



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE: DE TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT : D'ELECTROTECHNIQUE

MEMOIRE DE MASTER

Réalisé par : Belalmi fadi

Chouireb Belkacem

DOMAINE : Technologie

FILIERE : Electrotechnique

OPTION : Energie Renouvelable en Electrotechnique

Thème

**Etude d'une installation solaire thermique pour la production
d'eau chaude de la piscine AHMED BEN SALEM de
LAGHOUAT**

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	Qualité
Vilbois. L	MAA	Encadreur
Birane Mouhoub	MCA	Président
Bouchiba Omelkhire	MAA	Examineur

Promotion : 2020/2021

Remerciements

Avant tout, nous remercions le bon dieu le tout puissant de nous avoir donné la force nécessaire pour parvenir à finaliser ce modeste travail.

Ensuite nous tenons à témoigner notre profonde gratitude et nos remerciements les plus sincères à :

Madame Vilbois.L notre promotrice, pour son accompagnement et ces conseils précieux durant tous notre travail.

L'équipe pédagogique de la faculté, les enseignants pour leurs enseignements de qualité et leurs conseils qui nous ont permis de poursuivre notre itinéraire académique jusqu'à présent.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils porteront à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions

Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Nos familles et camarades

SOMMAIRE	PAGE
Remerciements	
Sommaire	
Liste Figure	
Liste Tableau	
Introduction générale.....	1
CHAPITRE I	
Généralités sur les installations solaires thermiques	
Introduction	4
I.1 principes Généraux.....	4
I.1.1 Le gisement solaire.....	4
I.1.2 L'énergie solaire	5
I.1.3 L'énergie thermique	6
I.1.4 Captage du rayonnement solaire.....	7
I.1.5 Les composants d'un chauffe-eau solaire	8
I.1.5.1 Capteurs solaires	8
1.5.2 Type de capteur solaire	8
I.1.6 La cuve de stockage	13
I.1.7 La tuyauterie	14
I.1.8 L'échangeur.....	14
I.1.9 L'appoint	15
I.1.10 Le clapet anti-retour	15
I.1.11 Vase d'expansion.....	16
I.1.12 Les différents types de chauffe-eau solaire.....	16
I.1.12.1 Les chauffe-eau monobloc.....	16
I.1.12.2 Les chauffe-eau à thermosiphon	17
I.1.12.3 Les chauffe-eau à circulation forcée.....	18
Conclusion	19
Chapitre II	
Faisabilité du projet	
Introduction.....	21
II.1. Caractéristique l'établissement	21
II .1-1 Type d'établissement	21

II .1.2 Contraintes techniques	21
II .1.3 Contraintes architecturales	22
II .1.4 Le plan partiel de la piscine.....	22
II .1.4 Le plan de local technique	23
II .2. Affectation principale	24
II .2.1 Production d'eau chaude par énergie solaire	24
II . 2.2 Principes de fonctionnement	25
II . 2.2.1 Le captage	25
II .2.2.2 Le transfert de l'énergie.....	27
II. 2.2.3 Le stockage	28
II .3. Consommation d'eau chaude	28
Conclusion.....	30

Chapitre III

Le dimensionnement de chauffe-eau solaire

Introduction	32
III.1-Dimensionnement des composants principaux	32
III.1-1 Estimation des besoins en eau chaude	32
III.2-1 dimensionnement de chauffe-eau solaire pour l'eau chaude sanitaire.....	33
III.2-2 dimensionnement chauffe-eau solaire pour le bassin.....	34
III.2-3 Choix de l'inclinaison	35
III.3-Dimensionnement de Superficie	35
III.4-Dimensionnement du stock	35
III.5-Dimensionnement de la tuyauterie	36
III.5-1Pour les chauffe-eau solaire sanitaire	36
III.5-2 Pour les chauffe-eau solaire du bassin	37
III.6-Dimensionnement des pompes	39
III.6-1 Choix du circulateur (pompes).....	39
III.7-Dimensionnement de l'appoint a gaz	39
CONCLUSION	40

Chapitre IV

Résultat <SOLO> et Impacts de l'utilisation d'un chauffage solaire

Introduction.....	42
IV.1 Définition du logiciel SOLO 2000	42
IV.2 Principales caractéristiques	43
IV.3 Garantie de Résultats Solaires	43
IV.4 Les menus logiciels	43
IV.5 Résultat de logiciel	46
IV.6 Le cout d'installation.....	47
IV.7 Impact de l'utilisation d'un chauffe-eau solaire	48
IV.7.1 Bilan économique	48
IV.7.1.1 Economie d'énergie primaire	48
IV.7.2 Bilan environnementale	48
IV.7.2.1 Emission de CO ₂ évitées.....	48
IV.8 Bilan social	48
IV.9 Autre impact.....	49
IV.10 L'avantage d'un chauffe-eau solaire	49
IV.11 Les inconvénients d'un chauffe-eau solaire	49
IV.12 Les étapes pour bien entretenir votre chauffe-eau solaire.....	50
Conclusion	50
Conclusion générale.....	52
Références bibliographiques.....	54
Annexe	57

Liste des figures	PAGE
CHAPITRE I	
Figure I. 1 Propagation du rayonnement solaire dans l’atmosphère terrestre.....	5
Figure I.2 : Energie solaire -panneaux solaire-.....	6
Figure I.3 : Energie thermique (EAU CHAUDE).....	7
Figure I.4 : Capteur à tube sous vide à circulation directe.....	9
Figure I.5 : Capteur à tube sous vide « Heath-pipe».....	10
Figure I.6 : Capteur à bouteilles à tubes thermos.....	11
Figure I.7 : Capteur à tube sous vide « Schott ».....	12
Figure I.8 : Capteur plan.....	13
Figure I. 9 : La cuve de stockage.....	14
Figure I.10 : Types d’échangeurs [1].....	15
Figure I.11 : Clapet anti-retour.....	16
Figure I.12 : chauffe-eau solaire monobloc.....	17
Figure I.13 : chauffe-eau solaire à thermosiphon.....	18
Figure I.14 : chauffe-eau à circulation forcée.....	18
CHAPITRE II	
Figure II.1 : représente Le plan de la piscine logiciel (Autocad).....	22
Figure II.2 : représente plan partiel de la piscine.....	22
Figure II.3 : représente Le plan de loca technique.....	23
Figure II.4 Schéma Synoptique d’une Installation de Production d’eau chaude.....	24
Figure II.5 Capteur plan vitré.....	26
Figure II.6 capteurs vitrés et les pertes thermiques [16].....	26
Figure II.7 : Chauffe-eau solaire individuelle (CESI).....	27
Figure II.9 Ballon de Stockage.....	28
CHAPITRE III	
Figure III.1 représente l’association des chauffe-eau solaire.....	37
Figure III.2 représente l’association des chauffe-eau solaire.....	37
CHAPITRE IV	
Figure IV. 1Logiciel SOLO 2000.....	42
Figure IV. 2 Menu du Logiciel SOLO 2000.....	43
Figure IV. 3Menu fichier du logiciel SOLO 2000.....	44

Figure IV. 4 Nouveaux projets du Logiciel SOLO 2000.....	44
Figure IV. 5 Ouverture d'un projet du Logiciel SOLO 2000.....	44
Figure IV. 6 Menu édition du Logiciel SOLO 2000.....	45
Figure IV. 7 Menu calculer du Logiciel SOLO 2000.....	45
Figure IV. 8 Menu ? du Logiciel SOLO 2000.....	45

	Liste des tableaux	PAGE
CHAPITRE II		
Tableau montre la valeur des factures d'eau la piscine ‘Ahmed ben Salem’		29
CHAPITRE IV		
Tableau montre la valeur de facture de gaz pour la piscine ‘ahmed ben salem’ :		47

Nomenclature

ICS : Constante solaire (W/m^2)

QU : puissance cédée au fluide caloporteur (W)

Qa : puissance absorbée. (W)

Qp : puissance des pertes thermiques (W)

A : surface d'entrée du capteur (m^2)

G : Eclairement énergétique global (W/m^2)

D_N : débit nominal (L/h)

P_M : puissance maximum du moteur de la pompe (kW)

P_u : la puissance utile en (W)

P_{eau} : masse volumique de l'eau de mer (kg/m^3)

g : constante gravitationnelle ($9,81\text{m.s}^{-2}$)

Q_D : le débit (m^3/s)

H_m : la hauteur manométrique (m de colonne d'eau)

$\frac{V}{A}$: Le rapport de chauffe-eau solaire (L/m^2)

m_A : La quantité d'eau nécessaire (L)

m_B : la quantité d'eau chaude (L)

Cr : constante de refroidissement du ballon équivalent

V_b : volume d'un ballon unitaire (L)

C_{eau} : capacité thermique massique (J/kg.K)

T_{EF} : Température d'eau froide ($^{\circ}\text{C}$)

T_{EC} : Température d'eau chaude ($^{\circ}\text{C}$)

T_F : Température d'eau finale ($^{\circ}\text{C}$)

V_j : Volume d'eau chaude consommé quotidiennement (litre(l))

S_{Total} : La surface total qu'il occupe par les chauffe-eau solaire (m^2)

S_{CES} : La surface qu'il occupe par un seul chauffe-eau solaire (m^2)

S_{cap} : zone utile de capteur (m^2)

NB : nombre des ballons

NC : nombre des chauffe-eau solaires

Q : déperditions (Kcal/hm^2)

h_e : coefficient d'échange thermique externe ($\text{Kcal/hm}^2\text{c}$)

d_i : diamètre extérieur tuyauterie sans isolation (m)

d_e : diamètre extérieur tuyauterie avec isolation (m)

$\ln$: logarithme népérien

e : épaisseur de l'isolant (m)

Q_{lost} : la température d'eau perdu ($^{\circ}C$)

Q_{gain} : la température d'eau gagner ($^{\circ}C$)

Lettres grecques :

K : coefficient de conductivité thermique de l'isolant (Kcal)

Θ_i : température de service ($^{\circ}C$)

Θ_e : température extérieure ($^{\circ}C$)

$\varnothing_{Ballon}$: Diamètre d'un ballon unitaire (m)

Introduction Générale

Introduction générale:

La nature nous fait don de plusieurs sources d'énergies mais toutes les énergies ne sont cependant pas égales vis à vis de l'impact sur l'environnement. Non seulement cet impact a un coût économique souvent négligé mais il introduit surtout des déséquilibres de l'écosystème dont l'espèce humaine paiera un jour les conséquences.

Choisir d'utiliser préférentiellement les énergies renouvelables c'est assurer un développement économique durable et harmonieux.

Qu'en tendons-nous par énergie renouvelables ?

On définit les énergies renouvelables comme étant essentiellement l'énergie solaire, que ce soit le rayonnement solaire direct (Qui permet de faire de la chaleur ou de l'électricité) ou une autre forme d'énergie : l'énergie du vent (éolienne), l'énergie des cours d'eau (hydraulique), l'énergie du bois et des végétaux (biomasse) etc.

Ces énergies ont un intérêt particulier par rapport aux autres sources d'énergies d'origines fossiles car:

L'utilisation de ces dernières se traduit inévitablement par des rejets gazeux qui contribuent à l'aggravation du phénomène de l'effet de serre et la pollution de l'atmosphère, pollution des sols, ...etc.

Ce sont des réserves limitées à l'horizon d'un siècle pour gaz et le pétrole.

Et enfin l'énergie représente un poste de dépenses important, comme on le voit bien aujourd'hui pour les industries, les artisans les collectivités et les ménages.

L'Algérie, et une pays riche en potentiel énergétique solaire a pris conscience de l'enjeu, œuvre par le biais du CDER (centre du développement des énergies renouvelables) et d'autres organismes tels que l'agence APRUE...pour faire avancer la recherche et encourager les investissements dans ce domaine dont l'application est basée essentiellement sur le thermique et le photovoltaïque. Dans notre travail nous nous intéressons au solaire thermique et en particulier les installations de production d'eau chaude solaires. [1]

Le premier chapitre est consacré à des généralités sur les installations de production chaude solaires à savoir les données générales sur l'énergie solaire, les différentes techniques d'exploitation ainsi que la description de chaque composant du système et le principe de fonctionnement.

Le deuxième chapitre est faisabilité du projet il abordera les points suivants : caractériser l'établissement affectation principale, contraintes techniques et architecturales et la consommation d'eau chaude.

Dans le troisième chapitre nous entamons le dimensionnement des installations de production d'eau chaude solaires, et le calcul prévisionnel des performances énergétiques en utilisant le logiciel SOLO, la présentation des tableaux et des courbes de simulation.

Le quatrième chapitre constitue les résultats les résultats de logiciel et impact de l'utilisation d'un chauffage solaire et l'évaluation l'impact d'un tel projet avantages, et étude économique.

Nous clôturons notre travail par une conclusion générale.

CHAPITRE I

Généralités Sur Les Installations

Solaires Thermiques

Introduction :

L'énergie solaire thermique est une des sources d'énergie renouvelables la plus facile à mettre en œuvre et à utiliser. En outre, elle est directement liée aux activités quotidiennes. Les techniques et les matériaux utilisés sont similaires à ceux employés dans les secteurs traditionnels du chauffage, du sanitaire...etc. la main d'œuvre ne nécessite qu'une formation complémentaire aisément maîtrisable.

Elle est utilisée dans de nombreuses et différentes applications. D'abord pour la production d'eau chaude sanitaire, pour le chauffage des piscines, le chauffage de locaux, le réseau de chaleur, la climatisation, ainsi que les applications agricoles et industrielles. Le seul inconvénient et qu'elle est variable dans le temps, cette variation est surtout importante en fonction des saisons, ceci entraîne une nécessité d'utiliser une énergie d'appoint.

Au-delà des enjeux environnementaux et de l'impact sur la production de gaz à effet de serre, l'eau chaude représente une part non négligeable de la facture énergétique d'un bâtiment où Toute entreprise ou institution publique qui consomme d'importantes quantités d'eau chaude pourrait réaliser des économies grâce au chauffage solaire de l'eau.

Les systèmes thermiques sont fiables, et leur productivité peut être garantie grâce :

- aux outils de calcul et dimensionnement (SOLO, TRNSys etc.). [2]
- au contrôle et au suivi des opérations (télé contrôle)

I.1 Principes généraux :**I.1.1 Le gisement solaire:**

Le soleil constitue une source d'énergie gratuite et non polluante, dont l'apport annuel moyen sur le sol de l'Algérie est évalué à plus de 3000 h d'ensoleillement /m²/an, ce qui représente pour l'ensemble du territoire un potentiel énergétique annuel de plus de 150 000 millions de tonnes équivalent pétrole (tep).

Le rayonnement solaire est un rayonnement thermique qui se propage sous la forme d'ondes électromagnétiques. Il produit à la lisière, mais en dehors de l'atmosphère terrestre, un éclairage énergétique à peu près constant et égal à 1 370 W/m², appelé

De ce fait : constante solaire ICs.

Pour atteindre chaque point de la surface éclairable du globe terrestre, les rayons solaires traversent l'atmosphère qui dissipe une partie de l'énergie provenant du soleil par:

- Diffusion moléculaire (en particulier pour les radiations U.V.)
- Réflexion diffuse sur les aérosols atmosphériques (gouttelettes d'eau, poussières...

Absorption sélective par les gaz de l'atmosphère.

L'atténuation correspondante du rayonnement solaire dépend de l'épaisseur de l'atmosphère

traversée, celle-ci dépendant à son tour de la latitude du lieu considéré et du temps.

Avant son arrivée dans l'atmosphère terrestre, le rayonnement solaire est dirigé.

Il se présente sous la forme d'un faisceau à peu près parallèle. Seule une partie de ce rayonnement direct traverse l'atmosphère et atteint le sol. Une autre partie du rayonnement est diffusée et répartie à peu près uniformément dans toutes les directions de l'espace.

Ce rayonnement diffus, lorsqu'il atteint le sol terrestre, semble ainsi provenir de l'ensemble des directions de la voûte céleste.

A la surface de la terre, le rayonnement solaire global est la somme des rayonnements :

- direct, ayant traversé l'atmosphère
- diffus, en provenance de toutes les directions de la voûte céleste.

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, dont le coefficient de réflexion est appelé « albédo ». . [3]

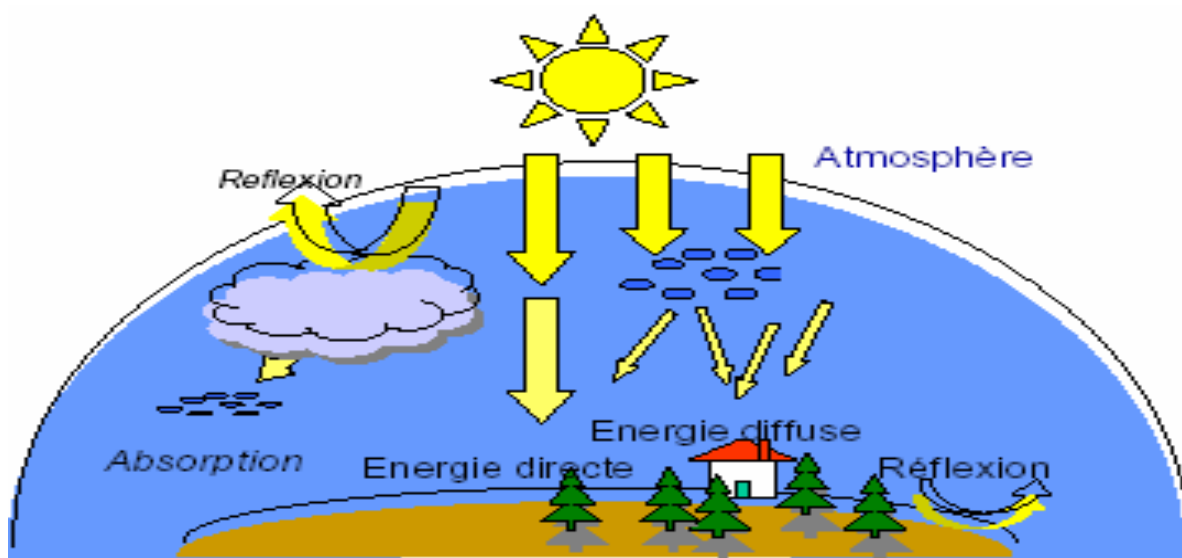


Figure I. 1 Propagation du rayonnement solaire dans l'atmosphère terrestre [3]

I.1.2 L'énergie solaire :

L'énergie solaire est l'énergie que dispense le soleil par son rayonnement, directement ou de manière diffuse à travers l'atmosphère. Sur Terre, l'énergie solaire est à l'origine du cycle de l'eau et du vent. Le règne végétal, dont dépend le règne animal, l'utilise également en la transformant en énergie chimique via la photosynthèse. A l'exception de l'énergie nucléaire, de la géothermie et de l'énergie marémotrice, l'énergie solaire est à l'origine de toutes les

énergies sur Terre.

L'énergie solaire est une énergie inépuisable et propre à l'échelle humaine, elle permet de respecter l'environnement et de préserver la santé et les ressources énergétiques, sans produire de déchets ni d'émissions polluantes, notamment du gaz carbonique.

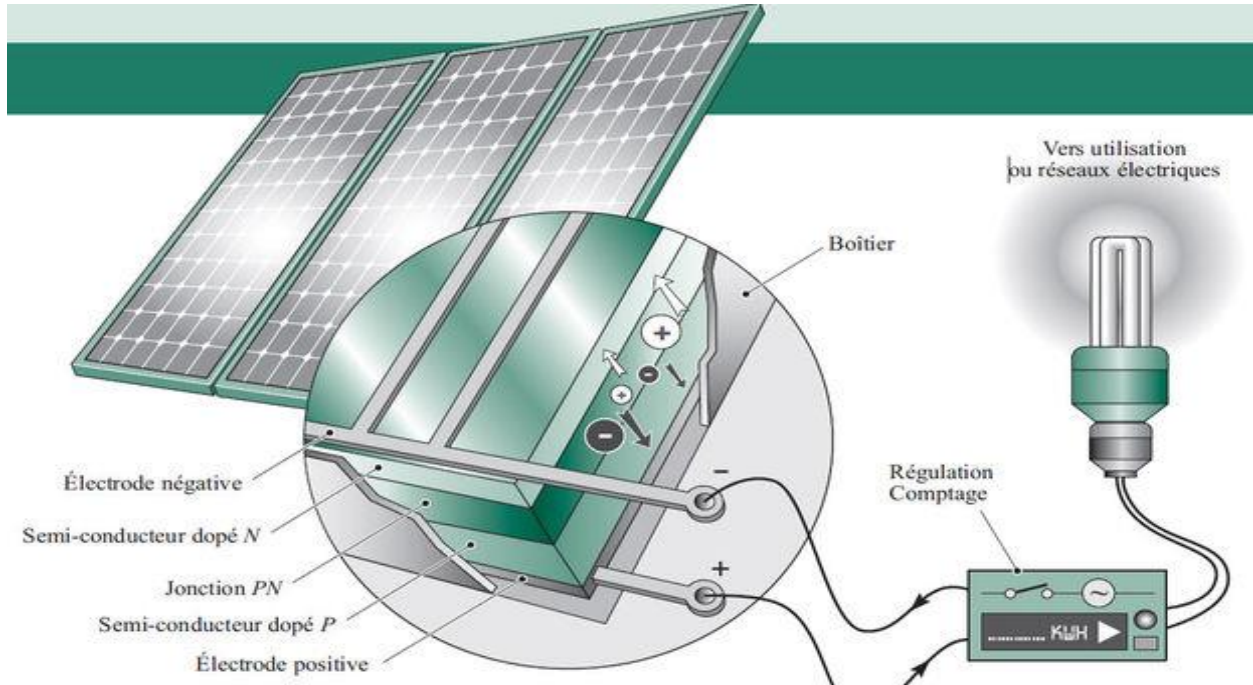


Figure I.2 : Energie solaire -panneaux solaire-[3]

I.1.3 L'énergie thermique :

Les corps sont composés d'atomes et de molécules en mouvement permanent. Le mouvement de ces particules engendre une énergie interne que l'on nomme énergie thermique. [4]

La température est une mesure de l'énergie thermique qui nous renseigne sur l'intensité de l'agitation des molécules d'un corps.

Plus la température d'un corps n'est élevée, plus le mouvement des molécules qui le composent sont élevées.

La chaleur se définit comme étant un transfert d'énergie thermique.

Lorsque l'on chauffe un corps, on effectue un transfert d'énergie thermique du corps chauffant au corps chauffé, c'est-à-dire qu'on lui donne de la chaleur. L'énergie thermique et la chaleur s'expriment en joule (J) et son symbole est la lettre Q

Dans cet échange, le corps chauffant perd de la température et le corps chauffé voit la sienne augmenter d'autant de joules cédés de l'un à l'autre.

L'énergie thermique peut être convertie en énergie électrique ou en énergie mécanique pour être exploitée.

La conversion en énergie électrique passe dans un premier temps par la conversion de la chaleur en énergie mécanique (moteur, turbine) pour faire tourner des générateurs électriques produisant de l'électricité. Les centrales de production électriques utilisent ce principe avec du charbon, du pétrole (centrales thermiques) ou de l'uranium enrichi (centrales nucléaires) pour produire la chaleur initiale.

L'énergie thermique est bien sûr utilisée pour fournir le chauffage de l'habitat et la fabrication de la plupart des produits. [4]

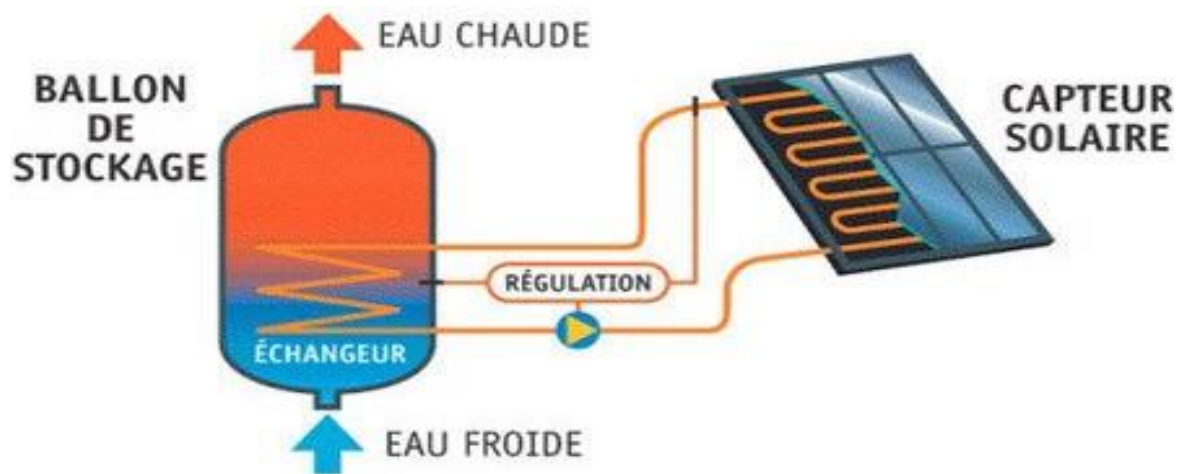


Figure I.3 : Energie thermique (EAU CHAUDE)[4]

I.1.4 Captage du rayonnement solaire :

La récupération de l'énergie solaire est faite à l'aide de capteurs solaires. Le rendement maximum de ce dernier est obtenu lorsque celui-ci est placé perpendiculairement au rayonnement solaire.

Les deux principes types de capteurs solaires sont :

- Les capteurs à concentration, utilisés dans les installations spécifiques « hautes températures », ils sont coûteux et nécessitent parfois un mécanisme de mouvement asservi à un système de poursuite du soleil.
- Les capteurs plans, simple et moins onéreux. ne nécessitent pas beaucoup d'entretien, ils sont utilisés pour les basses températures. Leur L'énergie solaire est l'énergie que dispense le soleil par son rayonnement, directement ou de manière diffuse à travers l'atmosphère. Sur Terre, l'énergie solaire est à l'origine du cycle de l'eau et du vent. Le règne végétal, dont

dépend le règne animal, l'utilise également en la transformant en énergie chimique via la photosynthèse. A l'exception de l'énergie nucléaire, de la géothermie et de l'énergie marémotrice, l'énergie solaire est à l'origine de toutes les énergies sur Terre.

I.1.5 Les composants d'un chauffe-eau solaire :

Un chauffe-eau-solaire est composé principalement de deux éléments essentiels :

- Le capteur solaire.
- La cuve de stockage

Auquel sont rajoutés d'autres composants à savoir: les conduites de circuit, une pompe, un clapet anti-retour, une vase d'expansion, une soupape de sécurité, les robinets de vidange, les purgeurs et un régulateur.

I.1.5.1 Capteurs solaires :

Le Capteur solaire est l'élément de base pour la transformation de énergie solaire en chaleur et sera le plus souvent constitué de:

- Un absorbeur.
- Une isolation thermique.
- Une couverture transparente.
- Un caisson.

1.5.2 Type de capteur solaire :

Actuellement, trois technologies coexistent dans le milieu du solaire thermique que l'on peut, toutefois, résumer en deux grandes familles de capteurs solaires thermiques :

- Les capteurs solaires plans
- Les capteurs solaires sous vide

D'autres systèmes un peu particuliers existent aussi sur le marché, notamment les capteurs auto stockeurs, leur utilisation particulière ne convenant pas sous nos climats.

A- Capteur sous vide :

A l'intérieur des capteurs plans règne la pression de l'air ambiant, grasse souvent, des petites ouvertures pratiquées dans l'enveloppe du capteur. La circulation de l'air entre l'absorbeur et la plaque de couverture joue un rôle important dans le cadre des pertes énergétiques au niveau de la plaque absorbante, il est, toutefois, possible de remédier à cette déperdition par convection en éliminant l'air du capteur, c'est-à-dire en utilisant des capteurs sous vide.

Il y a quatre familles de capteurs sous vide, et chacun dépend d'une technique spécifique [5].
 . Le capteur à tube sous vide à circulation directe

- Le capteur à tube sous vide à « caloduc »
- Le capteur à tube sous vide à effet « thermos »
- Le capteur à tube sous vide à « Schott »

Le capteur à tube sous vide à circulation directe :

Cette technique a été développée il y a une trentaine d'années afin d'améliorer les performances du capteur plan, en effet, la conception de l'absorbeur et les tuyaux de circulation du fluide caloporteur sont comme un capteur plan.

Sauf que l'ensemble est suffisamment étroit pour être glissé à l'intérieur d'un tube en verre. Chaque tube est mis sous vide, de la même manière utilisée pour les tubes cathodiques des téléviseurs, assurant un très bas niveau de vide. Le principe est simple, mais la fabrication est difficile à cause des liaisons verre/métal nécessaires pour la circulation du fluide caloporteur.

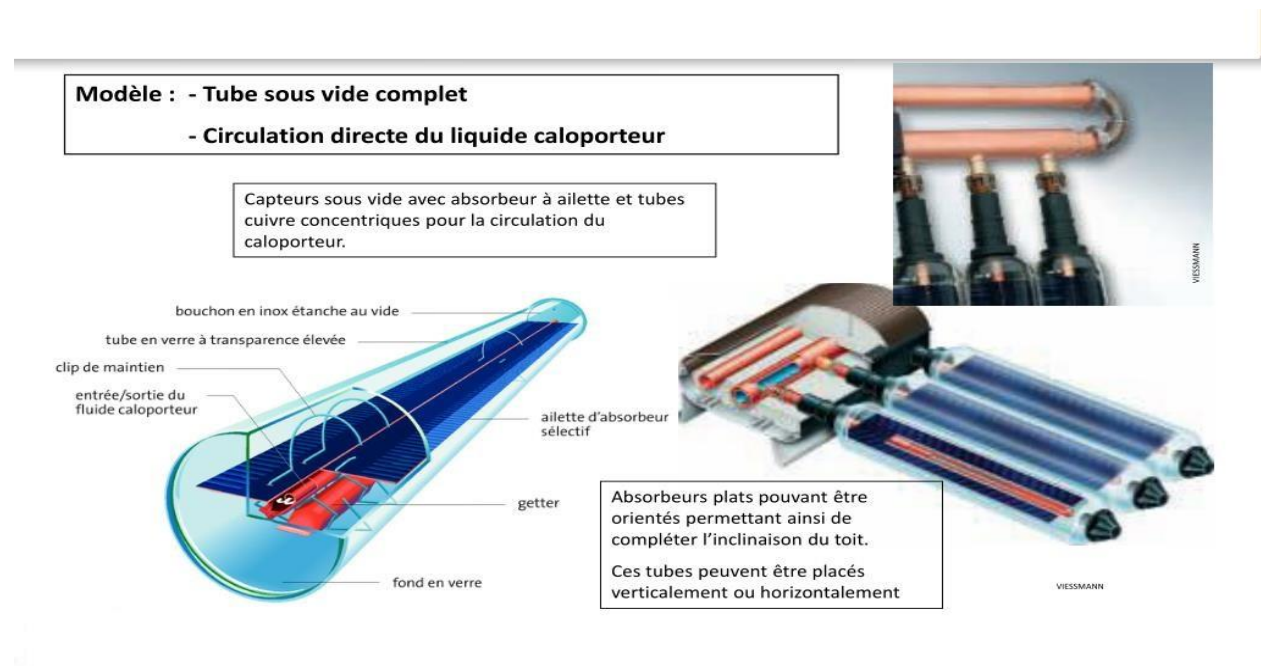


Figure I.4 : Capteur à tube sous vide à circulation directe[5]

Capteur à tube sous vide à caloduc :

Dans la deuxième variante, nommée Heath-pipe (figure I-3), l'absorbeur oblong est fixé à un caloduc dont les extrémités sont fermées après avoir y fait le vide. Ce tube est partiellement rempli d'un fluide présentant une courbe d'ébullition intéressante pour l'application visée (souvent 2 g d'eau). L'extrémité fermée en dehors du tube est insérée dans un échangeur de chaleur spécialement conçu à cet effet, dans lequel circule le fluide caloporteur transférant la chaleur vers le ballon de stockage.

L'échauffement de l'absorbeur provoque l'évaporation (ébullition) du fluide présent dans le tube fermé, ce qui refroidit l'absorbeur. Les vapeurs formées s'élèvent dans la partie supérieure du tube où se situe l'échangeur de chaleur et s'y refroidissent dans cet échangeur a pour effet de condenser la vapeur, qui revient alors dans la partie inférieure du tube et refroidit la bande absorbante. L'échangeur fait donc office ici de condenseur.

Ce système présente l'avantage important de permettre l'installation, dans la section de condensation du caloduc, d'un clapet à fermeture automatique empêchant, à partir de 85°C, les vapeurs d'atteindre le condenseur interdisant, ainsi toute récupération de chaleur ultérieure. On peut, de la sorte éviter un échauffement trop élevé du système ou une température trop élevée de l'eau pour le sanitaire.

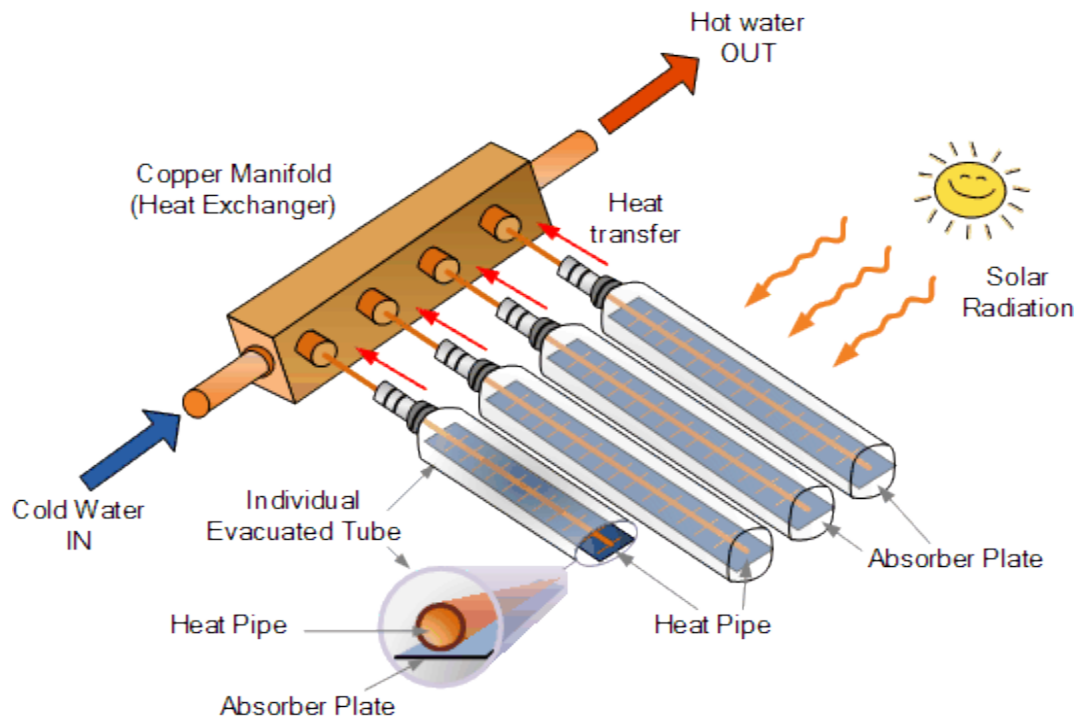


Figure I.5 : Capteur à tube sous vide « Heath-pipe»[6]

Capteur à tube sous vide à tube thermos :

Comme le montre la figure (I-4), ces capteurs utilisent une bouteille de verre à double paroi (d'une longueur de ± 2 m et d'un diamètre ± 10 cm). Les deux parois sont reliées de manière étanche à l'air au niveau du goulot. L'intérieur de la bouteille est soumis à l'air atmosphérique, tandis que l'espace compris entre les deux parois est sous vide.

La paroi extérieure est transparente tandis que la paroi intérieure est pour sa part pourvue, du côté sous vide, d'un revêtement à absorption sélective de l'autre, elle est en contact avec deux profilés semi-circulaires métalliques, eux- même en contact avec les branches de l'absorbeur en U. La chaleur se créant dans le revêtement absorbant par suite du rayonnement solaire se transmet via les bandes semi-circulaires aux tubes métalliques, d'où elle est évacuée par le fluide caloporteur



Figure I.6 : Capteur à bouteilles à tubes thermos[6]

Dans ce genre de capteur, le revêtement absorbant se trouve dans la partie sous vide, tandis que le système de refroidissement de l'absorbeur se trouve dans la bouteille thermos, ce qui permet de réduire les déperditions calorifiques.

La fabrication des tubes à l'assemblage des capteurs est simplifiée, car il n'y a pas de soudures verre/métal. Par contre, les tubes thermos sont particulièrement fragiles au point de liaison avec le collecteur, où la partie extérieure et la partie intérieure de chaque tube se rejoignent. [6]

Capteur à tube sous vide « Schott » :

Le tube sous vide fabriqué par l'entreprise Schott-Rohrau en Allemagne utilise le principe « thermos » avec plusieurs perfectionnements techniques. D'abord, une partie de la paroi intérieure du tube extérieur est un réflecteur cylindrique et ensuite, le tube intérieur sert comme absorbeur aussi bien qu'échangeur de chaleur avec le fluide caloporteur. L'utilisation des métaux est réduite à des traitements de surface du tube et les différentes pièces du collecteur

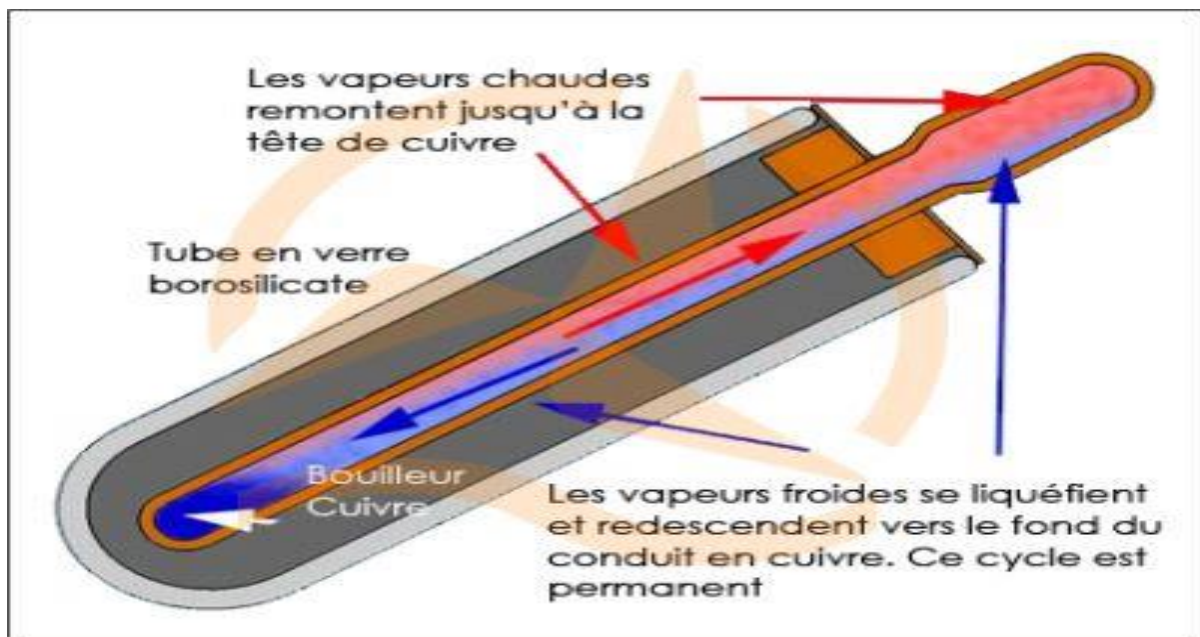


Figure I.7 : Capteur à tube sous vide « Schott » [7]

B - Les capteurs plans :

Les capteurs plans sont les éléments fondamentaux de la transformation de l'énergie solaire en énergie thermique à basse température sans concentration du rayonnement solaire. Le flux d'énergie tombant sur une surface située au niveau de la mer ne peut guère dépasser 1KW/m^2 . Cette valeur ne permet pas d'atteindre des températures supérieures à 100 C° . Par contre ils ne nécessitent pas un suivi du soleil et utilisent les composantes directes et diffuses du rayonnement incident. Ils sont principalement utilisés pour la production d'eau chaude sanitaire (ECS) et le chauffage d'habitation ou de piscines.



Figure I.8 : Capteur plan[7]

-Différences entre les capteurs plans et sous vide :

-Le capteur sous vide, de par le vide qui entoure 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. [8]

-Les capteurs sous vide ont un rendement optique certes, inférieur aux capteurs plans.

I.1.6 : La cuve de stockage :

La cuve de stockage est un élément essentiel dans l'installation de chauffage d'eau solaire.

Comme son nom l'indique, elle permet de stocker l'eau chaude venant des capteurs pour la restituer au moment des besoins d'utilisation, elle peut contenir ou non un échangeur de chaleur.

Aussi pour éviter les pertes thermiques vers le milieu extérieur, la cuve de stockage doit être bien isolée en choisissant une épaisseur de l'isolant thermique et économique adéquate. Le stockage est caractérisé par :

- Le mode d'accumulation de chaleur (sensible ou latente).
- La capacité thermique du stock.
- Les pertes thermiques du stockage.

Suivant la capacité de stockage on distingue deux types :

Stockage long durée (inter saisonnier).

Stockage court durée (ne dépassant pas quelques journées ou quelques heures).

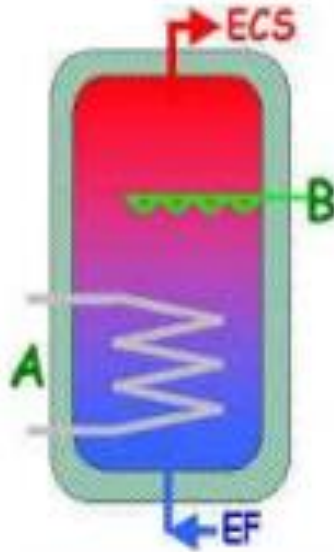


Figure I. 9 : La cuve de stockage[9]

I.1.7 La tuyauterie :

La tuyauterie sert au transfert du fluide caloporteur, son étude et son installation doivent être suivies avec soin pour éviter de graves ennuis.

Le circuit de tuyauterie doit être le plus simple possible c'est-à-dire court et éviter les changements de diamètre.

Les tuyaux doivent être soigneusement calorifugés, le circuit de fluide caloporteur comprend plusieurs appareils dont les principaux composants sont :

- Une Soupape de sécurité
- Un vase d'expansion
- Un Purgeur
- Un clapet de non-retour
- Une isolation

I.1.8 L'échangeur:

Un échangeur de chaleur est un appareil dans lequel circulent deux fluides séparés par une paroi et qui échangent de la chaleur ; l'un se refroidit pendant que l'autre s'échauffe.

Le plus souvent, il est intégré dans la cuve de stockage mais il peut aussi être à l'extérieur.

De par sa fonction de transfert thermique, l'échangeur doit offrir une surface de contact la plus grande possible entre fluides, c'est pourquoi la plupart des échangeurs ont l'aspect d'un serpent

Remarque: les échangeurs externes seront des échangeurs à plaques et les échangeurs internes seront du type à serpentin; dans notre installation l'échangeur utilisé est de type serpentin.

Voilà les deux types des échangeurs :



Figure I.10 : Types d'échangeurs [10]

I.1.9 L'appoint :

Une installation de chauffage d'eau solaire est toujours accompagnée d'un chauffage d'appoint lorsque la température désirée de l'eau dans la partie supérieure du ballon de stockage

N'est pas atteinte, un dispositif d'appoint pour fournir de l'eau chaude supplémentaire doit être prévu.

Ce chauffage peut se faire dans une autre cuve qu'on appelle cuve d'appoint ou dans la même cuve. Ainsi, en tout temps, l'appoint permet de garantir une eau à la température Voulue, quel que soit l'ensoleillement et la quantité d'eau chaude consommée.

La source d'énergie d'appoint peut être le gaz, l'électricité, le fuel, selon le besoin et la disponibilité.

I.1.10 Le clapet anti-retour :

Le clapet anti-retour a pour fonction d'empêcher, dans les systèmes sans vidange qu'un effet de thermosiphon n'entraîne une inversion du circuit primaire en cas d'arrêt de la pompe.



Figure I.11 : Clapet anti-retour[10]

I.1.11 Vase d'expansion :

La vase d'expansion doit permettre l'expansion du fluide caloporteur et permettre d'absorber le volume de ce dernier expulsé du capteur solaire lorsqu'un phénomène d'ébullition survient, et cela sans hausse excessive de la pression.

I.1.12 Les différents types de chauffe-eau solaire :

Il existe plusieurs types de chauffe-eau solaire :

- Monobloc
- Thermosiphon
- Circulation forcé [11]

I.1.12.1 Les chauffe-eau monobloc :

Ce sont les chauffe-eau les plus simples, le ballon et le panneau solaire formant un seul ensemble, d'où leur appellation. 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 situé légèrement au-dessus du panneau. Il n'y a donc pas besoin de pompe. Néanmoins, le ballon d'eau chaude doit être situé à proximité immédiate du panneau en général sur la toiture ce qui pose parfois des problèmes d'esthétique et d'isolation. Le chauffe-eau dépasse de la toiture, et le ballon est à l'extérieur du logement, en plein vent.

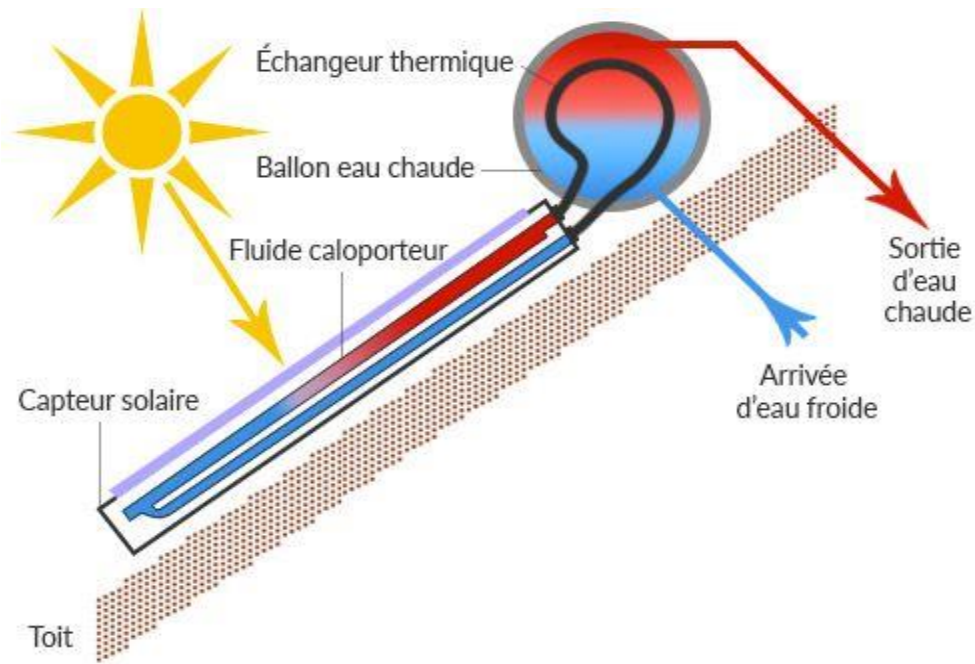


Figure I.12 : chauffe-eau solaire monobloc[11]

I.1.12.2 Les chauffe-eau à thermosiphon :

Pour éviter les inconvénients du système monobloc, tout en conservant les avantages et la simplicité, 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 continuer à circuler naturellement par effet thermosiphon. A la sortie du panneau l'eau est plus chaude donc plus légère, et monte vers le ballon. Elle est remplacée par l'eau la plus froide du ballon, qui est plus lourde et qui descend vers le bas des panneaux.

Mais sous certains climats, on ne peut malheureusement pas faire circuler de l'eau dans les panneaux solaire toute l'année, à cause des risques de gel. Deux alternatives sont alors envisageables : les chauffe-eau à circulation forcée et fluide antigel, et les chauffe-eau à auto vidange

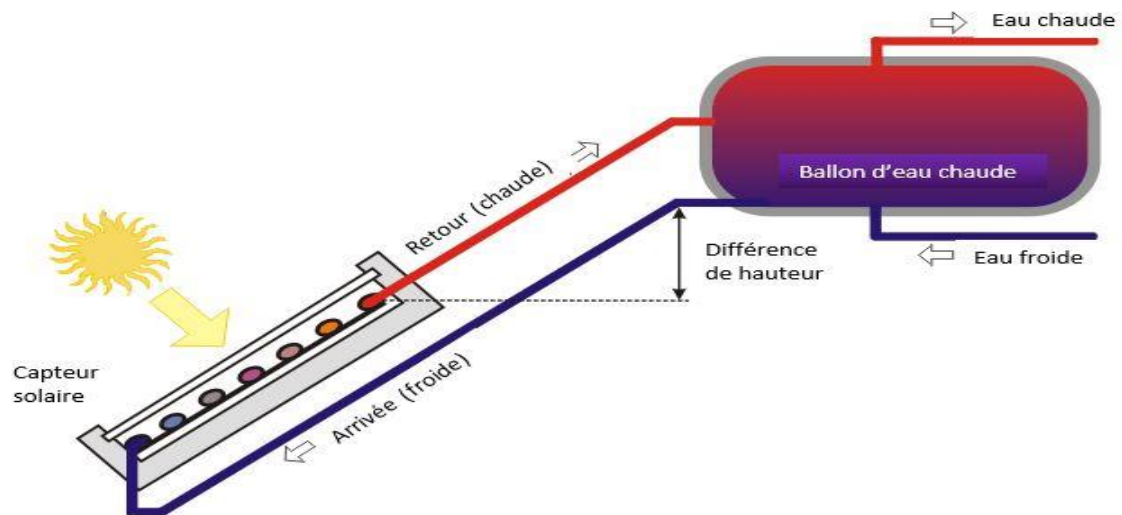


Figure I.13 : chauffe-eau solaire à thermosiphon[11]

I.1.12.3 Les chauffe-eau à circulation forcée:

Les panneaux solaires seront remplis avec un fluide qui ne craint pas le gel (en général de l'eau glycolée). Comme ce fluide est impropre à la consommation et ne doit pas être mélangé avec l'eau chaude sanitaire, la chaleur sera récupérée dans le ballon à travers un échangeur. Un serpentin à l'intérieur du ballon joue ce rôle et évite tout contact entre l'eau chaude et le fluide caloporteur. Une pompe assure le transfert du fluide entre les capteurs solaires et l'échangeur. La position du ballon par rapport aux panneaux n'a plus d'importance [11]

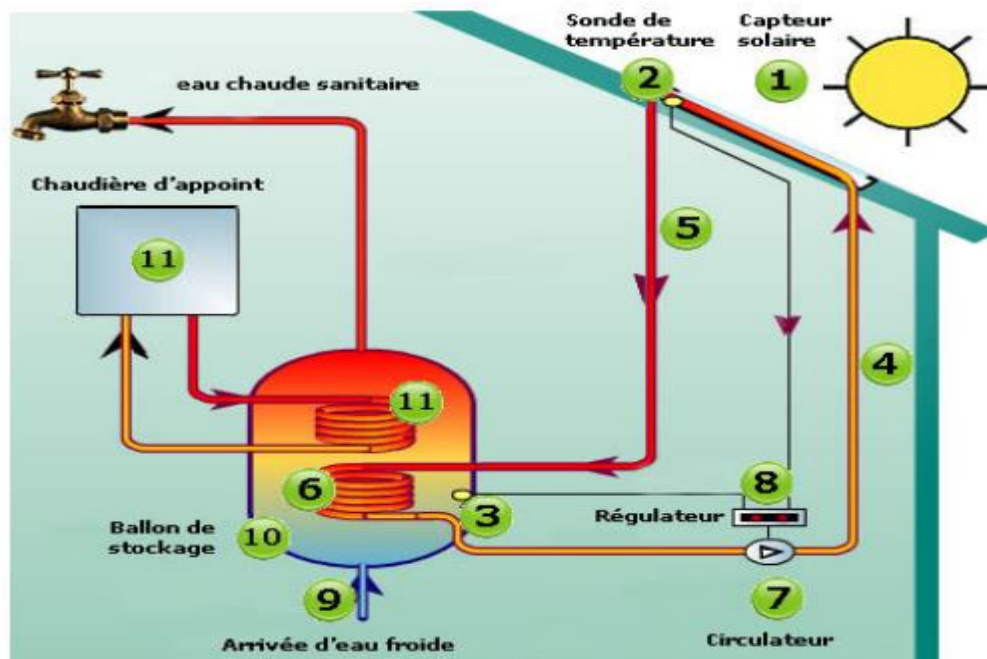
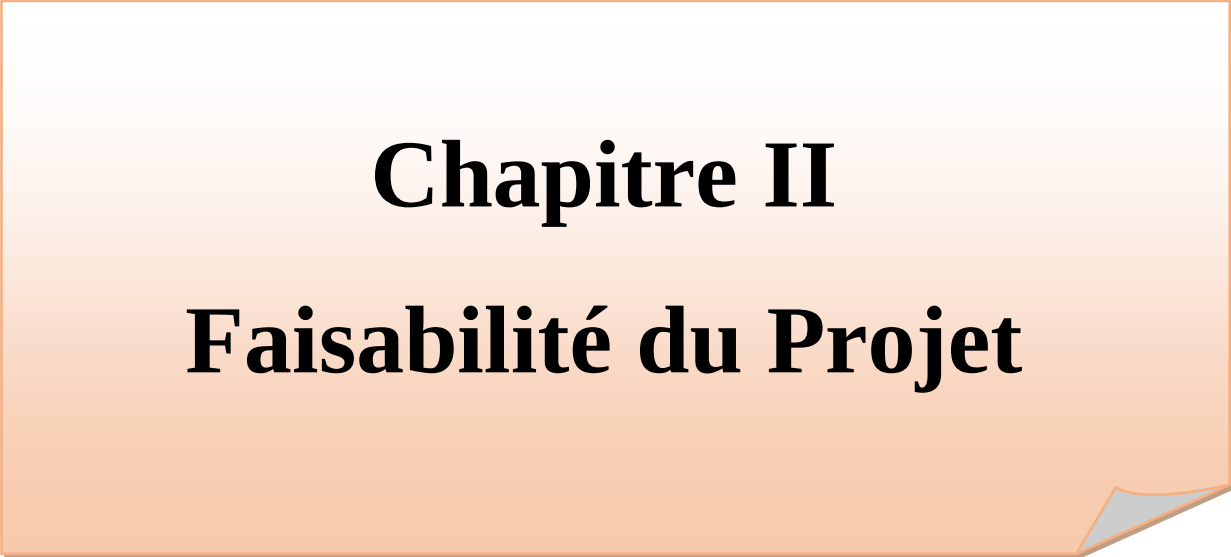


Figure I.14 : chauffe-eau à circulation forcée[11]

Conclusion

Les installations solaires peuvent être utilisées dans tous les climats pour produire de l'eau chaude. Mais leurs performances annuelles est proportionnelles à l'ensoleillement du lieu ou sont installés les capteurs solaires.

Le choix entre les types de capteurs solaires est déterminé par le type d'application recherchée, la fiabilité, le prix et les températures souhaitées.



Chapitre II

Faisabilité du Projet

Introduction :

L'étude de faisabilité dans la gestion de projets est une étude qui s'attache à vérifier que le projet soit techniquement faisable et économiquement viable. Plus largement, on peut distinguer les volets suivants dans une étude de faisabilité : étude technique, commerciale, économique, juridique et d'organisation.

Une étude de faisabilité est un document complet traitant d'un projet et qui en examine en détail les cinq cadres d'analyses. Les cinq cadres d'analyse sont le cadre de définition, le cadre des risques contextuels, le cadre de potentialité, le cadre paramétrique et le cadre des stratégies dominantes et de contingence. Les contraintes sont les contraintes classiques qui se reconnaissent au fait qu'elles peuvent être prédéterminées, puis déterminées et mesurées objectivement tout au long du cycle de vie du projet. Les analyses de faisabilité varient en dimension et en profondeur selon les besoins du projet.[12]

Faisabilité du projet :**II.1. Caractéristique l'établissement :****II .1-1 Type d'établissement :**

L'établissement contrôlé est une piscine couverte semi-olympique (AHMED BEN SALEM) ouverte au public, aux écoles, aux stades et aux clubs sportifs, qui comprend également un grand nombre de bâtiments administratifs répartis sur plusieurs étages ainsi qu'une cafétéria. La consommation d'eau chaude sanitaire est produite à partir de la même chaufferie centrale.

II .1.2 Contraintes techniques :

La longueur de la piscine	La largeur de la piscine	Le volume de la piscine	Surface de la superficie	La température d'eau	Changement de l'eau
25 m	12 m	783 m³	570 m²	14.....25 c⁰	chaque 15 jour

La piscine Ahmed Bin Salem possède une grande piscine de 25 mètres de longueur et 12 mètres de largeur, d'une superficie de 375 mètres carrés et d'un volume d'environ 783 mètres cubes, Surface de la superficie 570 m² et La température de l'eau 14 à 25 c° Selon la saison, Changement de l'eau chaque 15 jour

II .1.3 Contraintes architecturales :

Le plan de la piscine logiciel (Autocad) :



Figure II.1 : représente Le plan de la piscine logiciel (Autocad)

II .1.4 Le plan partiel de la piscine:

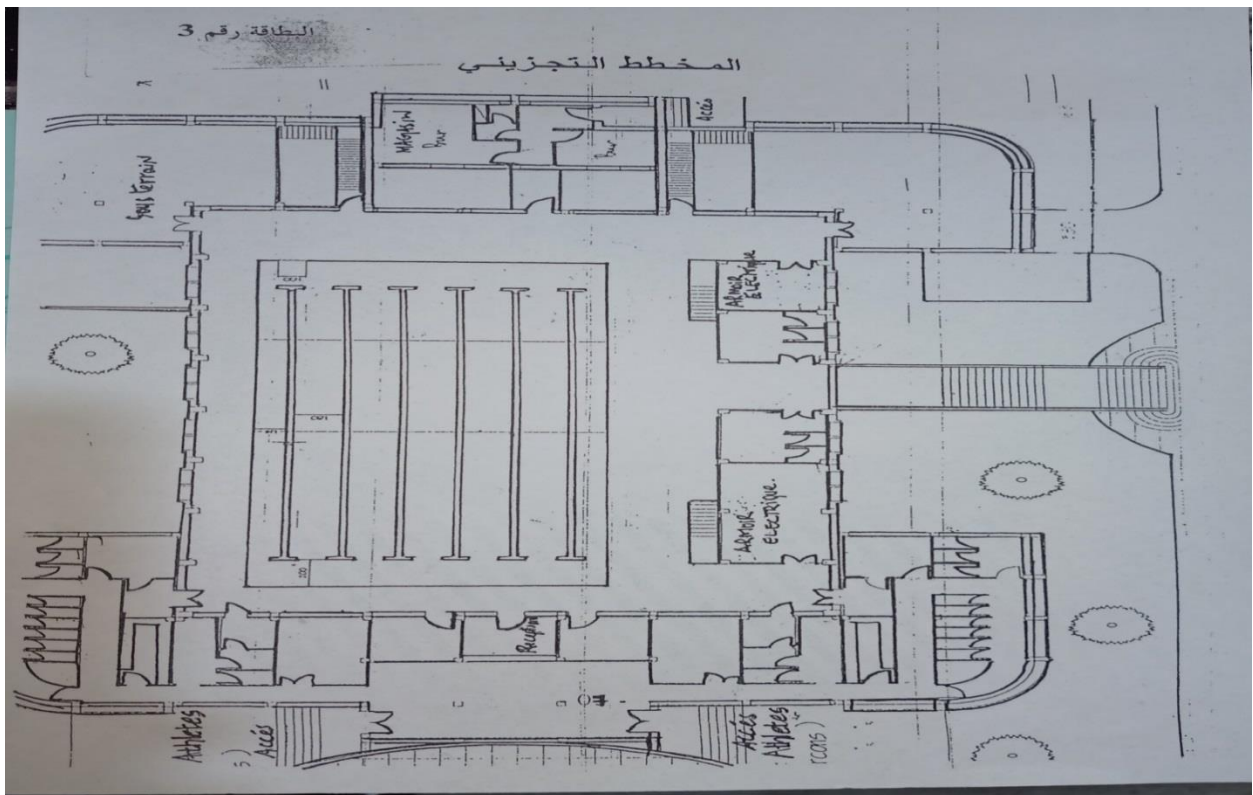


Figure II.2 : représente plan partiel de la piscine

Le plan partiel de la piscine semi olympique :

Une piscine semi olympique est un type de piscine dont les dimensions conviennent aux compétitions organisées dans des moyens bassins et le plan partiel est très important pour le bon déroulement de gestion de cette structure.

01/en arrivant à la rentre principale on remarque cette dernière se divise en 2 parties d'accès aux athlètes une adroite et l'autre à gauche.

02/juste après la rentrée principale en voix en face le bureau de réception et 2 couloire une adroite et l'autre à gauche ramenant au côté bassin.

03/en rentrant au côté bassin adroite il y a la sale d'armoire électrique 1 et la 2^{eme} dans la même position au fond du bassin.

04/dans la même position aussi adroite on remarque des accès d'escalier.

05/juste à cote dans la même position aussi adroite une porte ramène au bloc des bureaux dans un magazine.

06/ au fond dans la même position adroite une porte communie avec le sous terrain.

II .1.4 Le plan de local technique :

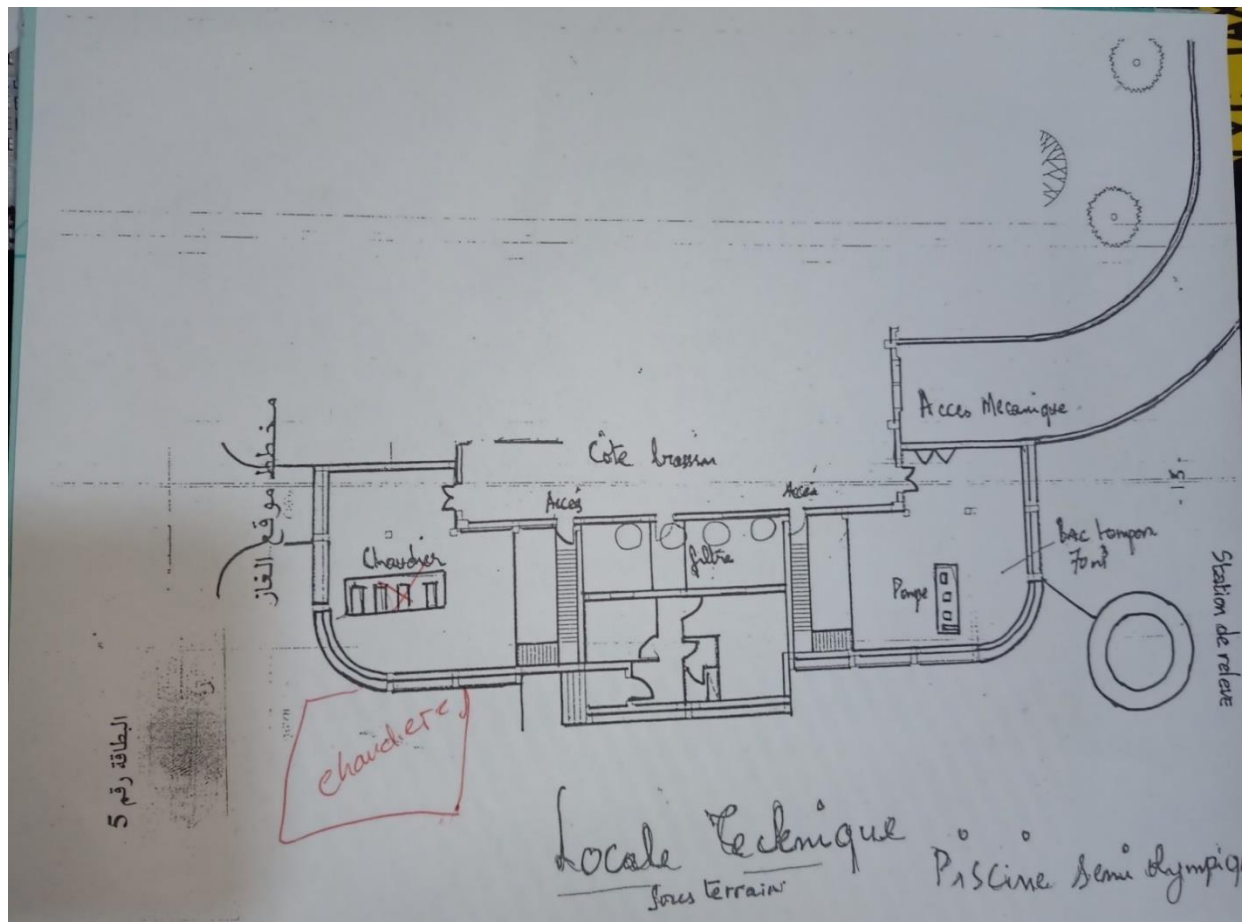


Figure II.3 : représente Le plan de local technique

Le local technique de la piscine semi olympique :

Le local technique fait partie des éléments qui jouent un rôle incontournable lorsque l'on possède une piscine : destiné à abriter le système de filtration, il doit vous permettre de réaliser facilement les opérations d'entretien et de maintenance.

01 / la salle chaudière se trouve à l'extérieur de la structure générale et ça suivant les normes sécuritaire en cas de danger.

02 / accès au sous terrain pas loin de la salle chaudière et communique avec le coté bassin.

03/ juste à côté de cette dernière (accès) en remarque le coté de l'emplacement des filtres.

04/ juste à côté aussi il y a le 2eme accès qui communique avec le coté bassin en ramenant aux pompe et communique avec la sortie principale d'accès mécanique.

05 / a l'extérieur de locale technique en remarque l'emplacement de bac tampon d'eau de 70 m2.

II .2. Affectation principale :

II .2.1 Production d'eau chaude par énergie solaire :

Les performances de l'installation dépendent du climat, du lieu d'implantation des capteurs solaires, du dimensionnement et de la conception du système, ainsi que du choix des composants et de leur maintenance. Ainsi que de l'agencement optimal des sous-systèmes, de manière à :

- ☐ optimiser le captage et le stockage de l'énergie solaire,
- ☐ dissocier l'énergie solaire et l'énergie d'appoint,
- ☐ consommer en priorité l'énergie solaire
- ☐ conserver à l'énergie d'appoint un caractère de stricte complémentarité.

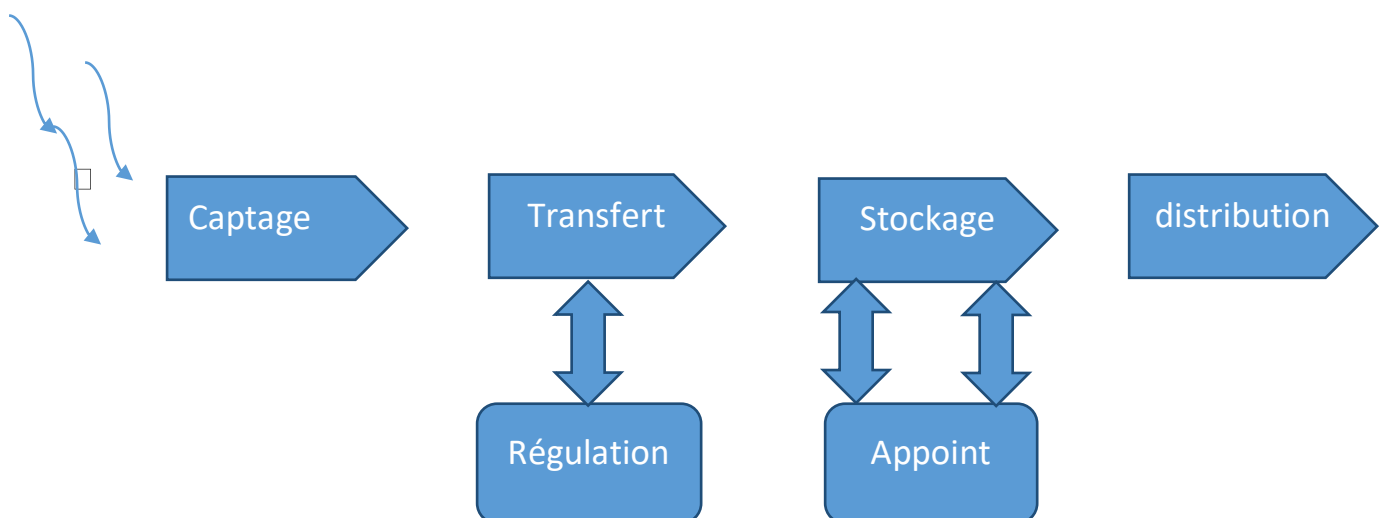


Figure II.4 Schéma Synoptique d'une Installation de Production d'eau chaude

II . 2.2 Principes de fonctionnement :**II . 2.2.1 Le captage :**

Une installation de production d'eau chaude sanitaire par l'énergie solaire est généralement constituée de capteurs solaires plans à circulation de liquide qui effectuent la conversion du rayonnement électromagnétique émis par le soleil, en chaleur et permettent le transfert de cette énergie calorifique en la cédant à un fluide caloporteur.

Un capteur solaire plan est essentiellement constitué d'une surface absorbante exposée au rayonnement solaire, qui échange avec un fluide caloporteur, les calories produites par absorption du rayonnement incident, et émet en s'échauffant un rayonnement thermique de plus grande longueur d'onde (Loi de Stefan-Boltzmann).

Si cet absorbeur est en contact direct avec l'air environnant, en plus des pertes par rayonnement, les pertes par convection peuvent être importantes. Il s'établit alors un équilibre thermique entre l'absorbeur et le milieu ambiant. [13].

On capte ainsi peu d'énergie. Pour réduire les pertes par la face arrière du capteur, l'absorbeur est placé à l'intérieur d'un coffre dont les parois internes sont recouvertes d'un isolant thermique (laine de verre ou mousse synthétique, par exemple).

L'isolation thermique de la face avant est réalisée en interposant entre l'absorbeur et l'air, un matériau opaque au rayonnement thermique, mais transparent au rayonnement solaire.

Les verres et certains matériaux synthétiques sont transparents pour les rayonnements solaires, et opaques pour le rayonnement infrarouge lointain. Ils sont donc utilisés en tant que couvertures transparentes des capteurs solaires.

Dans un capteur équipé d'une couverture transparente, le rayonnement thermique émis par l'absorbeur est absorbé par la couverture transparente qui s'échauffe et rayonne à son tour par les deux faces. En première approximation, on peut considérer qu'une moitié du rayonnement se disperse dans le milieu extérieur et que l'autre moitié, réémise vers l'absorbeur est à l'origine de l'effet de serre.

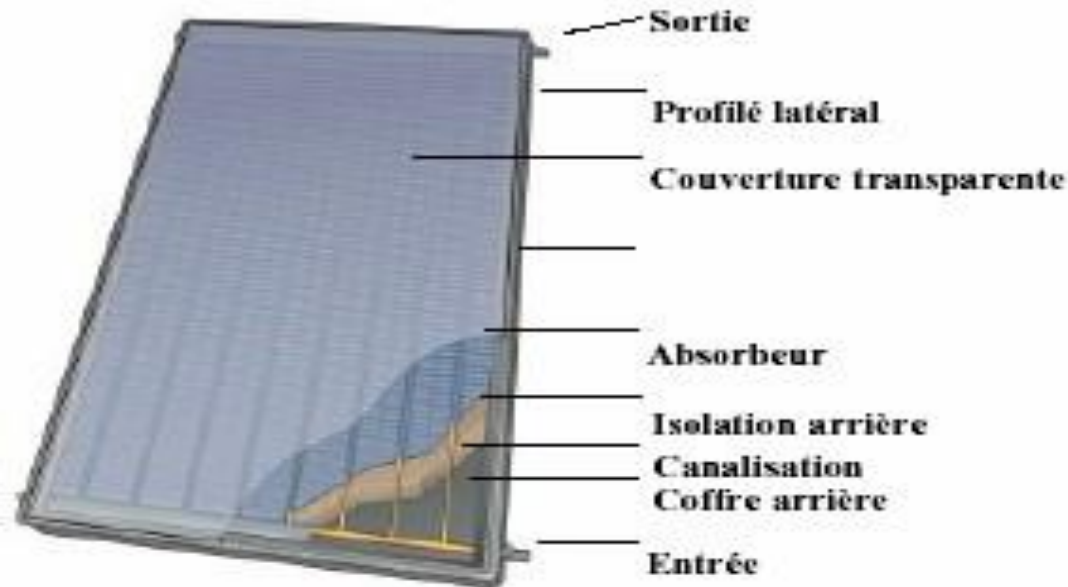


Figure II.5 Capteur plan vitré[14]

Les couvertures ont également pour rôle de limiter les pertes par convection, étant donné que les échanges thermiques entre deux plaques séparées par une lame d'air immobile, se font essentiellement par conduction et qu'il est connu que l'air immobile est un bon isolant thermique. [15] Cet effet d'isolation croît avec l'épaisseur de la lame d'air séparant les deux surfaces, tant que le phénomène de transfert reste conductif (2 à 3 cm d'épaisseur). Au-delà, les effets de la convection naturelle viennent contrarier l'effet recherché

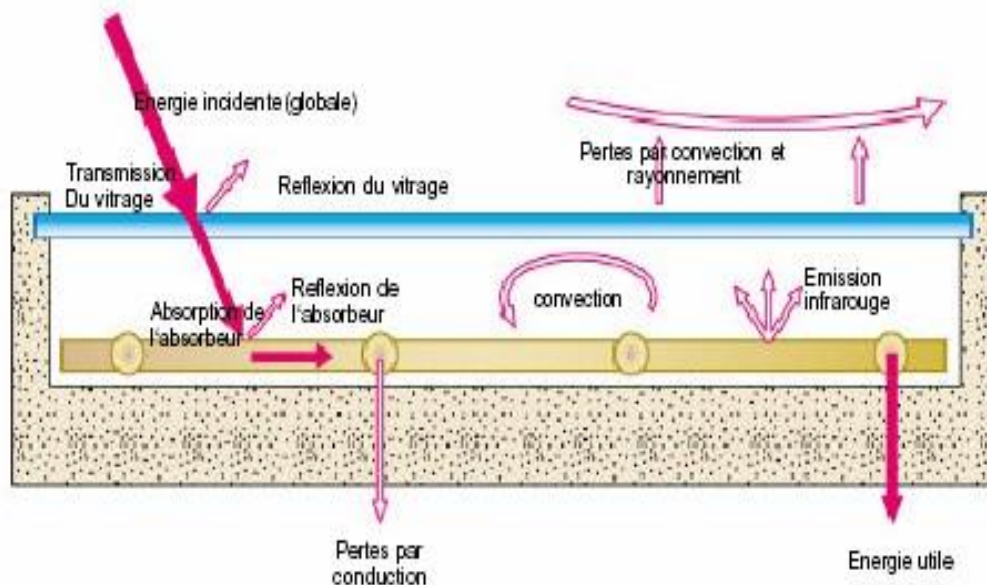


Figure II.6 capteurs vitrés et les pertes thermiques [16]

II.2.2.2 Le transfert de l'énergie :

Le transfert de chaleur des capteurs vers le ballon s'effectue de deux façons différentes :

Par circulation forcée avec une pompe commandée par un dispositif de régulation par circulation naturelle ou thermosiphon et qui est basé sur le principe de la dilatation causée par une augmentation de la température. En effet lors d'une élévation de la température les corps chauffés se dilatent. La principale conclusion de ce phénomène est une augmentation de volume. Le poids total du corps restant invariable, il en résulte une diminution du poids spécifique. De ce fait un liquide chaud est plus léger qu'un liquide froid et aura donc tendance à remonter Vers la surface. L'augmentation de volume crée donc la première force qui va mettre le liquide caloporteur en mouvement pour assurer le fonctionnement de notre chauffe-eau solaire [17]

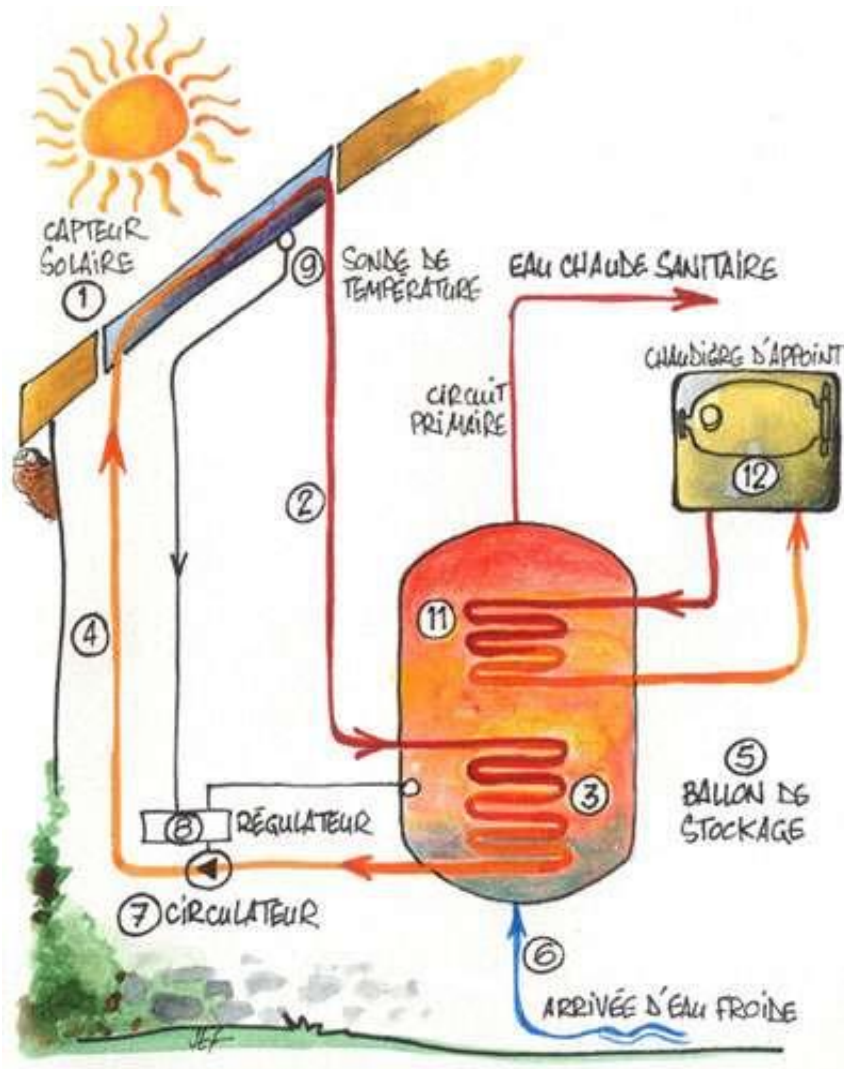


Figure II.7 : CHAUFFE EAU SOLAIRE INDIVIDUEL (CESI)[17]

II. 2.2.3 Le stockage :

Afin d'assurer le fonctionnement d'un chauffe-eau solaire, il est nécessaire de pouvoir stocker l'eau chaude dans un réservoir, ceci afin de pouvoir l'utiliser pendant la nuit, ou pendant les journées sans soleil. Le ballon de stockage doit être calorifugé. Le calorifugeage devra être disposé de façon à permettre la manœuvre et le démontage pour l'entretien des appareils voir figure (I.9).

Le stockage de l'énergie captée permet de pallier le caractère discontinu de l'énergie solaire. L'accumulation de l'énergie dans le stockage se traduit par une élévation de sa température. Pour apprécier l'efficacité d'un système de stockage, il faut rappeler que le rendement d'un capteur dépend essentiellement de la température moyenne du fluide qui le traverse, donc de la température du fluide au retour du stockage. L'une des Caractéristiques essentielles de l'aptitude à l'emploi du stockage sera de fournir, à l'entrée des capteurs, un fluide dont la température sera la plus basse possible.[17]

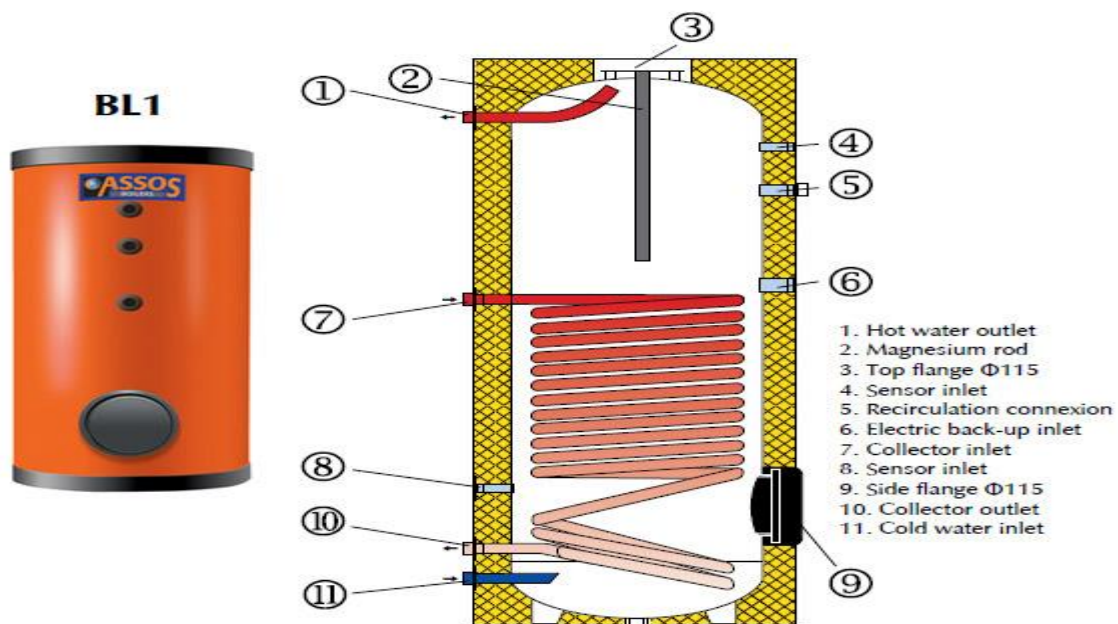


Figure II..9 Ballon De Stockage[17]

II .3. Consommation d'eau chaude :

Étant donné que le rayonnement solaire est plus important en été, la répartition annuelle de cette consommation d'eau chaude est déterminante pour la rentabilité du chauffe-eau solaire. Plus la consommation d'eau chaude est importante en été, plus l'apport solaire sera important et plus la rentabilité du projet sera intéressante

Pour l'évolution quotidienne de la consommation d'eau chaude, nous avons pris en compte les heures de travail de la piscine 'Ahmed Ben Salem' et la consommation plus élevée le soir.

La raison de la différence de la quantité d'eau chaude est sa dépendance à l'immersion de la piscine et au lavage des filtres

Dans le cadre de cette étude de faisabilité, nous limiterons à considérer l'approvisionnement quotidien continu en eau douce [18]

Le tableau suivant montre la valeur de facture d'eau pour la piscine 'Ahmed ben Salem' :

Le mois / 2019	La facture/ DA
Janvier	135771.19
Février	
Mars	
Avril	100568.30
Mai	
Juin	
Juillet	117121.06
Aout	
Septembre	
Octobre	124152.01
Novembre	
Décembre	
Le totale	477612.56DA/An

Le tableau montre la valeur des factures d'eau la piscine 'Ahmed ben Salem'

Conclusion :

Le dossier de faisabilité est un document descriptif abordant les aspects techniques, qualité, financiers et calendaires d'un projet. Il doit permettre à toutes les personnes concernées d'appréhender les objectifs et les enjeux du projet et de statuer sur sa validation finale.

Il a pour but de :

- Définir le programme complet du projet (cahier des charges : analyse fonctionnelle, en définissant les caractéristiques principales et secondaires du projet)
- Justifier le projet en terme économique et/ou statistique et/ou stratégique
- Élaborer et justifier le budget nécessaire à sa réalisation
- Évaluer le coût global du projet : coûts prévisionnels d'exploitation, de maintenance, de stockage, des énergies nécessaires, etc.
- Identifier toutes les contraintes réglementaires et normes
- Définir un planning d'étude, de réalisation et de mise en œuvre afin d'estimer les toutes les phases et durées du projet
- Apporter tous les éléments nécessaires permettant la bonne Compréhension du projet
- Déterminer tous les impacts possibles sur l'organisation, les opérations et les ressources.

Chapitre III
Le dimensionnement de
Chauffe-eau solaire

Introduction :

Le point de départ pour le dimensionnement d'une installation solaire de production d'eau chaude sanitaire (ECS) et le besoin en eau chaude solaire. Il est donc primordial d'estimer correctement ce besoin. Autres facteurs tels que la situation géographique, la surface disponible pour l'installation solaire, l'orientation et l'inclinaison des capteurs, le budget, etc. joueront également un rôle important. Un bon dimensionnement doit conduire à produire un maximum d'énergie d'origine solaire entre 50 et 80 % des besoins d'eau chaude sanitaire, entraînant une économie financière, et évitant le rejet de gaz à effet de serre dans l'atmosphère.[19]

III.1-Dimensionnement des Composants Principaux :**Introduction de la théorie :**

La température d'équilibre thermique est atteinte lorsqu'un corps ayant une température plus élevée transfère de l'énergie thermique à un autre corps ayant une température plus basse, selon le principe zéro de la thermodynamique. Ce transfert s'effectue jusqu'à ce que les deux corps soient aux mêmes températures ou la loi $Q_{\text{perdu}} = Q_{\text{gagner}}$ [20]

III.1-1 Estimation des besoins en eau chaude :**Pour le sanitaire :**

-Les utilisateurs de la piscine au maximum est 400 personnes (d'après le directeur de la piscine de Ahmed ben Salem).

-Nous avons fait une expérience pratique et on découvre que la consommation d'une seule personne est 15 litres (5 L pour une douche d'entrée et 10 L pour une douche de sortie).

$$15 \times 400 = 6000 \text{ L}$$

-Donc la totalité des besoins d'eau est 6000 L .

Pour le bassin :

Le volume de piscine est 783 m³

Volume total d'eau chaude à 25 C°

$$783000 + 6000 = 789000 \text{ L}$$

III.1-2Dimensionnement des capteurs solaires :

La surface des capteurs A est la variable essentielle car elle conditionne le coût et la production utile de l'installation. Le dimensionnement de A est fait sur la base du volume d'eau chaude consommé quotidiennement V_j.

III.2-Choix de chauffe-eau solaire :

- Notre objectif est d'élever la température de l'eau à 25 C°.
 - La température maximale d'eau en hiver est a 17 C°.
 - La durée jour en hiver est 9 h 54min [weatherspark] .
 - L'irradiation minimale a Laghouat est 3.1KWh (en 18 décembre)
 - On a une grande quantité d'eau, donc nous devons utiliser un chauffe-eau solaire correspond a nos besoin
 - Les chauffe-eau solaire peut élever la température de l'eau a plus de 80 C° (COMPAC ECO320) [21]
 - D'apprêt une expérience real la cuve ce modelé de chauffe-eau remplit 3 fois dans l'heures de l'ensoleillement (l'eau a 80 C°)
- $320 \times 3 = 960 \text{ L} \dots(\text{III.1})$
- Notre idée est mélanger l'eau a 80 C° avec l'eau a 14 C° pour obtenir l'eau a température 25 C°,

On utilise la relation d'équilibre thermique :

$$Q_{\text{perdu}} = Q_{\text{gagner}} \dots(\text{III.2})$$

III.2-1 Dimensionnement de chauffe-eau solaire pour l'eau chaude sanitaire :

m_A	T_{EF}	T_{EC}	T_F	C_{eau}
6000 L	14 C°	80 C°	25 C°	4180 j/kg.K

$$Q_{\text{perdu}} = Q_{\text{gagner}} \dots(\text{III.2})$$

$$-m_A \times C_{\text{eau}} \times (T_F - T_{EF}) = m_B \times C_{\text{water}} \times (T_F - T_{EC})$$

$$-m_A \times (T_F - T_{EF}) = m_B \times (T_F - T_{EC})$$

$$m_B = -m_A \times \frac{(T_F - T_{EF})}{(T_F - T_{EC})}$$

Avec :

Q_{lost}	Q_{gaind}	T_F	T_{EC}	C_{eau}	$m_A \text{ } 80 \text{ c}^0$	$m_B \text{ } 25 \text{ c}^0$
la température d'eau perdu	la température d'eau gagner	température d'eau finale 25 c°	Température d'eau chaude 80 c°	4180 j/kg.k	la quantité d'eau chaude	la quantité d'eau

A_N :

$$m_B = -6000 \times \frac{(25 - 14)}{(25 - 80)}$$

$$m_B = 1200 \text{ L.(III.3)}$$

-Puis on a :

La Zone utile solaire 3.80 m^2 . (D'après la fiche technique de le producteur)

$\frac{V}{A}$: Le rapport de nos modèle de chauffe-eau solaire = 84.21 L/m^2

$$S_{\text{cap}} = 3.8 \text{ m}^2$$

$$\frac{m_B}{V/A} = \frac{1200}{84.21} = 14.25 \text{ m}^2$$

$$\frac{14.25}{3.8} = 3.75 \text{ m}^2$$

$$\frac{1200}{960} = 1.25 \rightarrow 2$$

Nombre de chauffe-eau nécessaire
2

III.2-2 Dimensionnement chauffe-eau pour le bassin :

D'après l'équation(2)

Avec :

m_A	T_{EF}	T_{EC}	T_F	C_{eau}
783000 L	14 C°	80 C°	25 C°	4180 j/kg.K

$$Q_{\text{perdu}} = Q_{\text{gagner}}$$

$$-m_A \times C_{\text{water}} \times (T_F - T_{EF}) = m_B \times C_{\text{water}} \times (T_F - T_{EC})$$

$$m_A \times (T_F - T_{EF}) = m_B \times (T_F - T_{EC})$$

$$m_B = -m_A \times \frac{(T_F - T_{EF})}{(T_F - T_{EC})}$$

AN :

$$m_B = -783000 \times \frac{(25 - 14)}{(25 - 80)}$$

$$m_B = 156600 \text{ L} \dots\dots(4)$$

$$\frac{156600}{84.21} = 1859.636 \text{ m}^2$$

$$\frac{1859.636}{3.8} = 489.377 \text{ m}^2$$

$$\frac{156600}{960} = 163.125 \rightarrow 164 \text{ chauffe-eau solaire}$$

Nombre de chauffe-eau nécessaire
164

III.2-3 Choix de l'inclinaison :

Elle dépend principalement de deux paramètres :

La latitude et Saisonnalité de la demande.

Dans le cas de Laghouat, l'angle d'inclinaison est égal à Latitude 33.8°

III.3-Dimensionnement de Superficie :

Surface de la superficie disponible	L'inclinaison de capteur	La longueur de système solaire	La largeur de système solaire
570 m ²	33.8°	2.256 m	1.415 m

$$S_{CES} = 1.708 \times 1.914 = 3.19 \text{ m}^2$$

La surface qu'il occupe par un seul chauffe-eau est 3.19 m²

$$S_{TOTAL} = 3.19 \times (164 + 2) = 529.54 \text{ m}^2$$

Donc la superficie est suffisante pour 166 CES

III.4-Dimensionnement du stock :

-Pour l'eau chaude sanitaire :

D'après (3) 1 ballons de 1500 L [22]

$$NB = 1$$

Caractéristique techniques de ballon :

Volume (L)	Dimensions (m)	Poids (Kg)	Température max(C°)	Pression max (bar)	Pertes par 24h (kWh /24h)	Isolation épaisseur (mm)
1500	2.120xØ1200	215	95	3	3.24	100

-Pour l'eau chaude de bassin :

D'appert (4) 2 ballons de 100 et 60 m³

On a déjà un ballon (bac tampon 70m³)

Donc 1 ballon de 90m³ [la case energie]

NB =1

Caractéristique de ballon :

Volume (L)	Dimensions (m)	Poids (Kg)	Température max(C°)	Pression max (bar)	Pertes par 24h (kWh /24h)	Isolation épaisseur (mm)
90000	7.89xØ3.4	750	95	3→7	3.26	50→100

III.5-Dimensionnement de la tuyauterie :

La longueur de système solaire	2.256 m
La hauteur de la terrasse	14 m
La longueur de la terrasse	30 m
La largeur de la terrasse	19 m
La profondeur de la cave	4 m

III.5-1Pour les chauffe-eau solaire sanitaire :

Le branchement de chauffe-eau solaire est en série, c'est-à-dire la sortie de 1^{er} ces est l'entrée de 2^{eme} CES.

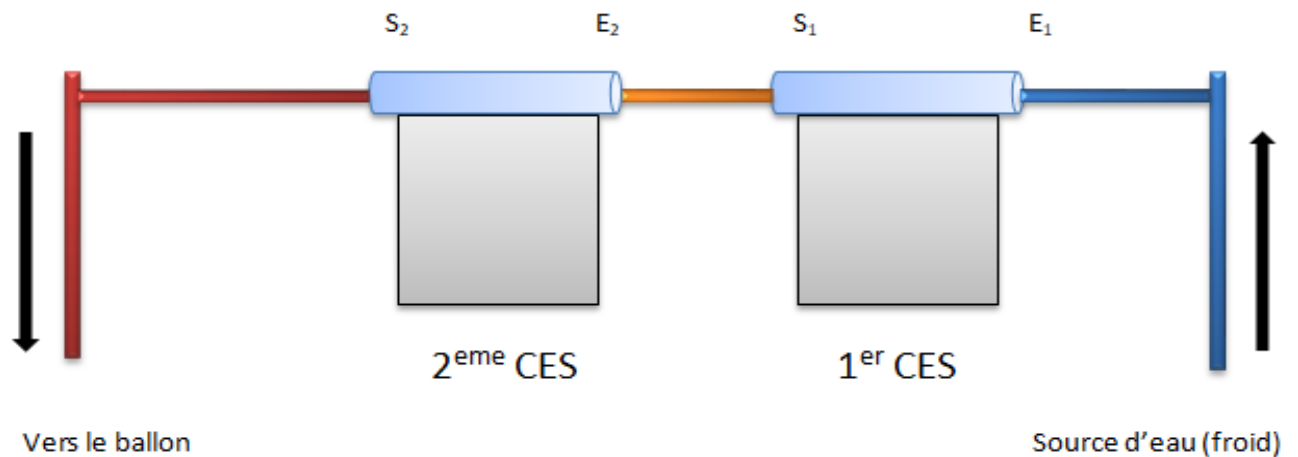


Figure III.1 représente l'association des chauffe-eau solaire

Donc on a besoin 23 m ($14 + 4 + (2.256 \times 2)$) (de source d'eau à l'entrée de 1^{er} CES) pour l'eau froid

Et environ de 18 (de sortie de 2^{ème} ces à le ballon de stockage) pour l'eau chaude

Au total environ 36 m

III.5-2 Pour les chauffe-eau solaire du bassin :

Le branchement de chauffe-eau solaire est en série/parallèle

En série c'est à dire la sortie de 1^{er} CES est l'entrée de 2^{ème} CES, et la sortie de 2^{ème} CES est l'entrée de 3^{ème} ces jusqu'à la 13^{ème} CES et le sortie de ce dernière branché au tube de distribution vers le ballon de stockage.

et en parallèle 13 champ chaque champ contient 13 CES sauf un qui contient 8 CES

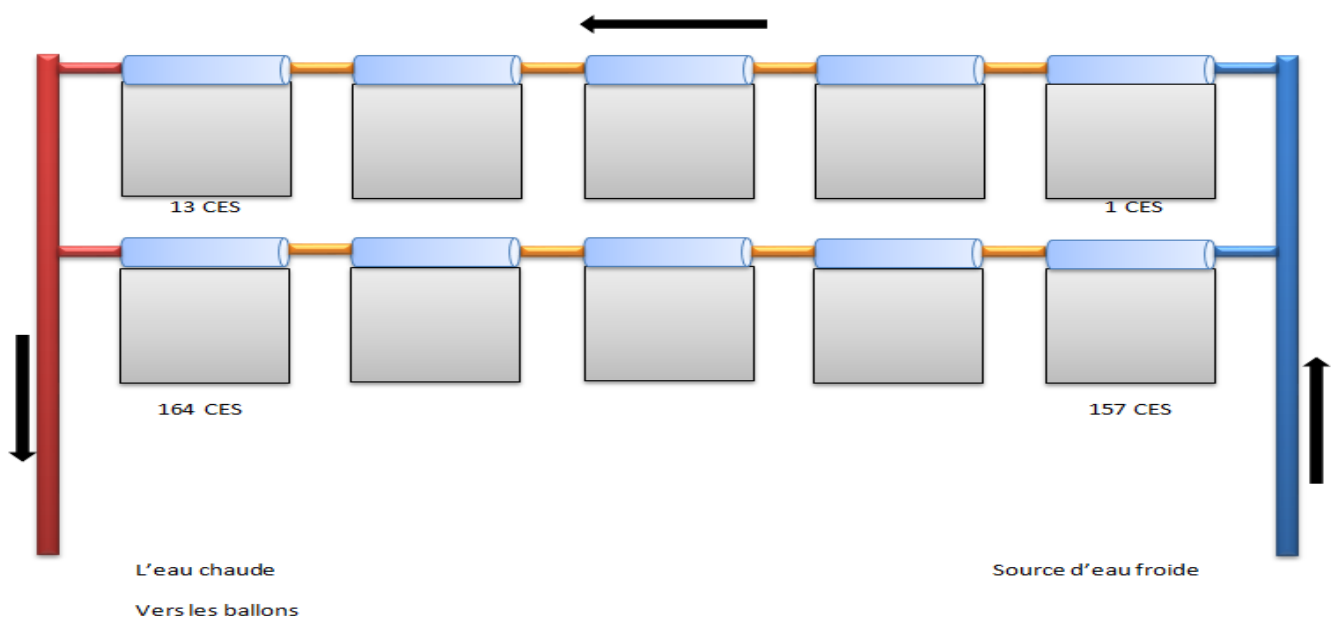


Figure III.2 représente l'association des chauffe-eau solaire

Donc en a besoin environ 67 m pour l'eau froide (4+14+30+19) et pour l'eau chaude 37 m (19+14+4)

Au total environ 104 m

Le coefficient de déperdition linéique de la tuyauterie se calcule de la manière suivante :

Deperdition Tuyauteries $\varnothing > 700$ mm :

$$Q(\text{Kcal/hm}^2) = \frac{\theta_i - \theta_e}{\frac{e}{\lambda} + \frac{1}{he}}$$

Deperdition Tuyauteries $\varnothing \leq 700$ mm :

$$Q(\text{Kcal/ hm}^2) = \frac{\theta_i - \theta_e}{\frac{de}{2\lambda} \ln \frac{de}{di} + \frac{1}{he}}$$

Avec :

Q	déperditions en Kcal/hm ²
θi	température de service en °C
θe	température extérieure en °C
id	diamètre extérieur tuyauterie sans isolation en m
de	diamètre extérieur tuyauterie avec isolation en m
e	épaisseur de l'isolant en m
ln	logarithme népérien
λ	coefficient de conductivité thermique de l'isolant en Kcal
he	coefficient d'échange thermique externe en Kcal/hm ² °c

III.6-Dimensionnement des pompes :**III.6-1 Choix du circulateur (pompes):**

Les paramètres caractérisant les pompes sont :

- débit nominal (L/h)
- puissance maximum du moteur de la pompe (kW)

$$P_u = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H_m$$

Avec :

P_u	la puissance utile en W
ρ	masse volumique de l'eau de mer 1035,9 kg.m ³
g	constante gravitationnelle 9,81m.s ⁻²
Q_D	le débit en m ³ /s
H_m	la hauteur manométrique

III.7-Dimensionnement de l'appoint au gaz :

Pour apporter un plus en termes de confort, prévoir un chauffage d'appoint est recommandé.

Le chauffage d'appoint au gaz est facile à utiliser et peu onéreux. Il se présente sous la forme d'un radiateur alimenté par le gaz .[22]

CONCLUSION

Dimensionner une installation n'est pas une chose aisée car les besoins ne sont pas toujours connus rapidement, donc pour dimensionner au plus juste une installation solaire correspondant à l'optimum économique. On simule la production solaire et le coût en kWh solaire produit par plusieurs combinaisons "surface de capteur/ volume de stockage" l'installation offrant simultanément la production solaire la plus importante et le coût du kWh solaire le plus faible se situe à l'optimum économique. Notre installation est donc bien dimensionnée Les résultats obtenus seront comparés à ceux mesurés pour garantir les résultats solaires.

Chapitre IV

Résultat <SOLO> et Impacts de l'utilisation d'un chauffage solaire

Introduction

En utilisant le chauffe-eau solaire, vous faites le choix d'une énergie durable, parce que les ressources solaires sont infinies et gratuites propre et renouvelable.

Des économies d'énergie considérables sur votre facture On estime qu'un chauffe-eau solaire typique réduit vos coûts en énergie de 40 à 50%, possibilité de couper la chaudière en été.

[23]

Le logiciel SOLO 2000 est la transcription informatique de la "Méthode mensuelle d'évaluation des performances thermiques des installations solaires de production d'eau chaude sanitaire" développée par le CSTB avec le soutien de l'Ademe

Issu du code lourd "OSOL", il a été validé sur des opérations solaires collectives de démonstrations, instrumentées pour un suivi détaillé sur de longues périodes. [23].

IV.1 Définition du logiciel SOLO 2000 :

La version 1.0.1 du logiciel SOLO 2000 permet le calcul des performances thermiques des systèmes solaires de production d'eau chaude avec la manière suivants:

- Capteurs/Échangeur/Ballon (avec ou sans appoint intégré)
- Chauffe-eau monoblocs Le logiciel SOLO 2000est l'outil de calcul qui a été choisi dans le cadre de la procédure de "Garantie de Résultats Solaires" (GRS)



Figure IV. 1Logiciel SOLO 2000

IV.2 Principales caractéristiques :

Le logiciel SOLO 2000 n'est pas à proprement parler un logiciel de dimensionnement, il est néanmoins doté d'une architecture autorisant l'utilisateur -au stade de l'étude préalable, par exemple- à tester des configurations alternatives (types de capteurs, surface du champ, volume des ballons, etc.). Il fait appel à des données météorologiques (température extérieure et irradiation globale horizontale) disponibles, en valeurs moyennes mensuelles, pour un grand nombre de stations. Il permet de faire varier, mois par mois, les données relatives aux besoins d'eau chaude. Enfin la description technique des composants qu'il requiert ne met en jeu que des grandeurs géométriques ou des paramètres tirés d'essais normalisés, qui sont accessibles pour la plupart des produits commercialisés.

Les résultats produits par SOLO 2000 sont :

- Les taux mensuels et annuel de couverture solaire
- Les besoins mensuels et annuels
- La productivité calculée mensuellement et annuellement
- La productivité ramenée à 1 m² de capteurs.

IV.3 Garantie de Résultats Solaires :

Le logiciel SOLO 2000 et la méthode qu'il supporte sont en particulier les outils qui ont été choisis dans le cadre de la procédure de "Garantie de Résultats Solaires" [GRS].

Appliquée à la production collective d'eau chaude, la GRS correspond à un engagement contractuel de fourniture d'énergie thermique d'origine solaire pour un besoin donnée d'ECS.

Elle s'appuie sur :

- L'affichage d'un objectif prévisionnel annuel de production solaire
- Vérification, au vu de la production solaire mesurée, que celle-ci atteint l'objectif ci-dessus, recalé sur la consommation réelle d'eau chaude.

Dans le cadre de nouvelles opérations solaires collectives envisagées, le recours à SOLO 2000 devrait permettre d'évaluer les performances prévisionnelles.

IV.4 Les menus logiciels :

- Barre de menu :



Figure IV. 2 Menu du Logiciel SOLO 2000

Menu fichier :



Figure IV. 3 Menu fichier du Logiciel SOLO 2000

Création de nouveaux projets :

L'utilisateur peut ouvrir jusqu'à 8 projets simultanément



Figure IV. 4 Nouveaux projets du Logiciel SOLO 2000

Ouverture d'un projet :

Permet d'ouvrir le dernier projet



Figure IV. 5 Ouverture d'un projet du Logiciel SOLO 2000

Menu Edition :

Le menu Edition permet d'annuler les précédents calculs

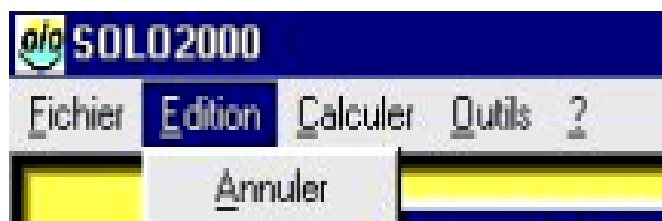


Figure IV. 6 Menu édition du Logiciel SOLO 2000

Menu Calculer :

Le menu Outils permet de choisir un calcul sur "demande" ou un calcul sur "automatique"

RESULTATS					
	janv	févr	mars	avr	ma
Couverture [%]	3	4	6	9	
Besoins [kWh]	1377	1234	1334	1249	-
Productivité [kWh]	41	54	84	109	
Productivité /m²					

Figure IV. 7 Menu calculer du Logiciel SOLO 2000

Menu ? :

Le menu ? Permet d'avoir accès à l'aide ou d'ouvrir une boîte de dialogue "A propos de" qui donnent l'adresse Web du site sur lequel est hébergé SOLO 2000.



Figure IV. 8 Menu ? du Logiciel SOLO 2000

IV.5 Résultat de logiciel :

Version pour impression	Biskra, latitude : 34°48	01/10/2021
-------------------------	--------------------------	------------

Installation

Circuit hydraulique		Schéma ECS		Système		Circuit primaire
Schéma ECS	collectif	Surface	630,79 m ²	Situation	Intérieur (°C)	aucun apport solaire même indirect au bouclage Pas de pertes de bouclages
Système	Échangeur noyé - thermosiphon	Inclinaison	33,79 °/Horiz	Temperature ECS	80 °C	
Circuit primaire	Automatique	Orientation	2,86°/Sud	Volume de stockage	157800 Litres	
Echangeur	Automatique	Coefficient nO	0,736	Cste de refroidissement	0,13Wh/L.j.°C	
T° EF	valeurs personnelles	Coefficient a1	3,636W/m².°K	T°C Maxi	80 °C	
		Coefficient a2	0,2W/m².°K			

SOLO 2018													Distribution incluse		
	Global Horiz (Wh/m2.jour)	Global Capteur (Wh/m2.jour)	Global dispo (Wh/m2.jour)	T° extérieure (°C)	T° env stock (°C)	Temp EF	Volume	Temp ECS	Besoins production (kWh/jour)	Production primaire (kWh/jour)	Production solaire (kWh/jour)	Taux couv solaire(%)	Pertes bouclage (kWh/jour)	Besoins totaux (kWh/jour)	Taux économie énergie (%)
Janvier	3096	5110	5022	6,0	19,0	14,0	157800	80	12103,1	695,1	717,4	5,9	0,0	12103,1	5,9
Fevrier	4176	6104	6041	6,0	19,0	14,0	157800	80	12103,1	890,3	893,0	7,4	0,0	12103,1	7,4
Mars	5428	6690	6652	8,0	19,0	15,0	157800	80	11919,7	1061,8	1028,8	8,6	0,0	11919,7	8,6
Avril	6424	6676	6630	12,0	19,0	16,0	157800	80	11736,2	1152,9	1092,2	9,3	0,0	11736,2	9,3
Mai	7102	6593	6522	16,0	19,0	18,0	157800	80	11369,3	1186,4	1085,5	9,5	0,0	11369,3	9,5
Juin	7434	6540	6440	22,0	19,0	19,0	157800	80	11185,8	1260,0	1133,2	10,1	0,0	11185,8	10,1
Juillet	7672	6844	6758	25,0	19,0	20,0	157800	80	11002,4	1354,2	1199,5	10,9	0,0	11002,4	10,9
Aout	6988	6881	6833	24,0	19,0	21,0	157800	80	10818,9	1334,5	1163,3	10,8	0,0	10818,9	10,8
Septembre	5886	6739	6701	20,0	19,0	18,0	157800	80	11369,3	1271,6	1162,1	10,2	0,0	11369,3	10,2
Octobre	4296	5684	5626	14,0	19,0	16,0	157800	80	11736,2	983,5	939,9	8,0	0,0	11736,2	8,0
Novembre	3096	4675	4574	9,0	19,0	14,0	157800	80	12103,1	715,0	735,3	6,1	0,0	12103,1	6,1
Decembre	2758	4652	4522	6,0	19,0	14,0	157800	80	12103,1	612,2	642,8	5,3	0,0	12103,1	5,3
Total An	1959,7 Kwh/m2/An	2225,9 Kwh/m2/An	2199,5 Kwh/m2/An	-	-	-	57597m3/An	-	4243,4 MWh/An	381,0 MWh/An	358,8 MWh/An	-	0,0 MWh/An	4243,4 MWh/An	-
Moyenne An	5369 Wh/m2/jour	6098 Wh/m2/jour	6026 Wh/m2/jour	14,1°C	19,0°C	16,6°C	157800l/jour	80°C	11626 kWh/jour	1044 kWh/jour	983 kWh/jour	8,5%	0 kWh/j	11626 kWh/j	8,5%
Productivité Solaire Primaire: 604kWh/m2/An								Productivité Solaire Utile: 569 kWh/m2/An							

Les résultats obtenu explique l'inclinaison optimale des capteurs et le meilleur compromis entre la surface de captage les caractéristiques de l'échangeur et le volume de stockage, de manière préliminaire et réaliste le résultat soutient les performances attendues des systèmes solaires et prouve sa valeur comme outil de référence pour le suivi annuel des engagements GRS (Garanté résultat solaire), garantit les besoins mensuels et annuels et la bonnes performances d'équipement utilisé.

IV 6 Le cout d'installation:

Chauffe-eau solaire (compac 320l), 70000 Da(x166) = 11620000 DA

Ballon tampon 1500 litres sans échangeur 400 € TTC (x1)= 64000DA

Ballon tampon sans échangeur 90m³4300 € (x1)=688000DA

la tuyauterie prix 1m 1158,44DA [11]

la tuyauterie :Prix_{total}=(104+36)x1158.44=162181.6 DA

la pompe du circulation prix 30872,54 DA [24]

La totale_{matériaux} = 12565054.14 DA

Le tableau suivant montre la valeur de facture de Gaz pour la piscine 'Ahmed ben Salem' :

Le mois / 2019	La facture / DA
Janvier	210369.05
Février	210113.07
Mars	180033.59
Avril	160648.49
Mai	90234.41
Juin	30011.89
Juillet	24406.17
Aout	35270.25
Septembre	60338.66
Octobre	24531.79
Novembre	74622.87
Décembre	224531.42
Le totale	1325125.61DA/An

Pour savoir combien d'années on récupère le montant de l'installation solaire thermique :

$$\begin{aligned}
 & \frac{\text{La totalematériaux}}{\text{le totalefactur gaz}} \\
 & \frac{12565054.14}{1325125.61} \\
 & = 9.48 \text{ an}
 \end{aligned}$$

En plus des bénéfices de la participation des nageurs, ils contribuent à raccourcir le délai de restitution de l'argent.

IV 7 Impacts de l'utilisation d'un chauffage solaire :

7.1 Bilan économique :

7.1.1 Économie d'énergie primaire :

Contrairement à ce que pourrait laisser croire la mondialisation des échanges, l'abondance des ressources énergétiques n'est qu'apparente et l'approvisionnement n'est pas acquis.

En outre, les ressources fossiles sont épuisables.

Au rythme de consommation actuelle, les réserves prouvées de gaz seront complètement épuisées d'ici environ 60 ans, celles de pétrole d'ici à peine 40 ans. Par ailleurs, cette utilisation des ressources fossiles est injustement répartie dans le monde, au désavantage des pays en développement.

Toutes ces raisons font qu'il est primordial de réduire notre consommation d'énergie fossile, ce que permet, notamment, le recours à un chauffe-eau solaire. En effet, l'énergie fournie chaque année par le rayonnement solaire ne doit pas être produite par les chaudières.

[25]

7.2 Bilan environnemental :

7.2.1 Émissions de CO₂ évitées :

Les émissions de CO₂ exercent un impact négatif sur l'équilibre climatique de la planète. Connaissant les répercussions d'un tel bouleversement, tels que inondations, sécheresses, tornades, élévation du niveau de la mer, extension des maladies infectieuses, pollution des réserves d'eau potable, etc, il est donc primordial de tout mettre en œuvre pour réduire au plus vite les émissions de CO₂.

Le facteur d'émission de CO₂ du gaz naturel, qui comprend les émissions liées à la production et au transport du gaz naturel, est de 251 grammes de CO₂ par kWh

Le recours accru à l'énergie solaire permet de rejoindre ces objectifs de réduction des émissions de CO₂ .[26]

8 Bilan social :

Tout nouvel investissement est synonyme de création d'emploi. Investir dans un chauffe-eau solaire l'est d'autant plus dans la mesure où la main d'œuvre nécessaire pour le placement des capteurs en toiture et la réalisation du raccordement hydraulique avec l'installation existante est importante.

De plus, la conception et l'étude d'un tel projet nécessitent une matière grise locale, qui est également source de nouvelles opportunités d'affaires. Enfin, cette compétence peut facilement trouver des débouchés dans les régions voisines, voire dans les pays voisins.[26]

9 Autres Impacts :

Les autres impacts positifs d'un tel projet résident dans la visibilité du chauffe-eau solaire rejaillissant sur l'image "durable" de la piscine AHMED BEN SALEM ainsi que l'aspect didactique de l'installation, les écoles n'enverront plus seulement leurs élèves pour nager mais le cas échéant aussi pour visiter l'installation et en comprendre le fonctionnement.

En outre, la piscine AHMED BEN SALEM se situe parmi les premiers projets de piscine "solaire" de la nouvelle génération.

10 Les avantages d'un chauffage solaire :

- Un dispositif hautement écologique qui exploite une ressource naturelle propre, inépuisable et gratuite.
- Le chauffe-eau solaire diminue également vos émissions de CO₂ et donc contribue à un meilleur environnement. L'utilisation de l'énergie solaire n'entraîne ni émission polluante, ni production de déchets dangereux. L'eau chaude solaire est écologique car elle lutte contre le réchauffement de notre planète et contre les gaz à effet de serre, aucune combustion n'étant nécessaire.
- Utiliser l'énergie solaire permet également de préserver les combustibles fossiles et de réserver leur emploi à des usages plus spécifiques que la simple production de chaleur.
- Vos besoins en eau chaude sont couverts. le chauffe-eau solaire peut aussi soutenir le système de chauffage central et couvrir une partie des besoins en chauffage de la maison.
- Une énergie silencieuse. Le chauffe-eau solaire individuel répond aux exigences de qualité qui en font un matériel fiable et durable, facile à installer, il nécessite peu d'entretien.
- Economisation d'énergie considérable sur votre facture (On estime qu'un chauffe-eau solaire typique réduit vos coûts en énergie de 40 à 50%, possibilité de couper la chaudière en été).
- Possibilité de cumuler un chauffe-eau solaire avec des panneaux solaires photovoltaïques via un seul panneau solaire (2 en 1) qui vous permettra de produire de l'électricité et en même temps de chauffer l'eau sanitaire. [27]

11 Les Inconvénients d'un chauffage solaire :

- L'utilisation de l'énergie solaire dépend de l'ensoleillement et varie donc suivant les saisons et le recours à une énergie d'appoint est nécessaire.
- Une installation solaire est plus coûteuse à l'achat qu'une installation de production d'eau chaude classique, Toutefois l'investissement est amorti par les économies de fonctionnement réalisées.

12 Les étapes pour bien entretenir votre chauffe-eau solaire :

- . Vérifiez le bon état de l'isolation thermique des tuyauteries extérieures, que les oiseaux picorent souvent pour faire leur nid.
- . Il faut s'assurer du bon état de la tuyauterie et des fixations du chauffe-eau sur le toit.
- . Un nettoyage fréquent des capteurs solaires est à envisager
- . Vous devez également enlever la végétation aux alentours afin d'éviter de cacher les capteurs.
- . Il est fortement conseillé d'effectuer un premier contrôle après quelques mois de mise en service de votre chauffe-eau solaire [27]

Conclusion

La méthode SOLO permet de calculer la couverture solaire mois par mois et au cours de chacun d'entre eux l'année.

Le taux de couverture est le pourcentage des besoins fournis par une installation solaire :

La relation entre l'économie (production d'énergie solaire) et les besoins.

Taux de couverture = $\text{production} / \text{besoins en énergie solaire}$

Productivité solaire C'est la production annuelle d'énergie solaire, réduite à des mètres Carrés de capteurs (kWh/m²)

La production d'énergie solaire est calculée comme la valeur d'énergie utile à la sortie du ballon.

Plus la surface des capteurs est grande, plus l'installation peut produire de kilowattheures

Par ailleurs, d'un point de vue environnemental, cette installation permet également une plus grande réduction des émissions de polluants, dont le CO₂ qui fait l'objet de beaucoup d'attentions au niveau international.

Le chauffe-eau solaire présent de nombreux avantages, il permet notamment de réduire son impact sur l'environnement.

En effet, l'énergie solaire est propre et non polluante, elle ne dégage pas de gaz à effet de serre. [28]

Conclusion Générale

Conclusion Générale

Conclusion Générale

L'utilisation de l'énergie solaire est un des axes prioritaires de la recherche en ALGERIE qui dispose d'un gisement solaire important, dans ce cadre notre étude sur l'installation de chauffe-eau solaire est faite.

Les chauffe eaux solaires connaissent un grand essor en Europe et en Amérique qu'ailleurs car ce genre d'installation est très rentable et la durée de vie dépasse les 25 ans sans aucun problème, elle évite l'émission des gaz à effet de serre, préserve les énergies conventionnelles, en plein hiver, l'installation de production d'eau chaude solaire n'a besoin que de quelque degrés pour chauffer l'eau qui est déjà préchauffée dans les capteurs

Les prix des énergies fossiles sur le marché mondial dépendent de nombreux facteurs non maîtrisables, alors que le coût de kWh solaire produit est stable et garanti pendant la durée de vie de l'installation solaire

Le travail que nous venons de présenter, nous a permis d'approfondir et d'enrichir nos acquis sur les systèmes solaires, et précisément les chauffe-eau solaires, qui se résume à convertir les rayons électromagnétique du soleil, en une énergie calorifique qui serait transmise à un fluide caloporteur(eau) et ce pour des besoins domestiques.

Notre travail contribue au développement du domaine de production d'eau chaude solaire dans notre pays. Notre souhait est que l'état encourage ce genre d'application à travers des subventions et des crédits. Une telle contribution mènera inévitablement à la création d'un marché des chauffes eaux solaires et pourquoi pas une concurrence avec ceux des pays qui sont en avance dans le domaine

Des perspectives peuvent être envisagées comme des travaux de recherche sur des installations de production d'eaux chaudes solaires collectives et nous désirons intégrer ce domaine dans la wilaya de Laghouat qui présente un climat très favorable
Enfin nous espérons que ce travail qui a demandé beaucoup d'efforts sera d'une utilité et efficacité aux consommateurs ainsi que les futures promotions.

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques []

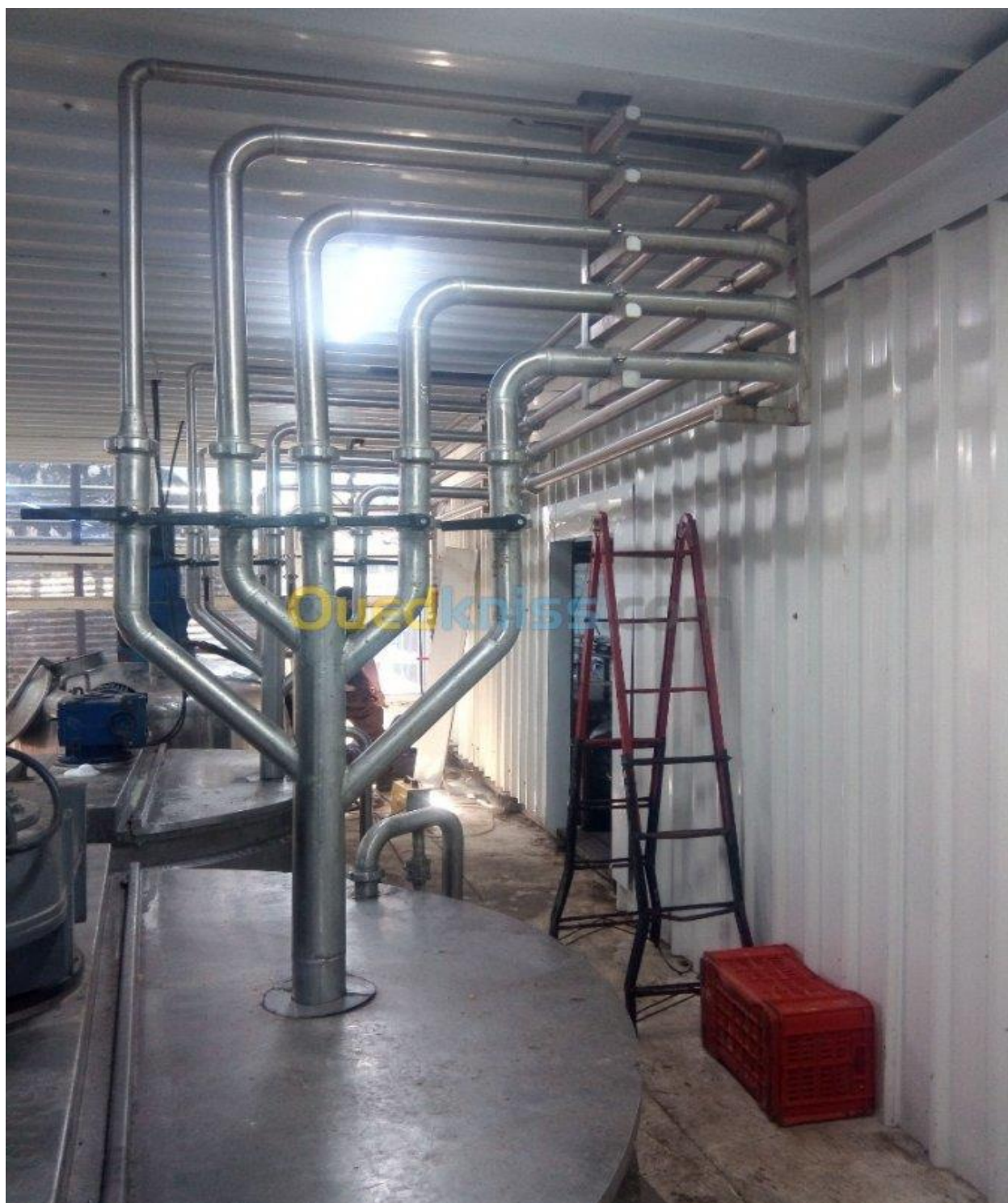
- [1] S.Sami-Mechri, A.Hamid, M.Belhamel, Etude d'une installation solaire de chauffage d'eau collective
- [2] (Lacaze energie)www.lacaze.com
- [3] Revue des énergies renouvelables ICRES-07 Tlemcen
- [4] (climat maison, s.d.)www.climat.fr
- [5] [www.Energie.solaire\[utilisation thermique et photovoltaïque\]](http://www.Energie.solaire[utilisation.thermique.et.photovoltaique])
- [6] <http://www.outilssolaires.com/premie/index-sousvide.htm>
- [7] M.Tissot, 2ieme édition, L'énergie solaire thermique et photovoltaïque.
- [8] J.A.Duffie, and .W.A.Beckman, Solar energy thermal process, Edition Wiley, 2nd edition 1996.
- [9] Eau chaude solaire conception, dimensionnement et réalisation des installations collectives A.F.M.E
- [10] www.Enrgiesoler.com
- [11] outilssolaires.com/premie/index-sousvide.htm
- [12] wiki.therm.org
- [13] (weatherspark) www.weatherspark.fr
- [14] (infos, s.d.)www.infos.s.d
- [15] (Quelle energie , s.d.)www.Quelle.energie
- [16] (Engie, n.d.)www.Engie.fr
- [17] Manuel du chauffe-eau solaire collectif, TECSOL, formation tunis 2002, www.tecsol.fr
- [18] www.SIMSOL.com..

Références Bibliographiques

- [19] Centre de Développement Des énergies Renouvelables ALGER
- [20] J. Bernard, Energie solaire calculs et optimisation
- [21]] appliquée à différents site algériens, CDER, Rapport interne, 2003.
- [22] Ashrae Handbook, Fundamentals, Energy Estimating Methods
- [23] THIERRY CABIROL, ALBERT PELISSOU, DANIEL ROUX. Le chauffe- eau solaire, Revue des énergies renouvelables ICRES-07 Tlemcen
- [24] ANDRE JOFFRE, cours d'Alsace, Tecsol , FORMATION Strasbourg Janvier 2004, www.tecsol.fr
- [25] www.infos energie.com
- [26] www.delpasosolar.com
- [27] www.FCS.fr
- [28] www.impthermo.org

Annexe

Photo de la tuyauterie :





Annexe

Photos real la piscine Ahmed ben Salem :



Annexe



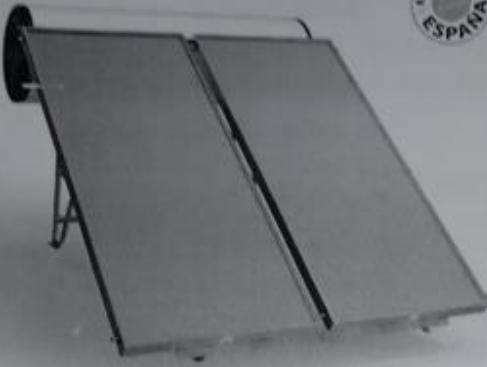
Annexe



Modèles des chauffe-eau solaires :



Systèmes thermosiphon ECO (2 circuits)




CARACTÉRISTIQUES DE CONSTRUCTION

- ↻ Capteurs solaires thermiques à haut rendement fabriqués conformément aux normes de qualité européennes les plus exigeantes.
- ↻ Interaccumulateur solaire fabriqué en acier normalisé conseillé pour des climats tropicaux.
- ↻ Serpentin d'échange thermique ACS fabriqué en acier inoxydable 316L.
- ↻ Chambre d'expansion pour absorber les dilatations du circuit solaire compris dans le circuit d'inertie.
- ↻ Kit de montage avec tous les accessoires nécessaires pour un montage adéquat du système.
- ↻ Structure de support en acier DX51 conçue pour des climats rudes. Design polyvalent pour toiture plate et inclinée.
- ↻ Système solaire garanti 10 ans.

Comprend :







CAPTEUR SOLAIRE MOD. ECO	ACCUMULATEUR R SOLAIRE MOD. HS	STRUCTURE SUPPORT DX51	KIT DE PIÈCES COMPLET ET TUYAUX
-----------------------------	---	------------------------------	---------------------------------------

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

Modèle		Compac ECO150	Compac ECO200s	Compac ECO300	Compac ECO320	Compac ECO320s	Compac 3ECO420
Code		2032262	2032263	2032264	2032265	2032266	2032267
INTERACCUMULATEUR		HS150	HS200	HS300	HS320	HS320	HS420
Volume	Primaire l	143	170	271	320	320	380
	Consommation l	5,6	6,16	9,24	9,24	9,24	9,24
Finition extérieure : Plaque métallique émaillée en blanc Circuits internes : Acier inoxydable 316L dans circuit de consommation Isolation : Polyuréthane rigide injecté PU p=50 mm et δ=42 kg/m³							
Dimensions	Diamètre mm	560	560	560	560	560	560
	Largeur mm	1.070	1.235	1.850	2150	2150	2450
Poids à vide	kg	39,20	43,30	59,50	66,20	66,20	73
CAPTEUR SOLAIRE		ECO 2000 (x1)	ECO 2500 (x1)	ECO 2000 (x2)	ECO 2000 (x2)	ECO 2500 (x2)	ECO 2000 (x3)
Zone utile solaire	m²	1,90	2,33	3,80	3,80	4,66	5,70
SYSTÈME SOLAIRE		Compac ECO150	Compac ECO200s	Compac ECO300	Compac ECO320	Compac ECO320s	Compac 3ECO420
Rapport V/A	l/m²	75,26	72,96	71,31	84,21	68,67	66,67
Poids à vide	kg	85,50	94,70	170,70	177,40	189,60	187,70
Dimensions	mm	1148x1415x2350	1313x1415x2350	2256x1415x2350	2256x1415x2350	3365X1415X2350	3365X1415X2350
Régime de pression maximum	bar	Primaire : 3,0 bar Consommation : 8,0 bar					
Fluide caloporteur		Eau avec des caractéristiques maximales reflétées dans RITE					
Structure de support		Acier DX51 profilé 37x2,5 mm conçu pour extérieurs					
Norme		EN 12976-1:2006 EN 12976-2:2006 PSX-108:2012 ISO 9806:2013					

ملخص

إن إنتاج الماء الساخن بالطاقة الشمسية يسمح بأحسن استعمال لمصادر الطاقة الموجودة والنقص من إصدار الغازات المساهمة في الاثر الحصيلية الحرارية

الهدف من هذا العمل هو دراسة الكفاءة الطاقية لأجهزة إنتاج الماء الساخن الشمسي و هذا من خلال استعمال تقنيات متطورة سامحة بذلك التحكم و المراقبة عن بعد للمردود الطاقوى و ضمان السير الحسن لهذه الأجهزة في اى وقت و بالتالي ضمان النتائج الشمسية

ان تحديد الأبعاد لكل عناصر الجهاز يجب ان يكون بطريقة صحيحة لضمان إنتاج شمسي محكم، من اجل ذلك استعملنا حبكة إعلامية جديدة قد تم تطويرها من طرف CSTB و هو TECSOL حيث يركز على النموذج الديناميكي قياس حسب الوقت لكل ساعة) النتائج المحصل عليها بالنموذج قد قمنا بمقارنتها بالنتائج الحقيقية اى نتائج القياس و التي أثبتت على مرد ودية . و نجاعة هذا النوع من الأجهزة الشمسية.

الكلمات الأساسية : الطاقة الشمسية ، الماء الساخن ، التحكم ، تحديد الأبعاد ، الكفاءة ، اللاقط الشمسي

ABSTRACT : The productions of hot water with solar energy allow the best use of available energy resources and contribute to reduce emission of greenhouse gas effect.

The purpose of this work is to study the energy performances of solar water heater installations through the use of advanced technology by using the remote control to monitor the energy efficiency and ensure the good working of installation at all moments so we guaranteed the results.

A good dimensioning or calculation of the installation, to ensure an optimal productivities, is required, in this way a new software is used which is developed in CSTB called "TECSOL" based on dynamic simulation (measure with a step of a hour), the result of the simulation is compared to the measured ones, and we can deduce that the employed process is quite reliable and profitable for the tested installation.

Keywords: Solar energy, Hotwater, Control, Dimensioning, Solar collector.

Résumé : Les productions d'eau chaude à l'énergie solaire permettent la meilleure utilisation des ressources énergétiques disponibles et contribuent à réduire les émissions de gaz à effet de serre.

Le but de ce travail est d'étudier les performances énergétiques des installations de chauffe-eau solaires grâce à l'utilisation d'une technologie de pointe en utilisant la télécommande pour surveiller l'efficacité énergétique et assurer le bon fonctionnement de l'installation à tout moment donc nous garantissons les résultats.

Un bon dimensionnement ou calcul de l'installation, pour assurer une productivité optimale, est requis, ainsi un nouveau logiciel est utilisé qui est développé au CSTB appelé « TECSOL » basé sur la simulation dynamique (mesure au pas d'une heure), le résultat de la simulation est comparé à ceux mesurés, et on peut en déduire que le procédé employé est assez fiable et rentable pour l'installation testée.

Mots clés : Energie solaire, Eau chaude, Régulation, Dimensionnement, Capteur solaire.