

UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA

Faculté des hydrocarbures, des énergies renouvelables

des sciences de la terre et de l'univers

Département énergies renouvelables



Mémoire
MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Energies renouvelables

Spécialité : Energies renouvelables en mécanique

Présenté par :

SAIDI Seif eddine

SAIS Mohamed elhadj

Thème

Etude d'une installation de production de l'eau
chaude en utilisant différents systèmes d'appoint

Soutenu publiquement

26/06/2019

Devant le jury :

Mr ZERROUATI A

Président

UKM Ouargla

Mr BERRBEUH MH

Examineur

UKM Ouargla

Mr MAAMMEUR H

Encadreur

UKM Ouargla

Année Universitaire : 2018 /2019

Remerciements

Que la louange soit à vous comme il se doit pour la gloire de votre visage et la grandeur de votre puissance, de votre prière et de votre paix sur le Maître des messagers et le sceau des prophètes, notre Maître Muhammad, sa famille et ses compagnons.

Nous exprimons notre sincère gratitude et notre profonde gratitude à Son Excellence le Professeur

Maammeur Hocine, en reconnaissance de ses remerciements et de ses connaissances, ainsi que de ses conseils et de ses vues éclairées au cours de la période d'étude et de la supervision de la présente note, a été récompensé par Dieu pour ses bonnes et sa jurisprudence dans sa carrière scientifique.

et nous nous tournons également vers les remerciements et la gratitude envers tous ceux qui ont eu le privilège de nous, même pour la quantité de maïs de près ou de loin.

Nous demandons à Dieu d'accepter ce travail avec acceptation, afin que Dieu soit parfait seul et qu'il ait le but du chemin, et notre dernière prière est que la louange soit à Allah, le Seigneur des mondes.



Dédicace



J'ai le grand honneur de dédier ce:

à tous ceux qui ont contribué à son succès, de près ou :Humble travail de loin, à commencer par les parents honorables et généreux qui ont le mérite de Dieu de me donner la force et la volonté de continuer sur la voie du succès et de le suivre.

Toute ma famille Saïdi

A tout mes amis que j'ai connus dans ma vie

*A tous les enseignants d'énergies renouvelables et génie mécanique et
Ma carrière d'étude.*

Saidi seif eddine

Dédicace



J'ai le grand honneur de dédier ce:

à tous ceux qui ont contribué à son succès, de près ou :Humble travail de loin, à commencer par les parents honorables et généreux qui ont le mérite de Dieu de me donner la force et la volonté de continuer sur la voie du succès et de le suivre.

Toute ma famille Sais et la grande famille,

A tous mes camarades d'étude.

A tout mes amis que j'ai connus dans ma vie

*A tous les enseignants d'énergies renouvelables et génie mécanique et
Ma carrière d'étude.*

Sais mohamed elhadj

Table des matières

Remerciements	I
Dédicace	II
Table des matières	IV
Liste des figures	VII
Liste des tableaux	VIII
Liste des symboles et abréviations	IX

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

Chapitre I : Gisement solaire

I.1. Introduction.....	3
I.2. Soleil	3
I.3. Rayonnement solaire.....	4
I.3.1. Rayonnement direct.....	4
I.3.2. Rayonnement Diffusé.....	4
I.3.3. Rayonnement solaire réfléchi	5
I.3.4. Rayonnement global.....	5
I.4. Trajectoire du soleil	5
I.5. Les temps solaires	6
I.5.1. Le temps	6
I.5.2. Le temps solaire moyen.....	6
I.5.3. Le temps solaire vrai	6
I.6. Le spectre solaire	6
I.6.1. Les principaux types de rayonnement atteignant la Terre et ses effets	7
I.6.2. Lumière	8
I.7. Les coordonnées équatoriales horaires	8
I.8. Les coordonnées horizontales	10
I.8.1. Azimut solaire:	10
I.8.2. Hauteur	10
I.9. Coordonnées terrestres.....	10
I.9.1. Longitude	11
I.9.2. Altitude.....	12

I.9.3. Latitude.....	12
I.10. Gisements solaire	13
I.11. Gisements solaire en Algérie	14

Chapitre II : Généralités sur les chauffe-eaux solaires

II.1. Introduction	15
II.2. Définition d'un chauffe-eau.....	15
II.3. Type des chauffe-eaux.....	15
II.3.1. Chauffe-eau solaire	15
II.3.2. Chauffe-eau thermodynamique.....	16
II.3.3. Chauffe-eau gaz	16
II.3.4. Chauffe-eau électrique	17
II.4. Fonctionnement général d'un chauffe-eau	17
II.4.1. Chauffe-eau solaire	18
II.4.2. Chauffe-eau à gaz	18
II.4.3. Chauffe-eau thermodynamique.....	18
II.4.4. Chauffe-eau électrique	19
II.5. Chauffe-eau solaire.....	19
II.6. Type des chauffe eau solaire	20
II.6.1. Chauffe-eau à énergie PV	20
II.6.1.1. Principe.....	20
II.6.1.2. Matériel	21
II.6.2. Chauffe-eau thermique.....	23
II.6.2.1. Principe.....	23
II.6.2.2. Matériel	24
II.6.3. Chauffe-eau monobloc.....	25
II.6.4. Chauffe-eau à thermosiphon	26
II.6.5. Chauffe-eau à circulation forcée	26
II.6.6. Chauffe-eau à auto vidange	27

Chapitre III :Dimensionnement et Simulation le fonctionnement du chauffe-eau solaire

III.1. Introduction	28
III.2. Évaluation des besoins en énergie calorifique	28
III.3. Nombre total de modules photovoltaïque	28
III.4. Détermination de la couverture solaire	29

III .5. Détermination de l'énergie à fournir par le CES.....	29
III .6. Détermination de l'énergie totale solaire à capter par an.....	29
III .7. Calcul des surfaces théoriques et réelles des panneaux	30
III .8. Détermination du volume de stockage	30
III.9. Définition de logiciel T*Sol.....	31
III.10 .les étapes de programme T*Sol.....	31
III.11. Simulation d'un chauffe-eau solaire avec deux types de système d'appoint.....	34
III.12. Fonctionnement du chauffe-eau solaires avec chaudière à gaz.....	35
III.13. Chauffe-eau solaire combiné avec un système d'appoint "résistance électrique"	35
III.14. Bilan énergétique les systèmes.....	36
Conclusion générale	39
Références bibliographiques	40

Liste des figures

Figure 1: Composantes du rayonnement solaire	4
Figure 2: Trajectoire du soleil	5
Figure 3: Cadran solaire	6
Figure 4: Spectre d'émission de la lumière blanche	7
Figure 5: Coordonnées équatoriales horaires	9
Figure 6: Les coordonnées horizontales	10
Figure 7: Coordonnées terrestres	11
Figure 8: Longitude	11
Figure 9: Altitude	12
Figure 10: Latitude	13
Figure 11: Gisements solaire	13
Figure 12: Gisements solaire en Algérie	14
Figure 13: Chauffe-eau solaire	17
Figure 14: Chauffe-eau thermodynamique	17
Figure 15: Chauffe-eau gaz	18
Figure 16: Chauffe-eau électrique	18
Figure 17: Chauffe-eau solaire	21
Figure 18 : Système de base d'un chauffe-eau	22
Figure 19: Cumulus électrique	22
Figure 20: Panneaux photovoltaïques	23
Figure 21: Régulateur de charge	24
Figure 22: Batterie solaire	24
Figure 23: Capteurs plan vitré	25
Figure 24 : Capteur à tubes sous vide	26
Figure 25 : Chauffe-eau monobloc	26
Figure 26 : Chauffe-eau à thermosiphon	27
Figure 27: Chauffe-eau à circulation forcée	28
Figure 28 : Chauffe-eau à auto vidange	28
Figure 29: Fonctionnement du chauffe-eau solaire avec chauffage au gaz naturel	35

Figure30 : Fonctionnement du chauffe-eau solaire avec une résistance électrique	36
Figure 31 : Variation de différentes températures.....	38

Liste des tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques principales du soleil.....	3
Tableau 2 : Bilan énergétique	36
Tableau 3 : Résultat économique	37

Liste des symboles et abréviations

Q_j	La consommation d'énergie calorifique journalière
Q_{an}	les besoin énergétique de toute l'année
V_{ecs}	le volume en litres par jours (l/jr)
Q_{eff}	La consommation d'énergie effective
K_p	coefficient de perte de l'installation qui varie entre 1 et 1,3
N_{pv}	Le nombre total de modules P.V
P_{pv}	La puissance crête du champ PV
P_c	Puissance crête
C_s	Couverture solaire
$Q_{e.c}$	énergie effective produite par les capteurs par an (kWh/an)
Q_{app}	énergie fournie annuellement par l'appoint par an (kWh/an)
Q_{coll}	énergie annuelle à fournir par le CES (kWh/an)
η_{inst}	rendement du système
$S_{théo}$	surface théorique du panneau
E_j	l'énergie utile au chauffage de l'eau à 63°C
H_j	énergie apportée par le soleil (donnée Tecsol) en kWh/m ²
V_{st}	volume de stockage
V'	volume par m ² de capteur exprimé en (litre).
K	coefficient allant de 1, 3 à 1,7
η_j	qui correspond au rendement global de l'installation
η_C	rendement du capteur solaire
η_o	rendement optique du capteur
k_1	coefficient de déperdition thermique (W/m ² K)
k_2	autre coefficient de déperdition thermique (W/m ² K ²)
$\Delta\theta$	différence de température entre le fluide caloporteur et l'air extérieur
E_g	puissance solaire en W/m ² (obtenue à partir du rayonnement solaire)

Introduction générale

Depuis le début du siècle, la consommation mondiale d'énergie a augmenté rapidement dans toutes les régions du monde. La consommation d'énergie continuera d'augmenter, du fait de la croissance économique et de l'augmentation de la consommation d'électricité par habitant. Les pays en développement auront besoin de plus en plus d'énergie pour mettre en œuvre leur développement.

L'énergie provient de la nature de deux manières:

- Les énergies traditionnelles ou non renouvelables sont d'origine fossile, notamment le pétrole, le charbon, le gaz et l'uranium.
- Energies renouvelables ou non traditionnelles, notamment: énergie solaire, éolienne, énergie géothermique et biomasse.

Ils proviennent de sources d'énergie inépuisables grâce aux cycles naturels tels que le rayonnement solaire, le vent, le flux de chaleur interne de la Terre et le cycle du carbone de la biosphère.

L'énergie solaire est l'énergie la plus dominante de toutes les énergies renouvelables, l'une des plus faciles à exploiter. Comme la plupart des énergies douces, il permet à l'utilisateur de subvenir à ses besoins sans intermédiaire.

Compte tenu des besoins énergétiques croissants de la population, il est vraiment nécessaire de développer des applications solaires pour externaliser des applications réellement différentes: éclairage solaire, cuisson solaire, séchage solaire, distillation solaire et production d'eau chaude locale par chauffe-eau solaire.

La production d'eau chaude sanitaire génère une consommation d'énergie importante en raison des multiples secteurs d'utilisation:

(Hôtels, villes universitaires, hôpitaux, bâtiments, cliniques privées ...); Résidentiel (logements individuels). Aujourd'hui, les techniques de production d'eau chaude sanitaire sont les suivantes: bois, chauffe-eau électriques, chauffe-eau à gaz et bouilloires.

Ces techniques, comparées à l'énergie solaire, présentent plusieurs inconvénients, notamment une consommation accrue de combustibles fossiles, des risques et effets sur l'environnement, une durée de vie limitée, des coûts élevés par litre d'eau chaude produite.

Dans les pays industrialisés, cette application solaire a connu un développement très important. A permis à l'industrie de pointe de construire des chauffe-eau solaires hautes performances avec des coûts de fabrication et d'installation pour le citoyen.

À la maison, le chauffe-eau solaire est encore très peu utilisé malgré le besoin d'eau chaude dans tous les secteurs. Cela est dû en particulier au fait que l'énergie conventionnelle (électricité et gaz) est abondante et bon marché, tandis que le chauffe-eau solaire, développé par ailleurs, reste très coûteux et ne s'adapte pas aux conditions des zones désertiques (poids élevé et inadapté aux habitats désertiques, Très hautes températures en été).

Le déploiement de chauffe-eau solaires dans le désert exige de grands efforts pour les adapter aux besoins des zones désertiques:

Notamment en tenant compte de moyens financiers très limités, de conditions climatiques extrêmement hostiles et de la disponibilité de matériaux et de savoir-faire locaux.

Dans ce travail, nous discuterons du champ solaire dans le monde et de tout ce qui le concerne, de l'eau chaude et du chauffage solaire, et étudierons comment produire de l'eau chaude, en particulier la méthode solaire.

Dans le premier chapitre, nous avons abordé les connaissances générales sur le domaine solaire, que ce soit dans le monde en général ou en Algérie, et, l'énergie solaire étant l'un des types les plus importants d'énergie renouvelable, il était nécessaire d'en parler dans cet ouvrage en raison de sa dépendance.

Dans la deuxième unité, nous avons parlé de l'eau chaude que nous produirons de manière solaire, de ce que la machine est produite, de ses composants et de son fonctionnement. Chauffe-eau solaire.

Dans la troisième unité, nous avons déterminé le dimensionnement du chauffe-eau solaire en évaluant les besoins en énergie thermique et en déterminant la couverture solaire.

Déterminez l'énergie à fournir par CES, déterminez également l'énergie solaire totale capturée chaque année, calculez la surface des capteurs et déterminez enfin la taille du stockage.

Dans la quatrième unité, nous avons étudié le programme T * SOL, qui correspond à la taille des systèmes d'énergie solaire, étudié la production d'eau dans une région donnée et comparé les résultats obtenus.

Chapitre I

Gisement solaire

I.1. Introduction

La source de toute énergie sur Terre est le soleil, à la fois pour les combustibles fossiles traditionnels tels que les carburants ou les énergies renouvelables telles que le vent, la biomasse et l'énergie solaire.

L'énergie solaire est la plus dominante de toutes les énergies renouvelables et l'une des plus faciles à exploiter car la plupart des énergies douces donnent à l'utilisateur la possibilité de subvenir à une partie de ses besoins sans intermédiaire.

Dans cette section, nous définirons quelques concepts préliminaires sur le champ et le rayonnement solaire.

Où nous allons discuter de quelques idées, par exemple, la définition du soleil et du rayonnement solaire et des types, et étudier le trajet périodique du soleil et la connaissance de l'heure solaire jusqu'au spectre et aux coordonnées horizontales. Et les coordonnées des zones tropicales et terrestres et enfin un aperçu du champ solaire du monde et de l'Algérie en particulier.

I.2. Soleil

L'étoile du soleil est une constitution gazeuse et sphérique. (10×10^30 kg) avec une masse de (2×10^{30} kg). Ses composants sont composés à 80% d'hydrogène, suivis d'hélium à 19% et le 1% restant est un mélange de plus de 100 éléments. Sa distance est estimée à environ 150 millions de km du sol

Il produit également de l'énergie sous forme d'ondes électromagnétiques, dont 30% se reflète dans l'espace et en absorbe 47%, tandis que les 23% restants sont utilisés comme source d'énergie pour le cycle d'évaporation dans l'atmosphère. [1]

Tableau1 : Caractéristiques principales du soleil

Diamètre (km)	14×10^5
Masse (kg)	2×10^{30}
Surface (km ²)	6.09×10^{12}
Volume (km ³)	1.41×10^{18}
Masse volumique moyenne (kg/m ³)	1408
Vitesse (km/s)	217
Distance du centre de la voie lactée (km)	2.5×10^{47}

I.3. Rayonnement solaire

La matière première de l'énergie solaire est le rayonnement solaire d'une longueur allant de 0,2 à 4,10 à 6 m et n'a pas besoin de l'aide matérielle pour se déplacer.

Ils atteignent le sol après avoir soustrait ou perdu une grande partie de leur intensité, car une partie du rayonnement ultraviolet est absorbée.

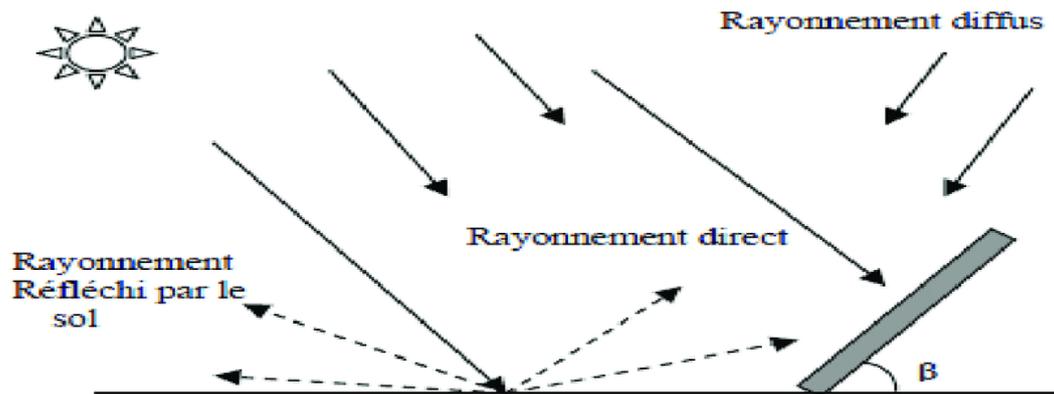


Figure 1: Composantes du rayonnement solaire

I.3.1. Rayonnement direct

Le rayonnement direct se caractérise par une réception directe du soleil, sans diffusion dans l'air, où les spectres de ces rayons sont parallèles les uns aux autres, car ils constituent des ombres sur lesquelles ils peuvent se concentrer sur les miroirs et peuvent être mesurés par le pyrhéliomètre.

I.3.2. Rayonnement Diffusé

Ce type de rayonnement est produit par la lumière diffusée dans l'atmosphère (nuages - aérosols - air).

Le phénomène de propagation est la distribution d'un faisceau parallèle à de nombreux faisceaux partant de toutes les directions du ciel.

Nous constatons également qu'il représente des molécules d'air, des gouttelettes d'eau (nuages) et de la poussière de la lumière du soleil.

Les conditions météorologiques sont principalement l'influence principale sur le rayonnement solaire.

I.3.3. Rayonnement solaire réfléchi

le rayonnement est réfléchi à la surface de la terre et des objets à sa surface ou est la blancheur de la terre.

Cette blancheur est importante si le sol est particulièrement réfléchissant (eau, glace).

I.3.4. Rayonnement global

Somme de l'ensemble des rayonnements reçus en excès du rayonnement réfléchi par la Terre et les objets se trouvant à sa surface. Une mesure de ce rayonnement est un thermomètre ou une échelle solaire sans écran

Les stations météorologiques reposent généralement sur la mesure du rayonnement horizontal global au moyen d'un dispositif de dimensionnement dimensionné horizontalement à l'emplacement souhaité. [2]

I.4. Trajectoire du soleil

L'une des caractéristiques les plus importantes de la conception de tout système utilisant l'énergie solaire est la connaissance aussi précise que possible du rayonnement solaire disponible sur le site cible et du moment où cette énergie est disponible et que chaque concepteur doit connaître la lumière.

Le rayonnement solaire a reçu au cours de la journée de nombreux effets de la circulation la plus importante (heure de la journée) et du torrent (saison de l'année) où l'on remarque que l'épaisseur de l'air est moins intermittente par rapport au début et à la fin de la journée et votre La couche de transit a diminué et nous pouvons vraiment vous voir en été et en hiver, le soleil est plus haut et les jours sont plus longs en été et la quantité totale d'énergie reçue est plus horizontale en hiver. [1-2]

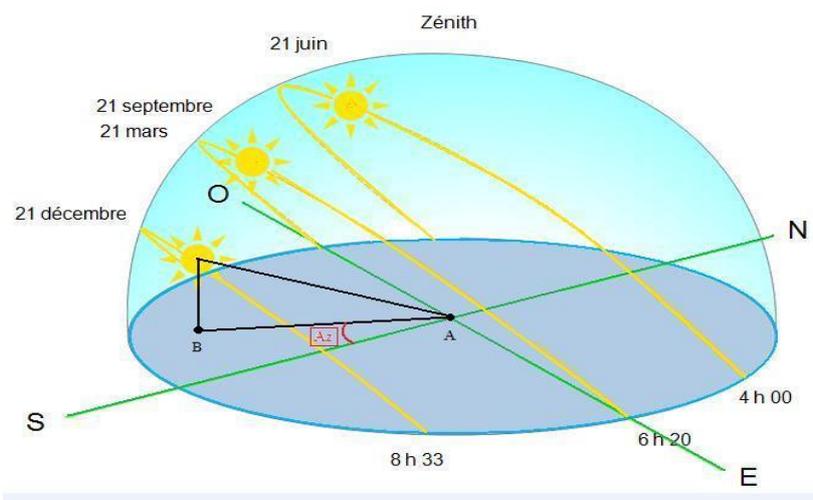


Figure 2: Trajectoire du soleil

I.5. Temps solaires

I.5.1. Temps

Il existe deux types de déplacement soumis à la Terre:

Faites pivoter la terre autour de l'axe et tournez autour du soleil.

Le terme du jour solaire est déterminé par le mouvement de la Terre elle-même, où 24 heures suffisent pour que la rotation complète se produise et chaque heure, nous constatons que cela correspond à une différence angulaire de 15 degrés. [3]

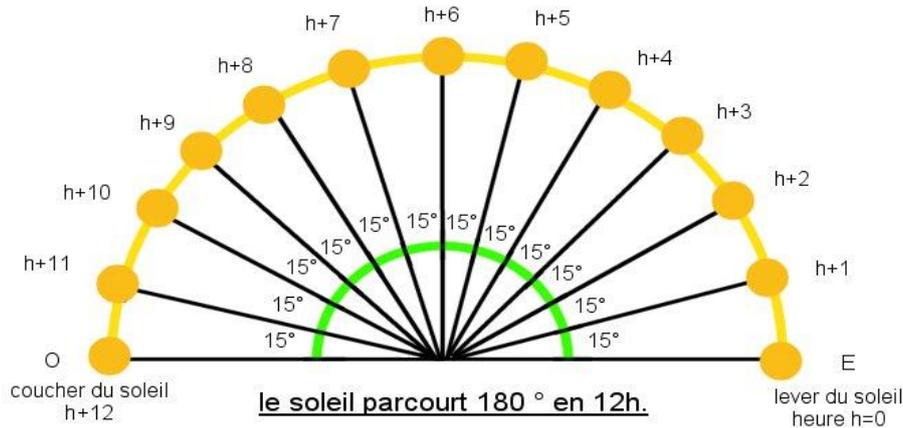


Figure 3: Cadran solaire

I.5.2. Temps solaire moyen

Ceci est basé sur l'après-midi solaire et signifie que, à une heure de la journée lorsque le soleil est dans le ciel. Le temps solaire moyen est une mesure temporaire qui dépend du mouvement de rotation de la Terre à une vitesse constante autour du soleil virtuel. Le temps solaire moyen dure 24 heures, quel que soit le jour de l'année. [4]

I.5.3. Temps solaire vrai

Est une mesure du temps réel et dépend de la façon dont la position du soleil dans le ciel est la plus élevée contrairement au temps solaire moyen et est constante. Le temps solaire réel varie au cours de l'année en raison de la tendance de l'axe de la Terre et du degré de déviation de son orbite autour du soleil. [4-1]

I.6. Spectre solaire

Les changements d'énergie dans les circuits ne se produisent pas en continu, mais sont mesurés quantitativement, comme l'illustre la physique périodique. L'état initial d'énergie et l'état final sont déterminés par un ensemble de nombres appelé transition. Votre que s'accompagne d'une absorption d'énergie à une longueur d'onde précise si l'état final est plus

énergétique ou à des rayonnements d'énergie le long d'une longueur d'onde précise si l'état final est inférieur à l'énergie. Et cette voie sera entourée par Dora après un long moment plus ou moins pour revenir à sa condition la plus stable directement ou indirectement et appelée condition de sol .

Le flux d'énergie est lié à la longueur d'onde, au rayonnement ou à l'absorption:

- Planck Fixe.
- longueur d'ondes.
- la vitesse de la lumière.

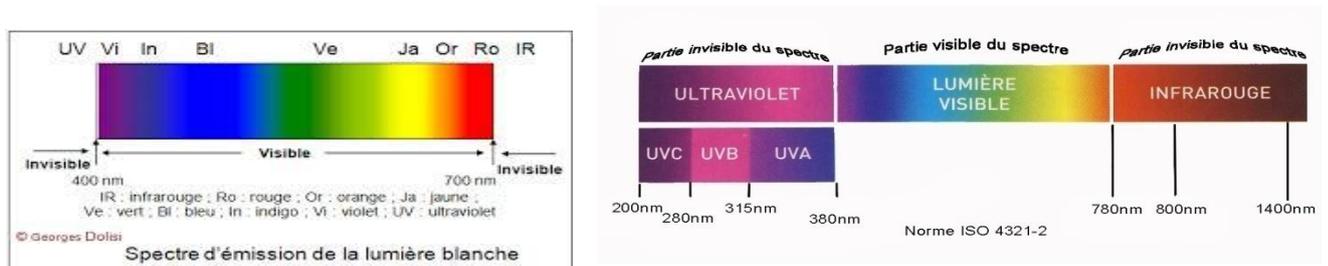


Figure 4: spectre d'émission de la lumière blanche

I.6.1. Principaux types de rayonnement atteignant la Terre et ses effets

Le soleil émet des particules appelées photons en très grande quantité qui sont les rayons du soleil. Où ces flux photoniques ou ce qu'on appelle un rayonnement ou un rayonnement dans l'espace à la vitesse de 300 000 km / seconde et c'est la vitesse de la lumière et atteindre la Terre avec des longueurs d'onde différentes. Et c'est ce que nous distinguons par les types de rayonnement, c'est-à-dire que la longueur de l'onde est appelée spectre solaire.

- Le rayonnement négatif / gamma est un rayonnement de très courte longueur d'onde qui est très dangereux et qui est suspendu aux couches supérieures de l'atmosphère.
- rayonnement longue longueur d'onde Les ondes radioélectriques longue portée Ka sont très faibles à la surface de la Terre atteignent principalement.

Les rayons UV, de 200 à 400 nm, sont invisibles, malsains et endommagent les cellules.

La lumière optique est de 400 à 500 nm, ce qui nous permet de distinguer les modèles et les couleurs.

Pour l'infrarouge (IR), il est compris entre 500 et 1400.

Nm et sont invisibles et agissent en chauffant le matériau solide ou gazeux auquel ils sont confrontés

Tout cela montre que le rayonnement solaire en dehors de l'atmosphère terrestre comprend trois éléments importants:

- 9% de rayonnement ultraviolet

- 43% d'air visible
- 48% de rayonnement infrarouge

I.6.2. Lumière

La lumière fait référence aux ondes électromagnétiques visibles à l'œil humain, longueurs positives de 0,38 à 0,78 micron, 380 à 780 nm

Nm est le symbole symbolisé par le nanomètre

La lumière est également étroitement associée au concept de couleur

- Un cercle de couleurs colorées a été proposé pour analyser la lumière blanche par Newton et pour la première fois au XVIIe siècle, en plus de la lumière visible par référence à celle-ci, les autres ondes électromagnétiques telles que celles trouvées dans les énergies des rayons infrarouges et ultraviolets ainsi que Au nom de la lumière

- En général, on peut se passer de certaines formes de vie dans les fonds marins, mais la lumière du soleil est la principale source d'énergie, car elle régule l'écologie de la Terre par la photosynthèse et contrôle donc les cycles écologiques et biologiques tels qu'ils existaient il y a plus de 3,7 ans. Milliards d'années. Elle joue également un rôle important dans la couche d'ozone et réduit la propagation des microbes sensibles aux rayons ultraviolets ou infrarouges. Cette sensibilité est utilisée par certaines techniques pédagogiques et contribue à certaines formes de pollution appelées ozone photochimique chimique, oxydes trophiques et d'azote et Inversion de la décomposition (photosynthèse) Certains composants dans l'air, le sol ou l'eau de surface

- La lumière continue à augmenter tout au long de la journée, avec la production de mélanine, une hormone produite la nuit chez la plupart des animaux, ainsi que par la température et l'apparition de boutons, de feuilles et de fleurs, ou l'ouverture et la fermeture de fleurs, et donc la présence de lumière artificielle dans l'environnement nocturne Cela peut changer le comportement et les fonctions

- Certains phénomènes d'espèces ou d'écosystèmes sont généralement qualifiés de pollution lumineuse. [5]

I.7. Coordonnées équatoriales horaires

Le système de coordonnées équatoriales pour chaque heure est son système polaire de niveau de base (OXY), qui est l'équateur céleste. Où OX représente la direction de la disparition locale et la direction indirecte (OY). OZ est l'axe du premier pôle angulaire et l'angle de l'horloge est H et est calculé positivement dans les horloges analogiques de 0 à 24 heures à l'ouest du méridien jusqu'à la place, le deuxième angle est l'écart et a le même angle que le

signal tropical. L'angle d'horloge augmente avec le temps comme le temps astronomique. Les petits cercles parallèles à l'équateur sont appelés similitudes célestes. Les grands cercles intermédiaires relient les colonnes célestes aux cercles temporels. La balance céleste distingue toutes les étoiles qui présentent une déviation continue et qui sont décrites par le mouvement du jour.

En particulier, l'étoile polaire décrit actuellement un petit cercle de moins de 1 degré autour du pôle céleste, ce qui nous permet de le localiser.

Avec la montée correcte, l'angle de temps et l'heure de l'astronomie locale, une relation simple: $H = T - \alpha$, il faut faire attention aux formules pour que ces angles soient identiques à ceux du système unitaire. Il convient de noter que l'angle d'horloge de l'étoile est le même pour tous les endroits situés sur la longitude de la Terre. [6]

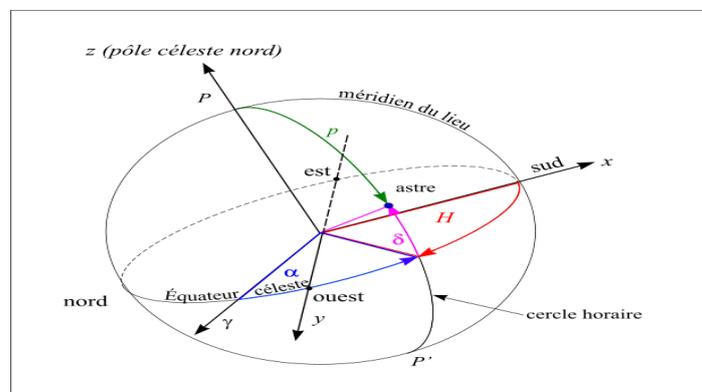


Figure 5: Coordonnées équatoriales horaires

I.8. Coordonnées horizontales

Le soleil est couché à deux angles:

I.8.1. Azimut solaire:

cet angle est mesuré dans le sens des aiguilles d'une montre entre l'hémisphère nord, l'hémisphère nord, entre l'hémisphère nord et l'hémisphère sud, et le point de projection sur le plan horizontal local de la ligne reliant la terre au soleil, calculé d'ouest en est à 0 degrés. À 360 degrés, mais du sud à l'ouest se fait de 0 à 180 degrés.

Il est également important de savoir que l'azimut solaire est négatif le matin, c'est-à-dire la direction est, ou à 0 ou 180 degrés à midi et positif l'après-midi (direction ouest) dans le monde entier selon l'azimut géographique, qui est toujours mesuré dans le sens des aiguilles d'une montre à partir du nord.

I.8.2. Hauteur

est l'angle de la direction du soleil sur ses projections et est calculé de 0 à 90 degrés vers l'azimut et de 0 à 90 vers le bas.

Parfois, la distance en azimut est complémentaire de l'angle: $h: z + h = 90^\circ$. [7]

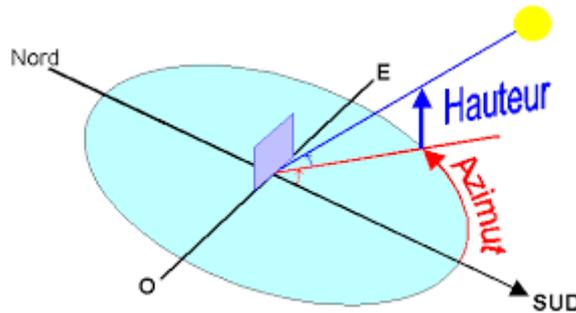


Figure 6: Coordonnées horizontales

I.9. Coordonnées terrestres

Nous pouvons définir n'importe quel emplacement sur la surface de la Terre grâce à ses propres coordonnées géographiques:

(Longitude, latitude et même Altitude de ce site).

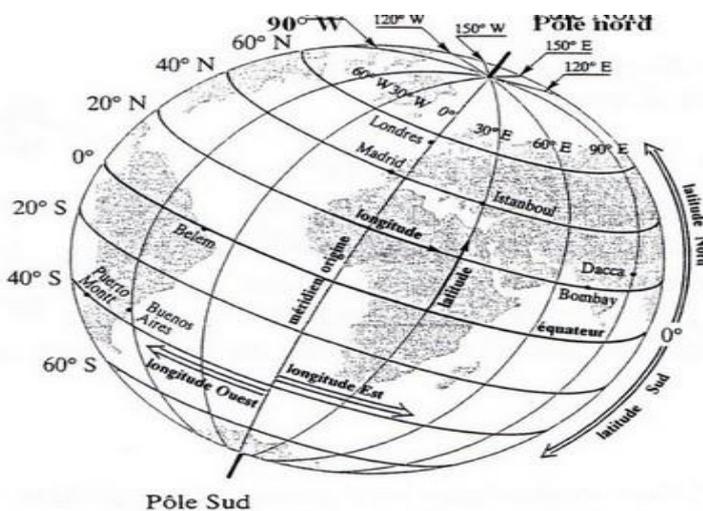


Figure 7: Coordonnées terrestres

I.9.1. Longitude

La ligne de Greenwich et la démarcation du lieu étudié forment un angle.

La longitude est définie comme la distance entre 180 ouest et 180 est.

24 heures suffisent pour faire pivoter la Terre sur elle-même (360 °) et guider chaque étoile vers un méridien d'environ 4 minutes. [3-1]

+: Représente la longitude est.

- : Représente la longitude ouest.

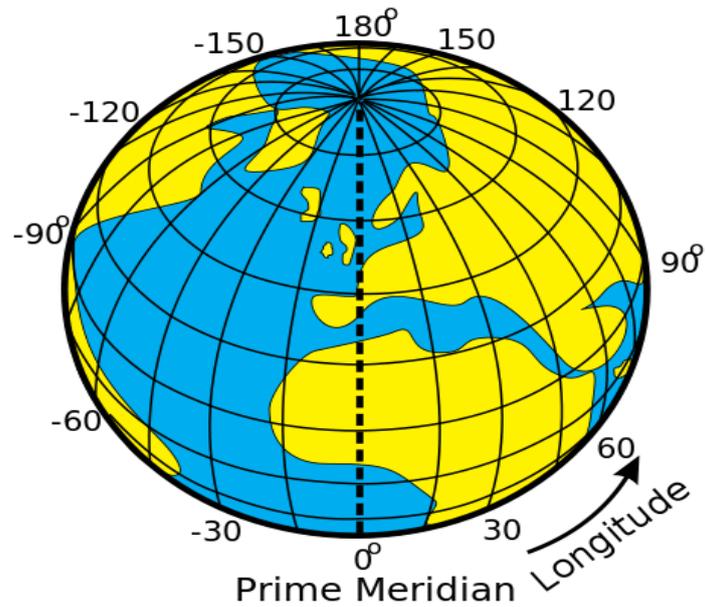


Figure 8:Longitude

I.9.2. Altitude

Le niveau moyen de la mer est la référence théorique permettant de mesurer la hauteur d'un point quelque part en rencontrant le point verticalement avec la surface de la mer et en le mesurant en mètres.

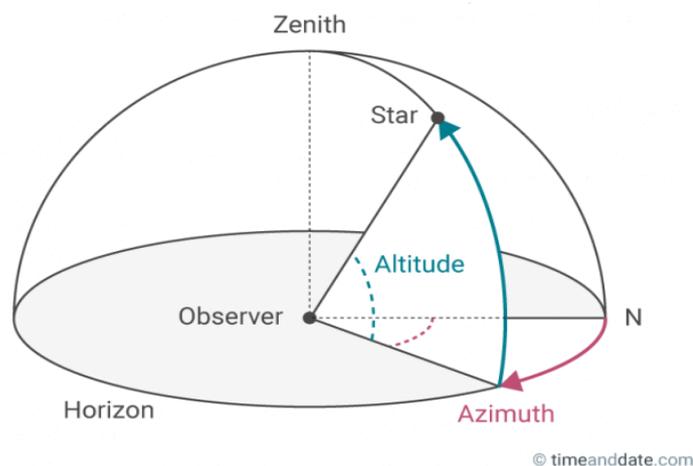


Figure 9:Altitude

I.9.3. Latitude

L'angle est appelé entre une ligne tirée d'un point de la surface de la Terre vers son centre et le cercle tropical de la Terre à l'angle de la latitude.

L'équateur représente l'intersection du cercle tropical avec la surface de la Terre, où il est considéré comme une latitude de 0° .

Et le pôle sud à la latitude (-90°) .

Arctique à la latitude $(+90^\circ)$.

Grâce à l'accord unifié entre les pays du monde, nous concluons que:

La marque (-) doit être pour chaque région au sud du globe.

La marque (+) correspond à chaque région située au nord du globe.

*Une région ou un lieu peut être trouvé entre 90 et 90 degrés de latitude.

La rotation de la terre autour du soleil montre le temps réel du soleil et détermine nos saisons.

[8]

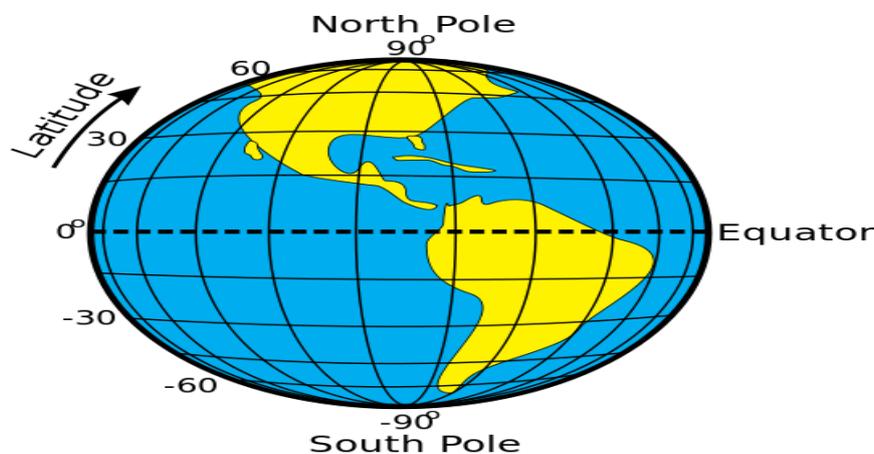


Figure 10:Latitude

I.10. Gisements solaire

L'importance d'identifier le champ solaire d'une région ou d'un lieu réside dans la nécessité de construire et d'organiser le système solaire, un ensemble de données montrant et illustrant l'évolution du rayonnement solaire dans une zone donnée au cours d'une période donnée. Leur évolution pourrait provenir des données sur le rayonnement solaire global, où elles peuvent être utilisées pour simuler le fonctionnement potentiel du système solaire et ainsi fonctionner le plus précisément possible en raison des besoins énergétiques à satisfaire. [1-3]

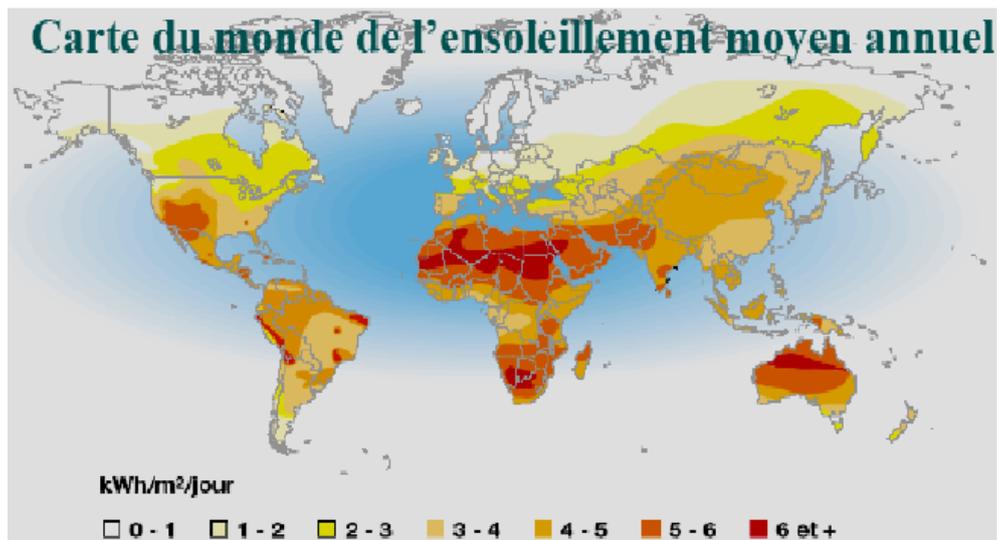


Figure 11:Gisements solaire

I.11. Gisements solaire en Algérie

L'Algérie est l'un des plus grands pays du bassin méditerranéen en termes de potentiel solaire, selon une étude réalisée par l'agence spatiale allemande ASA dans le cadre d'une évaluation satellitaire, qui a conclu à 169 000 Téra par an de quantité d'énergie solaire thermique et à 13,9 Téra photovoltaïques.

L'énergie solaire en Algérie équivaut à 10 grands gisements de gaz naturel découverts à HassiRmel.

Le lever du soleil en Algérie, en particulier dans le désert, est de 3 900 heures, ce qui représente le plus grand ordre public au monde.

Où il peut aller jusqu'à 12 heures pendant la journée en été et seulement dans l'extrême sud, où il tombe à 6 heures en été.

La plus grande région ensoleillée d'Algérie est l'État d'Adrar, qui présente un potentiel exceptionnel dans toutes les régions du pays. [7-1]

Moyenne annuelle de l'irradiation Globale reçue sur une surface horizontale, Période 1992-2002

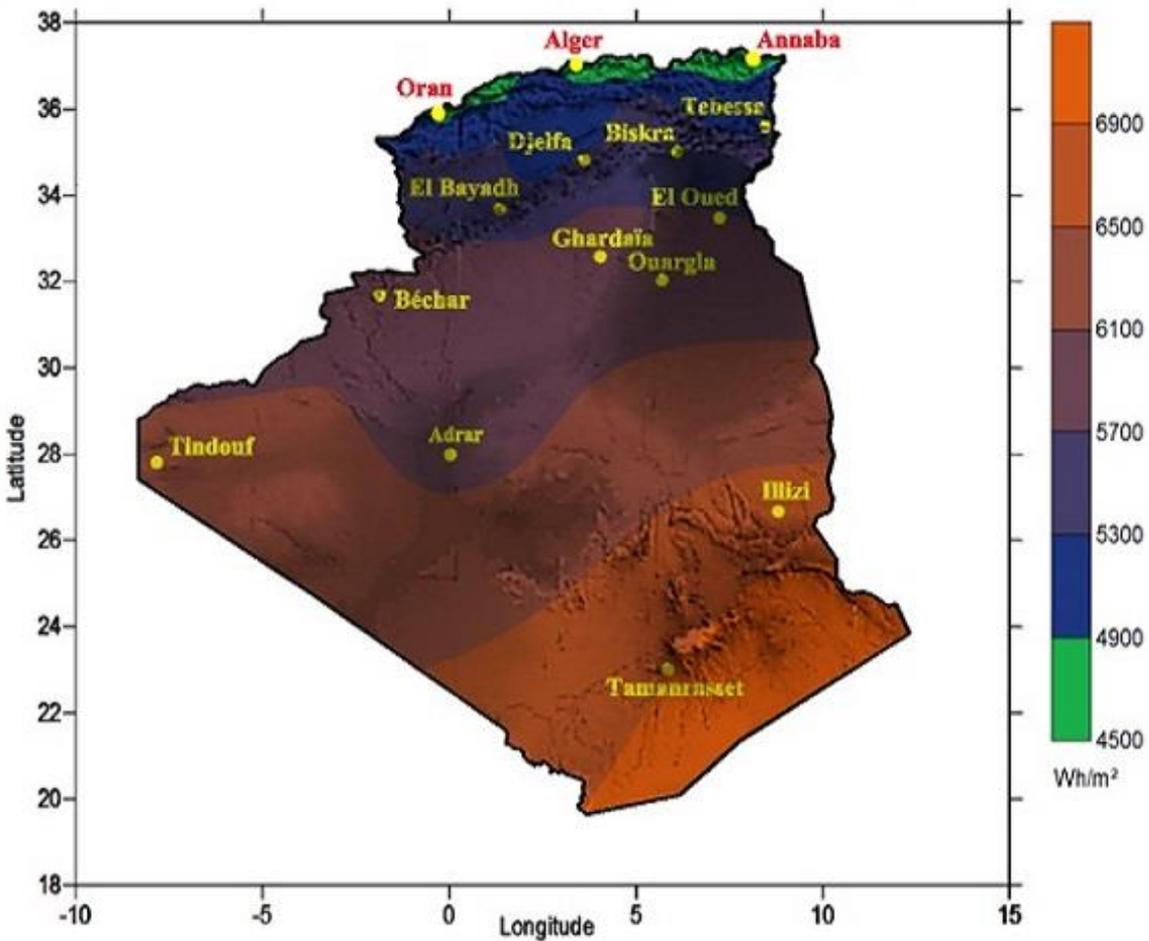


Figure 12: Gisements solaire en Algérie

Chapitre II

Généralités sur les chauffe- eaux solaires

II .1. Introduction

L'eau est la base de la vie et a plusieurs utilisations et exploitation dans divers domaines où nous l'utilisons froide ou chaude et trouvons un dispositif à eau chaude appelé le chauffe-eau qui travaille pour augmenter la température et au besoin. Il existe également plusieurs façons de chauffer de l'eau, notamment le chauffage solaire de l'eau consistant à convertir la lumière du soleil en chaleur pour chauffer de l'eau à l'aide d'un capteur solaire. Il existe de nombreuses innovations aux multiples mandats pour apporter des solutions dans tous les types de climat. Le chauffage solaire de l'eau est largement utilisé dans certaines résidences et dans certaines applications industrielles.

Dans cette unité, nous discuterons du concept de chauffe-eau, de ses fonctions et de ses types, ainsi que du chauffe-eau solaire et de ses types.

II.2. Définition d'un chauffe-eau

Les chauffe-eau sont des installations de production d'eau chaude avec différents types d'énergie utilisés dans la production d'eau chaude, notamment les chauffe-eau, les chauffe-eau solaires, les chauffe-eau électrique, les chauffe-eau à gaz, les chauffe-eau thermiques.

Le chauffe-eau ne doit pas être choisi à la légère, de sorte que votre modèle dépende de la consommation régulière d'eau, des caractéristiques de la maison et du nombre de personnes qui y sont à la maison.[9]

II.3. Type des chauffe-eaux

II.3.1. Chauffe-eau solaire

C'est le plus économique car il utilise une énergie renouvelable . Il est constitué d'un ballon d'eau chaude et de panneaux solaires. Ces derniers sont installés dans les jardins ou sur les toitures . Ils vont capter la chaleur diffusée par les rayons du soleil et la dirigé vers le ballon pour chauffer l'eau. [10]

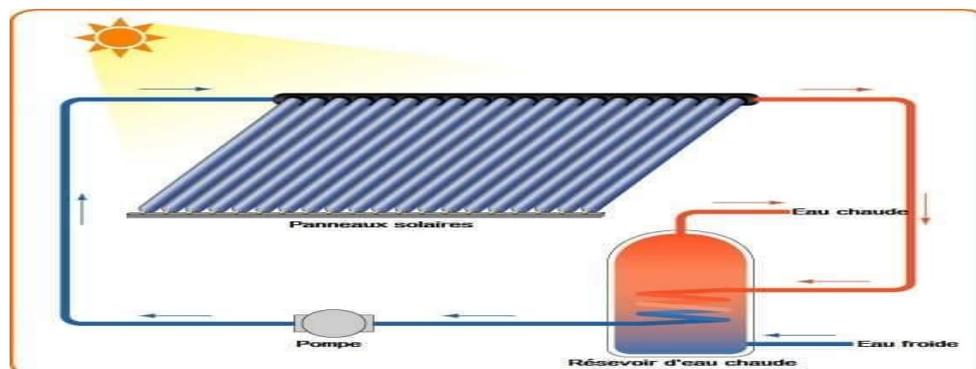


Figure 13: Chauffe-eau solaire

II.3.2. Chauffe-eau thermodynamique

Il est souvent installé dans les maisons neuves . Il utilise lui aussi une énergie renouvelable. Il récupère la chaleur contenue dans l'air ambiant de la pièce dans laquelle il se trouve et l'utilise pour chauffer l'eau. C'est un appareil qui doit être installé selon des règles précises. Il fonctionne avec un appoint électrique. Il peut facilement être installé en remplacement d'un chauffe-eau électrique dans une buanderie ou une cave.[10]

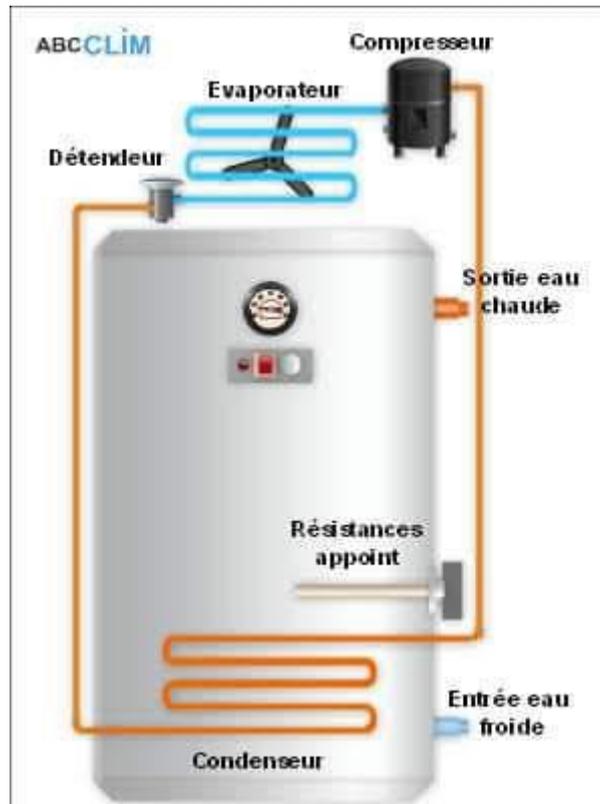


Figure 14: Chauffe-eau thermodynamique

II.3.3. Chauffe-eau gaz

Le chauffe-eau gaz est également appelé « chauffe-bain ». Il se place à proximité d'un point de puisage et est fait pour de très faibles besoins en eau chaude.[10]

Comme le chauffe-eau électrique, le chauffe-eau au gaz peut produire de l'eau de manière instantanée ou bien par accumulation. Il peut s'avérer être un investissement intéressant à moyen terme et faire baisser les facture énergétique par rapport au choix de l'électrique, même s'il est souvent plus cher au départ.[19]

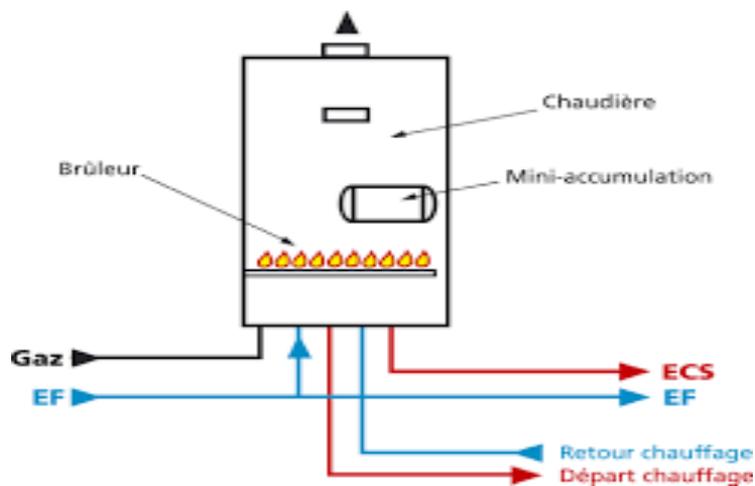


Figure 15: Chauffe-eau gaz

II.3.4. Chauffe-eau électrique

On trouve deux types de chauffe-eaux électrique : instantané et à accumulation. L'instantané est conçu pour les faibles besoins en eau chaude. Il chauffe l'eau à la demande, il ne stocke donc pas d'eau.

Le chauffe-eau électrique à accumulation permet d'alimenter des besoins en eau chaude plus importants, comme ceux d'une famille. Il existe plusieurs capacités et plusieurs emplacements sont possibles (mural ou sur socle et vertical ou horizontal).[10]

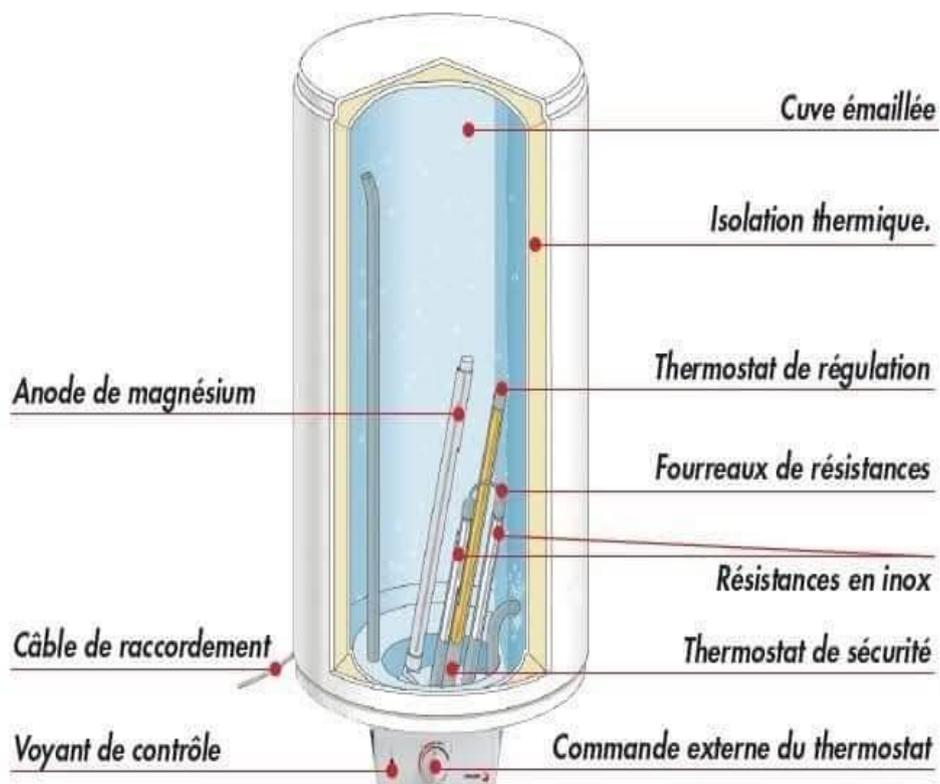


Figure 16: Chauffe-eau électrique

II.4. Fonctionnement général d'un chauffe-eau

Beaucoup de multitudes doivent être données en achetant le chauffe-eau car il fonctionne non plus selon qu'il était produit chaud en premier, mais la norme officielle des devoirs de la consommation d'eau chaude.

Le chauffe-eau fonctionne soit électrique ou en gaz, nous choisissons de ces systèmes car le chauffe-eau n'est pas seulement un article à la maison, mais il représente un coût.[11]

II .4.1. Chauffe eau solaire

Un chauffe-eau solaire se compose de divers éléments ayant des fonctions précises et pouvant varier selon le modèle.

Le principe de fonctionnement repose notamment sur :

Premier la captation des rayons solaires par la transmission de la chaleur de ces capteurs à un fluide caloporteur par l'intermédiaire d'un circuit primaire et enfin la transmission de cette chaleur à l'eau stockée dans un ballon solaire.[11]

II .4.2. Chauffe-eau à gaz

Le chauffe-eau à gaz fonctionne soit au gaz de ville (gaz naturel) ou alors avec du gaz de type propane ou butane, généralement stocké dans une cuve.

Comme pour une chaudière au gaz, le chauffe-eau au gaz fonctionne de la même manière, à savoir que c'est un brûleur qui aide à chauffer l'eau.

Il existe plusieurs possibilités d'installation pour un chauffe-eau à gaz : soit sans aucun raccordement à un conduit, soit avec un raccordement à un conduit d'évacuation comme une VMC ou alors un raccordement à un conduit comme une ventouse.

Il y a, comme pour le chauffe-eau électrique, deux types de chauffe-eau à gaz, à savoir le chauffe-eau à accumulation et le chauffe-eau instantané.

Le chauffe-eau à gaz à accumulation doit être installé contre une paroi qui donne sur l'extérieur (d'où le besoin d'une VMC, d'une cheminée ou d'une ventouse). Il doit aussi être installé dans un endroit correctement aéré.

Le chauffe-eau gaz instantané permet de chauffer l'eau à la demande, et il doit être installé près du point d'utilisation de ladite eau chaude.

L'entretien du chauffe-eau à gaz doit être effectué chaque année par un artisan chauffagiste qui vérifiera le bon fonctionnement de l'appareil, et évitera ainsi les éventuelles fuites de monoxyde de carbone. A noter que ces entretiens font souvent partie d'un contrat de maintenance établi avec le fournisseur.

Un léger dépoussiérage peut s'avérer nécessaire afin d'éviter une possible combustion.

Il faut compter entre 200 et 1000 euros pour un chauffe-eau à gaz.[11]

II.4. 3. Chauffe-eau thermodynamique

Il s'agit d'un appareil utilisé pour chauffer l'eau. Il doit être installé conformément aux normes spécifiées. Il fonctionne avec un sur presseur électrique. Il peut être facilement installé pour remplacer le chauffe-eau électrique dans la buanderie. Il est souvent installé dans les maisons neuves . Il utilise également des énergies renouvelables pour utiliser la chaleur de l'air ambiant dans la pièce aménagée pour le chauffage de l'eau.[11]

II .4.4. Chauffe-eau électrique

Le chauffe-eau électrique fonctionne selon le principe de la stratification : quand l'eau froide est chauffée, elle perd en densité, s'allège et monte dans la cuve. Elle peut alors être puisée pour couvrir les besoins en eau chaude sanitaire des personnes qui vivent dans le logement.

Principe de stratification :

L'eau froide sous pression pénètre à l'intérieur de la cuve à mesure que celle-ci se vide pour répondre aux besoins en eau chaude sanitaire. L'eau froide qui entre est chauffée par une résistance électrique et remonte progressivement vers le haut du réservoir. Car, à l'instar de l'air, l'eau chaude a une densité plus faible que l'eau froide ; elle est donc plus légère et prend naturellement de la hauteur. En revanche, l'eau froide, naturellement plus lourde, reste au fond de la cuve. C'est ce principe physique selon lequel l'eau, à des températures différentes, forme des couches (autrement dit, des « strates ») qui ne se mélangent pas, qui est à l'origine du nom de la stratification.[12]

II.5. Chauffe-eau solaire

Un chauffe-eau solaire est un dispositif qui permet de capter la lumière du soleil naturelle et utilise ensuite le rayonnement solaire pour chauffer l'eau

Il se compose d'un panneau solaire et d'un réservoir de stockage d'eau chaude ainsi que d'un suivi entre l'installation électrique dans le cas du système photovoltaïque ou système thermique avec l'ajout d'une pompe fonctionnant pour déplacer l'eau de la chaleur à chaleur à l'intérieur de la boucle fermée. [9]

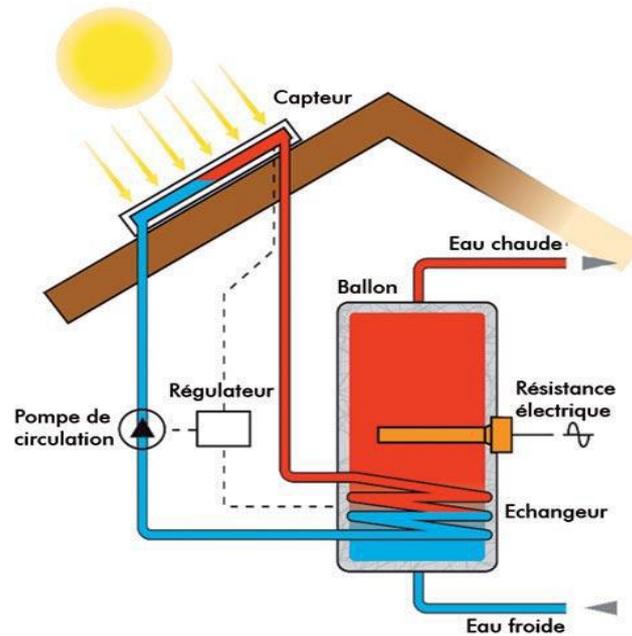


Figure 17:Chauffe-eau solaire

II.6. Type des chauffe eau solaire

II .6. 1. Chauffe-eau à énergie PV

II .6.1.1. Principe

Commencer par un boiler électrique (Cumulus), des capteurs photovoltaïques et un boîtier qui dévie automatiquement la production photovoltaïque excédentaire vers le boiler électrique (ce qui permet de garantir que 65% de l'eau chaude est réellement issue des capteurs).

Mieux vaut-il installer un chauffe-eau solaire thermique ou photovoltaïque ? Cette question, très souvent posée, trouve aujourd'hui une réponse claire et nette, notamment sur le plan de l'investissement financier initial. Suivez cette analyse chiffrée.

En ce qui concerne la production d'eau chaude sanitaire domestique, une conjonction d'éléments permet aujourd'hui de ne plus être dans le doute :

Le prix des systèmes photovoltaïques s'est effondré en l'espace de 10 ans.

La fiabilité et la robustesse de ces systèmes ont fait leurs preuves et les productivités sont nettement plus importantes qu'espéré il y a 10 ans. En Algérie, nous observons globalement 15 à 25% de productivité de plus qu'attendu à l'époque. [20]

Les systèmes électriques, qu'ils soient en production ou en consommation, sont très aisément et précisément mesurables et pilotables efficacement. A peu de frais, ils offrent un fonctionnement « intelligent » et autonome, dans un environnement où la question de l'équilibre des réseaux électriques devient décentralisée. [13]

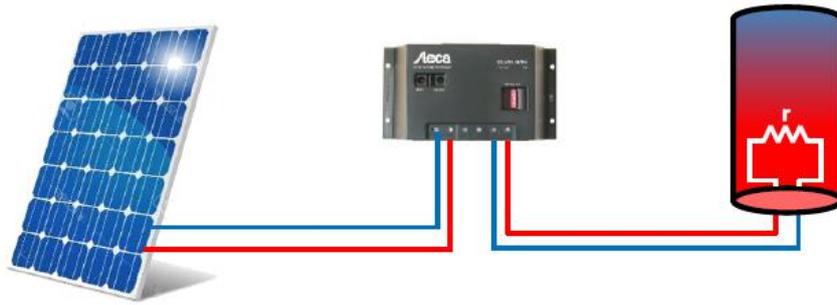


Figure18 : Système de base d'un chauffe-eau

II .6.1.2. Matériel

II .6.1.2.1. Cumulus électrique

Un cumulus électrique (appelé également ballon d'eau chaude ou chauffe-eau électrique à accumulation) Un composant central de la production d'eau chaude pour une maison, un bureau ou une entreprise est l'une des solutions les plus pratiques, économiques et faciles à utiliser pour la production d'eau chaude. La grande taille de son réservoir permet un écoulement continu et une traînée simultanée sans problème dans l'eau chaude, de sorte que de grandes quantités d'eau chaude puissent être fournies en fonction de la température élevée. À travers ce réservoir, l'eau peut être prélevée à différents endroits de la tige du réservoir. Le confort est donc la caractéristique fondamentale du chauffage à accumulation.[14].



Figure19: Cumulus électrique.

La capacité de la cuve, exprimée en litres, doit être suffisante pour répondre à votre consommation d'eau chaude. Une grosse cuve se traduit par un encombrement certain, et donc parfois des difficultés pour lui trouver une place. Cela consommera aussi plus d'énergie pour chauffer un volume d'eau supérieur.

Un cumulus nécessite un gros volume qui peut être difficile à intégrer à votre intérieur. Heureusement, les fabricants les proposent sous des formes différentes afin de pouvoir répondre à tous les besoins. [15]

II .6.1.2.2. Panneaux photovoltaïque

Un panneau photovoltaïque est constitué d'une série de cellules photovoltaïques, formées d'un matériau semi-conducteur en deux couches, l'une dopée positivement (P) et l'autre négativement (N). C'est une jonction PN. Lorsqu'un électron est arraché, il se forme à la place un « trou », se comportant comme une charge positive.

L'électron et le trou s'échappent de part et d'autre de cette jonction PN (les électrons vers N et les trous vers P), créant une différence de potentiel (ce que l'on mesure en volts). Une cellule photovoltaïque produit donc ainsi du courant électrique continu, [16].



Figure20: Panneaux photovoltaïques.

Il existe différents types de cellules et de procédés de fabrication. Le semi-conducteur le plus utilisé est le silicium. La performance se mesure d'abord par le rendement : pourcentage de l'énergie lumineuse effectivement transformée en électricité. Dans les panneaux vendus dans le commerce, on trouve, du moins cher au plus cher, [16] :

Le silicium amorphe (rendement 6 à 8 %);

Le silicium monocristallin (12 %);

Le silicium poly cristallin (15 %).

II .6.1.2.3. Régulateur

Le régulateur solaire, qui est aussi appelé contrôleur de charge, permet d'assurer et de réguler la charge des batteries du capteur solaire. Il faut préciser qu'il est à la fois relié à la batterie, au panneau solaire et aux équipements de l'énergie solaire convertie.

Il est possible d'alimenter directement une batterie solaire à un panneau solaire photovoltaïque mais la batterie risque d'être endommagée dans le cas où son niveau de charge

dépasse 90%. C'est pourquoi il est recommandé d'installer un régulateur de charge pour toutes utilisations à partir de 15 Watts, [17].



Figure21: Régulateur de charge.

II .6.1.2.4. Batteries

Le stockage de l'énergie électrique étant impossible, des batteries emmagasinent l'énergie électrique produite par les panneaux photovoltaïques en énergie chimique dont la production et la consommation peuvent être ainsi différées : c'est le cycle de charge.

Une batterie photovoltaïque ou batterie à décharge profonde permet de résoudre le problème du décalage temporel entre la production d'électricité du panneau photovoltaïque pendant les heures d'ensoleillement et sa consommation. [9]



Figure22: Batterie solaire.

II .6.2. Chauffe-eau thermique

II .6.2.1. Principe

Equipée d'un, ces types des systèmes utilisent des capteurs solaires et une unité de pompage pour transférer la chaleur à la charge, en général par l'intermédiaire d'un réservoir de stockage. L'unité de pompage comprend la ou les pompes (utilisées pour faire circuler le fluide caloporteur entre les capteurs et le réservoir de stockage) et des équipements de contrôle et de sécurité. Un système de chauffage solaire de l'eau convenablement conçu peut fonctionner quand la température extérieure est bien en dessous du point de congélation (zéro

Celsius) et, s'il est protégé contre les risques de surchauffe, les jours chauds et ensoleillés. [18]

II .6.2.2. Matériel

II .6.2.2.1. Capteur solaire

Le rôle du capteur solaire, qu'on appelle aussi le panneau solaire, est de convertir la lumière du soleil en chaleur pour alimenter le chauffe-eau solaire.

Pour cela on utilise des panneaux traversés par un fluide : soit l'eau directement à chauffer (dans le cas des pays chauds hors gel), soit de l'eau additionnée d'un antigel qui servira de liquide caloporteur vers un ballon de stockage.

Il existe deux principaux types de capteurs solaires thermiques :

II .6.2.2.1.a. Capteur plan vitré

C'est le modèle le plus répandu. Il est constitué d'une caisse isolée couverte par un vitrage. A l'intérieur est placé l'absorbeur, un serpentin (tuyau ondulé) contenant le fluide à réchauffer.

Dans ce genre de modèle, l'absorbeur est protégé contre les déperditions thermiques par un matériau isolant (la plupart du temps, de la laine de roche).

La vitre est quant à elle faite de verre trempé très résistant (intempéries, grêle), très transparente et spécialement conçue pour présenter un faible niveau de réflexion afin d'emmagasiner un maximum de chaleur.[9]

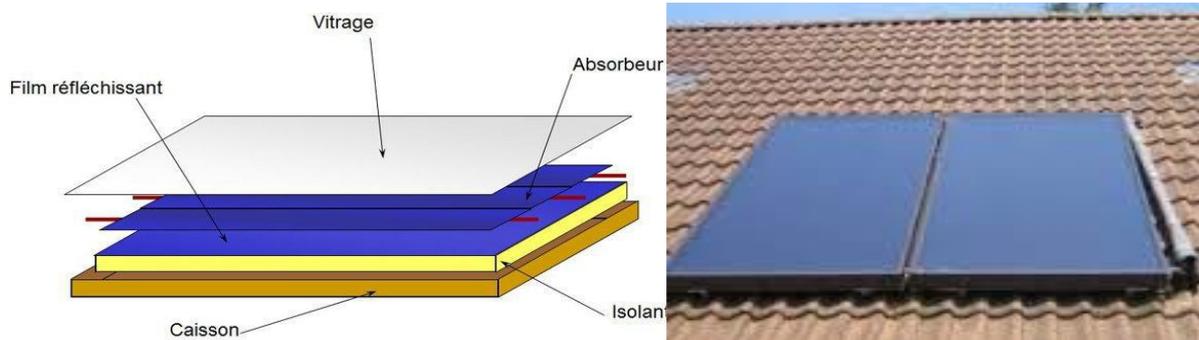


Figure23: Capteurs plan vitré

II .6.2.2.1.b. Capteur à tubes sous vide

Il est constitué d'une série de tubes transparents sous vide qui isolent l'absorbeur. On Le rôle du vide, dans ces tubes, est de réduire les déperditions de chaleur par convection et par conduction thermique.

L'intensité du vide est d'une importance décisive pour l'interruption du mécanisme de transfert de chaleur.

Ils s'échauffent plus rapidement, ils permettent de mieux tirer partie des petites périodes d'ensoleillement, ils permettent de mieux profiter de l'éclairement du soleil du matin et du soir. Comme les capteurs à tubes sous vide peuvent atteindre des températures extrêmes de plus de 150° C, le fluide caloporteur est spécialement développé pour ce genre d'installation. [9]

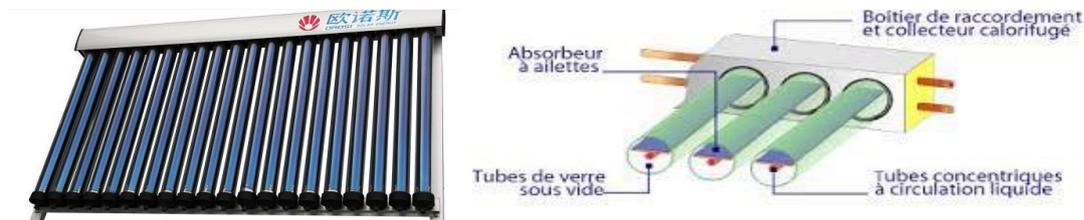


Figure24 : Capteur à tubes sous vide

II .6.3. Chauffe-eau monobloc

Ce sont les chauffe-eau les plus simples : le ballon et le panneau solaire forme un seul ensemble compact.

En général, le ballon est fixé en haut du panneau solaire.

Dans un système monobloc, c'est directement l'eau chaude sanitaire qui circule dans les panneaux.

Réchauffée par le rayonnement solaire, l'eau devient moins dense et monte dans le ballon.

Il n'y a donc pas besoin de pompe.

L'inconvénient, c'est que la proximité du ballon avec le panneau, fait, sur la toiture, un ensemble peu esthétique[21].



Figure25 : Chauffe-eau monobloc

II .6.4. Chauffe-eau à thermosiphon

Pour éviter les inconvénients du système monobloc, tout en conservant l'avantage d'un système simple, on peut séparer les panneaux du ballon d'eau chaude.

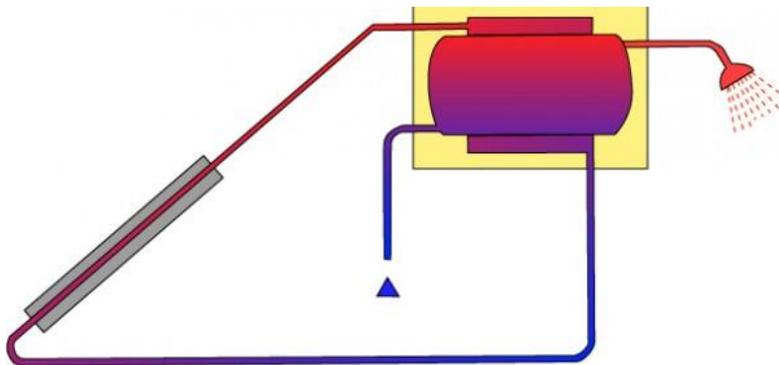
Tant que les panneaux restent plus bas que le ballon de stockage, l'eau va pouvoir circuler naturellement par effet « thermosiphon ».

Le principe du « thermosiphon » fonctionne sur la caractéristique de l'eau chauffée, qui devenant plus légère que l'eau froide, monte donc vers le ballon, remplace l'eau froide, qui, plus lourde, descend vers le bas et passe dans le panneau solaire.

La boucle est ainsi bouclée. Là encore, l'inconvénient vient du fait que le liquide est l'eau sanitaire directe, donc sensible au gel.

On ne peut donc pas utiliser ce type de chauffe-eau solaire dans tous les pays.

Il est à réserver pour les pays chauds qui ne connaissent pas le gel[21]



Installation à thermosiphon (indirecte): le ballon de stockage est placé au dessus du capteur

Figure26 : Chauffe-eau à thermosiphon

II .6.5. Chauffe-eau à circulation forcée

Le liquide qui circule dans les panneaux solaires est un fluide qui ne craint pas le gel (en général de l'eau glycolée).

C'est le même principe que le circuit de refroidissement des automobiles, on y mélange du Glycol (un alcool) antigel pour abaisser le point de solidification par le froid.

Comme ce liquide, qu'on appelle fluide caloporteur (qui transporte la chaleur), est impropre à la consommation et ne doit pas être mélangé à l'eau chaude sanitaire, la chaleur est récupérée dans le ballon à travers un échangeur.

Un échangeur est un serpentin, à l'intérieur du ballon qui isole le fluide caloporteur de l'eau sanitaire.

On se trouve donc en présence de deux circuits :

Un circuit qui réchauffe le fluide dans les panneaux.

Un circuit qui transporte l'eau sanitaire aux robinets.

L'échange des calories se fait le ballon, le réservoir central.

Une pompe assure le transfert du fluide entre les panneaux et l'échangeur.

Dans ce système, la position du ballon par rapport aux panneaux n'a pas d'importance[21]



Figure 27: Chauffe-eau à circulation forcée

II .6.6. Chauffe-eau à 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 vidange automatiquement.

Dès que l'ensoleillement reprend, la circulation se remet en route.

Dans ce cas on utilise directement l'eau sanitaire dans le circuit [21]

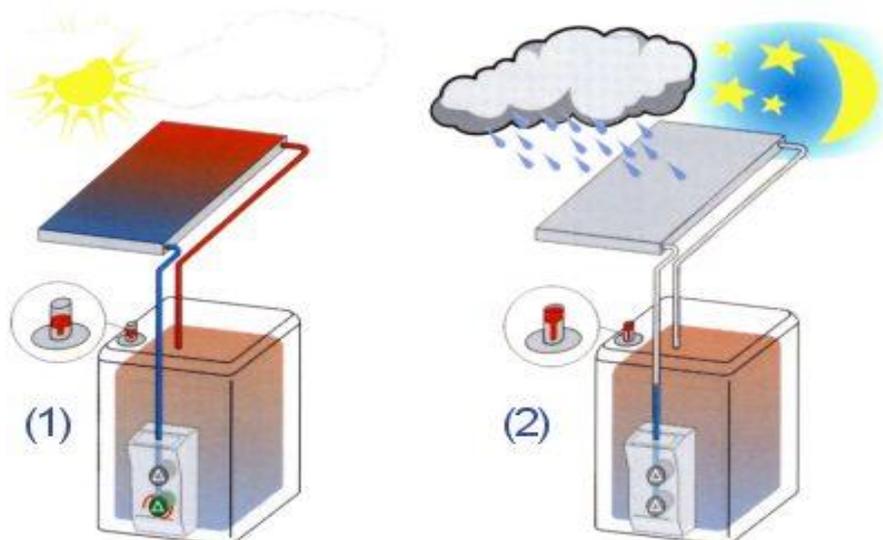


Figure28 : Chauffe-eau à auto vidange

Chapitre III

Dimensionnement et
Simulation le fonctionnement
d'un chauffe-eau solaire

III .1. Introduction

Le taux de consommation d'eau chaude varie d'un pays à l'autre en fonction de plusieurs facteurs, notamment la météo, le niveau de vie, la nature de la région et le groupe d'âge.

notre étude sur une maison dans une ville de six personnes: chaque personne consomme au moins 60 litres par jour, mais la fin de semaine, elle augmente à 100 litres pour augmenter la quantité de travail, telle que laver. Tout cela en hiver parce que pendant le reste des saisons, l'atmosphère est douce ou chaude, il n'y a pas besoin d'eau chaude.

La ville de Touggourt est située au sud-est de wilaya de Ouargla en République algérienne démocratique et populaire, à environ 160 km du siège de wilaya, à 620 km de la capitale, à 95 km de wilaya de el oued et à 220 km de wilaya

de Biskra , Est situé entre la longitude de 6,0667 et la latitude 33,1 et se caractérise par une humidité estivale, malgré la température élevée de 45 ° C et cool en hiver jusqu'à deux degrés au-dessous de zéro.

III .2. Évaluation des besoins en énergie calorifique

La consommation d'énergie calorifique journalière exprimée en (kWh/jr) est donnée par :

$$Q_j = 0.00116 \times Vecs \times (T_c - T_f) \quad (1)$$

Sa valeur annuelle exprimée en (kWh/an) est :

$$Q_{an} = Q_j \times 365 \quad (2)$$

Sa valeur effective tient compte des pertes liées à la longueur, la nature de l'isolant et de la tuyauterie. Elle est exprimée en (kWh/an) et se détermine par la formule[22] :

$$Q_{eff} = Q_{an} \times K_p \quad (3)$$

III .3. Nombre total des modules photovoltaïques

Le nombre total de modules photovoltaïques est donnée par :

$$NPV = \frac{PPV}{P_c} \quad (4)$$

avec :

P_c est la puissance crête d'un module solaire. [9]

III .4. Détermination de la couverture solaire

Elle représente la part d'eau chaude en pourcentage, qui sera effectivement produite grâce à l'énergie solaire en moyenne sur l'année. On la détermine en appliquant l'équation :

$$C_s (\%) = \frac{Q_{e.c}}{Q_{eff}} \quad (5)$$

$$Q_{e.c} = Q_{eff} - Q_{app} \quad (6)$$

avec :

$Q_{e.c}$: énergie effective produite par les capteurs par an (kWh/an) .

Q_{app} : énergie fournie annuellement par l'appoint par an (kWh/an). [22]

III .5. Détermination de l'énergie à fournir par le CES

L'énergie à fournir par le chauffe-eau est donnée par la formule :

$$Q_{coll} = \frac{C_s}{100} \times Q_{eff} \quad (7)$$

avec:

Q_{coll} : énergie annuelle à fournir par le CES (kWh/an) .[22]

III .6. Détermination de l'énergie totale solaire à capter par an

Elle est exprimée en (kWh/an) et calculée par l'expression suivante :

$$Q_{tot} = \frac{Q_{coll}}{\eta_{inst}} \quad (8)$$

$$\eta_{inst} = \frac{E_{ele}}{E_{lum}} \quad (9)$$

avec :

η_{inst} : rendement du système [22]

E_{ele} : énergie électrique produit en sortie de système

E_{lum} : énergie lumineuse reçu sur les panneaux

III .7. Calcul des surfaces théoriques et réelles des panneaux

La surface théorique du panneau se différencie de la surface réelle des panneaux juste par la prise en compte de l'efficacité des panneaux et de l'installation.

Ainsi, la surface théorique de panneau nécessaire à notre installation de panneau solaire, se définit comme étant le rapport entre l'énergie utile au chauffage de l'eau à 63°C (notée E_j) et l'énergie effectivement apportée par le soleil que l'on a obtenu grâce à Tecsol :

$$S_{\text{théo}} = \frac{E_j}{H_j} \quad (10)$$

On définit donc $S_{\text{théo}}$: surface théorique du panneau en m^2

H_j : énergie apportée par le soleil (donnée Tecsol) en KWh/m^2

E_j : l'énergie utile au chauffage de l'eau à 63°C

On peut ensuite remonter à la surface réelle de panneaux, avec la relation suivante :

$$S_{\text{réelle}} = \frac{S_{\text{théo}}}{\eta_i \times \eta_c} \quad (11)$$

$$\eta_c = \eta_o - \left[\left(k_1 * \frac{\Delta\theta}{E_g} \right) - \left(k_2 * \frac{\Delta\theta^2}{E_g} \right) \right] \quad (12)$$

η_c : rendement du capteur solaire .

η_o : rendement optique du capteur .

k_1 : coefficient de déperdition thermique ($W/m^2 K$) .

k_2 : autre coefficient de déperdition thermique ($W/m^2 K^2$) .

$\Delta\theta$: différence de température entre le fluide caloporteur et l'air extérieur.

E_g : puissance solaire en W/m^2 (obtenue à partir du rayonnement solaire) .

Avec η_i qui correspond au rendement global de l'installation et qui est pris arbitrairement égal à 0,7 (valeur courante de rendement d'installation). [23]

III .8. Détermination du volume de stockage

En pratique on considère très souvent un volume de 50 à 80 litres par m² de capteur et de 1,3 à 1,7 fois la consommation journalière d'un ménage. L'expression) du volume stocké en (litres)se détermine par les expressions suivantes [22] :

$$V_{st} = V' \times Seff \quad (13)$$

Ou

$$V_{st} = K \times Q_j \quad (14)$$

Avec :

V' : le volume par m² de capteur exprimé en (litre).

K : coefficient allant de 1, 3 à 1,7

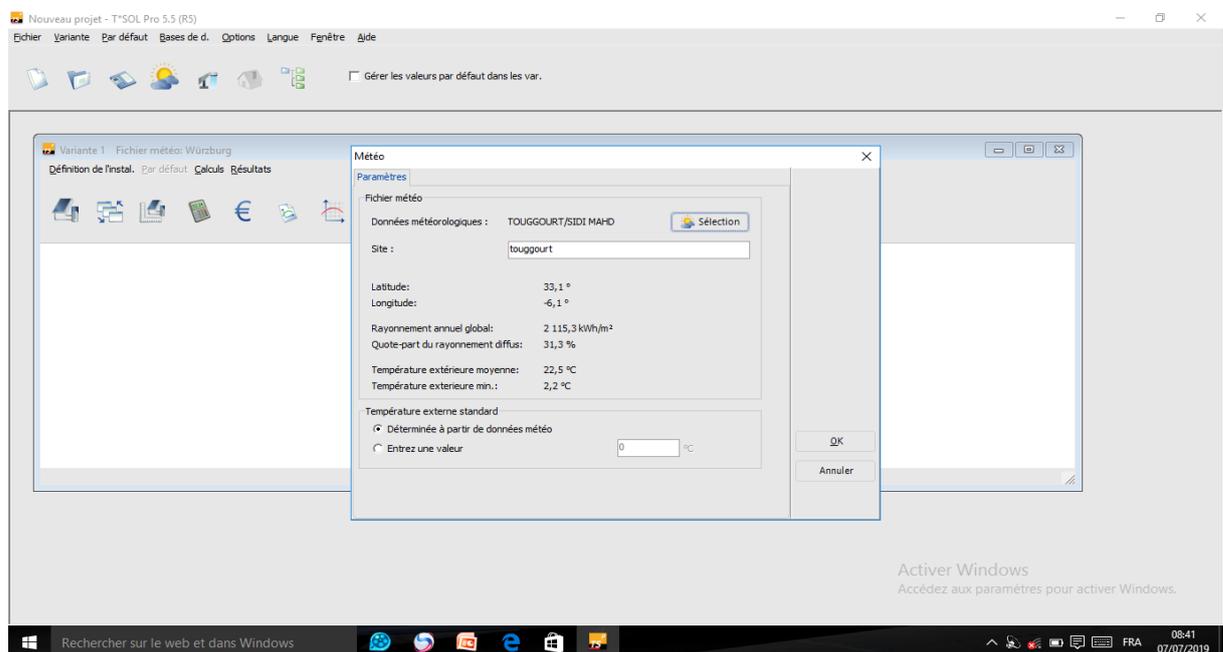
III.9. Définition de logiciel T*SOL

T*SOL est un logiciel permettant de réaliser des simulations et le dimensionnement des systèmes thermiques solaires. Il fournit une aide avancée pour la conception professionnelle et l'optimisation des installations thermiques solaires. Il inclut les caractéristiques suivantes :

- Sélection d'une installation parmi plus de 200 installations différentes prédéfinies.
- Réchauffement de l'eau chaude sanitaire, chauffage domestique, production de chaleur industrielle.
- Grande base de données de plus de 2500 capteurs, 700 ballons de stockages ainsi que plus de 1100 chaudières.
- Accès à des données météorologiques de 8000 stations météorologiques internationales complétées par une base de données en ligne.
- Synthèse des résultats dans un rapport de projet simple et détaillé avec bilans énergétiques et glossaire.

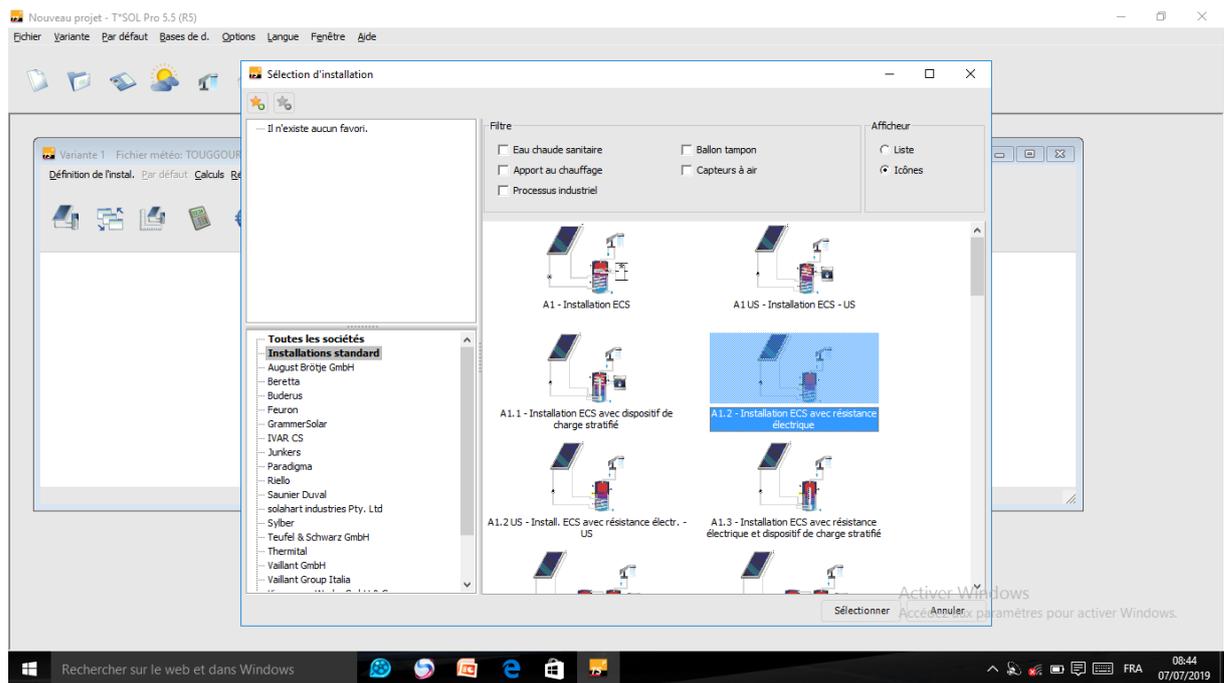
Les étapes de programme de T*SOL:

1 - sélectionné la météo :

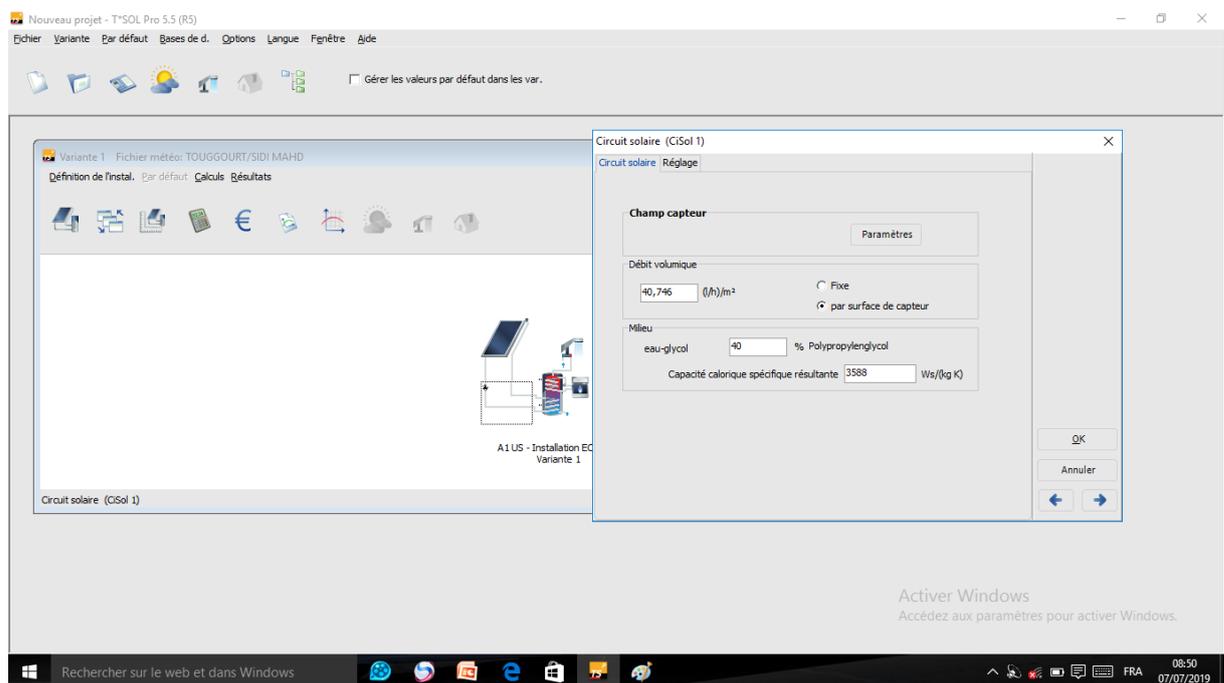


Chapitre III Dimensionnement et Simulation le fonctionnement d'un chauffe-eau solaire

2 – sélectionné le système :



3 – sélectionné le type de capteur :



- Site: TOUGGOURT
- Rayonnement annuel global : 2115,314 kWh/m²
- Maison de 6 personnes
- Consommation journalière moyenne: 600 L
- Température Consigne: 50 °C
- Température eau froide: 10 °C
- Jours d'exploitation: 1^{er} octobre au 31 Mars.
- Capteur plan avec revêtement sélectif
- Nombre: 3,00
- Surface totale brute: 3 m²
- Inclinaison d'installation: 45 °
- Orientation : 180 °
- Azimut : 0 °
- Ballon de stockage : 600 L

III.11.Fonctionnement du chauffe-eau solaires avec chaudière à gaz

La figure29 montrent le fonctionnement de l'installation du Chauffe-eau solaire combiné avec un système d'appoint "chaudière à gaz", la puissance de la chaudière à gaz utilisée est 50 kW.

- 1 Irradiation sur la surface du capteur
 - 1.1 Pertes optiques sur les capteurs
 - 1.2 Pertes thermiques des capteurs
- 2 Energie du champ de capteurs
 - 2.1 Energie solaire au réservoir
 - 2.2 Pertes sur la tuyauterie intérieure
 - 2.3 Pertes sur la tuyauterie extérieure
3. ECS-énergie du réservoir
 - 3.1 Pertes ballon
4. Energie Chaudière à gaz

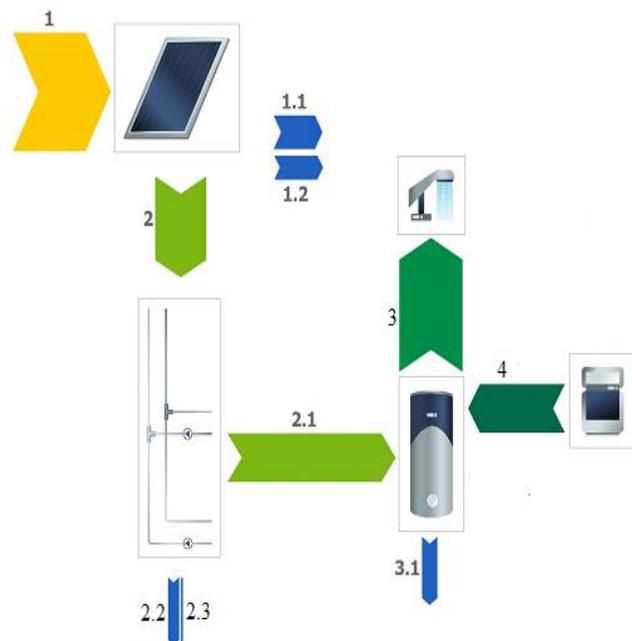


Figure 29:Fonctionnement du chauffe-eau solaire avec chauffage au gaz naturel

III.12. Chauffe-eau solaire combiné avec un système d'appoint "résistance électrique"

La figure 30 montre l'installation du Chauffe-eau solaire combiné avec un système d'appoint "résistance électrique", sa puissance est 1.8 kW.

- 1 Irradiation sur la surface du capteur
- 1.1 Pertes optiques sur les capteurs
- 1.2 Pertes thermiques des capteurs
- 2 Energie du champ de capteurs
- 2.1 Energie solaire au reservoir
- 2.2 Pertes sur la tuyauterie intérieure
- 2.3 Pertes sur la tuyauterie extérieure
- 3 ECS-énergie du reservoir
- 3.1 Pertes ballon
- 4 Résistance électrique

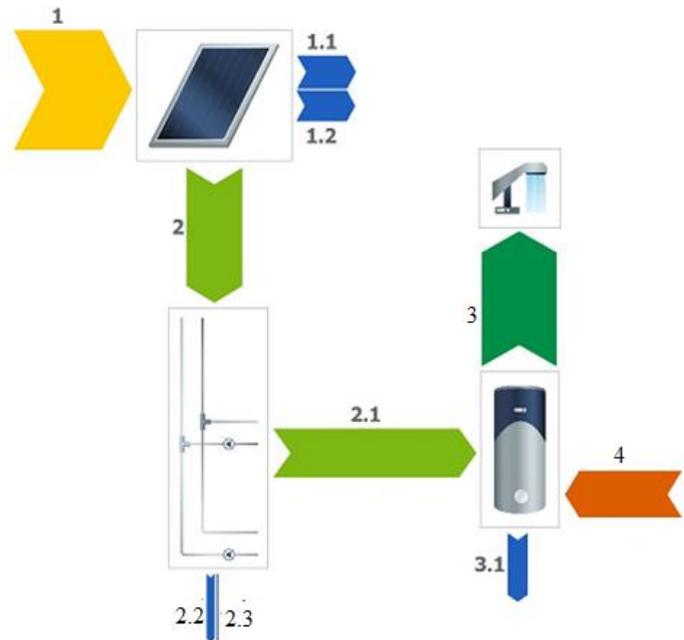


Figure 30 : Fonctionnement du chauffe-eau solaire avec une résistance électrique

III.13. Bilan énergétique et économique:

Afin que les deux systèmes puissent fournir presque la même énergie au ballon de stockage en utilisant les mêmes conditions (climatique, nombre de personnes, nombre de capteurs, même ballon de stockage, même site géographique), nous avons trouvé qu'il faut utiliser une puissance électrique de 1.8 kW et une chaudière à gaz de 50 kW comme le montre le tableau 4.

Tableau 2 : Bilan énergétique

Chauffe-eau solaire avec une résistance électrique		Chauffe-eau solaire avec chauffage au gaz naturel	
Irradiation sur la surface du capteur	7 030 kWh	Irradiation sur la surface du capteur	7 030 kWh
Pertes optiques sur les capteurs	1 971 kWh	Pertes optiques sur les capteurs	1 971 kWh
Pertes thermiques des	1 376 kWh	Pertes thermiques des	1 376 kWh

Chapitre III Dimensionnement et Simulation le fonctionnement d'un chauffe-eau solaire

capteurs		capteurs	
Energie du champ de capteurs	3 682 kWh	Energie du champ de capteurs	3 682 kWh
Energie solaire au reservoir	2 838 kWh	Energie solaire au réservoir	2 838 kWh
Pertes sur la tuyauterie intérieure	766 kWh	Pertes sur la tuyauterie intérieure	766 kWh
Pertes sur la tuyauterie extérieure	78 kWh	Pertes sur la tuyauterie extérieure	78 kWh
ECS-énergie du reservoir	4 536 kWh	ECS-énergie du réservoir	4 552 kWh
Pertes ballon	1 077 kWh	Pertes ballon	1 114 kWh
Résistance électrique	2 775 kWh	Energie Chaudière à gaz	2 829 kWh

Dans la société **Sonalgaz**:

1kwh = 4 da pour l'électricité

et :

1thermie =0.3245 da pour le gaz

1 KWh = 0.8598 thermie

Tableau 3 : résultat économique

	Énergie par KWh	Prix total par DA
Résistance électrique	2775	11100
Chaudière a gaz	2829 KWh 2432.3742 thermie	789.305

La figure 31 montre la variation de différentes températures durant la période d'exploitation.

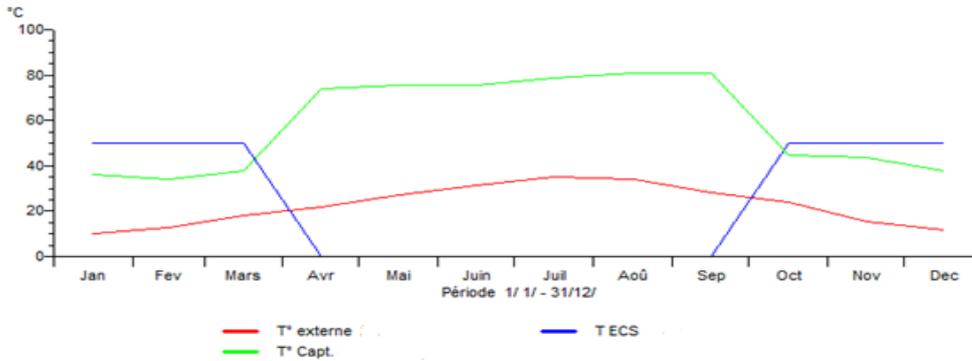


Figure 31 : Variation de différentes températures

Cet diagramme représente la Ligne bleue température ECS eau chaude sanitaire et voir prouvé, même mars et commencer à diminuer jusqu'à ce avril et de retour de septembre à une escalade de prouver en octobre jusqu'à la fin de l' année et de sorte que le même processus et cette variation en raison d' utiliser les systèmes de l' assistance dans la production d' eau chaude en hiver. La courbe rouge, il est le degré de température d' air où naturel pour commencer à augmenter jusqu'à ce qu'il atteigne l' été et prouver presque dans un certain degré et diminue lorsque Se connecter en hiver. La courbe verte représente une température capteur solaire où le soleil en hiver près constante et commencer à augmenter au cours de la Se connecter à l' été de prouver au- delà et processus de retour en baisse au début de Se connecter en hiver jusqu'à ce que la stabilité.

Conclusion générale

En utilisant des énergies renouvelables, en particulier l'énergie solaire, de l'eau chaude est produite de différentes manières, notamment par un chauffe-eau solaire. Le principe de fonctionnement du chauffe-eau solaire est relativement simple.

Tout d'abord, il s'agit de l'énergie solaire, le rôle des capteurs. Ensuite, vous devez bien transporter la chaleur. C'est le rôle du circuit primaire, contenant l'eau ajoutée. Ce fluide est chauffé lorsqu'il touche les tubes du capteur, puis passe dans le réservoir de stockage.

Nous voulions développer une expérience sur deux systèmes d'appoints pour la production d'eau chaude, à savoir (la chaudière à gaz et la résistance électrique). Nous avons utilisé un programme permettant d'expliquer cette expérience. Ce programme est connu sous le nom de (T * SOL), programme de simulation et de dimensionnement des systèmes de thermie solaire. Nous avons étudié et comparé les deux systèmes et avons connu le système le moins coûteux.

Après ce processus, l'eau froide sera remplacée par un produit à base d'eau chaude pour répondre à nos besoins à la demande.

Références bibliographiques

- [1]- HALOUANE ASSIA 2016/2017 : Modélisation du transfert radiatif dans les strates supérieures d'un module Photovoltaïque.
- [2]-TOUIL NACER EDDINE GHENBAZI SLIMANE 2015 : Modélisation et Simulation d'un Système Photovoltaïque.
- [3]-M^{elle} MEZIANI FARIZA : Détermination du gisement solaire par traitement d'images MSG.
- [5]-ZERGUINE BILAL 2010 : modélisation d'un système de production électrique par la cellule photovoltaïque.
- [7]-HADJ BELKACEMI MOHAMMED 2011 : Modélisation et Etude Expérimentation d'un Capteur Solaire non Vitré et Perforé.
- [8]-MISSOUM MOHAMMED/2011 : Contribution de l'énergie photovoltaïque dans la performance énergétique de l'habitat à haute qualité énergétique en Algérie.
- [9]-HADRI-BENLAMNOUAR/2017 (Dimensionnement d'un Chauffe-eau Solaire)
- [13]- H. G., «Concentrating solar thermal power gains steam in Spain, as momentum builds for major projects in the US, North Africa, the Middle East, Asia and Australia,» *Photon International*, pp. 46-52, Décembre 2009.
- [15]-W. R., «Réduction du gaspillage d'énergie: Vérification de puissance de la chaudière au moyen du disque de dimensionnement.,» *Ingénieurs et architectes suisses*, n° %119, 1981.
- [18]- W. J., Duffieet J. Beckman, Solar energy thermal processes, New York, 1974.
- [20]-M. A. DJEBIRET, «Etude de faisabilité d'un climatiseur solaire adapté à la région de Biskra.,» Biskra, 16/12/2012.
- [22]- ETUDE TECHNICO-ECONOMIQUE ET ENVIRONNEMENTALE DES CHAUFFE-EAU SOLAIRES EN CLIMAT TROPICAL.

Sites web

- [4]-<https://www.lepoint.fr/montres/Magazine/Le-saviez-vous/quelle-est-la-difference-entre-le-temps-solaire-moyen-et-le-temps-solaire-vrai-> (mars 2019).
- [6]-<https://media4.obspm.fr/> Observation de paris - Ressources libres - Lumières sur l'Univers. Auteur: Patrick Rocher.(mars2019).

- [10]-(<https://www.mychauffage.com/blog/comparatif-chauffe-eaux>)ref(avril 2019).
- [11]<https://www.mesdepanneurs.fr> › blog › le...)ref(avril 2019).
- [12]-(<https://www.atlantic.fr/Chauffer-l-eau/Chauffe-eau/Guide-chauffe-eau/Comment-fonctionne-un-chauffe-eau>)ref(avril 2019).
- [14]-«elyotherm,» [En ligne]. Available : <https://elyotherm.fr/principe-fonctionnement-chauffe-eau-electrique>. (mai 2019).
- [16] -«Future Planète,» [En ligne]. Available: <http://www.futurasciences.com/planete/definitions/developpement-durable-panneau-photovoltaique-7973/>.(mai 2019).
- [17]- «Solaire-guide.fr,» [En ligne]. Available: <http://www.solaire-guide.fr/regulateurs-solaires-pwm-mppt/>. (mai 2019).
- [19]-https://www.google.com/amp/s/amp.m-habitat.fr/installations-sanitaires/chauffe-eau/les-differents-types-de-chauffe-eaux-1454_A(mai 2019).
- [21]-<http://www.lepanneausolaire.net/quels-sont-differents-types-chauffe-eau-solaires.php>(mai 2019).
- [23]-<http://hmf.enseeiht.fr/travaux/CD0910/bei/beiere/groupe1/node/135.html> (mai 2019).

Résumé :

En utilisant certaines énergies renouvelables, en particulier l'énergie solaire, la production d'eau chaude est différente et, comme notre système de chauffage solaire n'a pas satisfait aux exigences requises, nous avons testé deux systèmes d'appoint différents (Chaudière à gaz et résistance électrique) pour obtenir l'énergie restante requise. Grâce à leur comparaison, nous avons constaté que chaudière à gaz moins cher que la résistance électrique .

les mots clés :

Énergie renouvelable, énergie solaire, chauffe-eau, chauffe-eau solaire, chaudière à gaz, résistance électrique.

Abstract :

By using some renewable energies, especially solar energy, the production of hot water is different and, as our solar heating system did not meet the required requirements, we tested two different auxiliary systems (Boiler to gas and electrical resistance) to obtain the remaining energy required. Through their comparison, we found that gas boiler cheaper than the electrical resistance.

Key words :

Renewable Energy, Solar Energy, Water Heater, Solar Water Heater, Gas Kettle, Electrical Resistance.

: الملخص

باستخدام بعض الطاقات المتجددة ، وخاصة الطاقة الشمسية ، يمكننا إنتاج الماء الساخن بطرق مختلفة ، ولأن نظام التسخين الشمسي الخاص بنا لا يفي بالمتطلبات المطلوبة ، قمنا باختبار نظامين مساعدين مختلفين (غلاية الغاز والمقاومة الكهربائية) للحصول على الطاقة المتبقية المطلوبة. من خلال المقارنة ، وجدنا أن غلاية الغاز اقل تكلفه من المقاومة الكهربائية.

: الكلمات المفتاحية :

الطاقة المتجددة ، الطاقة الشمسية ، سخان الماء ، سخان الماء بالطاقة الشمسية ، غلاية الغاز ، المقاومة الكهربائية .