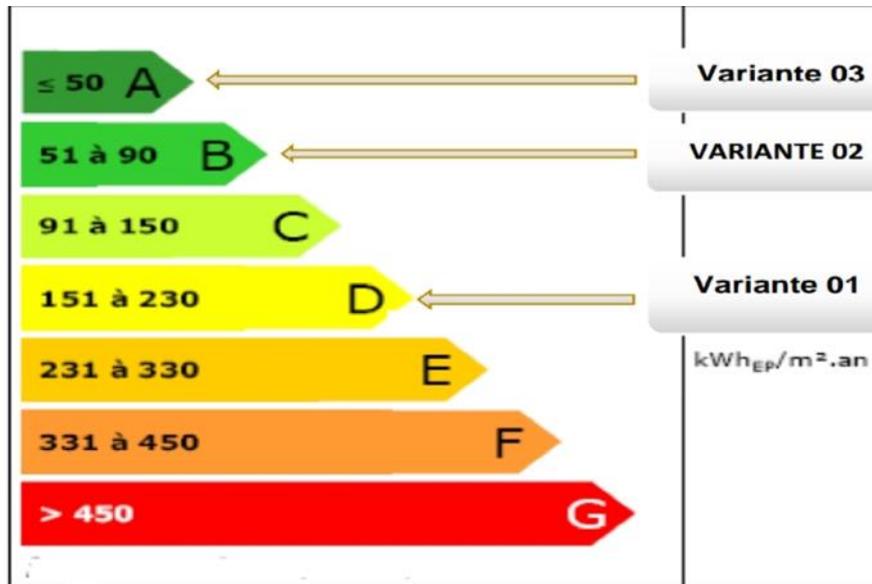


Figure (III -67) : étiquette du classement énergétique du bâtiment.

III.5 Conclusion.

Dans ce chapitre on effectue une évaluation des besoins énergétiques du cas étudié à l'aide du logiciel de simulation thermique dynamique PLEAIDES.

Améliorant de l'isolation des parois c'est la meilleur façon de maitriser les besoins, donc de maitrise les dépenses de chauffage, cette amélioration sert à réduire les pertes de chaleur.

Lorsque l'architecture des bâtiments le permet, on peut envisager la pose d'une isolation extérieur, quelle plus efficace que l'intérieur.et ça revient aussi au type de l'isolant.

Chapitre IV :
**Intégration de chauffe-eau solaire
sanitaire.**

Chapitre IV Intégration de chauffe-eau solaire sanitaire.

IV.1 Introduction

Les capteurs solaires thermiques sont principalement employés pour produire de l'eau chaude. Dans notre cas d'étude nous avons intégré d'un système chauffe-eau sanitaire et pour notre dimensionnement nous avons choisi le logiciel TRNSYS.

IV.2 Présentation du logiciel TRNSYS^[17]

Le logiciel le plus répandu dans le traitement numérique des études liées aux chauffe-eau solaires est le TRNSYS (TRAnSient System Simulation program). Il permet à l'utilisateur d'ajouter simplement un projet spécifique, Les composants avec lesquels ils interagissent pour former le système. Chaque composant est utilisé Ensemble de paramètres définis sur la base de modèles mathématiques. Entrées et Des sorties sont également attribuées. Les paramètres d'entrées sont en interaction avec ceux des autres composants pour produire les paramètres de sorties. Ces derniers sont envoyés à un fichier externe ou à un composant de traçage pour analyse. Il est à noter que durant le traitement du programme, l'utilisateur définit la période et le pas de temps à utiliser. Une fois ce pas de temps calculé, les entrées et sorties sont mises à jour et la simulation passe à l'étape suivante. Ce processus continu jusqu'à ce que la période définie.

IV.3 Dimensionnement de l'installation de notre cas d'étude^[18]

- Surface d'un capteur : 2.03 m².
- Rendement optique du capteur : 0.77.
- Coefficient de pertes globales du premier ordre 4.63 W/m².K.
- Besoin journalier en eau chaude 600litres.
- La température de procès 45 C°.
- Le mois de référence 21janvier -21mars.

[17]MÉMOIRE Modélisation et validation expérimentale d'un système solaire à retour par gravité par Farida Sam, 202

[18]SILVER 200BX (FR).pdf

- Capacité de stockage 900 Litres.

Selon le dimensionnement réalisé nous avons trouvé, 6capteurs thermiques solaires dont la surface est de 12 m2, pour cela nous avons monté ces capteurs en série.

IV.4 Lancement de logiciel

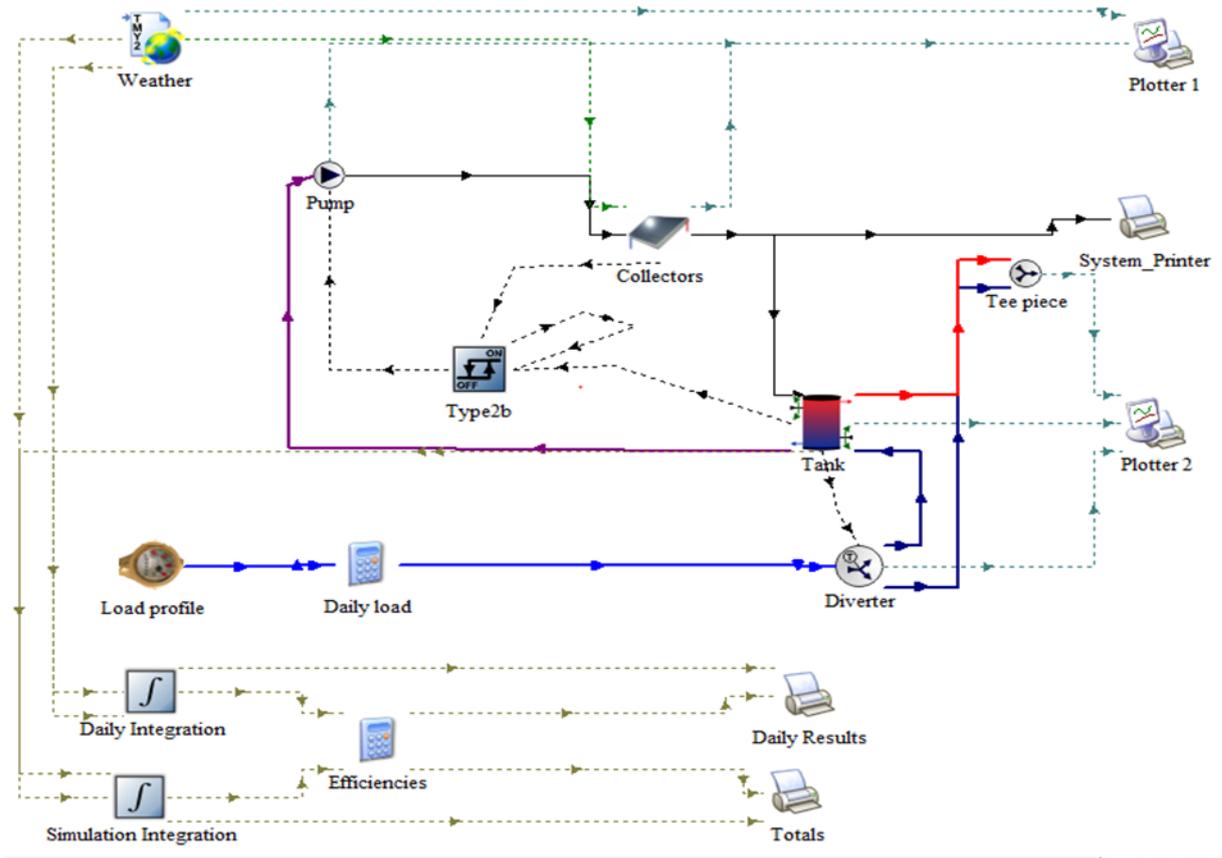


Figure (IV-1) : Schéma d'installation dans TRNSYS.

IV.5 Paramètres du capteur

Parameter	Input	Output	Derivative	Special Cards	External Files	Comment
1	☞	☞	☞	☞	☞	☞
1	☞	☞	☞	☞	☞	☞
2	☞	☞	☞	☞	☞	☞
3	☞	☞	☞	☞	☞	☞
4	☞	☞	☞	☞	☞	☞
5	☞	☞	☞	☞	☞	☞
6	☞	☞	☞	☞	☞	☞
7	☞	☞	☞	☞	☞	☞
8	☞	☞	☞	☞	☞	☞
9	☞	☞	☞	☞	☞	☞

Parameter	Input	Output	Derivative	Special Cards	External Files	Comment
1		Inlet temperature	20	C	More...	
2		Inlet flowrate	0.24	kg/s	More...	
3		Ambient temperature	10	C	More...	
4		Incident radiation	0	kJ/hr.m ²	More...	
5		Total horizontal radiation	0	kJ/hr.m ²	More...	
6		Horizontal diffuse radiation	0	kJ/hr.m ²	More...	
7		Ground reflectance	0.200000	-	More...	
8		Incidence angle	45	degrees	More...	
9		Collector slope	0	degrees	More...	

Figure (IV-2) : Les paramètres du capteur.

IV.6 La pompe de circulation

Parameter	Input	Output	Derivative	Special Cards	External Files	Comment
1		Maximum flow rate	200	kg/hr	More...	
2		Fluid specific heat	4.19	kJ/kg.K	More...	
3		Maximum power	240	kJ/hr	More...	
4		Conversion coefficient	0.05	-	More...	
5		Power coefficient	0.5	-	More...	

Parameter	Input	Output	Derivative	Special Cards	External Files	Comment
1		Inlet fluid temperature	20	C	More...	
2		Inlet mass flow rate	0.24	kg/s	More...	
3		Control signal	1	-	More...	

Figure (IV-3) : Paramètre de la pompe.

IV.7 La cuve de stockage

Parameter	Input	Output	Derivative	Special Cards	External Files	Comment
1		Variable inlet positions	2	-	More...	
2		Tank volume	900	l	More...	
3		Fluid specific heat	4.190	kJ/kg.K	More...	
4		Fluid density	1000.0	kg/m ³	More...	
5		Tank loss coefficient	0.8	W/m ² .K	More...	
6		Height of node-1	0.3	m	More...	
7		Height of node-2	0.3	m	More...	
8		Height of node-3	0.3	m	More...	
9		Height of node-4	0.3	m	More...	

Parameter	Input	Output	Derivative	Special Cards	External Files	Comment
1		Hot-side temperature	45.0	C	More...	
2		Hot-side flowrate	0.24	kg/s	More...	
3		Cold-side temperature	15	C	More...	
4		Cold-side flowrate	0.24	kg/s	More...	
5		Environment temperature	10	C	More...	
6		Control signal for element-1	1	-	More...	
7		Control signal for element-2	0.0	-	More...	

Figure (IV-4) : Paramètre de la cuve

IV.8 Simulation de système

Les données météorologiques sont générées par la base de données du logiciel METEONORM en format TMY 2 Ce type appelé Weather.

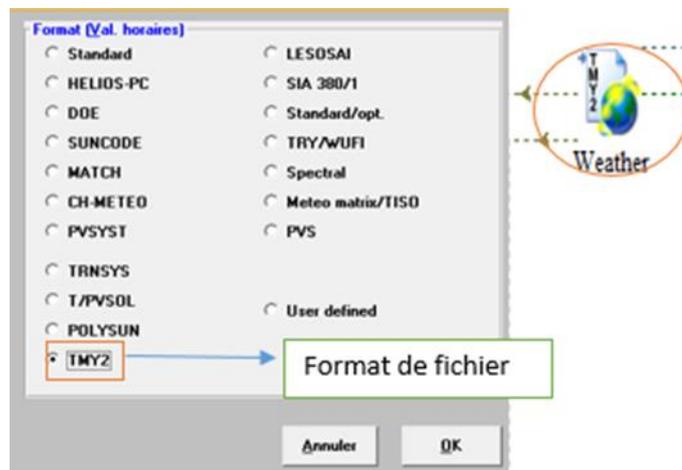


Figure (IV-5) : Paramètres d'entrée du climat.

Nous avons choisi la simulation de 21 janvier jusqu'à 21mars avec un pas de 1 heure, Les conditions initiales de Chaque simulation seront prises les mêmes, c ; est-à-dire : les températures initiales d'entrée du Capteur, température ambiante, et température d'entrée du réseau d'eau sanitaire.

Control Cards		Project	Component Order		
1	Simulation start time	480	hr	More...	
2	Simulation stop time	1944	hr	More...	
3	Simulation time step	1	hr	More...	
4	Solution method	<input checked="" type="radio"/> Successive <input type="radio"/> Powell's me	-	More...	
5	The minimum relaxation factor	1	-	More...	
6	The maximum relaxation factor	1	-	More...	
7	Equation solver	1	-	More...	
8	Equation trace	<input type="radio"/> True <input checked="" type="radio"/> False	-	More...	

Figure (IV-6): La durée choisie de simulation

IV.9 Interprétation des Résultats

Après lancement de la simulation par logicielle de TRNSYS nous avons les résultats suivants :

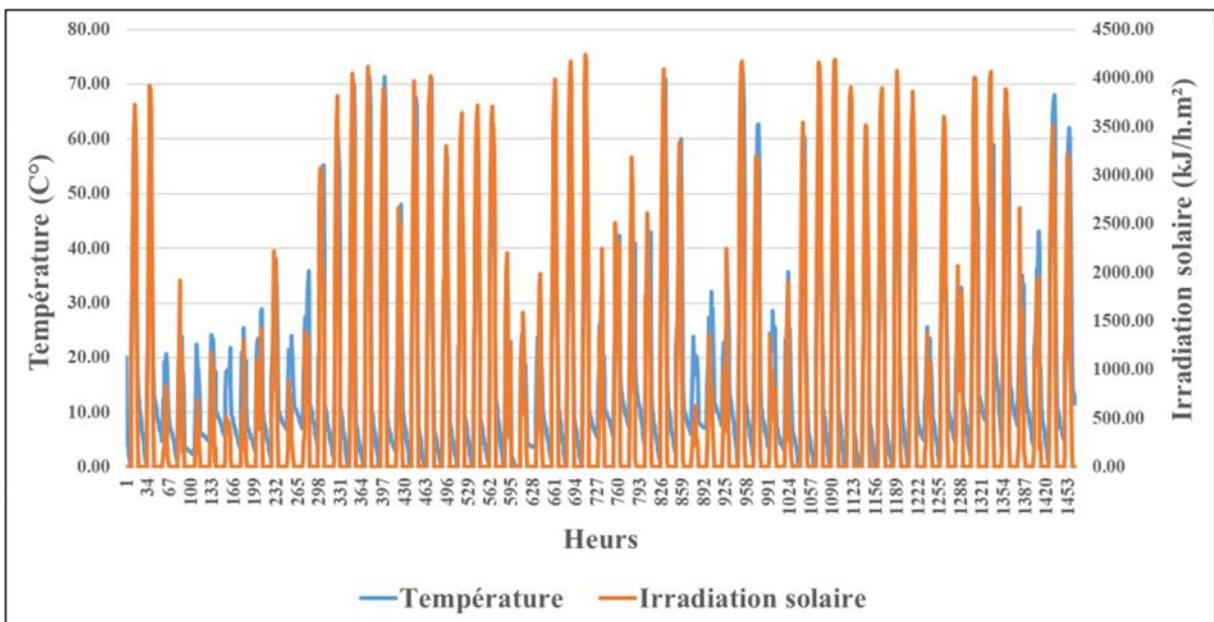


Figure IV-7 : Variation des températures de sortie du capteur et l'irradiation solaire

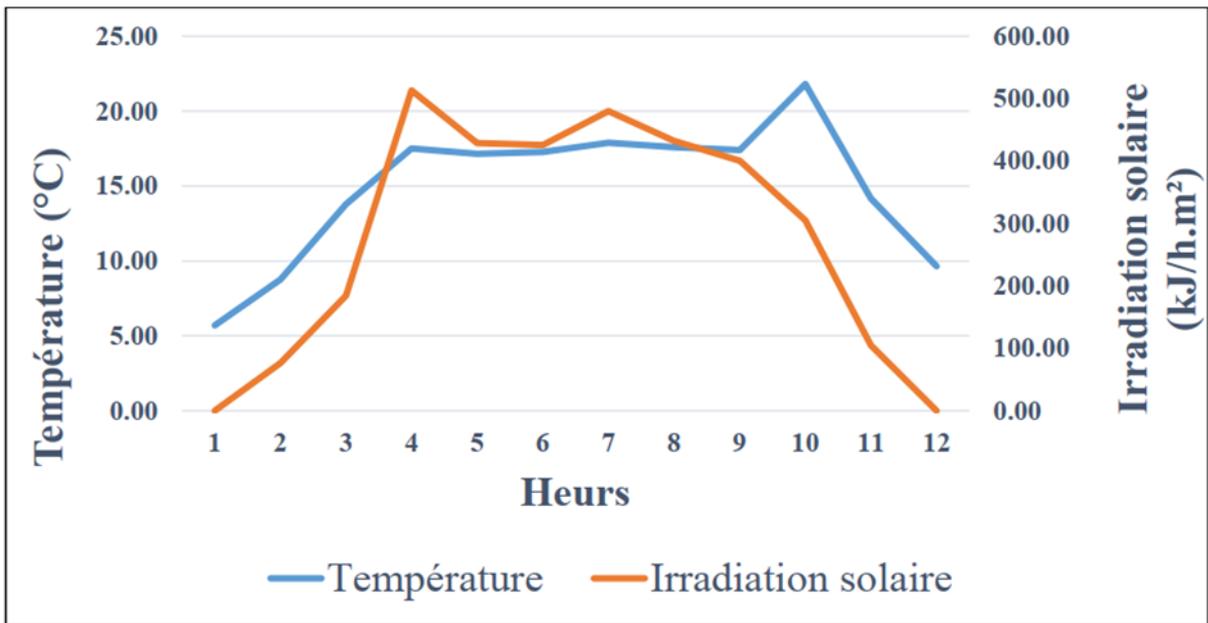


Figure (IV-8) : Variation des températures de sortie du capteur et l'irradiation dans la pointe minimale

Le max detempérature

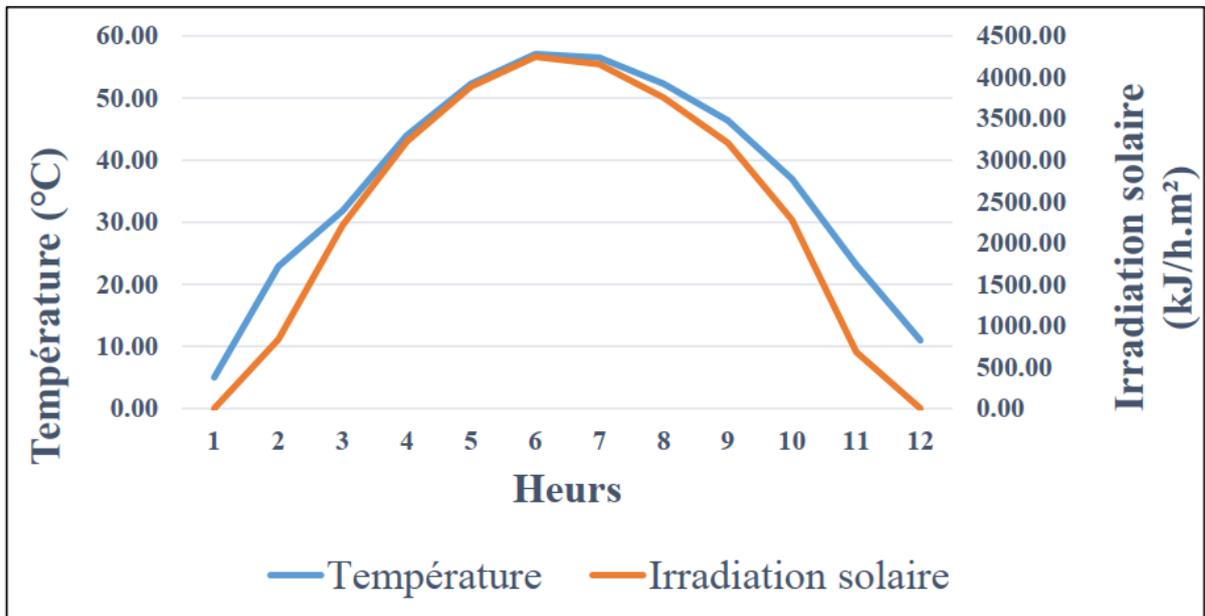


Figure (IV-9) : Variation des températures de sortie du capteur et l'irradiation dans la pointe maximale

Après visualisation graphique on constate que les températures de sortie suivent l'irradiation solaire, dans la période de simulation nous pouvons voir que la température varie entre 17°C et 60°C suivent l'irradiation solaire qui varie entre 500 KJ/h.m² et 4500KJ /h.m².

Alors que pendant la nuit les températures baissent à cause de l'absence du rayonnement.

Conclusion Générale

Au cours de cette étude, nous avons essayé de mettre en évidence l'intérêt de l'exploitation de l'énergie solaire et l'efficacité des installations solaire thermiques en Algérie pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire.

L'étude que nous venons de présenter, nous a permis d'approfondir et d'enrichir nos connaissances sur les systèmes solaires, et précisément les chauffe-eau solaires.

Le choix d'une démarche de conception bioclimatique favorise les économies d'énergie et permet de réduire des dépenses de chauffage et de climatisation, tout en bénéficiant d'un cadre de vie très agréable.

Le logiciel TRANSYS nous offre des outils de simulation permettre de dimensionner notre installation de chauffe-eau solaire.

Bibliographie

- [1] <https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Soleil>.
- [2] https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Rayonnement_solaire
- [3] <http://le-ciel.eu/pourquoi-terre-tourne-autour-soleil-et-sur-elle-meme.html>
- [4] <https://www.archipel-des-sciences.org/activites/astronomiephysique/>
- [5] A, Mefti; M, Y, bouroubi; H, Mimouni, «Evaluation du potentiel énergétique solaire» Bulletin des Energies Renouvelables, N°2, p 12, décembre. 2002
- [6] https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Capteur_solaire_thermique
- [7] http://fr.solarpedia.net/wiki/index.php?title=Capteur_solaire_plan
- [8] Guillaume Anies, Modélisation, simulation dynamique, validation expérimentale et optimisation énergétique d'une unité de rafraîchissement solaire par absorption, these doctorat, 28 Novembre 2011
- [9] Buscarlet C. et Caccavelli D. (2006) Suivi et évaluation énergétiques du plan soleil Chauffe - eau solaires individuels, DD/ENR-035
- [10] <https://panneau-solaire.ooreka.fr/astuce/voir/374527/chauffage-solaire-appoint-ou-seul>
- [11] <https://www.nouvenergie.fr/e-formation/solaire-1/cesi/>
- [12] <https://www.chauffage-energie-ecologique.com/le-chauffage-solaire/systemes-de-chauffage-solaire/>
- [13] <https://www.izuba.fr/logiciels/outils-logiciels/std-comfie/>.
- [14] <https://www.izuba.fr/logiciels/outils-logiciels/std-comfie/>
- [15] https://docs.izuba.fr/fr/index.php/Informations_g%C3%A9n%C3%A9rales_sur_Alcylene.
- [16] MÉMOIRE Modélisation et validation expérimentale d'un système solaire à retour par gravité par Farida Sam, 202.
- [17] Logiciel TRNSYS.
- [18] SILVER 200BX (FR).pdf

