



Projet
financé par
l'UNION EUROPÉENNE



الوكالة الوطنية
للتحكم في الطاقة
A N M E

Installations Solaires Collectives de Production d'Eau Chaude



INTRODUCTION

Production de l'eau chaude par l'énergie solaire
Un choix simple, Économique, écologique et fiable

Les technologies du solaire thermique sont développées il y a plus de vingt ans et sont actuellement arrivées à un stage de maturité. En parallèle, la Tunisie a connu une évolution exemplaire du marché du solaire thermique, depuis les années 80, avec des programmes qui ont été mis en œuvre par l'Agence Nationale pour la maîtrise de l'énergie avec le support du ministère de l'industrie à l'instar du programme PROSOL.

En effet, la Tunisie bénéficie d'un gisement solaire abondant et généreux, variant entre **1700 kWh/m².an dans le nord-est** à environ **2500 kWh/m² dans le sud de rayonnement global** et d'un potentiel d'utilisation de l'énergie thermique, tous secteurs confondus, de plus de **4 Millions de m² de capteurs solaires**.

L'objectif national étant d'atteindre environ 3 Millions de m² de capteurs solaires d'ici **2030** dont **350 milles** dans les secteurs tertiaire et industriel.

A cet effet et pour consolider les efforts nationaux déployés afin d'atteindre cet objectif ambitieux, une initiative d'ordonnance solaire est en cours de développement à travers le projet MED DESIRE, **projet de développement méditerranéen des programmes d'appui aux initiatives de promotion de l'énergie solaire et des énergies renouvelables**, cofinancé par l'Union Européenne à travers le programme IEVP.

Cette initiative devra permettre de mettre en place un nouvel outil de stimulation pour supporter le développement du marché solaire thermique dans les nouveaux bâtiments de la région de Hammam Sousse, en première étape, et de dupliquer cette initiative à l'échelle nationale, dans une deuxième étape.

Réalisée par :

M. Abdelkader BACCOUCHE

Ingénieur en Chef

Chef du projet MED DESIRE

Agence Nationale Pour la Maîtrise de l'Énergie

M. Souheil KSOURI

Ingénieur Principal

Projet MED DESIRE

Agence Nationale Pour la Maîtrise de l'Énergie

1. COMPOSANTS D'UNE INSTALLATION SOLAIRE

Une installation solaire d'eau chaude sanitaire est essentiellement composée des éléments suivants :

- Un ensemble de capteurs solaires qui transforment le rayonnement solaire en énergie thermique
- L'échangeur, les circulateurs, le ballon de stockage solaire,
- Un ballon de stockage d'appoint destiné à apporter l'énergie nécessaire lorsque l'apport solaire est insuffisant. Il est raccordé sur une chaudière alimenté par l'énergie d'appoint.
- Le réseau de distribution, pour obtenir l'eau chaude sanitaire aux différents points de puisage du bâtiment.
- Un dispositif de régulation, de mesure et de contrôle de l'installation

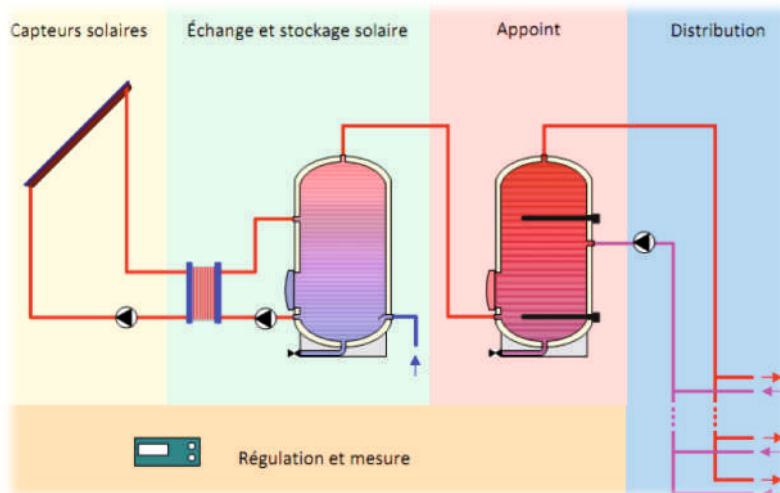


Fig. 1 : Schéma simplifié d'une installation solaire collective de production d'eau chaude avec indication des principaux sous-ensembles

1.1. Capteurs solaires

Le capteur solaire est l'élément caractéristique d'une installation solaire. Sa principale fonction est de capter l'énergie solaire et de transformer le rayonnement lumineux en chaleur qui est transmise au fluide caloporteur qui le traverse.

La conception du capteur, le choix des composants et des matériaux qui le constitue permettent d'optimiser ce transfert d'énergie, en minimisant les pertes et en recherchant l'efficacité maximale. Le maintien dans le temps des performances initiales est également un critère de qualité du capteur.

Il existe sur le marché une large gamme de produits de différents types, de surfaces unitaires variées, et utilisant des matériaux différents. En première approche, on peut différencier les capteurs en trois grandes catégories: Les capteurs plans sans couverture, les capteurs plans vitrés et les capteurs à tubes sous vide.



Fig. 3 : Photo de batteries de capteurs

Les principales caractéristiques de ces capteurs sont décrites ci-après.

1.1.1. Capteurs plans sans vitrage

Les capteurs sans vitrage, sont constitués d'un simple absorbeur, le plus souvent ces capteurs sont fabriqués en matière synthétique. La température maximale atteinte par les capteurs sans vitrage est insuffisante pour la production d'eau chaude sanitaire mais bien adaptée au chauffage de l'eau de piscine extérieure dont la température est de l'ordre de 30°C.

1. COMPOSANTS D'UNE INSTALLATION SOLAIRE



Fig. 4 : Photo d'un capteur plan sans vitrage

1.1.2. Capteurs plans vitrés

Ce capteur est utilisé pour la production d'eau chaude sanitaire, jusqu'à une température de 70°C, dans les bâtiments à usage résidentiel et tertiaire (ex. Immeubles, hôtels, piscines couvertes, bains maures...). Il représente la part de marché la plus importante en Tunisie avec environ 90%¹.

Il est constitué d'un coffre isolant protégeant l'arrière du capteur et permettant la fixation de la couverture transparente. Celle-ci est constituée d'une feuille de verre trempé, qui en cas de bris se décompose en de très nombreux morceaux sans dangers pour les utilisateurs. L'absorbeur est l'élément sensible du capteur, il est constitué d'une feuille de métal bon conducteur de la chaleur (cuivre ou aluminium) solidaire d'un réseau de tubes dans lequel circule le fluide (eau ou fluide antigel) qui permettra d'évacuer hors du capteur l'énergie qu'il aura capté. L'absorbeur est de couleur sombre (bleu foncé ou noir) afin de capter la plus grande partie du rayonnement solaire visible.

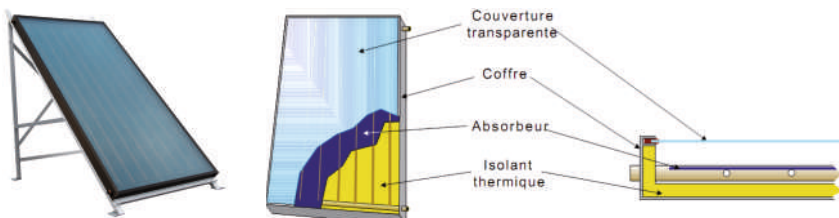


Fig. 5 : Photo d'un capteur plan sans vitrage

TYPES D'INSTALLATIONS SOLAIRES

2.1.3 Le capteur à tubes sous vide

Un moyen très efficace pour améliorer la performance des capteurs solaires thermiques, consiste à supprimer l'air contenu dans les capteurs, cela réduit considérablement les pertes par convection.

La configuration la plus courante est constituée d'un assemblage de tubes sous vide de faible surface unitaire. L'absorbeur est constitué d'une étroite feuille de cuivre ou d'aluminium disposant d'un revêtement sélectif sur laquelle est soudé un tube dans lequel circule le fluide caloporteur. La principale difficulté technologique réside dans la soudure verre/métal qui peut prendre diverses configurations.

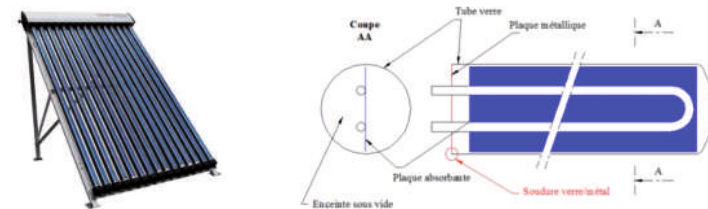


Fig.6 : Photo d'un capteur sous-vide tubulaire

POUR PROFITER DES AIDES FINANCIERES ATTRIBUEES DANS LE CADRE DU PROSOL TERTIAIRE LE CAPTEUR SOLAIRE DOIT ETRE ELIGIBLE, CE QUI IMPLIQUE QUE :

1. Le produit est conforme aux prescriptions du cahier des charges techniques de l'ANME.
2. Le produit est testé par un laboratoire accrédité et conformément à des normes internationales,
3. Le fabricant du produit est certifié ISO 9001: 2000,

¹Source : ANME - 2013,

1. COMPOSANTS D'UNE INSTALLATION SOLAIRE

2.1.3 Le rendement énergétique d'un capteur solaire

Le comportement énergétique d'un capteur solaire se caractérise par sa courbe de rendement, qui est normalement définie par l'équation suivante :

$$n = n_0 - a_1 \cdot \frac{(T_m - T_a)}{G} - a_2 \cdot \frac{(T_m - T_a)^2}{G}$$

Où

- n : Le rendement du capteur,
- T_m : La température moyenne du capteur, en première approche c'est la moyenne entre la température d'entrée et de sortie du capteur (°C),
- T_a : La température de l'air ambiant extérieur (°C),
- G : L'irradiation solaire reçue dans le plan du capteur (W/m²)
- n_0 : Un coefficient qui est caractéristique du capteur solaire. Il est constitué du produit du facteur de transmission de la couverture transparente par le «facteur de forme» qui tient compte de la géométrie de l'absorbeur.
- a_1 et a_2 : Deux coefficients caractéristiques du capteur, appelés respectivement coefficients de perte de premier et second ordre

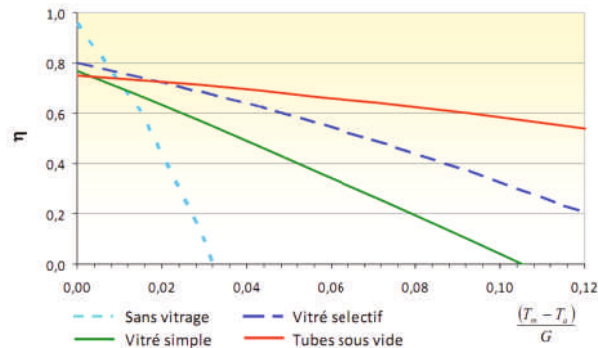


Fig.7 : Courbes de rendements de différents types de capteurs solaires

Le graphique ci-dessus montre la variation du rendement de différents types de capteurs solaires en fonction des conditions de fonctionnement, caractérisées par les variables T_m , T_a et G . On note que plus le capteur est performant, moins il est sensible aux températures élevées.

2.1.4. Le choix du type de capteur

CONSIDÉRATIONS DE BASE	Températures d'utilisation								
	20°C	30°C	40°C	50°C	60°C	70°C	80°C	90°C	Plus de 90°C – 250 °C
Capteurs solaires	Capteurs non-vitré		Capteurs vitrés			Capteur à tubes sous vide de moyenne performance		Capteur à tubes sous vide de haute performance, Capteur à concentration	
Champ d'application	Chauffage de l'eau de piscine		Production de l'Eau Chaude Sanitaire ET/OU Chauffage à basse température des locaux			Chauffage des locaux ET / OU Production de froid par machine à absorption /simple effet OU Préchauffage de l'eau des Procédés industriels à Basse température		Production de froid par machine à absorption /double effet OU Production de la vapeur pour les besoins thermiques des procédés industriels à moyenne température	
Type de bâtiment Concerné	Piscines extérieures		Hôtels, Stations touristiques, Etablissements de santé, Foyers, Habitat collectif (immeubles), Hammams, Piscine couverte, Restaurants, Douches, etc.			Usage de bureaux, Espaces Commerciaux, Industrie, etc.		Industrie	
Circulation / stockage	Aucun stockage		Chauffe-eau solaires individuels interconnectés OU Circulation forcée (stockage intérieur)			Circulation forcée		Circulation forcée	
Remarques	En Tunisie, les piscines extérieures sont généralement chauffées durant les saisons intermédiaires (du 15/09 au 31/10 et du 5/04 au 15/06)		Nécessite une étude de faisabilité pour évaluer le besoin en eau chaude sanitaire et dimensionner, ainsi, la taille de l'installation			Nécessite à la base l'évaluation des besoins thermiques avant de dimensionner et concevoir l'installation		Nécessite à la base l'évaluation des besoins thermiques avant de dimensionner et concevoir l'installation	

1. COMPOSANTS D'UNE INSTALLATION SOLAIRE

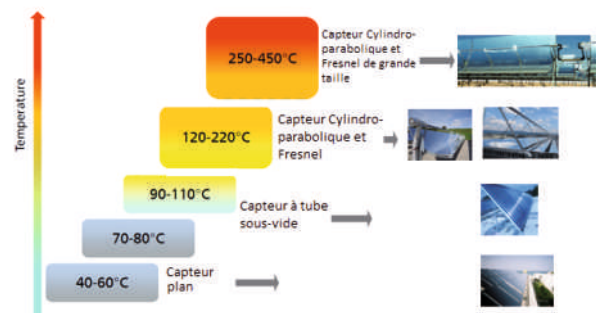


Fig.8 : Niveau de température par type de capteur

1.2. LE STOCKAGE ET ECHANGE

La fonction principale du stockage solaire est de résoudre les problèmes induits par le caractère **discontinu du rayonnement solaire** et la consommation d'eau chaude en dissociant autant que possible, le captage de l'utilisation.

Dans une installation de production d'eau chaude sanitaire, la façon la plus simple de stocker cette énergie est de l'accumuler dans un réservoir d'eau chaude.

En fonction de la configuration adoptée, le stockage peut être effectué de manière centralisée (ballon commun) **ou** individuelle (petit ballon de stockage situé dans chacun des logements).

Le transfert d'énergie du circuit primaire vers le ballon de stockage est effectué grâce à un **échangeur de chaleur**. La capacité d'échange doit être suffisante pour permettre d'évacuer la totalité de la chaleur en provenance des capteurs.

Dans le cas d'une installation composée de taille moyenne ou grande avec stockage centralisé, cet échangeur est généralement de type externe et à plaques.

Dans le cas d'une configuration de chauffe-eau solaire individuels l'échangeur de chaleur est intégré dans les ballons.



Fig.9 : Photo du stockage et de l'échange d'une installation solaire

1.3. LE DISPOSITIF D'APPOINT

Une installation solaire **ne permet pas**, normalement, **de satisfaire la totalité des besoins en eau chaude sanitaire d'un bâtiment, sur toute l'année, en particulier les jours de faible ensoleillement.**

En outre, l'optimisation technico-économique d'un projet solaire conduit à des surfaces de captation qui **limitent le taux de couverture solaire.**

Par conséquent, le bâtiment **doit disposer d'un système d'appoint** tel que chaudière gaz, fuel ou électrique.

1.4 LE CIRCUIT DE DISTRIBUTION

L'eau chaude sanitaire produite en local technique doit être distribuée à chaque point de puisage du bâtiment par un réseau constitué de canalisations correctement isolées. Selon la configuration choisie, on peut distribuer l'eau sanitaire à sa température de consigne (l'appoint est dans ce cas centralisé), ou à la température obtenue par le chauffe-eau solaire.

IL SERAIT JUDICIEUX, AVANT DE PENSER AU SOLAIRE, DE DIAGNOSTIQUER L'ETAT DE L'INSTALLATION EXISTANTE ET DU CIRCUIT DE DISTRIBUTION

1.5. LA REGULATION

Le système de régulation a pour objet de mettre en service les autres composants électriques du circuit afin d'optimiser le captage d'énergie, le stockage et la distribution de l'énergie.



Fig.10 : Photo du coffret de régulation

1. COMPOSANTS D'UNE INSTALLATION SOLAIRE

1.6. LE SYSTEME DE SUIVI A DISTANCE DES PERFORMANCES

Le système de suivi des performances à distance est un boîtier raccordé au réseau téléphonique dont le rôle est de :

- Stocker les données de fonctionnement de l'installation solaire (températures, énergie solaire, énergie d'appoint, état de fonctionnement des pompes) sur plusieurs jours,
- Assurer un suivi de l'installation par des spécialistes (bureau d'études, entreprises d'installation),
- Faciliter l'analyse des données et l'établissement des rapports de gains financiers et environnementaux générés par le projet,
- Vérifier, à tout moment, le bon fonctionnement de l'installation,
- Détecter les éventuels dysfonctionnements.

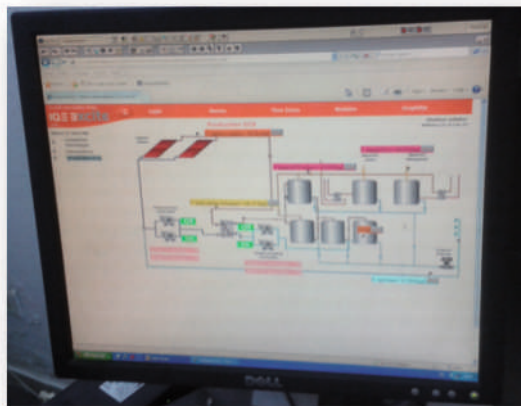


Fig.11 : Interface d'un système de suivi à distance

1.7 CONFIGURATIONS TYPE

1.7.1 Chauffe-eau solaires individuels (CESI)

Les chauffe-eau solaires individuels fonctionnant en thermosiphon constituent une solution simple pour la production collective d'eau chaude sanitaire.

Cette solution est employée, aussi, dans des logements collectifs, en situant les équipements sur la toiture commune. Chaque alimentation de chauffe-eau doit être raccordée à la canalisation d'eau froide du logement. De même la sortie du chauffe-eau solaire est raccordée au le réseau d'eau-chaude du logement, si l'appoint électrique est situé dans le chauffe-eau solaire (peu conseillé). Dans le cas contraire, la sortie est raccordée à l'entrée du chauffe-eau ou à la chaudière d'appoint située dans le logement.

Dans ce type de système il faut veiller à ce que la distance du chauffe-eau solaire au logement ne soit pas très importante, afin que l'eau chaude soit immédiatement disponible aux points de puisage.

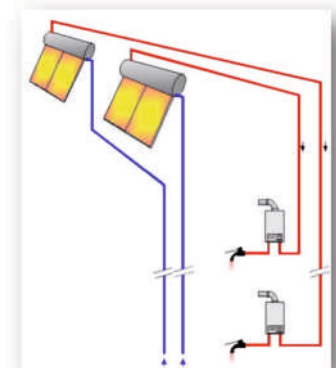


Fig.12 : Installation solaire avec des chauffe-eau thermosiphons

1.7.2. Système solaire avec production, stockage et appoint centralisés (CESC)

Les chauffe-eau solaires de type centralisés sont les plus courants dans des bâtiments collectifs en Tunisie puisque la production d'eau chaude sanitaire est collective. C'est le cas des centres sportifs, hôtels, résidences, hôpitaux, etc.

La production d'eau chaude (solaire et appoint) est disposée dans les parties communes, le plus souvent en rez-de-chaussée ou en sous-sol, tandis que les capteurs sont installés sur le toit du bâtiment.

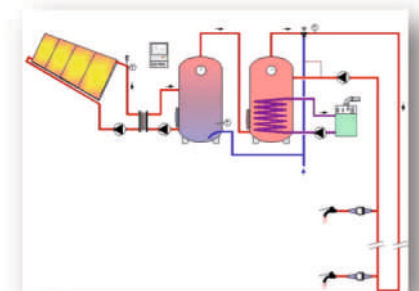


Fig.13 : Installation solaire avec accumulation et production centralisées (CESC)

1. COMPOSANTS D'UNE INSTALLATION SOLAIRE

Pour des installations d'une certaine taille, il est nécessaire de DISPOSER D'UN CIRCUIT DE BOUCLAGE afin que l'eau chaude soit disponible rapidement aux points de puisage. Les CANALISATIONS DE CE CIRCUIT DOIVENT ETRE CORRECTEMENT ISOLEES afin de minimiser les pertes énergétiques de celui-ci. Dans certains cas, on pourra interrompre le bouclage pendant les heures de moindre utilisation pour réduire le recours à l'énergie d'appoint.

Dans un bâtiment collectif neuf, la mise en œuvre d'une installation de type centralisé (CESC) entraîne la mise à disposition, dans les parties communes, d'un local technique de dimensions suffisantes.

Il est donc nécessaire d'installer sur la canalisation d'eau-Chaude sanitaire, à l'entrée de chaque logement, UN COMPTEUR qui permet de mesurer la consommation d'eau chaude afin de répartir les coûts du service en fonction de consommation.

1.7.3 Système solaire avec stock solaire centralisé et appoint individuel (CESCAI)

C'est une configuration individualisée, utilisée en Europe, qui consiste à préchauffer l'eau sanitaire dans un ballon solaire collectif et, contrairement au cas précédent, sa température à l'entrée dans les logements est variable, en fonction de l'ensoleillement et du volume d'eau consommé.

L'énergie d'appoint permettant de porter l'eau sanitaire à sa température de consigne est assurée par des chaudières instantanées à gaz ou par de ballons électriques.

La production d'énergie d'appoint est effectuée de manière individuelle par chaque utilisateur et, par conséquent, il n'est pas nécessaire d'effectuer une répartition des coûts associés. Par contre, la fourniture d'eau préchauffée pourra faire l'objet, au

même titre que l'eau froide, des compteurs d'eau individuels devront être disposés à l'entrée de chaque logement.

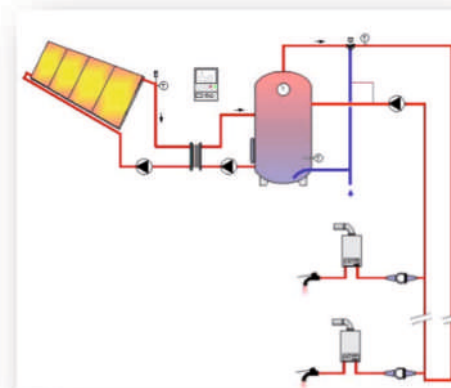


Fig.14 : Installation solaire avec stockage solaire centralisé et appoint individuel (CESCAI) avec chaudière instantanée

Prévoir un système de mesure individuel qui permet d'éviter des conflits dus à des consommations très inégales.

1.7.4 Système solaire avec production centralisée, stockage et appoint individualisé (CESCI)

Dans ce cas de figure, utilisé en Europe, il n'y a pas de stockage ni de distribution collective de d'eau. L'eau préchauffée est stockée dans les ballons individuels situés dans chaque logement puis chauffée dans chaque logement.

L'énergie des capteurs solaires est distribuée dans le bâtiment au moyen d'une boucle fermée qui transfère l'énergie dans chaque ballon par l'intermédiaire d'un échangeur noyé situé dans la partie basse de celui-ci. L'eau préchauffée par le solaire dans ce ballon est amenée à la température de consigne par un appoint électrique situé dans la partie supérieure ou par une chaudière disposée en aval.

1. COMPOSANTS D'UNE INSTALLATION SOLAIRE

Ce type de chauffe-eau nécessite de disposer dans chaque logement, d'un espace suffisant pour installer le ballon et les accessoires.

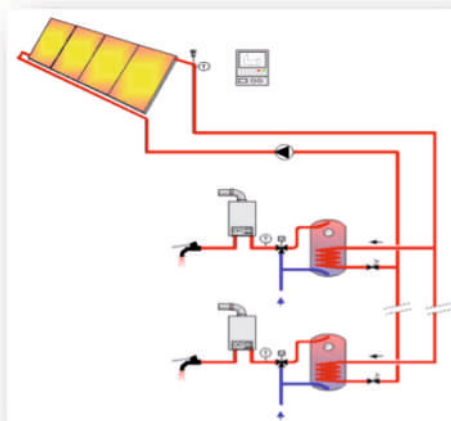


Fig.15 : Installation solaire avec accumulation distribuée (CESCI) et appoint individuel avec chaudière instantanée

Une deuxième configuration, appelée «en parapluie», consiste en la connexion des échangeurs des ballons solaires directement sur la canalisation générale du circuit primaire, située en toiture du bâtiment. Chaque ballon est raccordé par une tuyauterie aller/retour de petit diamètre.

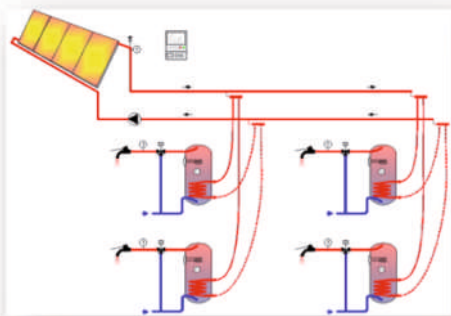


Fig.16 : Installation solaire avec ballon individuel et appoint électrique. Configuration dite (CESCI) parapluie

Le principal avantage de ce schéma est qu'il permet une plus grande centralisation des éléments hydrauliques notamment les vannes d'équilibrage, ce qui facilite les opérations de remplissage, de mise en service et de maintenance de l'installation.

AVEC CETTE CONFIGURATION, CE N'EST PAS L'EAU SANITAIRE PRECHAUFFEE QUI EST DISTRIBUEE AUX LOGEMENTS, MAIS SEULEMENT L'ENERGIE SOLAIRE PROVENANT DES CAPTEURS.

1.8. SYSTEMES SOUS PRESSION ET AUTOVIDANGEABLE

Cette disposition est utilisée comme un moyen de protection contre les risques de surchauffe. Ce type d'installation est particulièrement utile lorsqu'il s'agit d'équiper un bâtiment à usage intermittent (hôtel, caserne, camping, logements saisonniers) ou lorsque la consommation, très variable tout au long de l'année, pourrait entraîner des surchauffes régulières voire des vaporisations du fluide caloporteur. Les systèmes solaires autovidangeables, ou Drain Back en anglais, peuvent être utilisés dans les différentes configurations présentées précédemment.

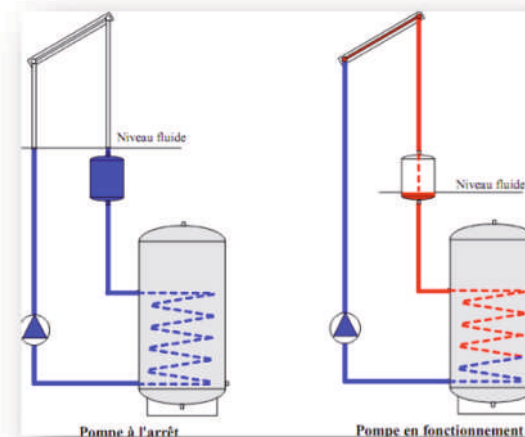


Fig.17 : Fonctionnement d'une installation autovidangeable

2. DIMENSIONNEMENT

UNE INSTALLATION SOLAIRE, BIEN CONÇUE, NE DOIT PAS PRODUIRE PLUS QUE 90% DES BESOINS, EN CAS DE DOUTES, MIEUX VAUT SOUS-DIMENSIONNER LA SURFACE DES CAPTEURS SOLAIRES

2.1. DETERMINATION DES BESOINS ENERGETIQUES

Le calcul des besoins énergétiques liés à la production d'eau chaude sanitaire s'établit selon la formule suivante :

$$B_{ECS(i)} = 1,16 \cdot V_{ECS(i)} \cdot D_i \cdot (T_{ECS} - T_{EF(i)})$$

Avec :

- $B_{ECS(i)}$: Les besoins énergétiques nécessaires à la production d'eau chaude sanitaire pour le mois i exprimé en Wh,
- $V_{ECS(i)}$: La consommation journalière d'eau chaude sanitaire en litres/jour
- D_i : Le nombre de jours du mois i
- T_{ECS} : La température de consigne de l'eau chaude sanitaire en °C pour le volume VECS
- $T_{EF(i)}$: La température d'eau froide du mois i (°C)

UN DES POINTS LES PLUS CRITIQUES DANS LE DIMENSIONNEMENT D'UNE INSTALLATION RESIDE DANS LA DETERMINATION DE LA CONSOMMATION D'EAU CHAUDE ($V_{ECS(i)}$).

La première possibilité pour déterminer la consommation réelle d'un bâtiment consiste à effectuer des mesures de consommation si le bâtiment utilise une production d'eau chaude centralisée. Dans le cas le plus courant de logements individuels équipés de moyens de production distribués, il est impossible dans la pratique de justifier l'installation de compteurs individuels.

Dans tous ces cas, on devra faire une estimation des consommations à partir de mesures existantes sur des ensembles équivalents. Le nombre de logements, d'occupants et les données propres au bâtiment, permettront d'estimer cette consommation.

En première approximation, pour le secteur résidentiel collectif, le volume de consommation s'établit en moyenne à 30 – 35 litres d'eau chaude à 40°C par jour et par habitant.

Par ailleurs, il peut être convenable d'affecter les consommations mensuelles d'un coefficient saisonnier, pour tenir compte d'une moindre consommation d'eau chaude pendant les mois d'été, à cause de l'absence de certains habitants pendant une période de vacances.

Ces coefficients saisonniers, européens, sont à titre d'indication :

Mois	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
Coef.	1,15	1,1	1,05	1,1	1,03	1,02	0,91	0,77	0,92	0,95	1,03	1,07

Tableau 1: Coefficients correcteurs mensuels de la consommation moyenne d'eau chaude pour des bâtiments de logements.

2.2. CALCUL DES PERFORMANCES D'UNE INSTALLATION SOLAIRE

Il s'agit de déterminer combien de capteurs d'une certaine marque et d'un certain type sont nécessaires pour atteindre la production énergétique cible pour un bâtiment donné.

Pour procéder à ce choix, il est nécessaire de disposer d'une méthode de calcul qui permette d'estimer la quantité d'énergie qu'une installation solaire est en mesure de

2. DIMENSIONNEMENT

produire tout au long de l'année. Le choix de la méthode de calcul utilisée peut avoir une influence sur le résultat final.

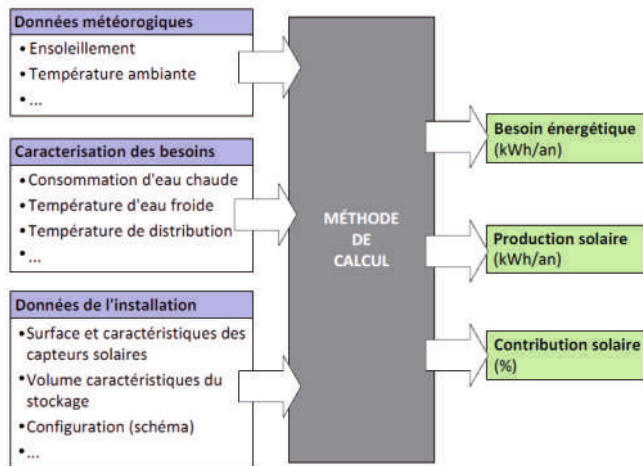


Fig.18 : Principe d'une méthode de calcul simplifié

2.3. Conseil pour le choix des équipements solaires :

Les tuyauteries des circuits primaires et secondaires doivent être alimentaires et résister à des hautes températures (ex. cuivre). Le choix des diamètres (D_i) doit tenir en compte du débit (Q), de la vitesse de l'air (v) et de la masse volumique du fluide (f) :

$$D_i = 33,3 \cdot \sqrt{\left(\frac{Q}{\pi v \cdot f}\right)}$$

- Il est recommandé de choisir des circulateurs simples pour les installations solaires dont la surface de captation est inférieure à 150 m² et double pour ceux supérieures à cette valeur. Un ratio indicatif de 40 à 70 l/h/ m² capteur pourra être utilisé.

- Le dimensionnement du vase d'expansion devra être effectué en tenant compte le fluide antigel et le raccordement au circuit primaire. Celui-ci devra être surdimensionné et le fluide antigel utilisé devra être de qualité alimentaire (ex. propylène-glycol).

- Il est préconisé de choisir un échangeur de chaleur à plaque pour une surface de capteur supérieure à 30 m² et généralement cet organe devra être surdimensionné (on pourra utiliser une puissance spécifique de 100 W/K/m² de capteur).

- Le ballon de stockage devra être de revêtement alimentaire et résister à une température maximale de 90°C. Généralement, le volume de stockage solaire est équivalent à la consommation journalière.

- Pour une installation solaire, il est important de mettre en place des vannes d'équilibrage des débits, des purgeurs manuels si accès aisé, de choisir un échangeur à plaque extérieur avec un appoint séparé en série après le préchauffage solaire et des ballons solaires montés en Série.

- Il faut prévoir un dispositif de maintien de température du réseau de distribution retour de bouclage. Si les ballons solaires et l'appoint sont éloignés alors il faut mettre en place un bouclage entre les deux.

- Grossièrement, on peut utiliser les ratios suivants pour un premier pré dimensionnement d'une installation solaire thermique :

- 1 m² pour 40 à 50 l de stockage solaire,
- Au moins 450 kWh/m².an de productivité d'un capteur solaire,
- 1 à 2 m² de capteurs solaires pour 100 L de consommation par jour,



Projet
financé par
l'UNION EUROPÉENNE



**IEVP
CTMED**
LA COOPÉRATION TRANSFRONTALIÈRE
EN MÉDITERRANÉE



www.med-desire.eu

info@med-desire.eu



ANME
Abdelkader BACCOUCHE/ +216 71 906 900
abdelkader.baccouche@anme.nat.tn

Chefs
du Projet



**REGIONE
PUGLIA**

**DIPARTIMENTO SVILUPPO ECONOMICO
INNOVAZIONE, ISTRUZIONE
FORMAZIONE E LAVORO**

SEZIONE RICERCA INDUSTRIALE E INNOVAZIONE

Puglia Region
implementing agency

a.r.t.i.

Agenzia regionale
per la tecnologia
e l'innovazione

Partenaires
du Projet



This publication has been produced with the financial assistance of the European Union under the ENPI CBC Mediterranean Sea Basin Programme. The contents of this document are the sole responsibility of ANME and can under no circumstances be regarded as reflecting the position of the European Union or of the Programme's management structures.

The 2007-2013 ENPI CBC Mediterranean Sea Basin Programme is a multilateral Cross-Border Cooperation initiative funded by the European Neighbourhood and Partnership Instrument (ENPI). The Programme objective is to promote the sustainable and harmonious cooperation process at the Mediterranean Basin level by dealing with the common challenges and enhancing its endogenous potential. It finances cooperation projects as a contribution to the economic, social, environmental and cultural development of the Mediterranean region. The following 14 countries participate in the Programme: Cyprus, Egypt, France, Greece, Israel, Italy, Jordan, Lebanon, Malta, Palestinian Authority, Portugal, Spain, Syria, Tunisia. The Joint Managing Authority (JMA) is the Autonomous Region of Sardinia (Italy). Official Programme language are Arabic, English and French.

The project MED-DESIRE is implemented under the ENPI CBC Mediterranean Sea Basin Programme (www.enpicbcmcd.eu). Its total budget is 4.470.463,70 Euro and it is financed, for an amount of 4.023.417,24 Euro, by the European Union through the European Neighbourhood and Partnership Instrument. The ENPI CBC Med Programme aims at reinforcing cooperation between the European Union and partner countries regions placed along the shores of the Mediterranean Sea.