

Brochure technique

**VIESMANN**

# Installations solaires collectives





L'énergie solaire est écologique, gratuite et rentable. A la condition que l'on possède une installation solaire Viessmann composée de capteurs hautes performances et de composants adaptés

# Sommaire



## A. Généralités

### I. Bases du solaire

1. Rayonnement solaire
2. Energie utilisable

### II. Les capteurs

1. Fonctionnement d'un capteur
2. Rendement d'un capteur
3. Taux de couverture

## B. Etude de faisabilité

### I. Analyse d'opportunités

1. Profil de consommation ECS
2. Les applications
3. Le potentiel du site

### II. Etude de faisabilité

1. Besoins ECS
2. Surface de capteur utile
3. Volume de stockage
4. Ombres portées
5. Analyse économique
6. Analyse environnementale

## C. Etude de projet

### I. Choix de la solution à mettre en œuvre

1. Charge sanitaire directe
2. Solution avec stockage d'eau primaire : Charge/Décharge
3. Chauffe-Eau Solaire Collectif Individualisé (CESCI)

### II. Champ de capteurs

1. Choix du type de capteur
2. Détermination de la surface optimale de capteurs
3. Fixation et implantation des capteurs

## III. Raccordement hydraulique

1. Modes de fonctionnement d'une installation solaire
2. Raccordement hydraulique
3. Equilibrage
4. Pertes de charge de l'installation solaire
5. Vitesse de flux
6. Canalisations et robinetterie : dimensionnement des conduites
7. Purge

## IV. Circuit solaire (Circuit primaire)

1. Fluide solaire
2. Stagnation et vase d'expansion
3. Organe de sécurité

## V. Divicon solaire et modules de charge

1. Charge sanitaire : Ballon de stockage ECS à échangeur noyé (surfaces de capteurs < 25 m<sup>2</sup>)
2. Echangeur externe au ballon de stockage ECS (recommandé pour les surfaces de capteurs > 25 m<sup>2</sup>)
3. Production d'eau primaire
4. Systèmes de charge et de décharge instantanée
5. Pompes

## VII. Stockage

1. Dimensionnement
2. Choix du ballon
3. Sécurité de distribution et bouclage

## VIII. Suivi des performances

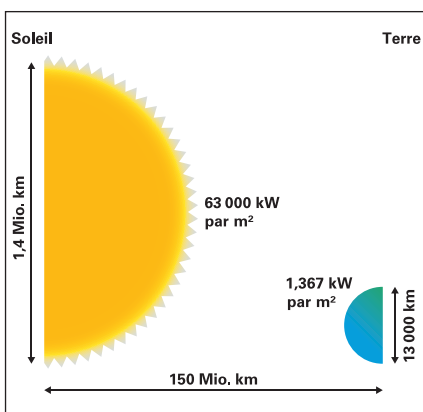
1. Suivi des performances
2. Matériel

## IX. Annexes à fournir

# A. Généralités



## I. Bases du solaire



### 1. Rayonnement solaire

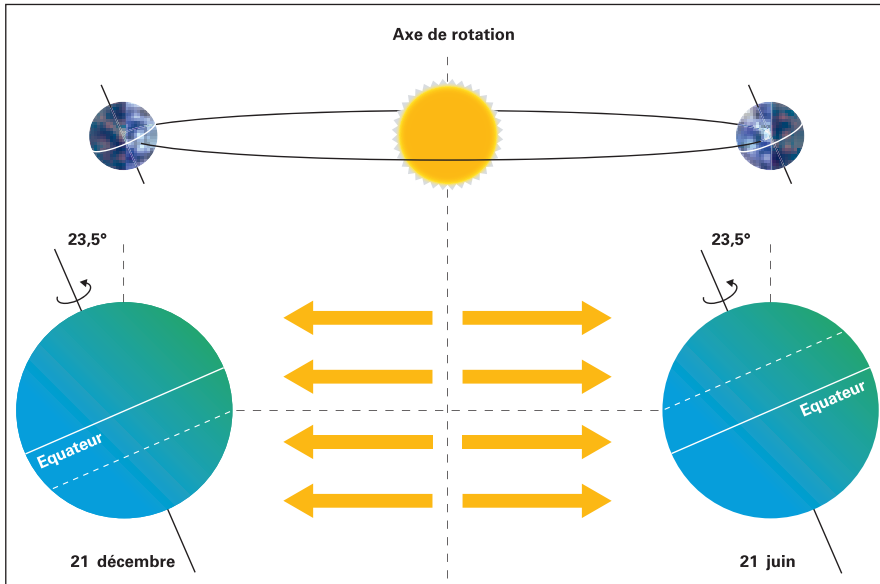
Nous utilisons la chaleur du Soleil depuis toujours. En été, elle chauffe directement nos maisons tandis qu'en hiver nous utilisons l'énergie solaire stockée sous forme de bois, de charbon, de pétrole et de gaz pour le chauffage de nos maisons et la production d'eau chaude sanitaire. Pour ménager les réserves accumulées par la Nature au cours de millions d'années et réduire l'effet de serre, Viessmann s'est engagé résolument sur des voies permettant d'utiliser ces réserves de manière responsable.

L'utilisation de l'énergie solaire au travers de capteurs est en synergie avec ces efforts. Grâce à des capteurs performants et une installation adaptée, l'utilisation économique de l'énergie solaire n'est

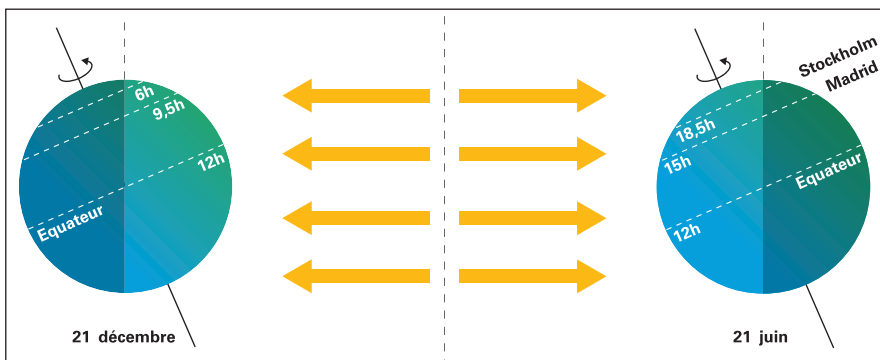
plus une vision d'avenir, mais une réalité qui a déjà fait ses preuves dans l'utilisation quotidienne. Si on prend en compte les prix de l'énergie fossile qui continueront d'augmenter à l'avenir, investir dans une installation solaire est un réel investissement pour le futur.

Le Soleil et la Terre sont éloignés d'environ 150 millions de km, c'est pourquoi la majorité du rayonnement solaire est perdue avant d'arriver à la surface de la Terre. Le rayonnement à l'entrée dans l'atmosphère est de 1367 W/m<sup>2</sup>. Cette donnée est une donnée quasi fixe connue sous le nom de constante solaire. Cette constante varie d'environ +/- 3,5 % selon la trajectoire de la Terre autour du Soleil.

# Généralités



L'angle d'inclinaison de l'axe de la Terre lors de sa rotation autour du Soleil explique la différence de la durée de rayonnement et donc les saisons.



## Influence des saisons

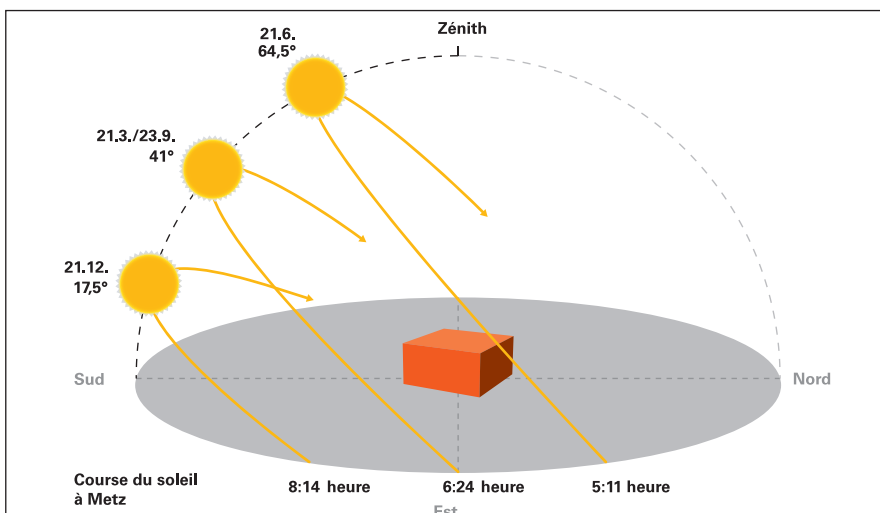
Lors de la rotation annuelle de la Terre autour du Soleil, l'axe Nord-Sud de la Terre est incliné de  $23,5^\circ$  par rapport à l'axe de sa rotation. C'est pourquoi de mars à septembre l'hémisphère Nord connaît un ensoleillement plus important, et de septembre à mars pour l'hémisphère Sud. Il en est de même pour les durées des journées différentes en été et en hiver.

La longueur d'une journée dépend aussi de la latitude. Ainsi dans l'hémisphère nord, plus on se trouve au Nord et plus les journées sont longues en été et courtes en hiver. C'est pourquoi en France, on constate des différences d'ensoleillement du nord au sud du pays.

La durée d'une journée dépend de la saison et de la latitude

La hauteur du Soleil à midi dépend donc aussi de la latitude et est égal à :

<b>Hauteur le 21 juin :</b>	<b>Hauteur le 21 décembre :</b>
$H = 90^\circ - \text{Latitude} + 23,5^\circ$	$H = 90^\circ - \text{Latitude} - 23,5^\circ$



Par exemple, au 21 décembre :

Angers ( $47,5^\circ$ ) :  
 $H = 90^\circ - 47,5^\circ - 23,5^\circ = 19^\circ$

Metz ( $49^\circ$ ) :  
 $H = 90^\circ - 49^\circ - 23,5^\circ = 17,5^\circ$

Toulouse ( $43,6^\circ$ ) :  
 $H = 90^\circ - 43,6^\circ - 23,5^\circ = 22,9^\circ$

# Généralités

## 2. Energie utilisable

### a. Rayonnement diffus, rayonnement direct

Le rayonnement solaire est un flux d'énergie émis uniformément par le Soleil dans toutes les directions. Une puissance de  $1,36 \text{ kW/m}^2$  (constante solaire) est reçue par la Terre en dehors de l'atmosphère. Or, au cours de sa traversée de l'atmosphère terrestre, le rayonnement solaire est affaibli par la réflexion, les diffusions multiples et l'absorption par les particules de poussière et les molécules de gaz.

La part du rayonnement qui traverse sans encombre l'atmosphère, rencontre directement la surface terrestre : c'est le rayonnement direct. La part du rayonnement solaire réfléchi ou absorbée par des particules solides ou de gaz et qui est rayonnée à nouveau vers la surface terrestre dans toutes les directions : c'est le rayonnement diffus.

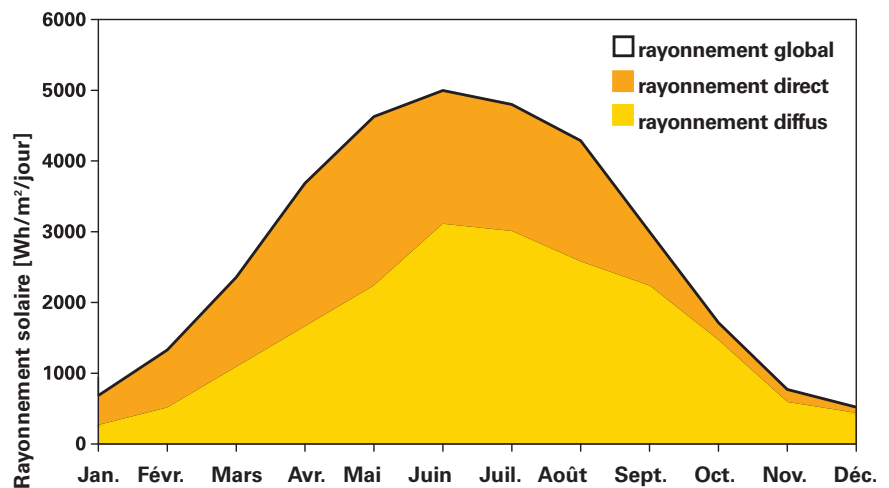
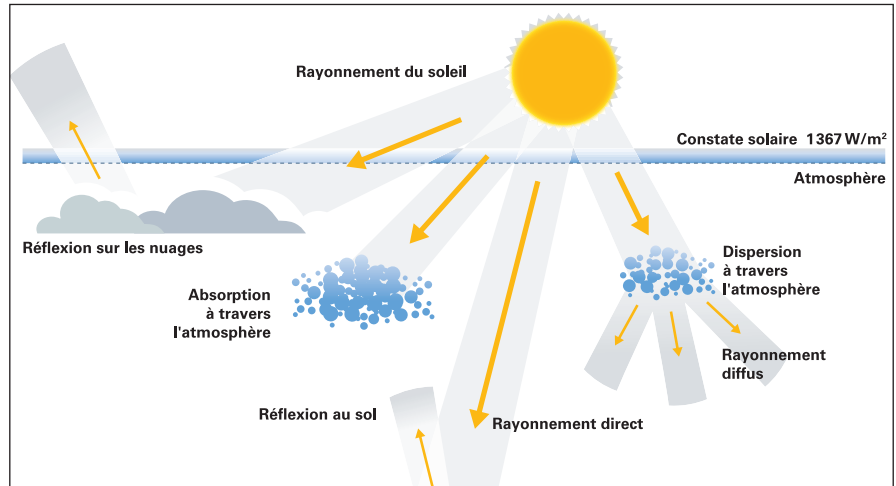
La somme des rayonnement direct et diffus est appelée rayonnement global Rg. Il est de  $1\ 000 \text{ W/m}^2$  maximum dans des conditions optimales (ciel clair et sans nuage, à midi). Les capteurs solaires sont, selon le modèle et le dimensionnement de l'installation, en mesure d'utiliser jusqu'à 75 % environ du rayonnement global.

### b. Potentiel d'utilisation du rayonnement solaire en France

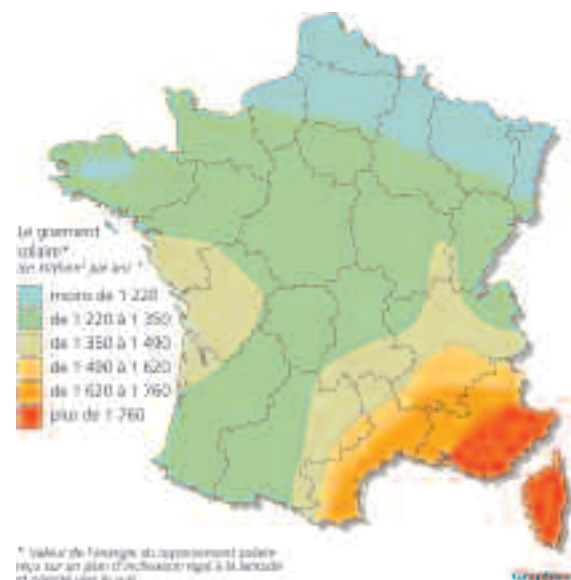
En moyenne annuelle, le rayonnement est en France de l'ordre de  $1250 \text{ kWh/m}^2$  environ, ce qui correspond à la quantité d'énergie libérée par 125 litres de fioul ou par  $125 \text{ m}^3$  de gaz naturel environ. L'énergie utile qu'il est possible d'obtenir avec un capteur solaire est fonction de plusieurs facteurs. Les plus importants sont une estimation exacte de la consommation à couvrir et la taille de l'installation qui en résulte.

L'énergie solaire totale disponible a une importance capitale. Alors qu'à Toulouse le rayonnement global disponible est de  $1310 \text{ kWh/(m}^2\text{/an)}$ , il n'est plus que de  $1107 \text{ kWh/(m}^2\text{/an)}$  à Nancy.

De plus, le modèle de capteur, son inclinaison et son orientation jouent un rôle essentiel. La marche économique de l'installation solaire exige en outre un dimensionnement minutieux des composants de l'installation.



Puissance rayonnée quotidiennement par le Soleil sur une année



Rayonnement global annuel en France

# Généralités

## II. Les capteurs

### 1. Fonctionnement d'un capteur

#### a. Fonctionnement d'un capteur plan Vitosol-F

L'élément principal des Vitosol-F est l'absorbeur à revêtement sélectif sol-titane ou chrome noir. Il assure une forte absorption de l'énergie solaire ainsi qu'une faible émission du rayonnement calorifique. L'absorbeur est doté d'un tube au travers duquel s'écoule le fluide caloporteur. Le fluide caloporteur collecte la chaleur de l'absorbeur via le tube. L'absorbeur en forme de méandre assure une circulation très uniforme de chaque capteur dans les batteries de capteurs. L'absorbeur est entouré d'une enveloppe isolée qui permet de minimiser les déperditions calorifiques du capteur. Son isolation haute performance résiste à la chaleur et ne dégage pas de gaz.



Le capteur est recouvert par une vitre solaire dont la faible teneur en fer améliore la transmission du rayonnement solaire. Le bâti se compose d'un cadre en aluminium, revêtu d'une peinture époxy, dans lequel la vitre solaire est sertie de manière étanche.

#### b. Fonctionnement d'un capteur tubulaire Vitosol-T

Les capteurs Vitosol-T se composent de plusieurs tubes sous vide. Un absorbeur à revêtement sélectif sol-titane est intégré dans ces tubes. Il assure une forte absorption de l'énergie solaire ainsi qu'une faible émission du rayonnement calorifique.

Le vide dans les tubes en verre garantit une isolation optimale ; les pertes par convection entre les tubes en verre et l'absorbeur sont évitées au maximum. Ainsi, même un rayonnement réduit (rayonnement diffus) peut être utilisé. Les écarts d'orientation ou d'inclinaison peuvent être compensés en partie par une rotation axiale des tubes sous vide (maxi. 25°).

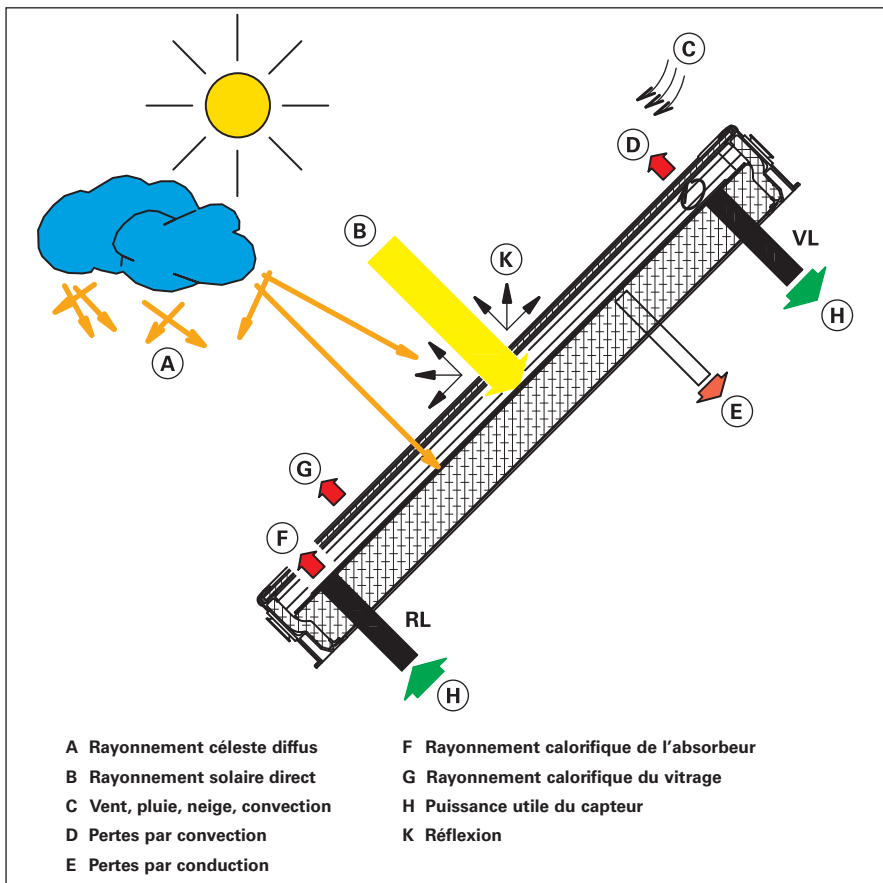
### 2. Rendement d'un capteur

#### a. Rendement d'un capteur

Le rendement d'un capteur indique quelle proportion du rayonnement solaire pénétrant la surface d'ouverture ou une autre surface de référence du capteur peut être transformée en puissance calorifique utile. Le rendement dépend de l'état de fonctionnement du capteur. Une partie du rayonnement solaire qui atteint le capteur est perdu par réflexion et absorption. Le rendement optique  $\eta_0$  prend ces déperditions en compte tout comme les déperditions qui se produisent lors de la transmission de la chaleur au fluide solaire.

Le rendement optique est le maximum de la courbe caractéristique lorsque la différence entre la température des capteurs et la température ambiante est de zéro et que les capteurs solaires ne cèdent pas de déperditions calorifiques à l'environnement.

Durant leur montée en température, les capteurs solaires cèdent de la chaleur à l'environnement par conduction, rayonnement et convection (mouvement de l'air). Ces déperditions sont prises en compte par les coefficients de déperditions  $k_1$  et  $k_2$ . Elles sont fonction de la différence de température  $\Delta T$  entre l'absorbeur et l'air ambiant.



Utilisation du rayonnement solaire dans le capteur

# Généralités

Les coefficients de déperdition et le rendement optique constituent la courbe de rendement du capteur qu'il est possible de calculer par la formule selon EN 12975 :

$$\eta = \eta_0 - a_1 \left( \frac{tm - ta}{G} \right) - a_2 \cdot G \cdot \left( \frac{tm - ta}{G} \right)^2$$

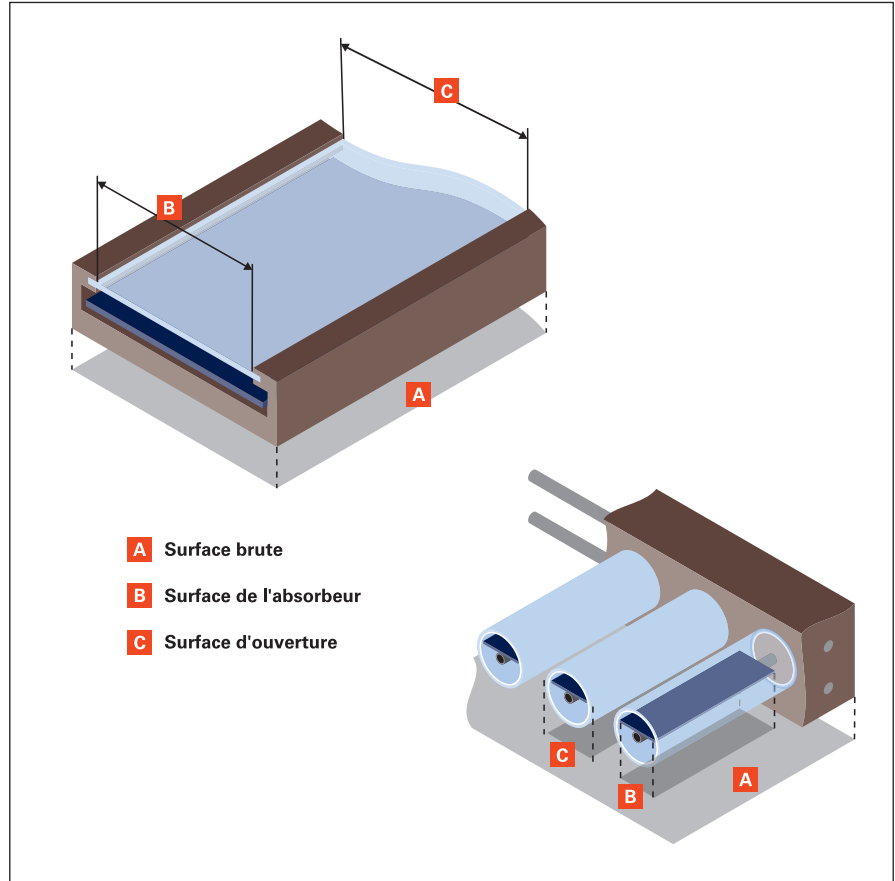
$\eta_0$  : rendement optique du capteur  
 $a_1$  (ou  $k_1$ ) : coefficient de déperdition calorifique  $W/m^2.K$   
 $a_2$  (ou  $k_2$ ) : coefficient de déperdition calorifique  $W/m^2.K^2$   
 $tm$  température moyenne de l'absorbeur ( $65^\circ C$ )  
 $ta$  : température ambiante ( $25^\circ C$ )  
 $G$  : Energie solaire incidente  $W/m^2$  ( $1000 W /m^2$ )  
 Le rendement d'un capteur peut aussi s'exprimer pour l'application du logiciel SOLO comme suit :

$$\eta = B - K \left( \frac{tm - ta}{G} \right)$$

soit

$$\eta = B - K \cdot \Delta T / G$$

$B$  : rendement optique du capteur  
 $K$  : coefficient de déperdition calorifique  $W/m^2.K$   
 $tm$  température moyenne de l'absorbeur ( $65^\circ C$ )  
 $ta$  : température ambiante ( $25^\circ C$ )  
 $G$  : Energie solaire incidente  $W/m^2$  ( $1000 W /m^2$ )



- A** Surface brute
- B** Surface de l'absorbeur
- C** Surface d'ouverture

## b. Indications concernant les surfaces des capteurs

### Surface brute A

Décrit les dimensions extérieures (longueur x largeur) d'un capteur. Elle est déterminante lors de la planification du montage et de la surface de toit nécessaire.

### Surface de l'absorbeur B

Surface métallique à revêtement sélectif qui est intégrée dans le capteur.

### Surface d'ouverture C

La surface d'ouverture est la caractéristique technique pertinente pour la planification d'une installation solaire et l'utilisation de programmes de dimensionnement.

### Capteur plan :

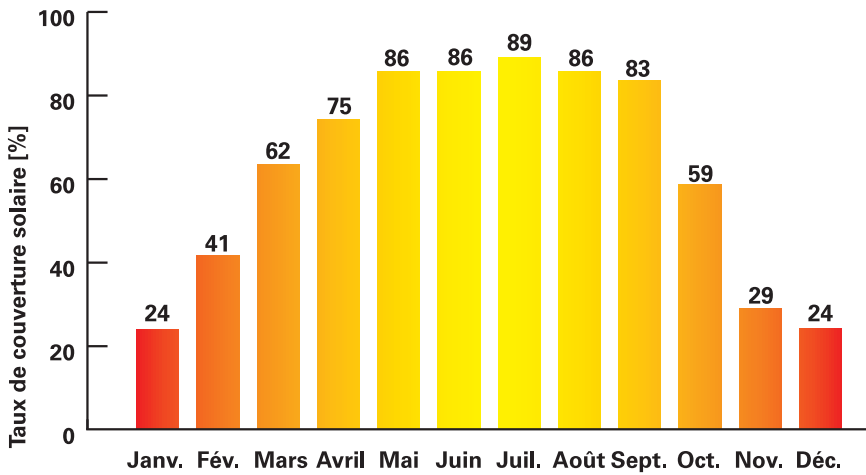
Surface de la couverture de capteurs à travers laquelle les rayons du soleil peuvent pénétrer.

### Capteur à tubes sous vide :

Somme des coupes longitudinales des différents tubes. Comme il existe de petites zones sans absorbeur en haut et en bas des tubes, la surface d'ouverture est légèrement plus importante que la surface de l'absorbeur.



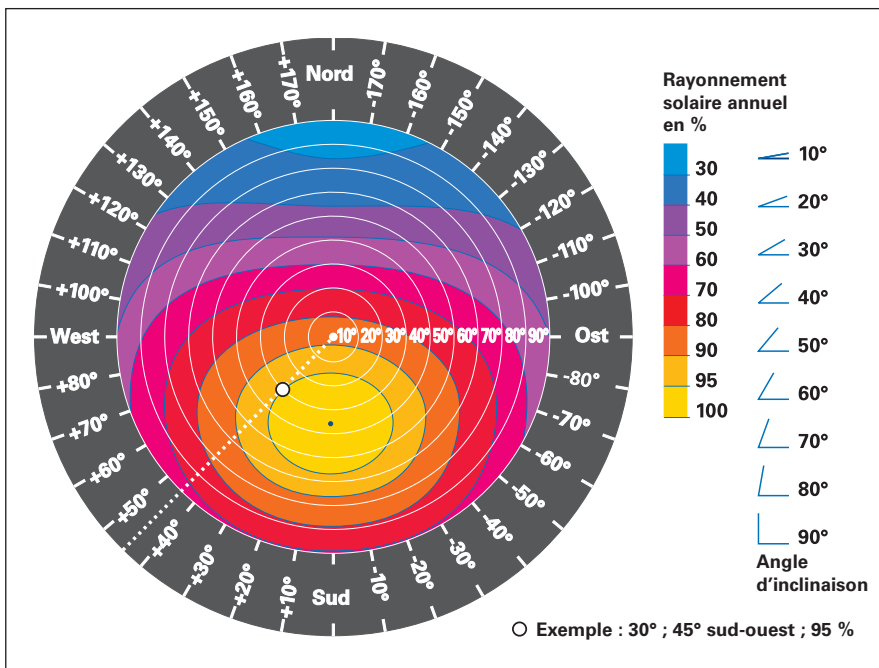
# Généralités



### 3. Taux de couverture

Le taux de couverture solaire est le pourcentage de l'énergie annuelle nécessaire à la production d'eau chaude sanitaire pouvant être produite par l'installation solaire. Plus le taux de couverture solaire est élevé, plus l'on économise de l'énergie traditionnelle.

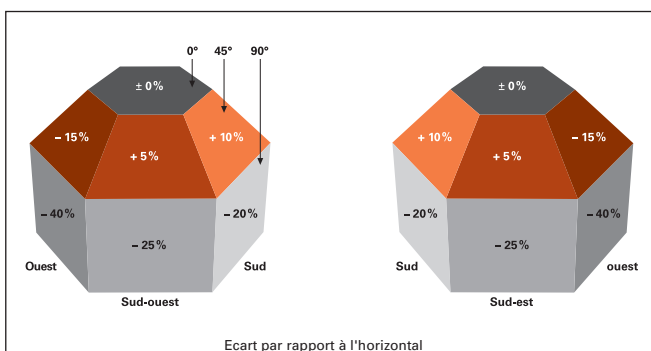
Exemple de taux de couverture d'une installation de production ECS solaire



#### a. Influence de l'orientation, de l'inclinaison et de l'ombrage sur la quantité d'énergie produite

L'orientation sud et une inclinaison de 30 à 45° environ par rapport à l'horizontale assurent les meilleurs rendements pour une installation solaire à nos latitudes. Mais même avec des écarts importants (orientation sud-ouest à sud-est, inclinaison de 25 à 70°), une installation solaire reste rentable (fig. ci-dessous).

Une inclinaison plus faible est conseillée si les capteurs ne peuvent pas être orientés vers le sud. Des capteurs solaires inclinés à 30° et orientés à 45° sud-ouest présentent encore 95 % de la puissance optimale. Et même en cas d'orientation est-ouest, il est possible d'espérer encore 85 % si le toit est incliné de 25 à 40°. Une inclinaison plus forte du capteur offre l'avantage d'une fourniture d'énergie lissée sur l'année.



# Généralités

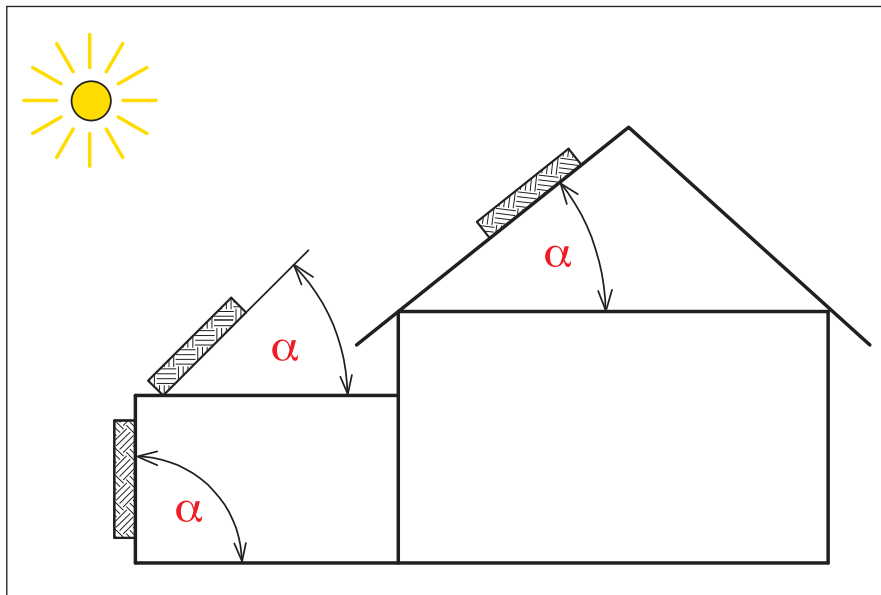
## b. Angle d'inclinaison

L'angle d'inclinaison correspond à l'angle formé par l'horizontale et le capteur. Pour un montage sur un toit à versants, l'angle d'inclinaison est déterminé par la pente du toit.

La plus grande partie de l'énergie peut être recueillie par l'absorbeur du capteur si le niveau du capteur forme un angle droit avec le rayonnement solaire.

Comme l'angle de rayonnement dépend du moment de la journée et de la saison, le niveau du capteur doit être orienté en fonction de la position du soleil pendant la phase où la quantité d'énergie est la plus importante. En pratique, un angle d'inclinaison compris entre 30 et 55° est idéal pour l'Europe centrale.

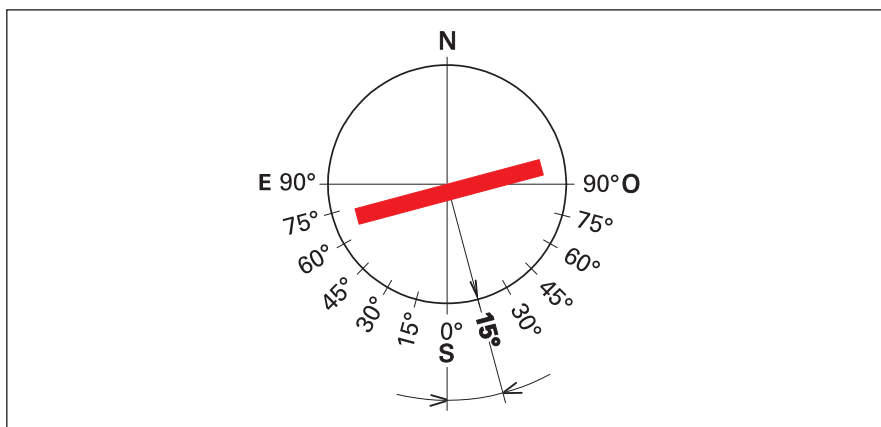
En France, il convient d'employer un angle d'inclinaison compris entre 25 et 65° selon la plage d'utilisation.



## c. Angle azimutal

L'angle azimutal est l'angle que fait le plan du capteur par rapport au Sud ; plan du capteur orienté plein Sud = angle azimutal de 0°.

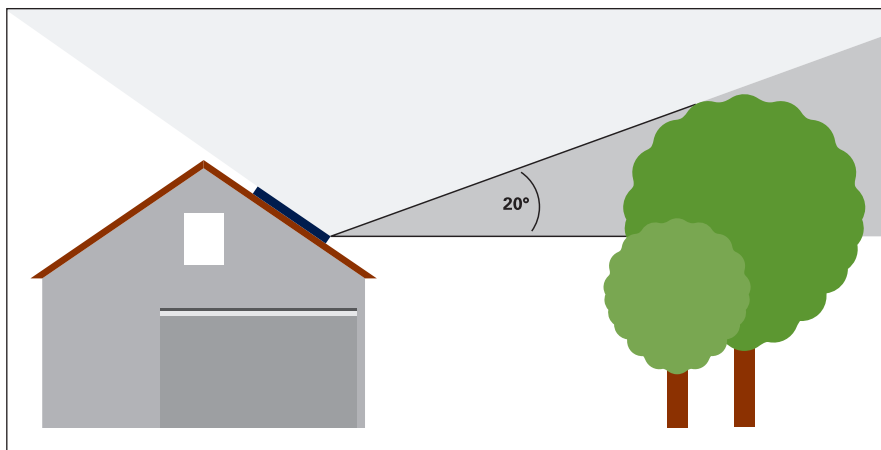
Comme le rayonnement solaire est le plus intense vers midi, le plan du capteur devra être si possible orienté vers le Sud. Des angles allant jusqu'à 45° par rapport au Sud sont cependant acceptables. Des angles supérieurs pourront être compensés en augmentant légèrement la surface des capteurs.



Exemple : écart par rapport au sud : 15° est

## d. L'ombre réduit le rendement énergétique

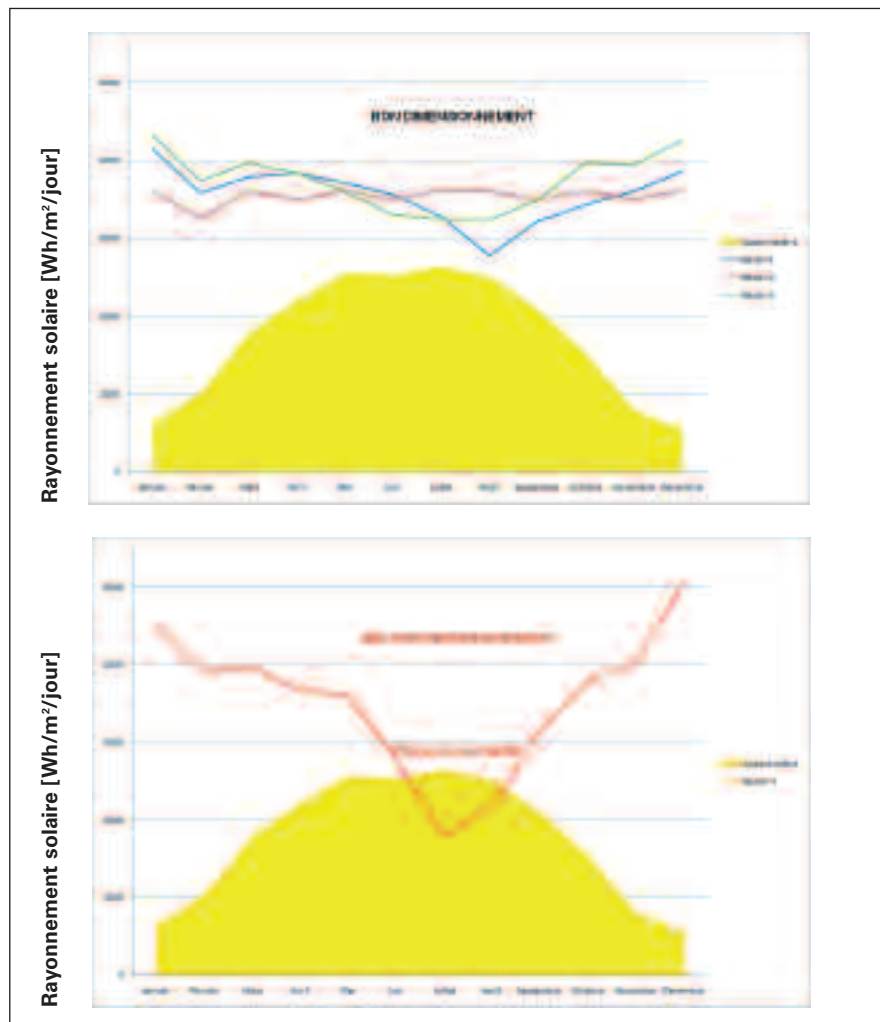
La batterie de capteurs doit être placée et dimensionnée de manière à ce que l'influence des bâtiments avoisinants, des arbres, etc. produisant de l'ombre soit maintenue à un minimum.



# Généralités



## B. Etude de faisabilité



## I. Analyse d'opportunités

### Objectif :

#### Juger rapidement de l'intérêt d'un projet

L'analyse préalable à la réalisation d'une étude d'installation solaire de production d'eau chaude sanitaire a pour objectif de juger de l'opportunité de l'opération et d'évaluer son intérêt potentiel en fonction de la nature des besoins d'eau chaude (importants et réguliers toute l'année), de l'existence de contraintes techniques ou architecturales fortes avant d'engager une étude.

### 1. Profil de consommation ECS

La production d'eau chaude est parmi les applications les plus performantes de l'énergie solaire, en particulier dans les installations collectives des bâtiments résidentiels et tertiaires caractérisés par des **besoins d'eau chaude importants et réguliers tout au long de l'année**.

L'aptitude à l'emploi d'une installation de production d'eau chaude est caractérisée entre autres choses par la disponibilité de l'eau, en quantité suffisante à une température donnée, au moment voulu et à un prix de revient aussi bas que possible.

Par ailleurs les consommations devront rester importantes en été. En effet, c'est la période où l'apport en énergie solaire est le plus élevé, il est donc essentiel d'utiliser au maximum ce potentiel grâce à une production d'eau chaude relativement constante tout au long de l'année.

Le profil de consommation ECS est donc la première donnée essentielle à récupérer pour juger de l'opportunité d'une installation solaire collective et pour pouvoir la dimensionner correctement par la suite.

# Etude de faisabilité

## 2. Les applications

### a. Les applications idéales

- les bâtiments de l'habitat collectif
- les résidences
- les maisons de retraite
- les piscines publiques
- les hôtels
- les établissements de santé (hôpitaux, cliniques,...)
- les campings

Les installations solaires peuvent être aussi employées pour des applications industrielles dont les besoins ECS sont forts tout au long de l'année telles que :

- les laiteries
- les blanchisseries
- ou par exemple certains processus de traitement des matériaux
- les élevages

### b. Les applications nécessitant une attention particulière

Tous les bâtiments dont les besoins ECS sont faibles ou inexistant en particulier en été tels que :

- Les établissements scolaires non occupés pour d'autres fonctions l'été
- Les salles polyvalentes,
- Les gymnases, stades et bâtiments sportifs où les douches sont peu ou pas utilisées l'été,
- Les bâtiments de type bureaux sans vestiaire ou sans restauration...

## 3. Le potentiel du site

### a. Implantation des capteurs

Pour s'assurer rapidement de la possibilité d'implantation ou non des capteurs sur le site, il convient de faire un pré-dimensionnement rapide et d'estimer la surface capteur.

### • Ordre de grandeur

En première approche des ordres de grandeur à titre indicatif peuvent être utilisés pour le pré-dimensionnement. Ces ordres de grandeur donnent une surface de capteurs en fonction du volume des besoins en Eau Chaude Sanitaire du bâtiment déterminés précédemment.

Région	Nord	Sud
Litre de besoin ECS/Surface capteur	65 à 70 l/m <sup>2</sup>	85 à 90 l/m <sup>2</sup>

Exemple : Pour un besoin en ECS de 1500 litres à Paris, on aura  $1500 \text{ l} / 65 \text{ l/m}^2 = 23 \text{ m}^2$  de surface d'absorbeur en pré-dimensionnement.

### • Masque / ombres portées

Vérifier qu'aucune ombre proche puis lointaine ne sera portée sur l'installation solaire, en particulier aux heures d'ensoleillement les plus fortes (10h à 16h – à valider en fonction du site et de l'orientation des capteurs).

Les ombres portées peuvent être calculées grâce à des abaques ou sur <http://www.incub.net/> ou <http://sourceforge.net/projects/carnaval>

### • Orientation et inclinaison

A privilégier : l'orientation Sud et l'inclinaison optimale à 45°.

### • Implantation et emprise au sol

Après avoir décidé du type de montage (en surtoiture, au sol, sur terrasse), vérifier si une surface suffisante et dégagée sera disponible pour mettre en place l'ensemble des capteurs tout en respectant l'inclinaison et l'orientation nécessaires. Dans le cas de capteurs posés sur équerre, il faudra aussi veiller que les rangées puissent être suffisamment espacées pour ne pas se faire de l'ombre.

Dans tous les cas, vérifier l'impact du champ de capteur sur les éléments porteurs de la charpente, sur la couverture, sur l'isolant et sur l'étanchéité.

### • Passage des liaisons

Le site devra permettre le passage de toutes les liaisons et conduites sans risque de détérioration de celles-ci ni du bâti (étanchéité, ...)

### b. Implantation dans la chaufferie

L'implantation de l'ensemble des éléments de l'installation solaire dans la chaufferie devra être vérifiée. Il convient donc de faire un pré-dimensionnement du stockage solaire (sur la base des consommations journalières). On vérifiera alors que :

- La chaufferie peut accueillir (hauteur, place au sol et au mur, ...) le(s) ballon(s) de stockage, le vase d'expansion, les échangeurs...
- L'accès à la chaufferie permet la livraison de l'ensemble du matériel (passage des portes en particulier)
- Le bâtiment peut accepter la surcharge pondérale, en particulier du ballon et de l'eau qu'il contiendra si les conditions suivantes sont réunies :

*Si le profil de consommation en Eau Chaude Sanitaire et l'application envisagée présentent un intérêt vis-à-vis de la mise en place d'une installation solaire collective et qu'en plus le site permet à priori son implantation, alors une étude de faisabilité est à réaliser.*

# Etude de faisabilité

## II. Etude de faisabilité



### Objectif :

*Juger en détail de l'intérêt et des avantages à tirer du projet de l'installation solaire*

Lorsque la première approche rapide des principaux critères de potentialité est

favorable, il convient d'étudier la faisabilité du projet.

### 1. Besoins ECS

#### Points de vigilance

- *Les besoins ECS devront être estimés avec le plus d'exactitude possible afin d'assurer le bon dimensionnement et donc le bon fonctionnement de l'installation.*
- *Dans tous les cas, il est conseillé d'utiliser le relevé des consommations des années précédentes quand cela est possible.*
- *Chaque installation possède son profil particulier et devra tenir compte des spécificités d'utilisation (type de bâtiment, standing, région...) et de fréquentation au cours de l'année.*
- *Il vaudra mieux sous-dimensionner plutôt que sur-dimensionner les installations solaires collectives afin d'éviter tout dysfonctionnement en été et privilégier la productivité des capteurs.*
- *La méthode utilisée pour le dimensionnement d'une installation ECS traditionnelle (chaudière) ne s'applique pas dans le cas d'une installation solaire.*

#### a. Points importants

Dans le cadre d'un dimensionnement d'une production ECS avec préchauffage solaire, une distinction doit être faite entre :

- la production ECS de l'appoint basée uniquement sur les besoins maximums
- la production solaire optimisée en fonction du profil de consommation d'ECS et du rayonnement solaire

Nous recommandons dans tous les cas et dans la mesure du possible de **mesurer la consommation sur une période assez longue avant de commencer les travaux d'étude.**

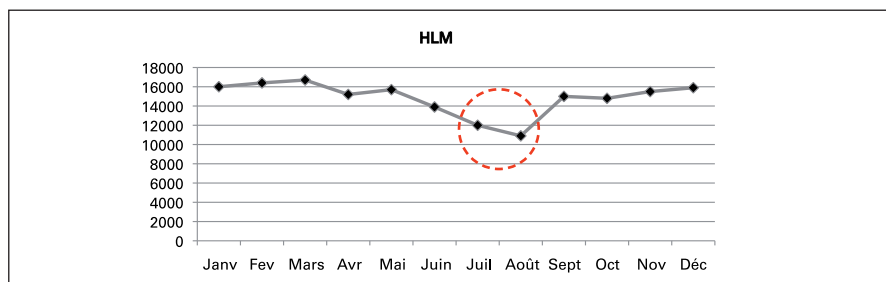
Si l'installation solaire est réalisée en association avec des travaux de rénovation importants ou la mise en place de compteurs d'eau, les modifications probables de l'utilisation ou de l'occupation des logements devront également être prises en compte.

**S'il est impossible d'effectuer des mesures, la consommation effective attendue doit être prise comme hypothèse basse en tenant compte de la structure du bâtiment, des habitudes et du mode de vie des occupants.**

# Etude de faisabilité

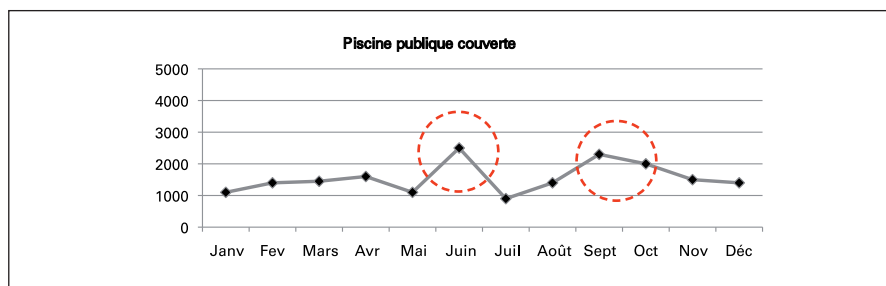
## b. Exemples de profils de consommation constatée

### Habitat en logement collectif



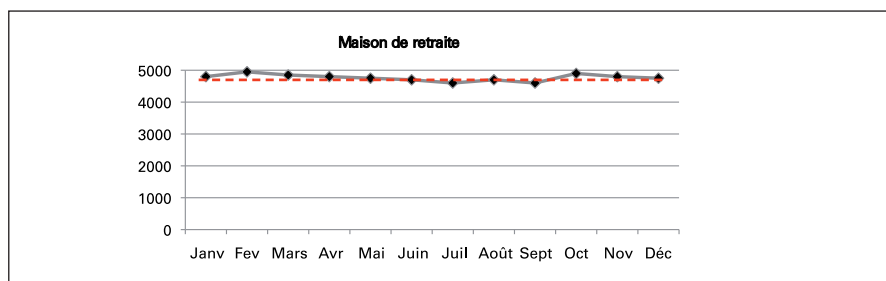
Baisse de la consommation importante pendant la période de congé d'été (jusqu'à moins 30 %) Consommation quasiment constante le restant de l'année

### Piscine publique couverte



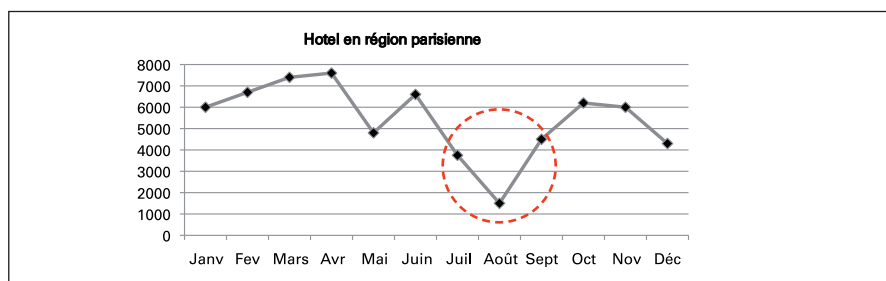
Pic de la consommation en juin, septembre et octobre (Période chaude et à la fois à forte fréquentation)

### Maison de retraite

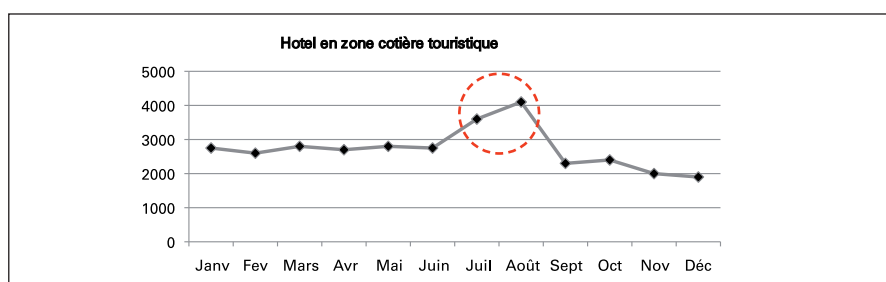


Consommation quasiment constante tout au long de l'année

### Hôtels



Chute de la consommation pendant toutes les périodes traditionnelles de congés (ponts de Mai, été, Noël).



Forte augmentation de la consommation ECS en été (Période à forte fréquentation).

# Etude de faisabilité

## c. Ratios pour le dimensionnement

Dans le cas d'absence de données de consommation ECS, le dimensionnement en période de faible charge est donné à titre indicatif.

### Habitat collectif

Dans l'habitat collectif, on estime de 25 à 40 litres/ jour/ personne la consommation en ECS à 60°C.

Nombre de pièces du logement	1	2	3	4	5
Consommation (litre/jour) à 60°C	40	55	75	95	125

Coefficients de répartition des consommations mensuelles :

mois	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
	1.25	1.20	1.10	1.05	1.00	0.60	0.50	0.80	0.90	1.05	1.15	1.40

Source EDF : Eau chaude résidentiel et Tertiaire – Mars 1987

mois	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc
	1.15	1.10	1.05	1.10	1.03	1.02	0.91	0.77	0.92	0.95	1.03	1.07

Source ESIM

### Piscine publique

Piscine	
Consommation (litre/ jour/baigneur) à 60°C	8 à 18 l

### Bâtiment de Santé et maison de retraite

	Maison de retraite, foyers	Hôpitaux, cliniques
Consommation (litre/ jour/ lit) à 60°C	40 à 60	60 à 90

Source ADEME / ICO



# Etude de faisabilité

## Hôtel

Selon la catégorie de l'hôtel et les services proposés, la consommation varie de 30 à 160 litres/ jour/ occupant.

Type d'équipement	Avec buanderie		Sans buanderie	
	Plaine	Mer/montagne	Plaine	Mer/montagne
Pas d'étoile	40	50	30	45
1 étoile	45	60	35	50
2 étoiles	60	80	50	65
3 étoiles	80	110	65	85
4 étoiles	85	120	70	95

Source ADEME / ICO

Un hôtel suppose une installation extrêmement particulière qui devra être étudiée avec précision au cas par cas (équipement des chambres (douche et/ ou baignoire), taux de remplissage sur l'année, blanchisserie ou non, spa...).

## Restaurant

Type de restaurant	Rapide	Traditionnel	Gastronomique
Consommation (litre / jour / repas) à 60°C	4	7	11

Source ICO/ALPHEEIS

# Etude de faisabilité

## Points de vigilance

- Il convient de s'assurer mois par mois que le taux de couverture ne dépasse pas 80 à 90 %.
- Plus le profil de consommation sur ce mois sera connu avec exactitude et plus il sera possible de se rapprocher du taux de couverture maximum de 90 %.
- Dans le cas contraire, il vaudra mieux assurer la sécurité de l'installation et limiter ce taux à 80 %.
- Le taux de couverture annuel sera compris entre 30 et 60 % selon le type d'installation, son taux d'utilisation et sa localisation.
- La productivité minimale sera : 350 kWh/m<sup>2</sup>an.

## 2. Surface de capteur utile

### a. Points importants

A partir des besoins en eau chaude sanitaire déterminés précédemment, nous pouvons déterminer en première approximation la surface de capteurs nécessaire permettant de couvrir ces besoins.

Dans tous les cas, il faudra veiller à ne pas sur-dimensionner le champ de

### b. Ordres de grandeur pour le dimensionnement

En première approche des ordres de grandeur à titre indicatif peuvent être utilisés pour le pré-dimensionnement. Ces ordres de grandeur donnent une surface de capteurs en fonction du volume des besoins en Eau Chaude Sanitaire du bâtiment déterminés précédemment.

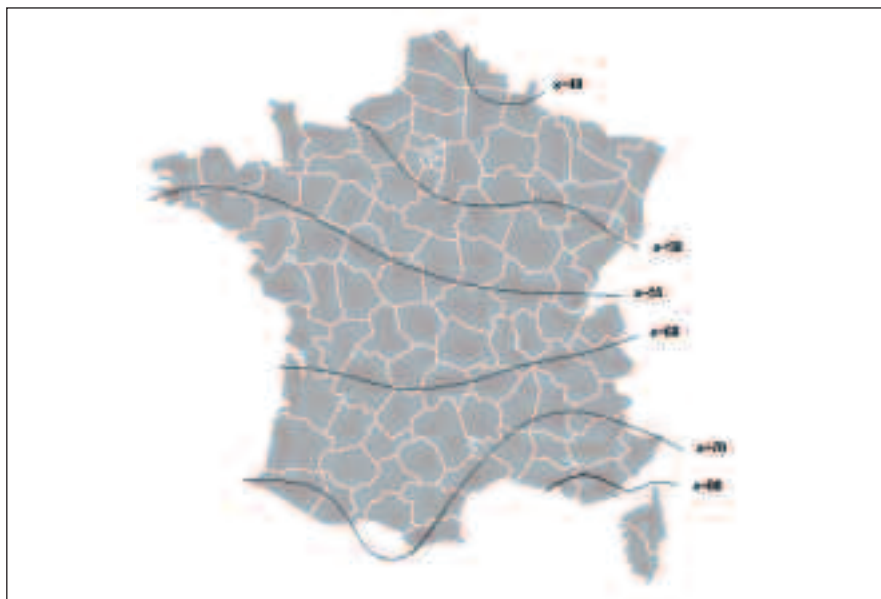
capteurs, afin de ne pas mettre en péril l'efficacité de l'installation et d'assurer sa longévité.

En effet, le sur-dimensionnement de la surface de capteurs vis-à-vis des besoins en ECS conduira à des phénomènes de vaporisation et de stagnation du fluide caloporteur pouvant entraîner de graves dommages sur les capteurs et tous les accessoires hydrauliques du circuit primaire.

Région	Nord	Sud
Litre de besoin ECS/Surface capteur	65 à 70 l/m <sup>2</sup>	85 à 90 l/m <sup>2</sup>

Exemple : Pour un besoin en ECS de 1500 litres à Paris, on aura  $1500 \text{ l} / 65 \text{ l/m}^2 = 23 \text{ m}^2$  de surface d'absorbeur en pré-dimensionnement.

## 3. Volume de stockage



En première approche, le volume du ballon de stockage peut être évalué par deux méthodes :

	Méthode 1 : voir carte ci-dessus	Méthode 2 : ratio
<b>Volume du ballon de stockage</b>	<p>Pour une application avec profil constant : Surface capteurs = Besoins ECS à 60°C / x</p> <p>Logements collectifs : Surface capteurs = Besoins ECS à 60°C / (x+20)</p> <p>Dans le cas de capteurs à tubes sous vide, la surface capteurs sera minorée de 20 % environ</p> <p>Stockage solaire = Surface de capteur X x</p>	<p>50 litres de stockage/m<sup>2</sup> de capteurs installés (ratio à titre indicatif et à moduler en fonction de l'application et de l'utilisation)</p>

# Etude de faisabilité

## 4. Ombres portées

Un relevé de masques est nécessaire pour déterminer l'impact des ombres sur les performances.

## 5. Calcul de la performance énergétique

Le calcul est possible via différents logiciels conçus pour modéliser au mieux ces installations solaires collectives et prendre en compte leurs spécificités.

### a. Méthode Solo

Le logiciel Solo permet le calcul des installations solaires collectives et permet de vérifier les performances d'installations courantes. Cette méthode utilise les algorithmes de calculs mis au point par le CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment) et est librement téléchargeable sur : <http://software.cstb.fr/>.

### Données météorologiques utilisées :

- Température extérieure,
- Température d'eau froide
- Irradiation solaire global.

Ces données sont fonction de la station météorologique choisie par l'utilisateur.

### Données d'entrée :

- Consommation ECS (ou calcul par défaut)
- Stockage (situation, échangeur, T° eau, volume, nombre, constante de refroidissement)
- Capteur (marque, type, coefficient Solo - B et K, inclinaison, orientation, surface totale d'entrée)
- Masques (ombres portées)

### Données en sortie :

- Besoin annuel (kWh/an)
- Apport solaire (kWh/an, kWh/mois et kWh/jour)
- Taux de couverture solaire mensuel et annuel
- Productivité annuelle du champ de capteurs (kWh/m<sup>2</sup>/an)

### b. Autres outils de calculs

D'autres logiciels permettent des simulations plus précises des installations solaires collectives. Ces logiciels sont nombreux, gratuits ou payants. Il existe par exemple :

### • TRANSOL (CSTB)

- Simsol, gratuitement téléchargeable sur <http://software.cstb.fr/> et utilisant les algorithmes de calcul de TRNSYS ("Solar Energy Laboratory »)
- T\*SOL™ (version professionnelle et expert) permet en plus des données traditionnelles (productivité, ...) de visualiser le taux de couverture à l'entrée des ballons ainsi que les températures au niveau des capteurs.

## 5. Analyse économique

Pour conclure cette étude de faisabilité, il convient de procéder à une étude économique du projet (temps de retour sur investissement, coût global actualisé). Pour cela devront être évalués :

- L'ensemble des coûts d'investissement : étude (pré-diagnostic, conception et dimensionnement complet de l'installation,...), matériel, mise en œuvre, métrologie pour suivi de l'installation et comptage énergétique
- Les coûts d'exploitation (système d'appoint et auxiliaires), de contrôle ou télécontrôle et de maintenance (entretien, réparation et remplacement de matériel,...)
- Les montants des aides allouées au projet

## 6. Analyse environnementale

Une installation solaire évite de consommer des énergies traditionnelles - fossiles ou électriques - pour la production d'ECS permettant ainsi de réduire les émissions de gaz à effet de serre et de contribuer à la protection de l'environnement.

Energie finale	Emissions de CO <sub>2</sub> en g/kWh	Déchets radioactifs en g/kWh		Emissions de SO <sub>2</sub> en g/kWh	Emissions de NO <sub>x</sub> en g/kWh
		Faibles et moyens	Forts et très forts		
Electricité	40	0,05	0,01	0,4	0,17
Fioul domestique	270	-	-	0,3	0,15
Gaz naturel	205	-	-	-	0,17
Charbon	342	-	-	2,58	0,95

Source : Ademe – janvier 2005

Energie finale	Emissions de CO <sub>2</sub> en g/kWh	Déchets radioactifs en g/kWh	Emissions de SO <sub>2</sub> en g/kWh	Emissions de NO <sub>x</sub> en g/kWh
Electricité	Usage chauffage	Usage éclairage	Usages «intermittents »	Usages «en base »
Contenu moyen	180 g CO <sub>2</sub> /kWh	100 g CO <sub>2</sub> /kWh	60 g CO <sub>2</sub> /kWh	40 g CO <sub>2</sub> /kWh
Plage de variation	130 - 260	60 - 150	40 - 90	20 - 72

Source : Le contenu en CO<sub>2</sub> du kWh électrique :Avantages comparés du contenu marginal et du contenu par usages sur la base de l'historique. 08/10/2007 – Ademe et RTE

## C. Etude de projet

*L'étude de projet vise à choisir une solution technique, à apporter les éléments essentiels pour le dimensionnement de celle-ci et à définir le matériel s'y rattachant.*



### I. Choix de la solution à mettre en œuvre

*Deux grands principes sont à distinguer concernant la solution pouvant être mis en œuvre :*

- **Chauffe-eau solaire collectif à stockage centralisé :**

Le stockage ECS et l'appoint sont centralisés et communs à l'ensemble du bâtiment. Cette solution s'intègre particulièrement bien dans l'existant et permet une gestion centralisée. Ce stockage sera en eau chaude sanitaire dans plus de 80 % des cas. Le stockage sera en eau primaire (système charge/ décharge) dans le cas des bâtiments de santé.

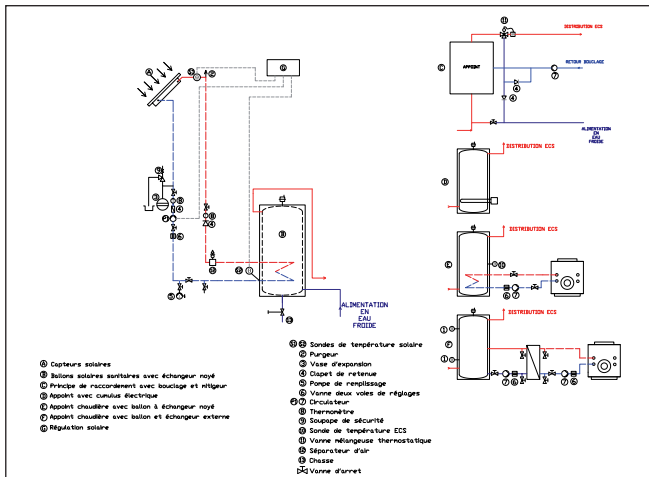
- **Chauffe-eau solaire collectif individualisé :**

Chaque logement possède un ballon de stockage et son appoint associé. Cette solution facilite l'individualisation des charges mais présente un surcoût important à l'investissement.

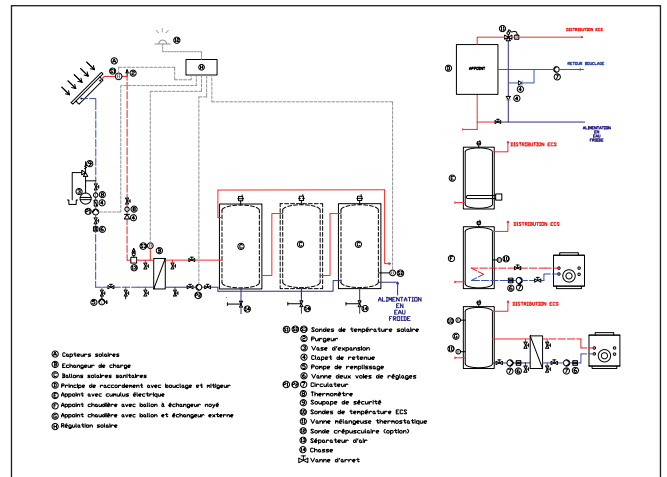
*Dans tous les cas, les solutions avec stockage centralisé sont à privilégier pour leur simplicité, leur efficacité, leur mise en œuvre et leur maintenance plus aisée.*

# Etude de projet

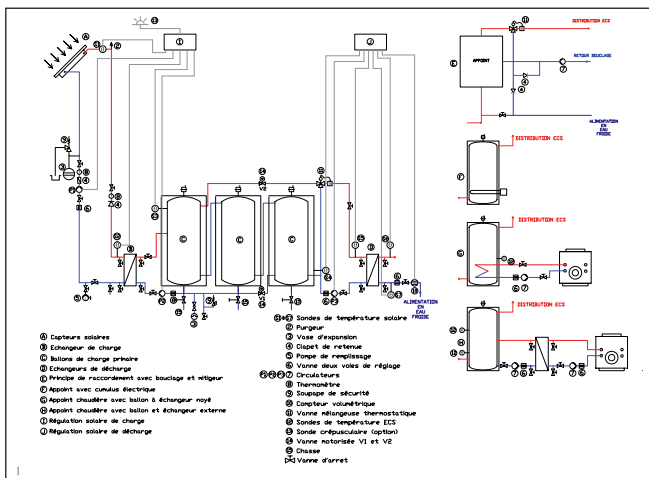
Viessmann vous propose plusieurs solutions pour répondre aux différentes typologies de bâtiments et d'installations qui pourront être rencontrées.



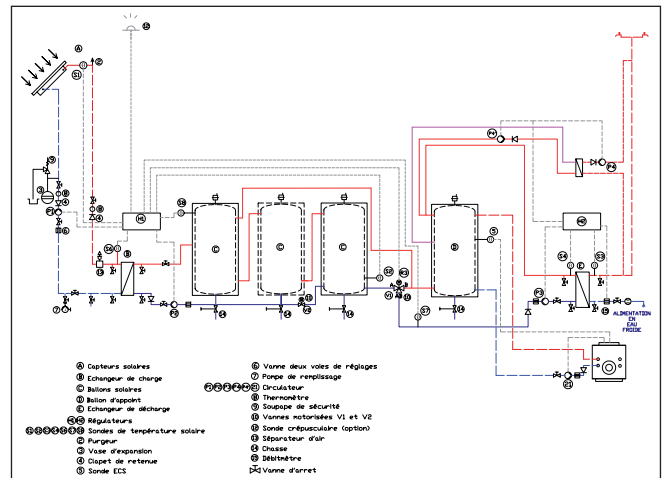
Charge sanitaire directe à échangeur noyé



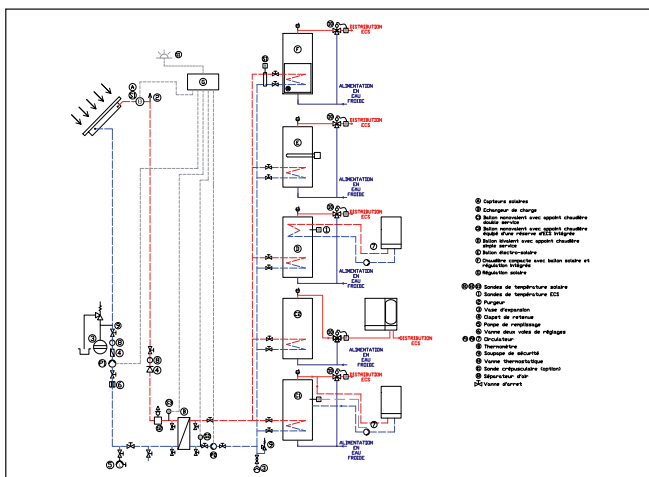
Charge sanitaire directe à échangeur externe



Système charge/décharge direct



Système charge/décharge instantané



Chauffe-eau solaire collectif individualisé

# Etude de projet

## 1. Charge sanitaire directe

### a. Ballon de stockage ECS à échangeur noyé

#### Application

Ce système de production solaire d'ECS collective centralisée par ballon de préchauffage avec échangeur noyé est applicable pour les installations à circuits hydrauliques courts (**jusqu'à 20 ou 25 m<sup>2</sup> de capteurs solaires**).

#### Principe de fonctionnement

L'énergie solaire transformée en chaleur par les capteurs solaires (A) est cédée au ballon de préchauffage d'eau sanitaire via l'échangeur noyé.

Si la différence de température entre la sonde capteurs (S1) et la sonde eau chaude sanitaire (S2) du bas du ballon de préchauffage d'eau sanitaire est supérieure au différentiel d'enclenchement  $\Delta T_{on}$ , la pompe du circuit solaire (P1) est enclenchée et alimente le ballon de préchauffage d'eau sanitaire. La pompe solaire (P1) est arrêtée si :

- la différence de température est inférieure au différentiel d'arrêt  $\Delta T_{off}$ .
  - la température dépasse la consigne du limiteur électronique de température (consigne d'arrêt de sécurité : 90°C) de la régulation ou du limiteur de température de sécurité (si nécessaire)
- La pompe solaire fonctionne en vitesse variable pour approcher au mieux la différence de température pré réglée.
- la température de consigne est atteinte

Remarque : l'activation de la pompe solaire (P1) peut également se faire par le dépassement d'un seuil de rayonnement sur une sonde crépusculaire (ou sonde d'ensoleillement).

Si la différence de température entre les deux sondes de chacun des ballons dépasse la consigne d'enclenchement, la pompe de brassage est enclenchée. Le bouclage traverse alors les deux ballons, et l'eau chaude produite dans le ballon de préchauffage d'eau sanitaire est dirigée vers le ballon d'appoint. Ainsi l'eau contenue dans le ballon d'appoint monte également en température à l'énergie solaire.

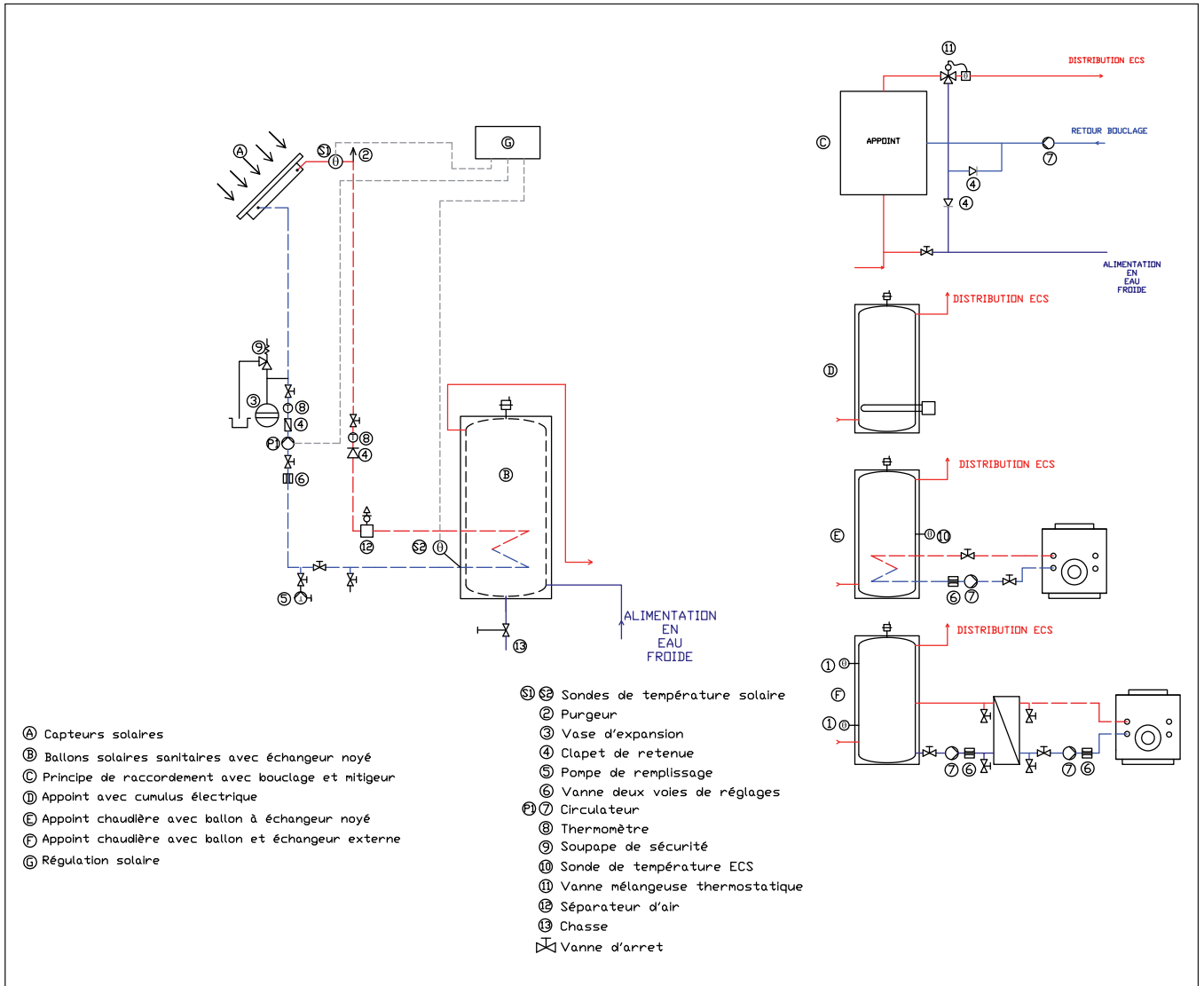
#### Appoint

Le complément de chauffage de l'eau sanitaire est assuré par une installation traditionnelle (chaudière ou accumulation électrique) jusqu'à la température de consigne désirée (55 à 60°C en général) et est dimensionné pour assurer 100 % des besoins.

#### Production d'eau chaude sanitaire sans énergie solaire

Le ballon d'eau chaude sanitaire d'appoint est desservi par la chaudière. La régulation eau chaude sanitaire de la chaudière avec la sonde ECS commande la pompe de charge ECS. La pompe de bouclage (si l'installation en est équipée) est enclenchée si nécessaire. Le bouclage d'eau chaude sanitaire ne traverse que le ballon d'appoint.

# Etude de projet



# Etude de projet

## b. Echangeur externe au ballon de stockage ECS

### Application

Ce système de production solaire d'ECS collective centralisée par module de charge externe et ballon de préchauffage est applicable dans la majorité des cas. Le circuit primaire solaire glycolé est dissocié du circuit de stockage solaire. Ce schéma de principe remplace le précédent dans le cas d'installation de plus de 20 à 25 m<sup>2</sup> de capteurs.

### Principe de fonctionnement

L'énergie solaire transformée en chaleur par les capteurs solaires (A) est cédée par l'échangeur de chaleur à plaques (B) aux ballons de préchauffage d'eau sanitaire. Le régulateur compare la température du capteur (S1) avec la température du bas du ballon le plus froid (S2).

Si la différence de température (S1) et (S2) est plus grande que la différence de température de mise en service  $\Delta T_{on}$ , la pompe solaire (primaire) (P1) est activée.

**Remarque** : l'activation de la pompe solaire (P1) peut également se faire par le dépassement d'un seuil de rayonnement sur une sonde crépusculaire (ou sonde d'ensoleillement).

La chaleur des capteurs est alors transportée à la station échangeur.

Simultanément la différence de température entre (S3) (température d'entrée d'échangeur côté solaire) et (S2) (bas du ballon le plus froid) est mesurée. Si la différence de température dépasse la valeur réglée, la pompe sanitaire (P2) est activée et les ballons de préchauffage d'eau sanitaire sont chargés.

**Remarque** : dans le cas de modules en cascade, l'enclenchement de la pompe (P2) se fait, à son débit minimum, en même temps que l'enclenchement de la pompe (P1). La pompe (P2) augmente ensuite son débit en fonction de la différence de température entre (S3) et (S2).

La pompe solaire (P1) est arrêtée si la différence de température est inférieure à la consigne d'arrêt.

La pompe solaire (P2) est arrêtée si la différence de température est inférieure à la consigne d'arrêt.

**Remarque concernant l'antigel échangeur** : l'écart de température entre (S3) (température de l'échangeur de chaleur côté solaire) et (S2) (température du ballon de préchauffage d'eau sanitaire) est mesuré pour éviter le gel dans l'échangeur de chaleur. Si une température inférieure à 2°C est mesurée à l'échangeur (S3), la pompe secondaire (P2) est activée et reste en marche jusqu'à ce que l'échangeur atteigne une température de 6°C.

La température de stockage sera limitée à une valeur maximale au travers de la consigne «Très max».

Un comptage de l'apport d'énergie solaire peut être réalisé par la mise en place d'un calorimètre et de 2 sondes de température (entrée et sortie échangeur côté sanitaire).

Une pompe supplémentaire de by-pass peut être installée sur le circuit capteurs solaires.

### Appoint

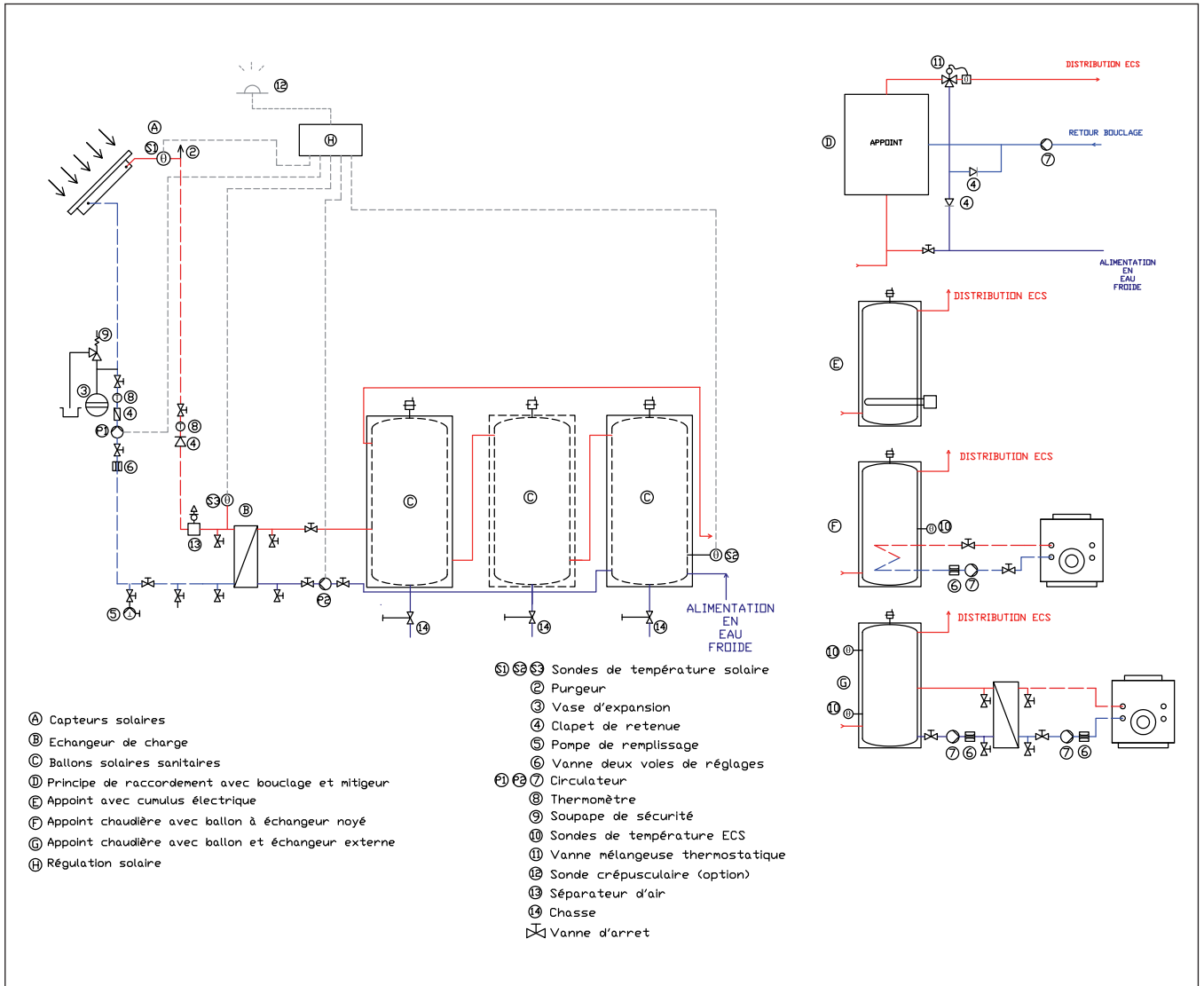
Le complément de chauffage de l'eau sanitaire est assuré par une installation traditionnelle (chaudière ou accumulation électrique) jusqu'à la température de consigne désirée (55 à 60°C en général) et est dimensionné pour assurer 100 % des besoins.

### Production d'eau chaude sanitaire sans énergie solaire

Le ballon d'eau chaude sanitaire d'appoint est desservi par la chaudière. La régulation eau chaude sanitaire de la chaudière avec la sonde ECS commande la pompe de charge ECS. La pompe de bouclage (si l'installation en est équipée) est enclenchée si nécessaire. Le bouclage d'eau chaude sanitaire ne traverse que le ballon d'appoint.



# Etude de projet



# Etude de projet

## 2. Solution avec stockage d'eau primaire : Charge/Décharge

### a. Avec une décharge directe

#### Application

Ce système de production solaire d'ECS collective centralisée par système de charge et de décharge permet de répondre aux exigences de la réglementation relative à la prévention des risques sanitaires, notamment en termes de légionellose (circulaire du 7 avril 2007 et arrêté du 30 nov. 2005) s'appliquant aux établissements de santé et aux établissements recevant du public.

#### Principe de fonctionnement

En charge seule (pas de puisage donc pas de décharge)

L'énergie solaire transformée en chaleur par les capteurs solaires (A) est cédée par l'échangeur de chaleur à plaques (B) aux réservoirs tampon d'eau primaire (C).

La pompe primaire solaire (P1) peut être enclenchée en fonction d'une différence de température entre les capteurs (S1) et le ballon (S4) ou en fonction d'une sonde crépusculaire (ou sonde d'ensoleillement) (13).

La pompe de charge ballon (P2) est enclenchée en fonction de la différence de température entre le ballon (S4) et la sonde de température installée sur le primaire échangeur (S2).

De manière à forcer le fluide à traverser l'ensemble des ballons, la vanne 2 voies motorisée (V1) se ferme (asservissement à la mise en marche de la pompe de charge (P2)).

#### En décharge seule (puisage mais température capteurs < température ballon)

La chaleur emmagasinée dans les ballons est cédée à l'eau sanitaire par l'intermédiaire d'un échangeur de chaleur à plaques (D).

La pompe de décharge (P3) est enclenchée en fonction de la mesure de débit d'entrée d'eau froide (10) ainsi qu'en fonction de la différence de température entre la sonde haute du ballon solaire (S3) et la sonde sur l'eau froide (S7).

Son débit sera donc modifié en permanence en fonction du débit de puisage mais également en fonction du pincement mesuré par les 2 sondes de température placées sur le primaire (S5) et le secondaire (S6) échangeur. De manière à forcer le fluide à passer dans les ballons, la vanne 2 voies motorisée (V2) se ferme (asservissement à la mise en marche de la pompe de décharge (P3)).

#### En charge et décharge (température capteurs > température ballon et puisage)

Dans ce cas, le fonctionnement est identique à celui décrit dans le paragraphe précédent, hormis la position des 2 vannes 2 voies motorisées (V1) et (V2) qui restent en position ouverte.

En effet, la chaleur amenée par les capteurs est supérieure à la température des ballons : on peut donc passer d'un échangeur à l'autre sans traverser les ballons.

Dans ces 3 cas, on utilise également une vanne thermostatique (11) permettant de limiter la température à l'entrée de l'échangeur de décharge.

#### Appoint

Le complément de chauffage de l'eau sanitaire est assuré par une installation traditionnelle (chaudière ou accumulation électrique) jusqu'à la température de consigne désirée (55 à 60°C en général) et est dimensionné pour assurer 100 % des besoins.

#### Production d'eau chaude sanitaire sans énergie solaire

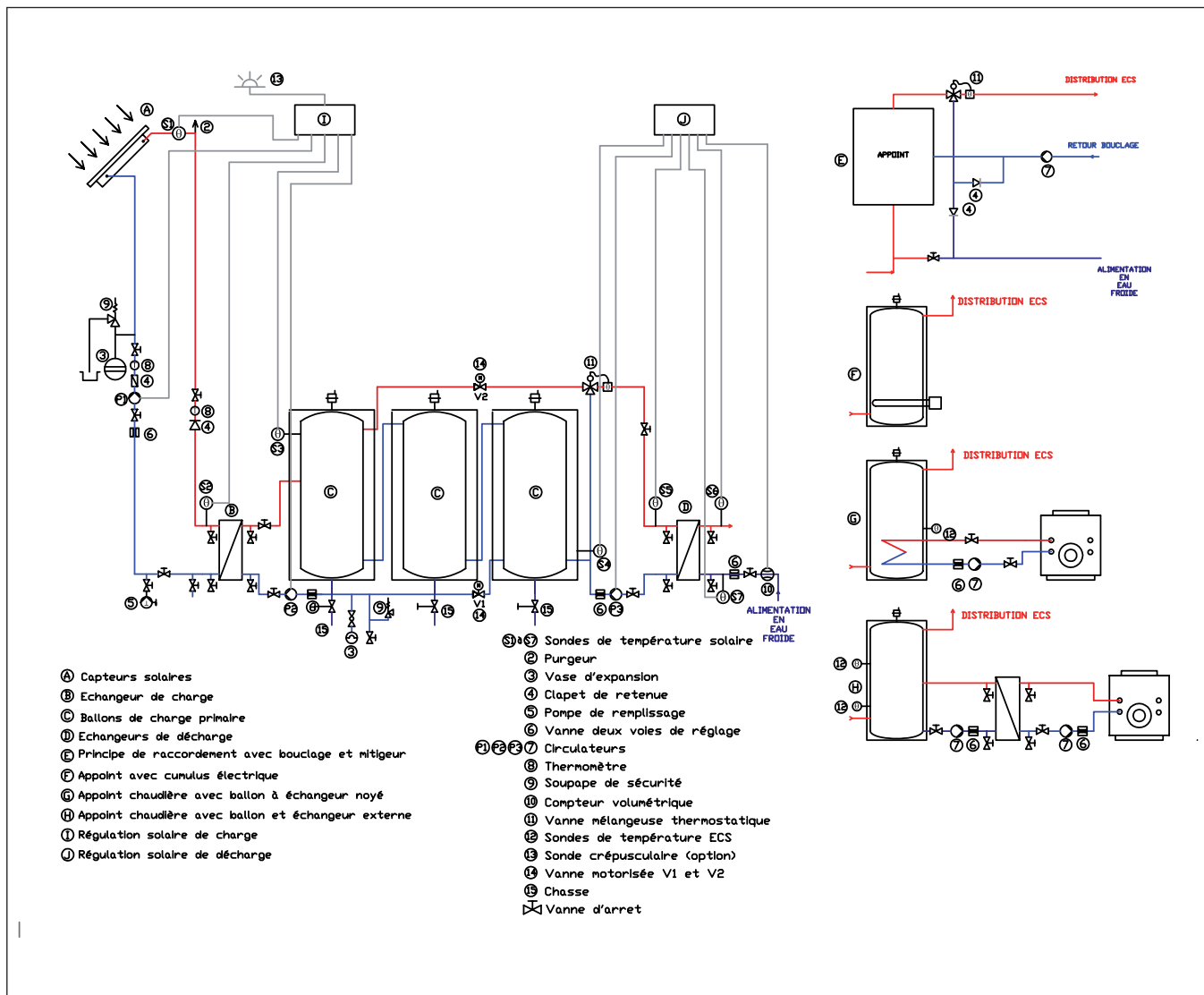
Le ballon d'eau chaude sanitaire d'appoint est desservi par la chaudière. La régulation eau chaude sanitaire de la chaudière avec la sonde ECS commande la pompe de charge ECS. La pompe de bouclage (si l'installation en est équipée) est enclenchée si nécessaire. Le bouclage d'eau chaude sanitaire ne traverse que le ballon d'appoint.

#### Points de vigilance

**Gestion de l'appoint et prescriptions relatives à la prévention du risque de développement des légionnelles dans les installations de production et de distribution d'eau chaude sanitaire (CIRCULAIRE INTERMINISTERIELLE N°DGS/SD7A/DSC/DGUHC/DGE/DPPR/126 du 3 avril 2007 relative à la mise en œuvre de l'arrêté du 30 novembre 2005 modifiant l'arrêté du 23 juin 1978 relatif aux installations fixes destinées au chauffage et à l'alimentation en eau chaude sanitaire des bâtiments d'habitation, des locaux de travail ou des locaux recevant du public).**

- Dans le cas des installations solaires collectives, il convient de mettre en place toutes les dispositions afin d'assurer la sécurité sanitaire de l'eau chaude sanitaire et limiter la formation de légionnelles. Tout d'abord, on pourra limiter l'introduction de bactéries en opérant un traitement UV avant la mise en route de l'installation. Lorsque le volume total des équipements de stockage de l'eau chaude sanitaire est supérieur ou égal à 400 L, la température de l'eau au point de mise en distribution doit être en permanence au minimum de 55°C ou être portée à un niveau suffisamment élevé au moins une fois par 24h (température de l'eau dans les équipements de stockage (hors préchauffage)  $\geq$  70°C pendant au moins 2 minutes ou 65°C pendant 4 minutes ou 60°C pendant 60 minutes).

# Etude de projet



Le point de mise en distribution est situé à la sortie du ballon final de stockage lorsque plusieurs ballons sont installés en série.

- Quelque soit le type de production de l'eau chaude sanitaire (avec ou sans stockage), lorsque le volume entre le point de mise en distribution et le point de puisage le plus éloigné est supérieur à 3 litres, la température de l'eau en circulation doit être au minimum de 50°C en tout point du système de distribution. Cette prescription ne s'applique pas aux tubes finaux d'alimentation des points de puisage dont le volume doit être le plus faible possible et impérativement inférieur ou égal à 3 litres.

# Etude de projet

## b. Avec une décharge instantanée

### Application

Comme la solution précédente, ce système de production solaire d'ECS collective centralisée par système de charge et de décharge utilise un stockage d'eau primaire pour stocker l'énergie solaire et un ballon d'appoint dissocié. Ce système permet également de répondre aux exigences de la réglementation relative à la prévention des risques sanitaires, notamment en termes de légionellose (circulaire du 7 avril 2007 et arrêté du 30 novembre 2005) s'appliquant aux établissements de santé et aux établissements recevant du public.

### Principe de fonctionnement

#### En charge seule (pas de puisage donc pas de décharge)

L'énergie solaire transformée en chaleur par les capteurs solaires (A) est cédée par l'échangeur de chaleur à plaques (B) aux réservoirs tampon d'eau primaire (C). La pompe primaire solaire (P1) peut être enclenchée en fonction d'une différence de température entre la sonde capteurs (S1) et la sonde de température du ballon (S2) ou en fonction d'une sonde crépusculaire (ou sonde d'ensoleillement) (I2). La pompe de charge des ballons (P2) est enclenchée en fonction de la différence de température entre la sonde de température installée sur le primaire échangeur (S6) et la sonde de température du ballon (S2).

La vanne 2 voies motorisée (V2) est asservie à la mise en marche de la pompe (P2).

#### En décharge seule (puisage mais température capteurs < température ballon)

La chaleur emmagasinée dans les ballons de stockage solaires (C) est cédée à l'eau sanitaire par l'intermédiaire d'un ballon d'appoint (D) maintenu en température et d'un échangeur de chaleur à plaques (E).

La pompe de décharge (P3) s'enclenche dès qu'un débit d'eau sanitaire est détecté par le débitmètre (I5) et adaptera son débit en fonction de la température de l'eau froide, de la température du ballon d'appoint, de la consigne d'eau chaude et du débit d'eau froide sanitaire mesuré.

La vanne d'inversion (V1) permet de dissocier les ballons de stockage solaire (C) et le ballon d'appoint (D).

Si la température mesurée par la sonde (S8) en haut du ballon solaire (C) est supérieure à la température mesurée par la sonde (S7) placée sur le retour de l'échangeur de décharge (E), la vanne d'inversion (V1) dirigera l'eau sortie de l'échangeur (E) vers les ballons de stockage solaire (C). Dans ce cas, les retours au ballon d'appoint seront préchauffés par l'énergie solaire. Si la différence de température entre (S8) et (S7) n'est plus satisfaisante, la vanne d'inversion (V1) bascule directement vers le ballon d'appoint (D).

#### En charge et décharge

Dans ce cas, le fonctionnement est identique à celui décrit dans le paragraphe précédent.

Si l'énergie amenée par les capteurs est supérieure aux besoins d'ECS (débit (P2) > débit (P3)), le retour du ballon d'appoint sera directement préchauffé au travers de l'échangeur solaire (B).

### Appoint

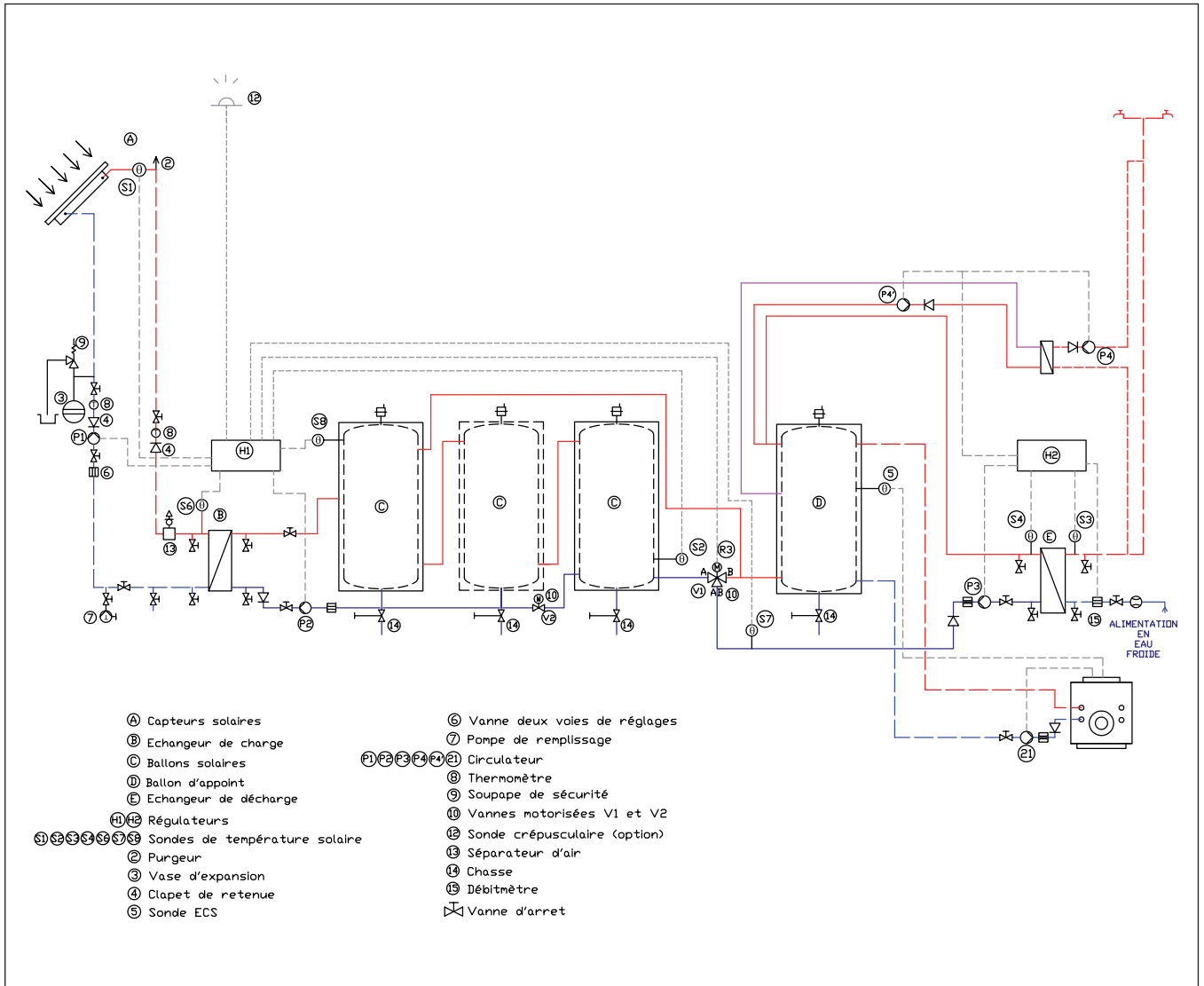
Le complément de chauffage de l'eau sanitaire est assuré par un ballon d'appoint d'eau primaire maintenu en température à 70 ou à 75°C par la chaudière et est dimensionné pour assurer 100 % des besoins.

#### Production d'eau chaude sanitaire sans énergie solaire

La production d'eau chaude sanitaire est réalisée par échange direct et de manière instantanée grâce à l'échangeur (E). La régulation eau chaude sanitaire de la chaudière avec la sonde ECS (S5) commande le brûleur et la pompe de charge ECS. Si la température du ballon d'appoint diminue, la chaudière est mise en marche.

La pompe de bouclage (P4) (si l'installation en est équipée) et la pompe primaire (P4) sont enclenchées si il n'y a pas de soutirage. Le bouclage d'eau chaude sanitaire est maintenu en température par l'intermédiaire d'un échangeur supplémentaire raccordé côté primaire sur le haut du ballon d'appoint et évite ainsi le rehaussement de la température d'eau froide sanitaire de l'échangeur de décharge (E).

# Etude de projet



# Etude de projet

## 3. Chauffe-Eau Solaire Collectif Individualisé (CESCI)

### Application

Ce système de production solaire d'ECS collective individualisée est applicable dans de nombreuses situations. Cette solution permet une répartition et un recouvrement des charges d'eau et d'énergie liées à la production d'ECS ainsi qu'une gestion individuelle de l'appoint. Il n'y a pas de boucle de distribution d'ECS.

### Principe de fonctionnement

La production d'eau chaude sanitaire d'origine solaire de type collective individualisée est composée d'un champ de capteurs raccordé hydrauliquement à des ballons individuels verticaux situés dans chaque logement et équipés d'un échangeur "solaire" noyé en partie inférieure.

L'appoint peut être :

- (Variante 1) Chaudière compacte avec ballon solaire et régulation intégrés
- (Variante 2) intégré au ballon sous forme d'une résistance électrique située de façon à ce que le volume solaire (situé en dessous du système d'appoint) représente 50 à 65 % du volume total du ballon individuel.
- (Variante 3) Intégré au ballon sous forme d'un échangeur raccordé à une chaudière simple service, cet échangeur étant situé au-dessus de l'échangeur solaire
- (Variante 4) Indépendant via une chaudière équipée d'une réserve ECS intégrée en série et en aval du ballon solaire
- (Variante 5) indépendant via une chaudière instantannée ou micro accumulation double service.

Dans le cas d'une surface de capteur inférieure à 20 m<sup>2</sup>, le volume de fluide caloporteur est faible et ne justifie pas l'utilisation d'un échangeur thermique intermédiaire

Dans le cas contraire, cet échangeur intermédiaire permet de réduire le coût global de l'installation (moins de fluide solaire, vannes d'équilibrages et accessoires traditionnels, ...) et de travailler avec des températures maximales du circuit secondaire plus faibles (passage de réseau dans les dalles possibles...).

Le débit volumique de départ à l'intérieur des capteurs sera de 40 litres/h.m<sup>2</sup> avec des Vitosol 200-F et de 60 litres/h.m<sup>2</sup> avec des Vitosol 200-T.

Le taux de couverture annuel sera au maximum de 60 % et le taux de couverture le mois le plus chaud où les besoins sont les plus faibles sera au maximum de 80 à 90 %.

La régulation compare la température de sortie des capteurs solaires (S1) avec la température de retour secondaire de l'échangeur (S2).

Si la différence de température entre (S1) et (S2) est plus grande que la différence de température de mise en service  $\Delta T_{on}$ , la pompe primaire (P1) est activée. L'énergie des capteurs est alors transférée vers le module à échangeur solaire.

**Remarque :** L'activation de la pompe (P1) peut également se faire par le dépassement d'un seuil d'intensité lumineuse au niveau de la sonde crépusculaire (ou sonde d'ensoleillement).

En parallèle, la différence entre la température d'entrée d'échangeur côté solaire (S3) et la température de retour secondaire de l'échangeur (S2) est mesurée. Si la différence de température dépasse le seuil réglé, la pompe sanitaire (P2) est activée et les ballons de stockage sont chargés.

Les 2 pompes fonctionnent séparément en vitesse variable pour approcher au mieux les différences de température pré-réglées.

**Remarque :** Concernant l'antigel échangeur : l'écart de température entre (S2) et (S3) est mesuré pour éviter le gel dans l'échangeur de chaleur. Si une température inférieure à 2°C est mesurée à l'échangeur (S2), la pompe secondaire (P2) est activée et reste en marche jusqu'à ce que l'échangeur atteigne une température de 6°C.

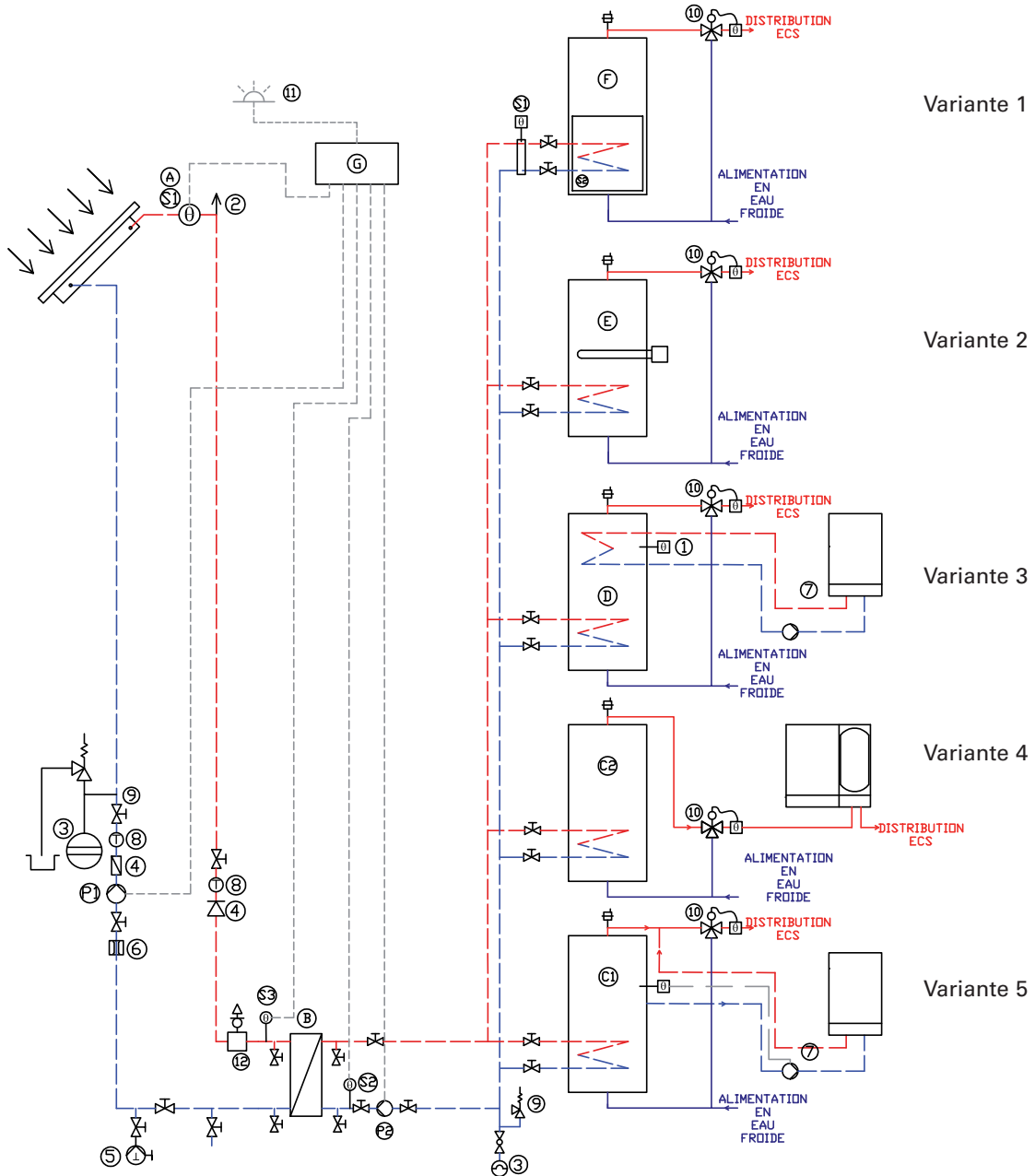
Une consigne de température maximale «Très max» permet de limiter la température maximale de stockage dans les ballons.

### Points de vigilance

Le Chauffe-eau Solaire Collectif Individualisé (CESCI) nécessite une certaine vigilance sur l'équilibrage du réseau primaire solaire pour assurer une bonne répartition des apports solaires aux différents ballons de l'installation.

De plus **les organes d'équilibrage devront nécessairement être positionnés dans les parties communes** afin de garantir la maintenance de l'installation et pouvoir intervenir rapidement et facilement en cas de réglages supplémentaires.

# Etude de projet



Variante 1

Variante 2

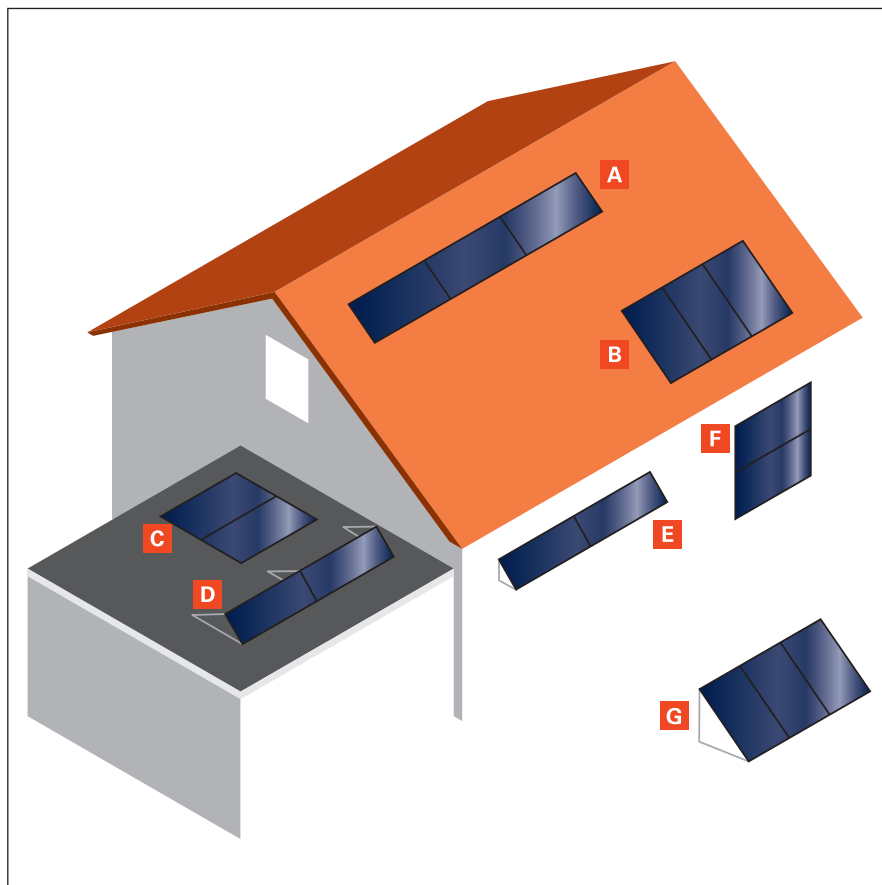
Variante 3

Variante 4

Variante 5

- Ⓐ Capteurs solaires
- Ⓑ Echangeur de charge
- Ⓒ Ballon monovalent avec appoint chaudière double service
- Ⓓ Ballon monovalent avec appoint chaudière équipé d'une réserve d'ECS intégrée
- Ⓔ Ballon bivalent avec appoint chaudière simple service
- Ⓕ Ballon électro-solaire
- Ⓖ Chaudière compacte avec ballon solaire et régulation intégrés
- Ⓙ Régulation solaire
- ⓁⓂⓃ Sondes de température solaire
- ① Sondes de température ECS
- ② Purgeur
- ③ Vase d'expansion
- ④ Clapet de retenue
- ⑤ Pompe de remplissage
- ⑥ Vanne deux voies de réglages
- ⓅⓆⓇ Circulateur
- ⑧ Thermomètre
- ⑨ Soupape de sécurité
- ⑩ Vanne thermostatique
- ⑪ Sonde crépusculaire (option)
- Ⓢ Séparateur d'air
- Ⓧ Vanne d'arrêt

# Etude de projet



- A Montage en surtoiture version horizontale
- B Montage en surtoiture ou en intégration version verticale
- C Montage à plat sur toiture terrasse
- D Montage sur équerres sur toit terrasse
- E F Montage en façade/balustrade
- G Montage sur équerres au sol

## II. Champ de capteurs

### 1. Choix du type de capteur

Les capteurs plans peuvent être installés sur les toitures de manière simple et sûre, comme solution sur toiture ou intégrée à celle-ci. Les capteurs sont également de plus en plus souvent montés en façade ou sur support. Les capteurs plans sont moins onéreux que les capteurs à tubes sous vide. Ils sont utilisés pour la production d'ECS, le chauffage de l'eau de piscine et l'appoint de chauffage des pièces.

Sur les capteurs à tubes sous vide, l'absorbeur est intégré dans un tube en verre sous vide. Le vide offre de bonnes propriétés d'isolation. Les déperditions calorifiques sont donc plus faibles qu'avec les capteurs plans en cas de basses températures extérieures. Ils répondent donc aux conditions de fonctionnement spécifiques attendues en cas de chauffage d'un bâtiment ou de climatisation solaire.

Sur les capteurs à tubes sous vide Viessmann, chaque tube sous vide peut pivoter. Ainsi, même en cas d'emplacement peu avantageux, l'absorbeur peut être orienté de manière optimale vis-à-vis du soleil. Les capteurs à tubes sous vide à passage direct peuvent être montés à l'horizontale sur les toitures-terrasses. Dans ce cas, le rendement par m<sup>2</sup> de surface de capteurs est certes légèrement inférieur, mais cela peut être compensé par une surface de capteurs plus importante. Il convient d'effectuer une comparaison de rendement. Les capteurs plans ne peuvent pas être montés à l'horizontale, car, en position horizontale, le nettoyage automatique de la plaque de verre par la pluie ne peut pas avoir lieu et la ventilation ainsi que la purge d'air du capteur sont rendues plus difficiles. Sur les façades, tous les types de capteur peuvent être installés.



# Etude de projet

Outre la place disponible, les conditions de mise en place et les autres conditions rencontrées (stagnation importante dans le cas des bâtiments scolaires, par exemple), la différence à attendre entre la température moyenne des capteurs et l'air ambiant pour le type de dimensionnement est le critère de choix du type de capteur. Il influe sur le rendement des capteurs. Plus la température de service du capteur est importante, plus les performances et donc la puissance fournie par les capteurs à tube sous vide sera élevée par rapport aux capteurs plans.

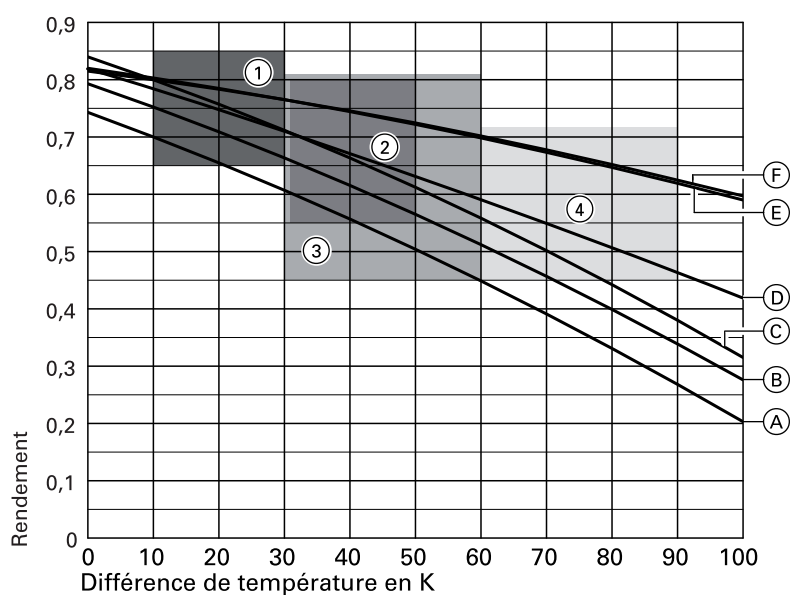
Afin de garantir la durabilité des capteurs et du montage, la fiabilité du rendement et la résistance aux chocs, entre autres à la grêle, il convient de vérifier que les capteurs sont contrôlés conformément à la norme EN 12975-2.

Les certificats CSTBat (français) et Solar Keymark (européen) garantissent cette conformité. De plus, l'avis technique du CSTB apporte quant à lui des indications sur la mise en œuvre du capteur au bâti. Nous recommandons de plus d'inclure les capteurs dans l'assurance du bâtiment afin de les protéger contre les catastrophes et dégâts naturels.

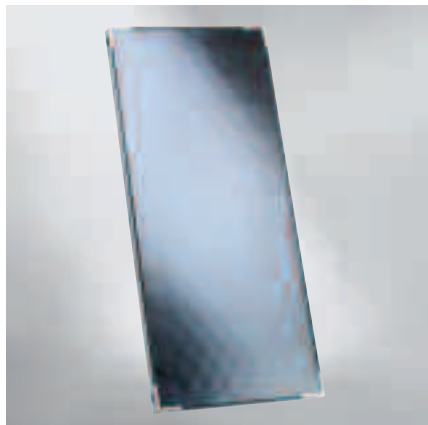
De plus les capteurs sous vide permettent d'accéder à des niveaux de température plus importants qui peuvent être utiles pour certains projets particuliers mais il conviendra particulièrement de veiller à ce que tous les composants de l'installation puissent tolérer des niveaux de température élevés. Une plus petite surface de capteur sous vide permettra donc d'obtenir un même niveau de température vis-à-vis des capteurs plans.

- 1 Installation solaire pour l'eau chaude avec un taux de couverture faible
- 2 Installation solaire pour l'eau chaude avec un taux de couverture élevé
- 3 Installation solaire pour l'eau chaude et l'appoint de chauffage solaire
- 4 Installation solaire pour le process industriel et la climatisation solaire

- A Vitosol 100-F
- B Vitosol 200-F
- C Vitosol 300-F  
(non commercialisé en France)
- D Vitosol 200-F, type 5 DI  
(non commercialisé en France)
- E Vitosol 200-T
- F Vitosol 300-T



# Etude de projet



## a. Vitosol 100-F

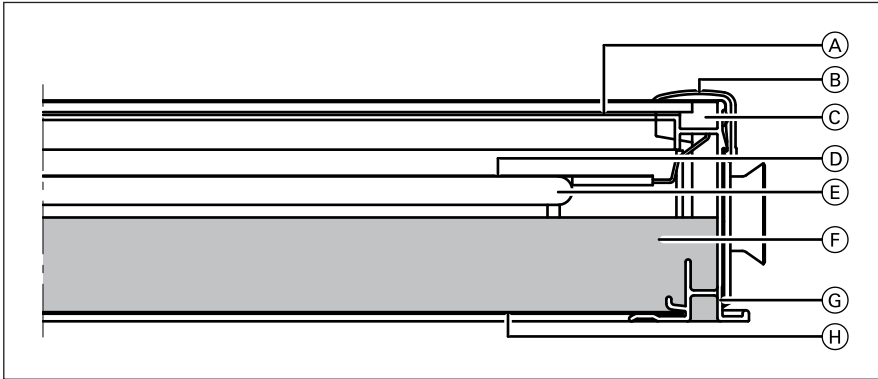
L'absorbeur à revêtement sélectif du Vitosol 100-F garantit une absorption élevée du rayonnement solaire et améliore le rendement énergétique. Le tube en cuivre en forme de méandre assure une dissipation de chaleur homogène sur l'absorbeur. Le boîtier du capteur est isolé et résiste à la température. Il est recouvert d'un verre solaire pauvre en fer.

Les tubes de liaison flexibles étanchéifiés avec des joints toriques assurent un raccordement en parallèle maximal de 12 capteurs. Un ensemble de raccordement avec raccords filetés permet de raccorder rapidement la batterie de capteurs à la tuyauterie du circuit solaire. La sonde de température des capteurs est montée dans le départ du circuit solaire au moyen d'un doigt de gant.

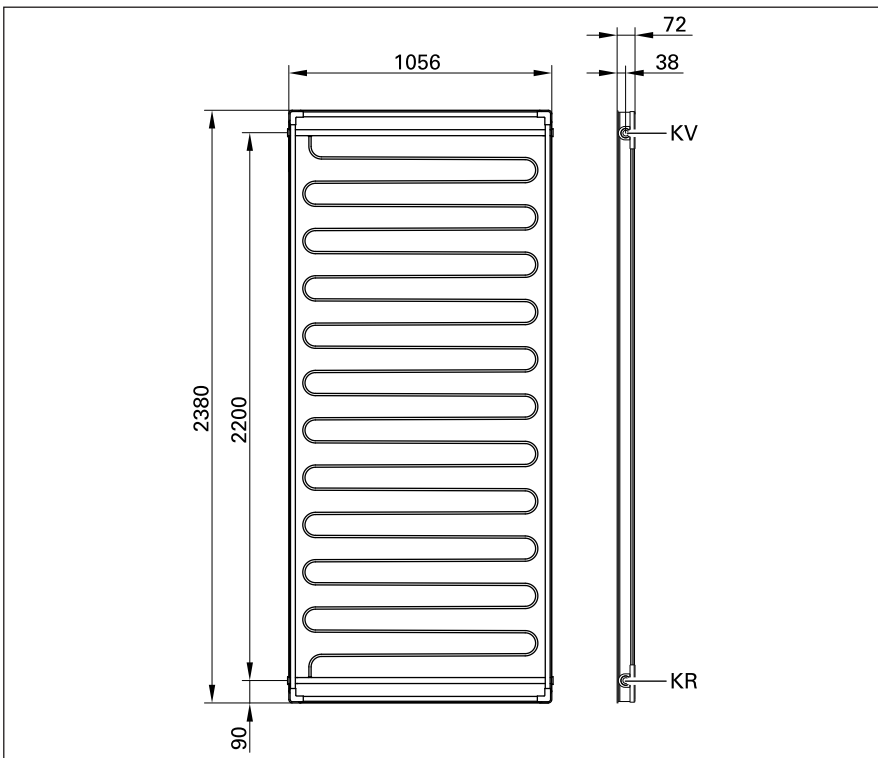
Type		SV1	SH1
Surface brute	m <sup>2</sup>	2,51	2,51
Surface de l'absorbeur	m <sup>2</sup>	2,32	2,32
Surface d'ouverture	m <sup>2</sup>	2,33	2,33
Ecart entre les capteurs	mm	21	21
<b>Dimensions</b>			
Largeur	mm	1056	2380
Hauteur	mm	2380	1056
Profondeur	mm	72	72
Capacité calorifique	kJ/(m <sup>2</sup> .K)	4,7	4,7
Poids	kg	43	43
Teneur en liquide (fluide caloporteur)	litres	1,67	2,33
Pression de service admissible	bars	6	6
Température d'arrêt maxi.	°C	193	193
<b>Puissance de production de vapeur</b>			
– Positionnement favorable	W/m <sup>2</sup>	60	60
– Positionnement défavorable	W/m <sup>2</sup>	100	100
Raccordement Ø	mm	22	22
Numéro Avis Technique		14/08-1278	

Vitosol 100-F SV1/SH1		Selon EN 12975 Par rapport à la surface de l'absorbeur	Selon EN 12975 Par rapport à la surface d'entrée (logiciel SIMSOL)	Pour application logiciel SOLO
Facteur optique / Rendement $\eta_{\theta}$ B		77,9 -	77,6 -	- 78
Coefficient de déperditions calorifiques k1	W/m <sup>2</sup> .K	4,16	4,14	-
Coefficient de déperditions calorifiques k2	W/m <sup>2</sup> .K <sup>2</sup>	0,0145	0,0145	-
Coefficient de transmission thermique globale K	W/m <sup>2</sup> .K	-	-	4,96

# Etude de projet



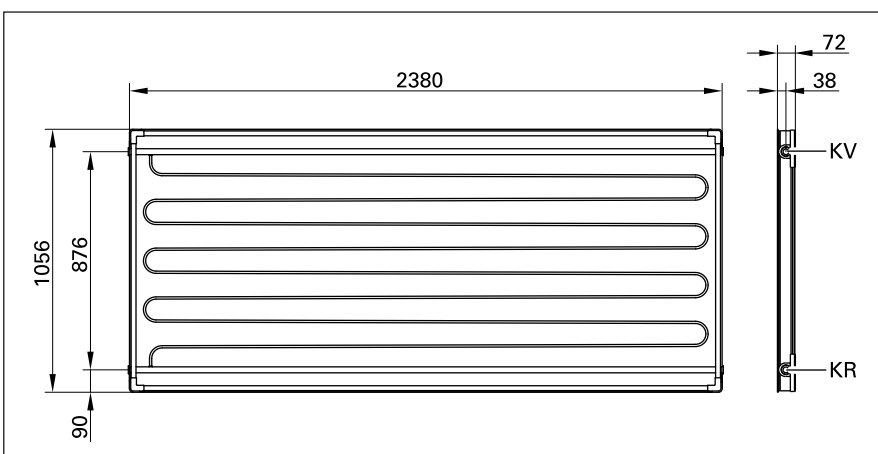
- A Revêtement en verre solaire, 3,2 mm
- B Couvercle courbé en aluminium
- C Joint de vitrage
- D Absorbeur
- E Tube de cuivre en forme de méandre
- F Isolation en fibres minérales
- G Cadre en aluminium
- H Socle en acier avec revêtement zinc et aluminium



## Type SV1

KR Retour capteur (entrée)

KV Départ capteur (sortie)

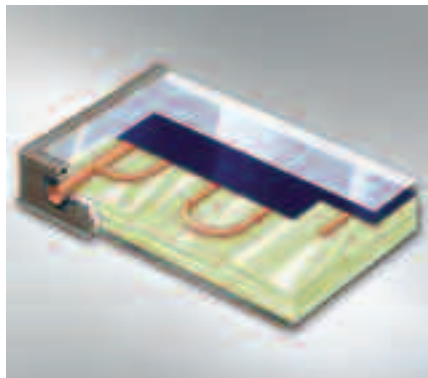


## Type SH1

KR Retour capteur (entrée)

KV Départ capteur (sortie)

# Etude de projet



## b. Vitosol 200-F

Le composant principal du Vitosol 200-F, type SV2/SH2 est l'absorbeur à revêtement hautement sélectif. Il permet une forte absorption de l'énergie solaire ainsi qu'une faible émission du rayonnement calorifique. L'absorbeur est doté d'un tube en cuivre en forme de méandre au travers duquel s'écoule le fluide caloporteur.

Le fluide caloporteur recueille la chaleur provenant de l'absorbeur via le tube en cuivre. L'absorbeur est placé dans un boîtier collecteur dont l'isolation particulièrement efficace minimise les déperditions calorifiques.

Son isolation haute performance résiste à la chaleur et ne dégage pas de gaz.

Le capteur est recouvert par une vitre solaire. Celui-ci se distingue par sa faible teneur en fer, ce qui permet d'accroître la transmission du rayonnement solaire.

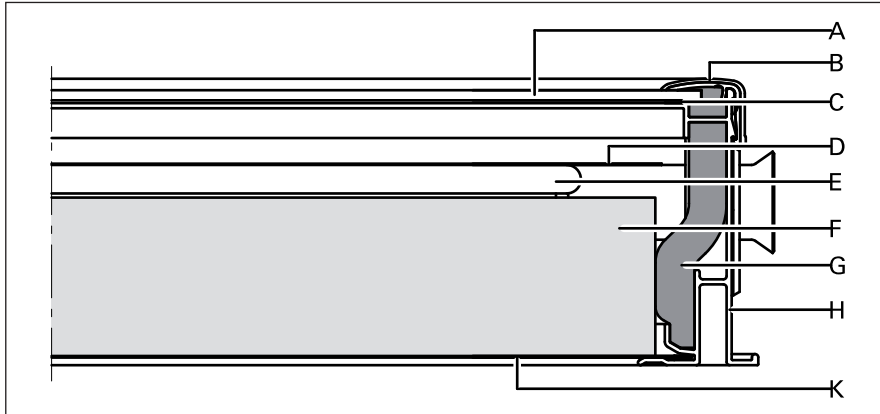
Il est possible de raccorder en parallèle jusqu'à 12 capteurs par batterie. Pour ce faire, des tubes de liaison flexibles, étanchéifiés avec des joints toriques, sont fournis.

Un ensemble de raccordement avec raccords filetés permet de raccorder rapidement la batterie de capteurs à la tuyauterie du circuit solaire. La sonde de température des capteurs est montée dans le départ du circuit solaire au moyen d'un doigt de gant.

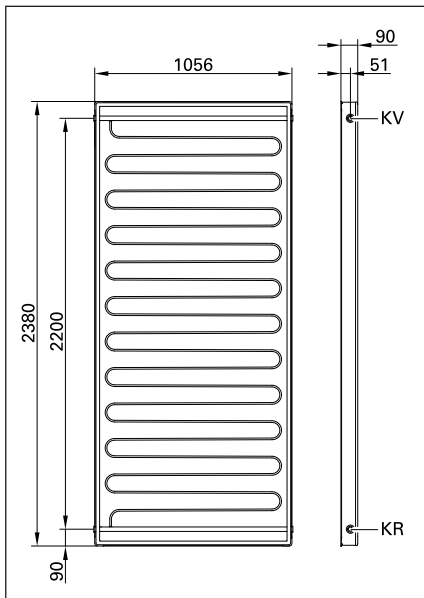
Type		SV2	SH2
<b>Surface brute</b>	m <sup>2</sup>	2,51	2,51
<b>Surface de l'absorbeur</b>	m <sup>2</sup>	2,32	2,32
<b>Surface d'ouverture</b>	m <sup>2</sup>	2,33	2,33
Ecart entre les capteurs	mm	21	21
<b>Dimensions</b>			
Largeur	mm	1056	2380
Hauteur	mm	2380	1056
Profondeur	mm	90	90
<b>Capacité calorifique</b>	kJ/(m <sup>2</sup> .K)	5,4	5,4
<b>Poids</b>	kg	51	51
<b>Teneur en liquide (fluide caloporteur)</b>	litres	1,83	2,48
<b>Pression de service admissible</b>	bars	6	6
<b>Température d'arrêt maxi.</b>	°C	202	202
<b>Puissance de production de vapeur</b>			
– Positionnement favorable	W/m <sup>2</sup>	60	60
– Positionnement défavorable	W/m <sup>2</sup>	100	100
<b>Raccordement Ø</b>	mm	22	22
<b>Numéro Avis Technique</b>		14+5/06-1017*V1	

Vitosol 200-F SV2/SH2		Selon EN 12975 Par rapport à la surface de l'absorbeur	Selon EN 12975 Par rapport à la surface d'entrée (logiciel SIMSOL)	Pour application logiciel SOLO
<b>Facteur optique / Rendement</b> $\eta_{\theta}$ B		79,3 -	79,1 -	- 80
<b>Coefficient de déperditions calorifiques k1</b>	W/m <sup>2</sup> .K	3,95	3,94	-
<b>Coefficient de déperditions calorifiques k2</b>	W/m <sup>2</sup> .K <sup>2</sup>	0,0122	0,0122	-
<b>Coefficient de transmission thermique globale K</b>	W/m <sup>2</sup> .K	-	-	4,72

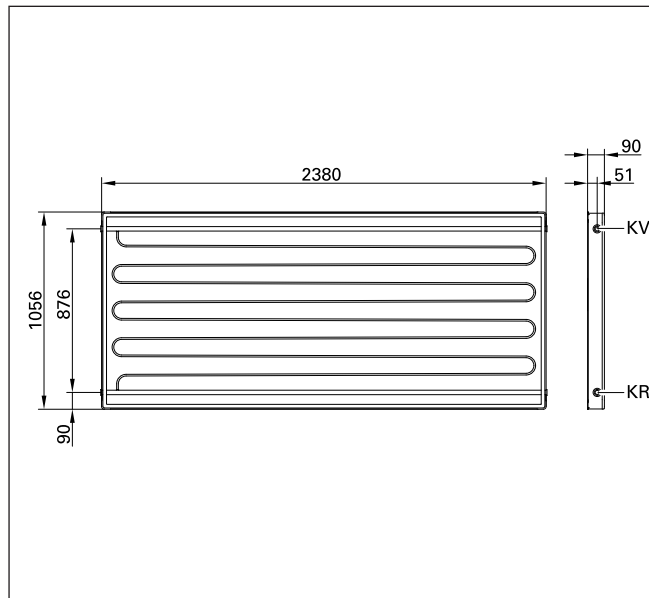
# Etude de projet



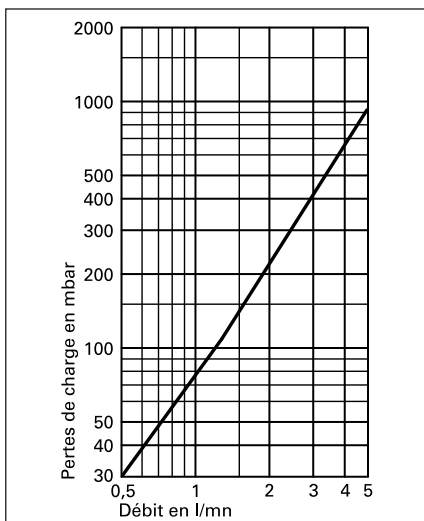
- A Revêtement en verre solaire, 3,2 mm
- B Couvercle courbé en aluminium
- C Joint de vitrage
- D Absorbeur
- E Tube de cuivre en forme de méandre
- F Isolation en fibres minérales
- G Cadre en aluminium RAL 8019
- H Socle en acier avec revêtement zinc et aluminium



**Type SV2**  
**KR Retour capteur (entrée)**  
**KV Départ capteur (sortie)**



**Type SH2**  
**KR Retour capteur (entrée)**  
**KV Départ capteur (sortie)**



**Pertes de charge des capteurs plans**  
**Vitosol-F, type SV et SH**  
 Par rapport à l'eau, correspond à du Tyfocor LS à env. 60°C

# Etude de projet



## c. Vitosol 200-T

Les capteurs Vitosol 200-T peuvent être montés sur une toiture à versants, une toiture-terrace, en façade ou sur un support indépendant. Sur les toitures à versants, les capteurs peuvent être montés dans le sens vertical (tubes à angle droit par rapport au faîte du toit) ou dans le sens horizontal (tubes parallèles au faîte du toit).

- Installations de production d'eau chaude sanitaire :  
Les capteurs peuvent être montés à la verticale (tubes à angle droit par rapport au faîte du toit) ou à l'horizontale (tubes parallèles au faîte du toit).

- Installation pour l'appoint de chauffage :  
Les capteurs doivent être montés à l'horizontale (tubes parallèles au faîte du toit) avec raccordement par le bas. Cela permet d'influencer de manière positive le comportement de stagnation.

Le vide dans les tubes en verre garantit une isolation optimale ; les pertes de convection entre les tubes en verre et l'absorbeur sont évitées au maximum. Ainsi, même un rayonnement réduit (rayonnement diffus) peut être utilisé. Un absorbeur en cuivre à revêtement hautement sélectif est intégré dans chaque tube sous vide. Il assure une forte absorption de l'énergie solaire ainsi qu'une faible émission du rayonnement calorifique.

Un tube échangeur de chaleur coaxial, traversé directement par le fluide caloporteur, est installé sous l'absorbeur. Le fluide caloporteur prélève la chaleur de l'absorbeur via le tube échangeur de chaleur.

Le tube échangeur de chaleur débouche dans la nourrice.

Afin de pouvoir utiliser de manière optimale l'énergie solaire, chaque tube sous vide est pivotant ; l'absorbeur peut ainsi être dirigé de manière optimale vers le soleil.

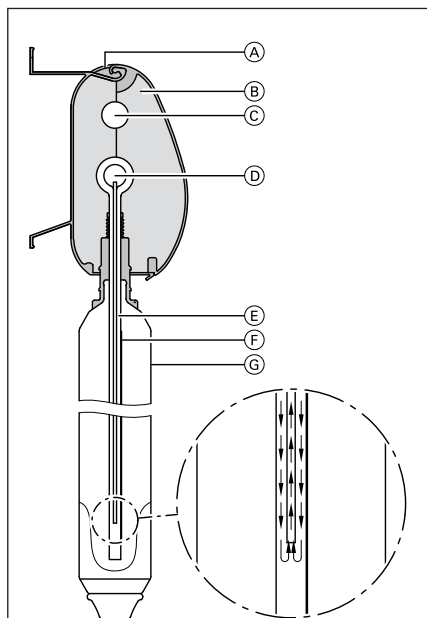
Il est possible de raccorder en série jusqu'à 5 capteurs de 3 m<sup>2</sup> en batterie (les batteries de capteurs reliées en série doivent être de taille identique). Pour ce faire, des tubes de liaison flexibles, étanchéifiés avec des joints toriques, sont fournis.

Les tubes de départ et de retour intégrés dans le boîtier de raccordement permettent, en cas de montage de plusieurs capteurs, de raccorder le départ et le retour solaires d'un seul côté.

Un ensemble de raccordement avec raccords filetés permet de raccorder rapidement la batterie de capteurs à la tuyauterie du circuit solaire. La sonde de température des capteurs est montée dans un doigt de gant sur le départ du circuit solaire.

Type		1 m <sup>2</sup>	2 m <sup>2</sup>	3 m <sup>2</sup>
<b>Nombre de tubes</b>		10	20	30
<b>Surface brute</b>	m <sup>2</sup>	1,44	2,88	4,32
<b>Surface de l'absorbeur</b>	m <sup>2</sup>	1,03	2,05	3,07
<b>Surface d'ouverture</b>	m <sup>2</sup>	1,06	2,11	3,17
Ecart entre les capteurs	mm	47	47	47
<b>Dimensions</b>				
Largeur	mm	709	1418	2127
Hauteur	mm	2031	2031	2031
Profondeur	mm	143	143	143
<b>Capacité calorifique</b>	kJ/(m <sup>2</sup> .K)	9,8	9,8	9,8
<b>Poids</b>	kg	26	51	76
<b>Teneur en liquide (fluide caloporteur)</b>	litres	2,2	4,2	6,2
<b>Pression de service admissible</b>	bars	6	6	6
<b>Température d'arrêt maxi.</b>	°C	295	282	282
<b>Puissance de production de vapeur</b>				
– Positionnement favorable	W/m <sup>2</sup>	100	100	100
– Positionnement défavorable	W/m <sup>2</sup>	200	200	200
<b>Raccordement Ø</b>	mm	22	22	22
<b>Numéro Avis Technique</b>		14/08-1302		

# Etude de projet

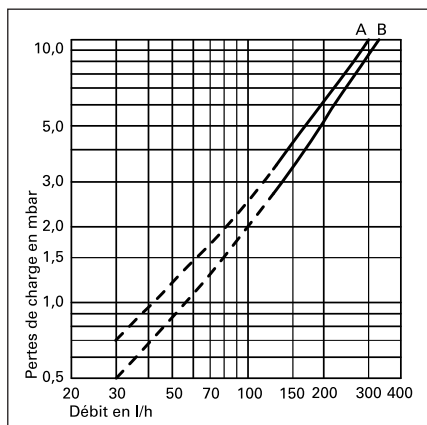


- A Boîtier de raccordement
- B Calorifugeage en mousse en résine mélamine
- C Tube de retour
- D Tube de distribution et de collecteur coaxial
- E Tube échangeur de chaleur coaxial
- F Absorbeur
- G Tubes en verre sous vide

Il existe des capteurs à tubes sous vide Vitosol 200-T dans les versions suivantes :

- 1 m<sup>2</sup> avec 10 tubes
- 2 m<sup>2</sup> avec 20 tubes
- 3 m<sup>2</sup> avec 30 tubes.

## Pertes de charge des capteurs tubulaires Vitosol-T



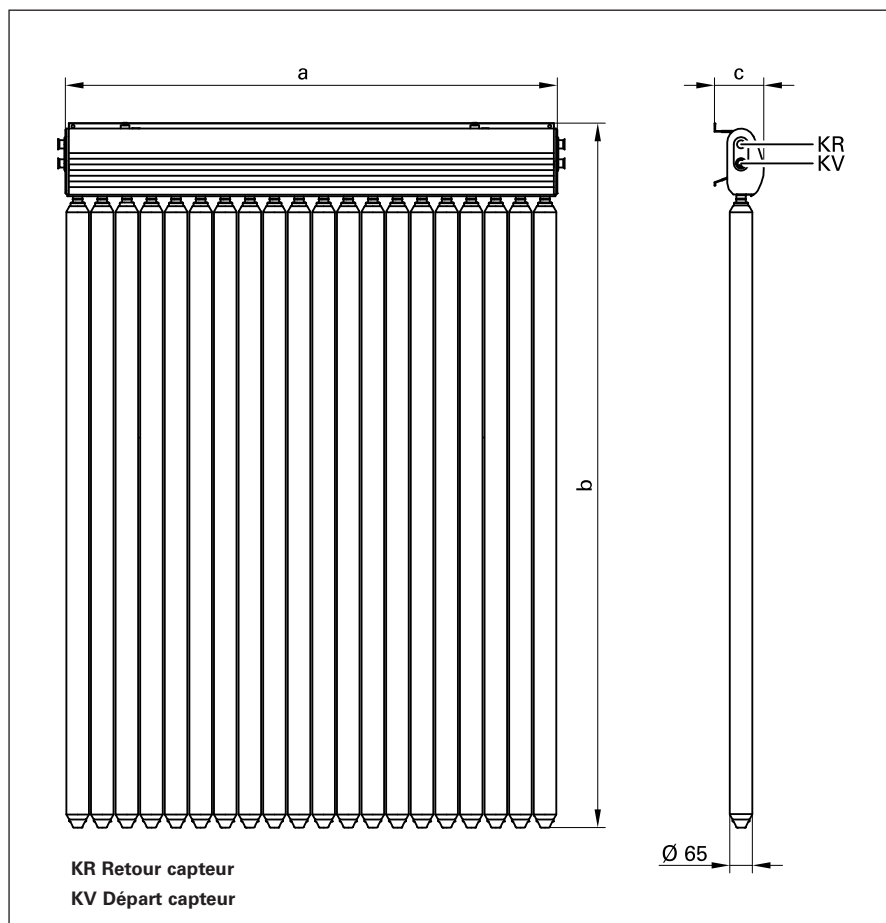
## Pertes de charge Vitosol 200-T

Par rapport à l'eau, correspond à du Tyfocor G-LS / LS à env. 60°C.

A - 2 m<sup>2</sup> B - 3 m<sup>2</sup>

Vitosol 200-T (30 tubes)	Selon EN 12975 Par rapport à la surface de l'absorbeur	Selon EN 12975 Par rapport à la surface d'entrée (logiciel SIMSOL)	Pour application logiciel SOLO
<b>Facteur optique / Rendement</b> $\eta_{\theta}$ B	83,2 -	77,5 -	- 78
<b>Coefficient de déperditions calorifiques k1</b> W/m <sup>2</sup> .K	1,87	1,74	-
<b>Coefficient de déperditions calorifiques k2</b> W/m <sup>2</sup> .K <sup>2</sup>	0,0041	0,0038	-
<b>Coefficient de transmission thermique globale K</b> W/m <sup>2</sup> .K	-	-	2,12

Vitosol 200-T (10 et 20 tubes)	Selon EN 12975 Par rapport à la surface de l'absorbeur	Selon EN 12975 Par rapport à la surface d'entrée (logiciel SIMSOL)	Pour application logiciel SOLO
<b>Facteur optique / Rendement</b> $\eta_{\theta}$ B	82 -	76,6 -	- 77
<b>Coefficient de déperditions calorifiques k1</b> W/m <sup>2</sup> .K	1,62	1,51	-
<b>Coefficient de déperditions calorifiques k2</b> W/m <sup>2</sup> .K <sup>2</sup>	0,0068	0,006	-
<b>Coefficient de transmission thermique globale K</b> W/m <sup>2</sup> .K	-	-	1,88



KR Retour capteur  
KV Départ capteur

# Etude de projet

## 2. Détermination de la surface optimale de capteurs

Lors du pré-diagnostic, une surface approchée de capteurs a été déterminée. En partant de cette valeur, il convient à présent de calculer avec exactitude la surface nécessaire grâce au logiciel de dimensionnement qui aura été choisi.

La surface optimale de capteurs est la surface qui fournit aux périodes où les besoins sont les plus bas l'énergie destinée à la production d'eau chaude sanitaire sans surplus solaire.

Pour les besoins en eau chaude sanitaire déterminés, on calculera la quantité d'énergie à fournir pour porter le volume nécessaire d'eau sanitaire de 10 à 60°C. **C'est pourquoi, le dimensionnement précis de la surface de capteurs est indissociable du volume du ballon de stockage (voir dimensionnement ballon)**

Le dimensionnement vise la meilleure répartition possible entre solaire et appoint. C'est un problème complexe qui nécessite l'utilisation d'outils de calcul spécifiques afin de produire un maximum d'énergie solaire à un coût compétitif. En effet, le coût du kWh produit dépend essentiellement de deux paramètres :

- le coût de l'installation par m<sup>2</sup> de capteur,
- la productivité de l'installation (production par m<sup>2</sup> de capteur et par an).

Le coût de l'installation peut être approché par une formule relativement simple. En particulier, il dépend de façon quasi-linéaire de la surface de capteurs. La productivité des capteurs n'est par contre pas définissable de façon simple.

Elle décroît quand la surface de capteurs croît. En conséquence, toute augmentation de la surface de capteurs au delà de la taille optimale de l'installation entraîne une augmentation de la production solaire mais aussi une augmentation du coût du kWh produit.

**Le mauvais dimensionnement d'un des autres composants du système (stockage, échangeur, circuits, régulation) peut pénaliser cette productivité.**

Il conviendra donc grâce aux logiciels adaptés de déterminer la surface de capteurs qui permettra le meilleur compromis entre le coût de l'installation, sa productivité et le taux de couverture solaire.

## 3. Fixation et implantation des capteurs

Dans le cas de la mise en œuvre des capteurs solaires sur des toitures existantes, les dispositions définies ci-après peuvent s'appliquer moyennant une étude complémentaire concernant notamment la reconnaissance des éléments porteurs de la charpente, de la couverture existante, de l'isolant thermique et de l'étanchéité ainsi que l'incidence sur le cheminement des eaux.

Dans tous les cas, la stabilité du champ de capteurs doit être étudiée en tenant compte du poids propre des capteurs et des effets dus aux charges climatiques, conformément aux règles en vigueur :

- Règles définissant les effets de la neige et du vent sur les constructions (Règles NV65, Règles NV 84),
- Règles pour le calcul et l'exécution des constructions métalliques (Règles CM 66),
- Règles de calcul et de conception des charpentes en bois (Règles CB 71),
- DTU n° 65.12 "Réalisation des installations de capteurs solaires plans à circulation de liquide pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire"
- Détermination des efforts dus aux charges climatiques sur un capteur et sur sa couverture transparente, Cahier

du CSTB 1611, Livraison 204, Novembre 1979.

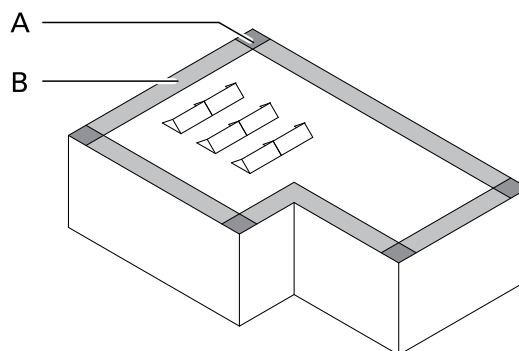
- Norme NF P 84-204 à 208 références DTU n° 43 : travaux d'étanchéité des toitures-terrasses et des toitures inclinées.
- Règles générales de mise en œuvre des capteurs solaires indépendants sur toitures-terrasses ou toitures inclinées revêtues d'une étanchéité (cahier du CSTB n° 1613)
- Règles générales de mise en œuvre des capteurs solaires sur une couverture par éléments discontinus (cahier du CSTB n°1614).

### a. Sécurité du toit

Pour des raisons de sécurité, il pourra aussi être nécessaire de mettre en place des garde-corps afin d'assurer la sécurité des personnes lors de mise en œuvre puis de la maintenance de l'installation solaire.

Des éléments spécifiques du toit sont soumis à des exigences particulières :

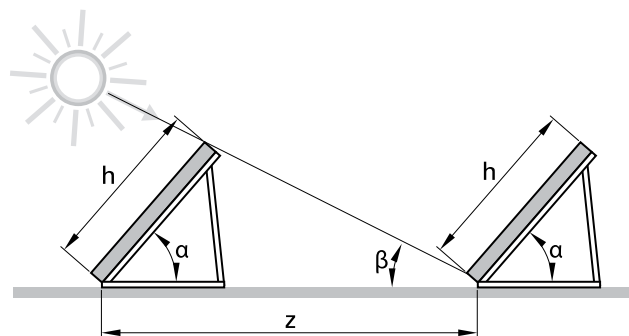
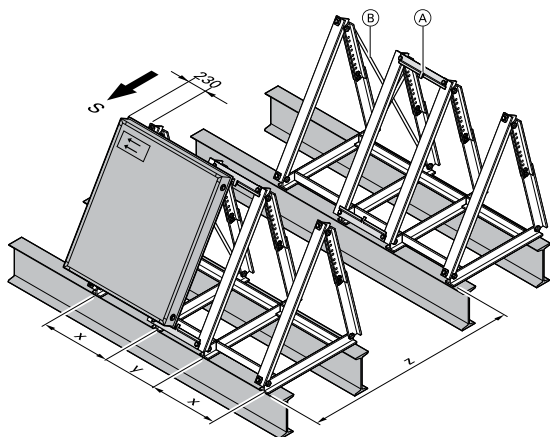
- Coin A : limité sur deux côtés par l'extrémité du toit
- Zone du bord B : limité sur un côté par l'extrémité du toit





# Etude de projet

## b. Emprise d'une batterie de capteurs au sol ou en terrasse



$$\frac{z}{h} = \frac{\sin(180^\circ - (\alpha + \beta))}{\sin \beta}$$

### Emprise au sol selon le nombre de capteur de la batterie

Vitosol-F														
Type	x mm	y mm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Vitosol-F SV	595	481	0,60	1,67	2,75	3,82	4,90	5,98	7,05	8,13	9,20	10,28	11,36	12,43
Vitosol-F SH	1920	481	1,92	4,32	6,72	9,12	11,52	13,93	16,33	18,73	21,13	23,53	25,93	28,33

Vitosol 200-T							
Type	x mm	y mm	1	2	3	4	5
2m <sup>2</sup> / 2m <sup>2</sup>	900	620	0,90	2,42	3,94	5,46	6,98
3m <sup>2</sup> / 3m <sup>2</sup>	1200	1029	1,20	3,43	5,66	7,89	10,12

### Distance minimale à respecter entre deux batteries de capteurs placées l'une derrière l'autre

#### • Calcul de z

#### 1. Déterminer la hauteur $\beta$ du soleil sur l'horizon.

Elle devra être choisie de telle sorte que le soleil à midi le 21.12 puisse atteindre les capteurs sans jeter d'ombre.

En France, cette hauteur est comprise entre 15,5° (Dunkerque) et 26,5° (Perpignan).

**Exemple :** Paris se situe approximativement au degré de latitude 50°, une inclinaison capteur de 45°

Hauteur du soleil sur l'horizon :  $90^\circ - 23,5^\circ - \text{degré de latitude}$  (23,5° est une constante)  
 $\beta = 90^\circ - 23,5^\circ - 50^\circ = 16,5^\circ$

$\beta$  angle de la position du soleil  
 $\alpha$  = angle d'inclinaison des capteurs  
 $z$  = dégagement entre les rangées de capteurs  
 $h$  = Hauteur du capteur (voir dans les tableaux selon le type de capteur)

2. Respecter une distance  $z$  si plusieurs capteurs sont montés l'un derrière l'autre pour éviter toute ombre intempestive.

#### Calculer la cote $z$ :

Pour un Vitosol-F, type SV :  
 $h = 2380 \text{ mm}$   
 $\alpha = 45^\circ$   
 $\beta = 16,5^\circ$

$$\frac{z}{h} = \frac{\sin(180^\circ - (\alpha + \beta))}{\sin \beta}$$

$$z = \frac{2380 \text{ mm} \cdot \sin(180^\circ - 61,5^\circ)}{\sin 16,5^\circ}$$

Soit  $z = 7364 \text{ mm}$

# Etude de projet

## III. Raccordement hydraulique

### 1. Modes de fonctionnement d'une installation solaire

Les installations de capteurs peuvent fonctionner avec différents débits volumiques spécifiques. L'unité est le débit en  $l/(h.m^2)$ . La surface de l'absorbeur est la valeur de référence.

Un débit volumique important signifie, à une puissance incidente constante, une température moyenne du capteur réduite. Un débit volumique plus faible signifie quant à lui une température moyenne du capteur plus élevée. Plus l'écart de température entre la température moyenne du capteur et la température extérieure sera importante, plus le rendement capteur sera dégradé impactant directement les performances du système.

Il sera donc judicieux vu que la puissance incidente est variable, de dimensionner l'installation en "high-flow" et de la faire fonctionner en "matched-flow".

**Modes de fonctionnement possibles :**

- **Fonctionnement "low-flow"**  
Fonctionnement avec des débits volumiques allant jusqu'à env.  $30 l/(h.m^2)$
- **Fonctionnement "high-flow"**  
Fonctionnement avec des débits volumiques supérieurs à  $30 l/(h.m^2)$
- **Fonctionnement "matched-flow"**  
Fonctionnement avec des débits volumiques variables.  
Tous les modes de fonctionnement sont possibles avec les capteurs plans Viessmann.

#### Quel mode de fonctionnement est conseillé ?

**Le débit volumique spécifique doit atteindre un niveau permettant une irrigation homogène et sûre de l'ensemble des batteries de capteurs.**

Dans les installations dotées d'une régulation solaire Vitosolic, le débit volumique optimal (basé sur la température ECS instantanée et le rayonnement instantané) se règle automatiquement en mode "matched-flow" afin d'adapter le débit du circuit primaire à la puissance de la source chaude.

Les installations à une seule batterie avec **Vitosol-F** peuvent être utilisées sans problème jusqu'à environ la moitié du débit volumique spécifique. On préconise pour le dimensionnement des installations en **Vitosol-F un débit de  $40 l/(h.m^2)$**  pour assurer une température moyenne dans le capteur plus faible ( $T_{moy}$ ).

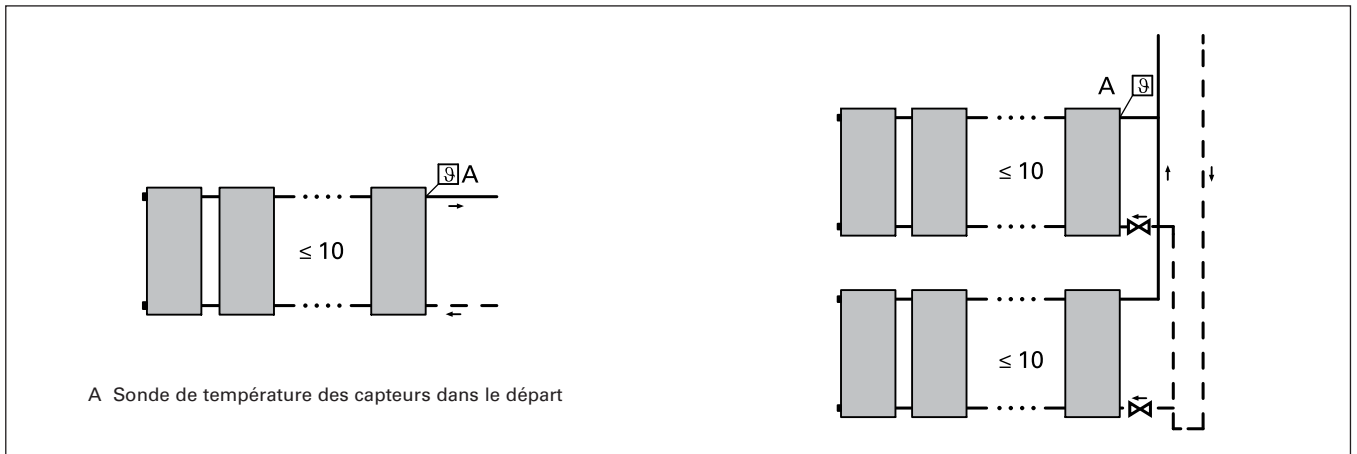
Pour les capteurs à tubes sous vide à passage direct **Vitosol 200-T**, dont les différents tubes du capteur sont regroupés en parallèle, un débit volumique spécifique d'au moins  $40 l/(h.m^2)$  est nécessaire, nous préconisons même **un débit de  $60 l/(h.m^2)$  pour une efficacité maximum**. Sur ce type de capteur, nous préconisons le mode "high-flow" au détriment du mode "matched-flow" afin d'assurer une irrigation homogène des capteurs.

Selon la configuration, il sera possible de raccorder jusqu'à 12 Vitosol-F en batterie et  $15m^2$  de Vitosol 200-T.

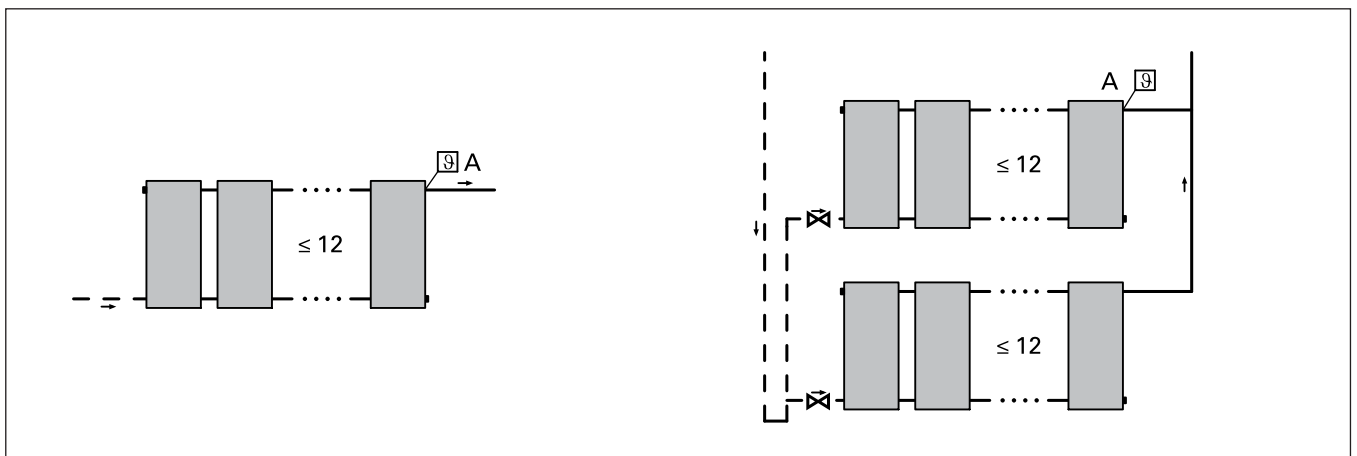
# Etude de projet

## 2. Raccordement hydraulique

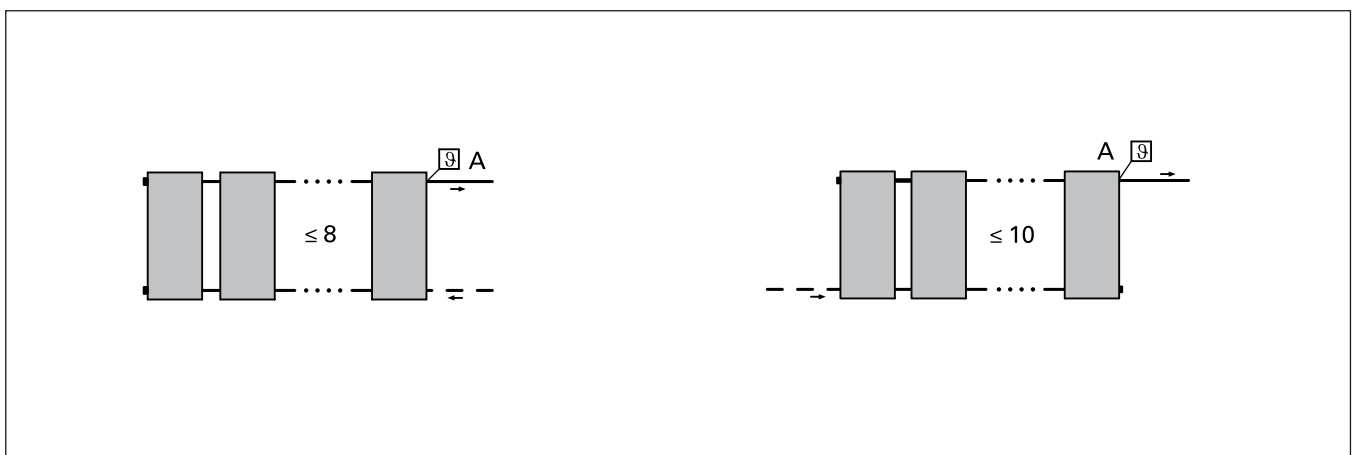
### a. Exemples d'installation (raccordement hydraulique) Vitosol-F, types SV et SH



Mode "high-flow" – Raccordement sur le même coté



Mode "high-flow" – Raccordement sur des cotés opposés



Mode "low-flow" – Raccordement sur le même coté

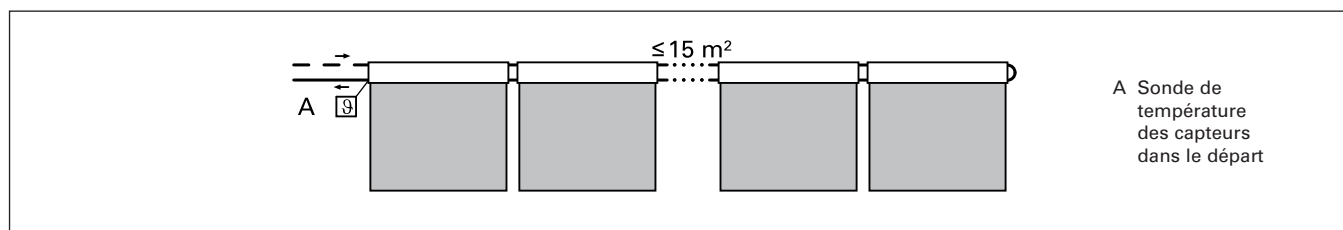
Mode "low-flow" – Raccordement sur des cotés

# Etude de projet

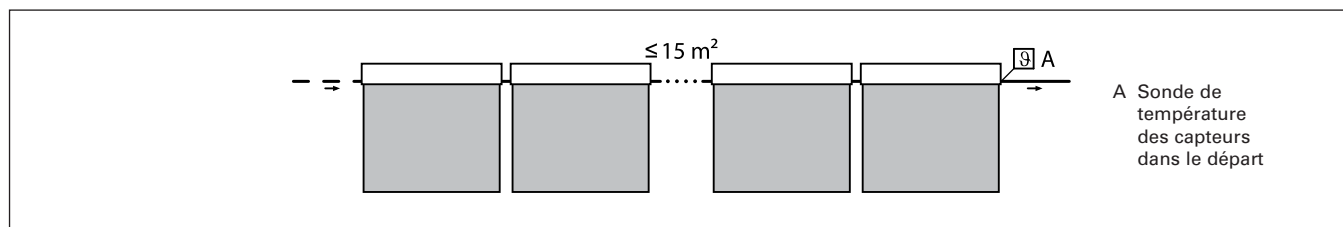
## b. Exemples d'installation (raccordement hydraulique) Vitosol 200-T

Une surface de capteurs maximale de 15 m<sup>2</sup> peut être raccordée en série sur une batterie.

### Vitosol 200-T (à plat / à l'horizontal sur des toits-terrasses)



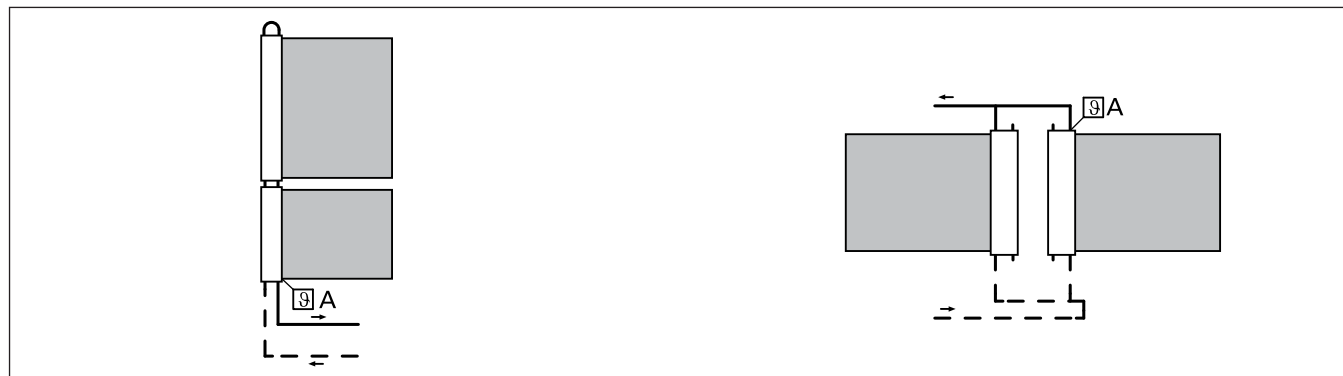
Raccordement sur un seul côté par la gauche (variante idéale)



Raccordement sur des côtés opposés

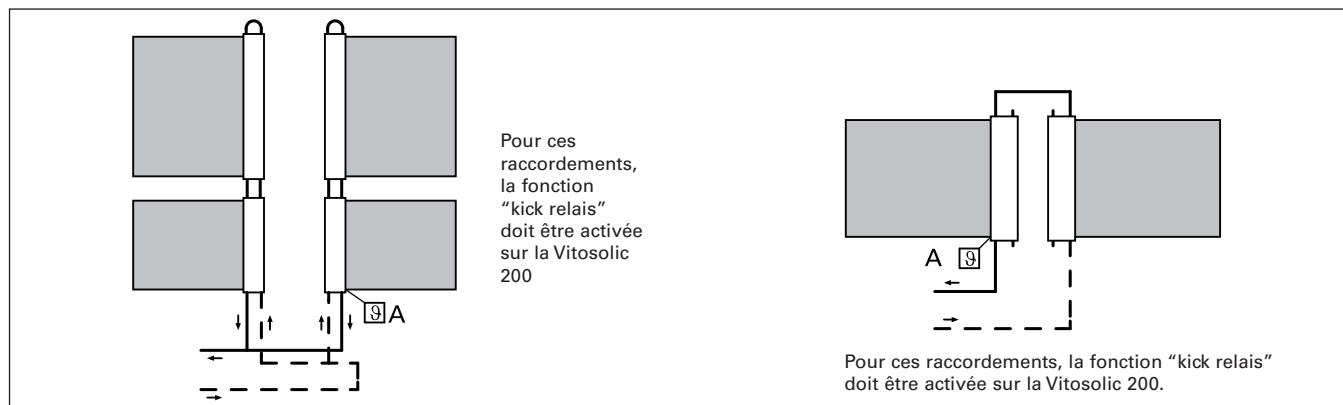
### Vitosol 200-T (toit à versants, toiture-terrasse sur montants)

#### • Raccordement sur le même côté et par le bas (variante idéale)



1 batterie de capteurs

2 batteries de capteurs et plus



2 batteries de capteurs et plus (> 4m<sup>2</sup>)

Raccordement sur les deux côtés (circulation)

# Etude de projet

## 3. Equilibrage

L'équilibrage du circuit solaire est un point extrêmement important. Dans le cas où celui-ci n'est pas correctement effectué, cela peut influencer de manière négative et sensible l'efficacité de l'installation.

Ce point est d'autant plus important sur les installations solaires collectives individualisées.

Pour assurer un équilibrage correct du champ de capteurs, on évitera le raccordement selon le principe dit «de Tichelmann» pour les très grands champs de capteur, et on utilisera plutôt des vannes d'équilibrage de débit (statiques ou dynamiques).

Cependant en cas d'utilisation de vannes, l'efficacité de l'opération est directement liée à la précision des vannes et à la pertinence du réglage.

C'est pourquoi on s'assurera de la qualité des vannes, de la précision du dimensionnement et donc de l'autorité sur les vannes.

De plus **les organes d'équilibrage devront résister aux hautes températures du réseau primaire** (fluide caloporteur) **et nécessairement être positionnés dans les parties communes** afin de garantir la maintenance de l'installation et pouvoir intervenir rapidement et facilement.

## 4. Pertes de charge de l'installation solaire

- Le débit volumique spécifique pour les capteurs est déterminé par le type de capteur et le mode de fonctionnement prévu de la batterie de capteurs. Le type de montage des capteurs détermine les pertes de charge de la batterie de capteurs.
- Le débit volumique total de l'installation solaire est obtenu en multipliant le débit volumique spécifique par la surface de l'absorbeur. En intégrant la vitesse de flux requise comprise entre 0,4 et 0,7 m/s, on en déduit le diamètre de la conduite.
- Une fois le diamètre de la conduite déterminé, on calcule les pertes de charge de cette dernière (en mbar/m).
- Il faut également inclure dans le calcul les échangeurs de chaleur externes. Dans le cas d'échangeurs de chaleur à tubes lisses internes, la perte de charge est beaucoup plus faible et elle est négligeable sur les installations solaires ayant une surface de capteurs de 20 m<sup>2</sup> maxi.
- Les pertes de charge des autres composants du circuit solaire sont à reprendre dans leur documentation technique et doivent être incluses dans le calcul général.
- Lors du calcul des pertes de charge, il faut prendre en compte le fait que le fluide caloporteur a une viscosité différente de celle de l'eau. Les propriétés hydrauliques s'équilibrent lorsque la température du fluide augmente. A faibles températures proches du point de congélation, la viscosité élevée du fluide caloporteur peut nécessiter une puissance de pompe environ 50 % supérieure à celle nécessaire pour l'eau. A partir d'une température de fluide d'environ 50°C, la différence de viscosité devient négligeable.

# Etude de projet

## 5. Vitesse de flux

Afin d'obtenir les pertes de charge les plus faibles possibles dans l'installation solaire, la vitesse de flux dans le tube de cuivre ne doit pas dépasser 1 m/s. Nous recommandons des vitesses de flux comprises entre **0,4 et 0,7 m/s**.

Avec ces vitesses de flux, les pertes de charge sont comprises entre 1 et 2,5 mbar/m de conduite.

### Remarque

*Une vitesse de flux plus élevée accroît les pertes de charge, alors qu'une vitesse nettement plus faible rend la purge d'air plus difficile.*

L'air qui s'accumule au niveau du capteur doit être dirigé vers le bas via la conduite de départ solaire, vers le purgeur d'air. Pour l'installation de capteurs, nous recommandons de dimensionner les tubes comme dans une installation de chauffage usuelle en fonction du débit volumique et de la vitesse du flux (voir le tableau ci-dessous). On obtient différentes vitesses de flux en fonction du débit volumique et de la dimension des tubes.

		Vitesse d'écoulement m/s												
Débit volumique		Dimension des tubes cuivre										Dimension des tubes acier noir		
I/h	I/min	DN 10 12x1	DN 12 14x1	DN 13 15x1	DN 14 16x1	DN 16 18x1	DN 20 22x1	DN 25 28x1,5	DN 32 35x1,5	DN 40 42x1	DN 50 52x1	Dint 69,7 76,1x3,2	Dint 82,5 88,9x3,2	Dint 94,4 101,6x3,6
100	1,67	0,35	0,25	0,21	0,18	0,14	0,09	0,06	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00
125	2,08	<b>0,44</b>	0,31	0,26	0,23	0,17	0,11	0,07	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,00
150	2,50	<b>0,53</b>	0,37	0,31	0,27	0,21	0,13	0,08	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01
175	2,92	<b>0,62</b>	<b>0,43</b>	0,37	0,32	0,24	0,15	0,10	0,06	0,04	0,02	0,01	0,01	0,01
200	3,33	<b>0,71</b>	<b>0,49</b>	<b>0,42</b>	0,36	0,28	0,18	0,11	0,07	0,04	0,03	0,01	0,01	0,01
250	4,17	0,88	<b>0,61</b>	<b>0,52</b>	<b>0,45</b>	0,35	0,22	0,14	0,09	0,06	0,04	0,02	0,01	0,01
300	5,00	1,06	0,74	<b>0,63</b>	<b>0,54</b>	<b>0,41</b>	0,27	0,17	0,10	0,07	0,04	0,02	0,02	0,01
350	5,83	1,24	0,86	0,73	<b>0,63</b>	<b>0,48</b>	0,31	0,20	0,12	0,08	0,05	0,03	0,02	0,01
400	6,67	1,41	0,98	0,84	<b>0,72</b>	<b>0,55</b>	0,35	0,23	0,14	0,09	0,06	0,03	0,02	0,02
450	7,50	1,59	1,11	0,94	0,81	<b>0,62</b>	<b>0,40</b>	0,25	0,16	0,10	0,06	0,03	0,02	0,02
500	8,33	1,77	1,23	1,05	0,90	<b>0,69</b>	<b>0,44</b>	0,28	0,17	0,11	0,07	0,04	0,03	0,02
600	10,00	2,12	1,47	1,26	1,08	0,83	<b>0,53</b>	0,34	0,21	0,13	0,08	0,04	0,03	0,02
700	11,67	2,48	1,72	1,46	1,26	0,97	<b>0,62</b>	<b>0,40</b>	0,24	0,15	0,10	0,05	0,04	0,03
800	13,33	2,83	1,96	1,67	1,44	1,11	<b>0,71</b>	<b>0,45</b>	0,28	0,18	0,11	0,06	0,04	0,03
900	15,00	3,18	2,21	1,88	1,62	1,24	0,80	<b>0,51</b>	0,31	0,20	0,13	0,07	0,05	0,04
1000	16,67	3,54	2,46	2,09	1,80	1,38	0,88	<b>0,57</b>	0,35	0,22	0,14	0,07	0,05	0,04
1500	25,00	5,31	3,68	3,14	2,71	2,07	1,33	0,85	<b>0,52</b>	0,33	0,21	0,11	0,08	0,06
2000	33,33	7,07	4,91	4,19	3,61	2,76	1,77	1,13	<b>0,69</b>	<b>0,44</b>	0,28	0,15	0,10	0,08
2500	41,67	8,84	6,14	5,23	4,51	3,45	2,21	1,41	0,86	<b>0,55</b>	0,35	0,18	0,13	0,10
3000	50,00	10,61	7,37	6,28	5,41	4,14	2,65	1,70	1,04	<b>0,66</b>	<b>0,42</b>	0,22	0,16	0,12
3500	58,33	12,38	8,60	7,32	6,32	4,84	3,09	1,98	1,21	0,77	<b>0,50</b>	0,25	0,18	0,14
4500	75,00	15,92	11,05	9,42	8,12	6,22	3,98	2,55	1,55	0,99	<b>0,64</b>	0,33	0,23	0,18
5500	91,67	19,45	13,51	11,51	9,92	7,60	4,86	3,11	1,90	1,22	0,78	<b>0,40</b>	0,29	0,22
6500	108,33	22,99	15,96	13,60	11,73	8,98	5,75	3,68	2,25	1,44	0,92	<b>0,47</b>	0,34	0,26
7500	125,00	26,53	18,42	15,70	13,53	10,36	6,63	4,24	2,59	1,66	1,06	<b>0,55</b>	0,39	0,30
8500	141,67	30,06	20,88	17,79	15,34	11,74	7,52	4,81	2,94	1,88	1,20	<b>0,62</b>	<b>0,44</b>	0,34
9000	150,00	31,83	22,10	18,83	16,24	12,43	7,96	5,09	3,11	1,99	1,27	<b>0,66</b>	<b>0,47</b>	0,36
10000	166,67	35,37	24,56	20,93	18,04	13,82	8,84	5,66	3,45	2,21	1,41	<b>0,73</b>	<b>0,52</b>	<b>0,40</b>
11000	183,33	38,90	27,02	23,02	19,85	15,20	9,73	6,22	3,80	2,43	1,56	0,80	<b>0,57</b>	<b>0,44</b>
12000	200,00	42,44	29,47	25,11	21,65	16,58	10,61	6,79	4,14	2,65	1,70	0,87	<b>0,62</b>	<b>0,48</b>

# Etude de projet

## 6. Canalisations et robinetterie : dimensionnement des conduites

Le diamètre des conduites est déterminé par la formule suivante :  $D_i = 33,3 \times [Q / (\rho \times \pi)]^{1/2}$

**D<sub>i</sub>** : diamètre intérieur (mm)

**Q** : débit nominal (l/h)

**ρ** : masse volumique du fluide caloporteur (kg/m<sup>3</sup>)

Le dimensionnement devra tenir compte du débit de fluide désiré, des pertes de charge admissibles.

- Utiliser un tube en acier inoxydable ou un tube en cuivre disponible dans le commerce ainsi que des raccords en laiton rouge. Les tubes en acier galvanisé sont proscrits.
- Pour les conduites solaires, les joints d'étanchéité métalliques (raccords filetés à bague coupante et de serrage ou raccords filetés coniques) sont adaptés. Si d'autres types de joints sont utilisés, par ex. des joints plats, le fabricant doit garantir une résistance suffisante au glycol, à la pression et à la température.
- Ne pas utiliser :
  - de téflon (résistance insuffisante au glycol)
  - de chanvre (imperméabilité insuffisante au gaz)
- L'isolation thermique des parties des canalisations situées à l'extérieur des bâtiments sera particulièrement soignée pour résister aux intempéries, aux UV et aux agressions extérieures. Les matériaux calorifuges prévus doivent résister aux températures de service attendues et être protégés de manière durable contre l'influence de l'humidité. Certains matériaux isolants à pores ouverts à forte dissipation thermique sont difficiles à protéger contre l'humidité issue de la condensation. Les versions haute température des conduites d'isolation à alvéoles fermées

sont quant à elles certes suffisamment résistantes à l'humidité, mais ont une température maximale d'utilisation d'environ 170°C. Or, au niveau des tuyauteries de raccordement sur le capteur, des températures allant jusqu'à 200°C (capteur plan) peuvent être atteintes, elles sont encore bien plus élevées pour les capteurs à tubes sous vide. L'isolant s'incruste à des températures supérieures à 170°C. La zone d'incrustation se limite cependant à quelques millimètres directement sur le tube. Cette surcharge ne se produit que brièvement et n'entraîne pas d'autre danger pour les autres composants. L'isolation des conduites solaires placées à l'air libre doit être protégée contre les dégradations dues aux coups de bec d'oiseaux, aux morsures de rongeurs et au rayonnement ultra-violet.

- En règle générale, les conduites en cuivre subissent un brasage dur ou sont estampées dans le circuit solaire. Les brasages tendres peuvent, en raison de la proximité du capteur, être fragilisés en raison des températures élevées. Les liaisons d'étanchéité métalliques sont les mieux adaptées, ainsi que les raccords filetés à bague de serrage ou les raccords emboîtables Viessmann avec doubles joints toriques.
- Les conduites solaires doivent passer dans une ouverture de toit appropriée (ventilation)
- Tous les composants à utiliser doivent résister au fluide caloporteur.

- Prendre en compte les différences de température élevées dans le circuit solaire lors de la fixation et du positionnement des conduites. Sur les sections de tube pouvant être alimentées avec de la vapeur, il faut prévoir des différences de température pouvant aller jusqu'à 200 K, la plupart du temps de 120 K.
- Afin d'éviter tout problème lié à la dilatation, des lyres et compensateurs devront être mis en place si nécessaire.

# Etude de projet

## 7. Purge

Une purge d'air parfaite du circuit solaire est la condition sine qua none pour un fonctionnement optimal et sans problème de l'installation solaire.

La présence d'air dans le circuit solaire entraîne le développement de bruits, de corrosion et compromet l'irrigation sécurisée des capteurs ou des différentes batteries de capteurs. La transmission de l'énergie solaire s'en trouve alors perturbée. De plus, elle entraîne une oxydation accélérée des fluides caloporteurs organiques (par ex. les mélanges eau/glycol disponibles dans le commerce) et favorise la formation de boues.

Pour purger l'air hors du circuit solaire, on utilise soit des :

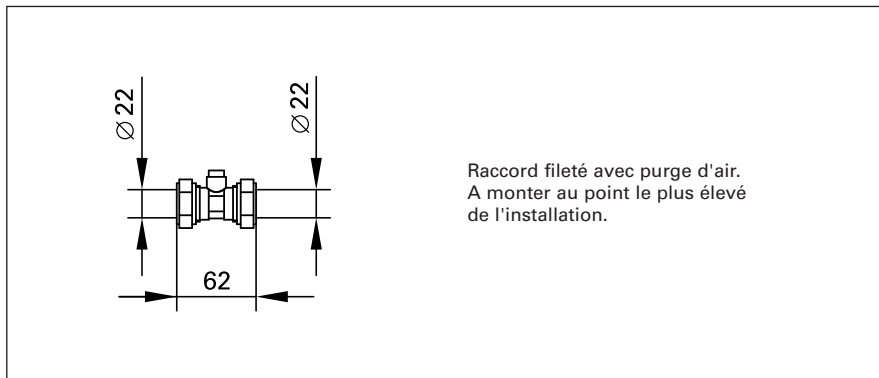
- Purgeurs d'air manuels avec bouteille de purge en chaufferie
- Purgeurs d'air automatiques
  - Purgeur d'air rapide
  - Séparateur d'air

Etant donné que la purge d'installations solaires contenant du fluide caloporteur est plus longue que celles d'installations contenant de l'eau, nous recommandons une purge d'air automatique pour ces systèmes.

Les purgeurs d'air sont installés dans le local/chaufferie, à un endroit accessible dans la conduite de départ solaire, avant l'entrée dans l'échangeur de chaleur ou le ballon.

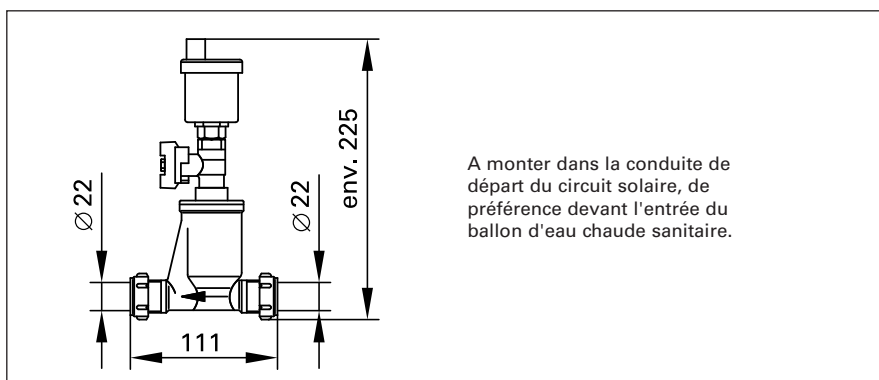
Lors du montage et du raccordement de batteries de capteurs de grandes tailles, la purge d'air de l'installation peut être optimisée en mettant en place un pot de purge au niveau des capteurs. Les bulles d'air se trouvant dans les capteurs peuvent ainsi être supprimées plus aisément, évitant des problèmes d'irrigation dans les batteries.

De plus, tous les points hauts devront être évités et dans le cas contraire, ils devront être équipés de purgeurs.



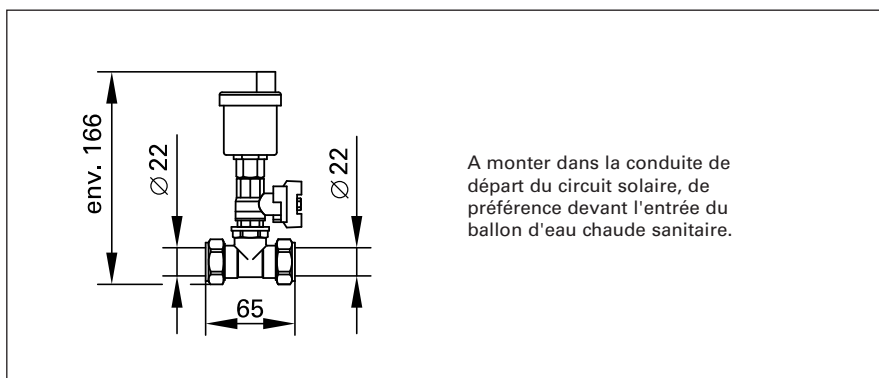
Raccord fileté avec purge d'air.  
A monter au point le plus élevé de l'installation.

**Purgeur d'air**



A monter dans la conduite de départ du circuit solaire, de préférence devant l'entrée du ballon d'eau chaude sanitaire.

**Séparateur d'air**



A monter dans la conduite de départ du circuit solaire, de préférence devant l'entrée du ballon d'eau chaude sanitaire.

**Purgeur d'air automatique**



# Etude de projet

## IV. Circuit solaire (Circuit primaire)

### 1. Fluide solaire

Le fluide caloporteur ne doit pas être exposé en continu à des températures supérieures à 170°C. Des températures élevées associées à des substances extérieures comme l'oxygène, les pailles et les copeaux peuvent entraîner la décomposition du fluide caloporteur, reconnaissable à sa coloration foncée. Ceci peut être à l'origine d'une accumulation de boues et d'un encrassement du circuit solaire. C'est pourquoi, une fois le remplissage de fluide caloporteur effectué dans l'installation, il faut s'assurer que **l'installation soit :**

#### 1° correctement purgée et

**2° que la chaleur soit dissipée par le système** en évitant de longues durées de stagnation, ceci étant possible grâce à un bon dimensionnement de l'installation et à la mise en place de dispositifs de sécurité adaptés.

### Conditions de protection du fluide caloporteur

En cas d'arrêt de l'installation, les dispositions suivantes doivent être garanties et adaptées au système hydraulique :

- Le fluide caloporteur doit pouvoir être expulsé hors des capteurs de la manière la plus complète possible. Les premières bulles de vapeur qui se forment lorsque la température d'ébullition est atteinte doivent pouvoir être évacuées le plus aisément possible
- Le fluide caloporteur doit pouvoir être stocké dans le vase d'expansion ou dans le réservoir amont.
- Un bac de rétention doit être installé afin de récupérer le fluide. Le nom et le type de fluide utilisé devra clairement apparaître sur ce bac.

### Contrôle du fluide caloporteur

La qualité du fluide caloporteur doit être contrôlé au moins une fois par an (mesure du pH, aspect) dans le cadre de l'entretien de l'installation solaire. Dans le cas où le pH ne serait pas celui attendu ou au cas où le fluide semblerait avoir subi une détérioration, il conviendra d'opérer à un remplacement du fluide de l'installation.

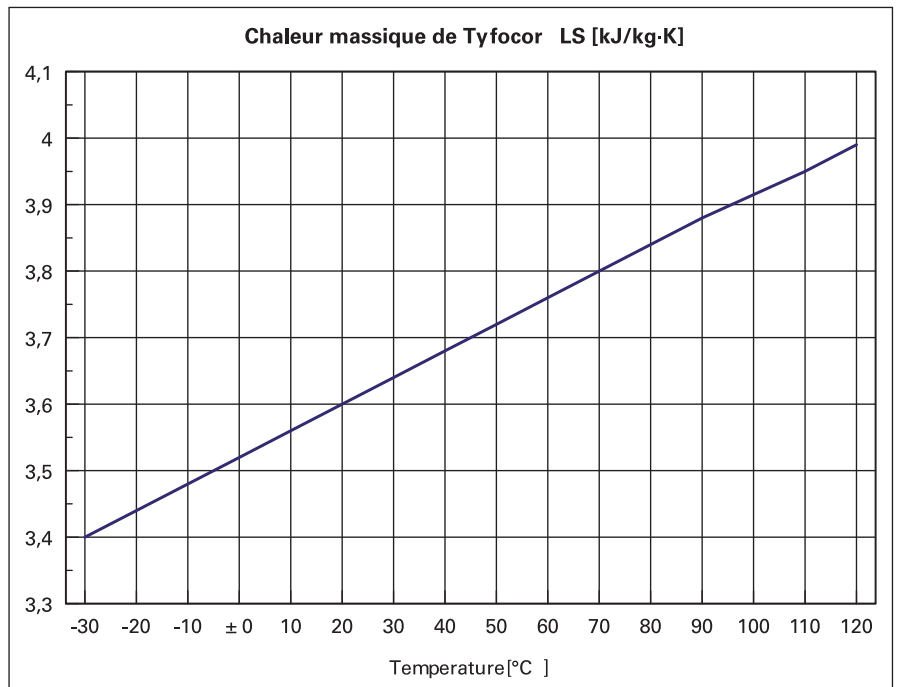
### Fluide Viessmann

Le fluide solaire préconisé par Viessmann est le Tyfocor LS. Ce fluide caloporteur, à évaporation contrôlée, est prêt à l'emploi. Il est à base de 1,2-Propylèneglycol,

d'eau et d'inhibiteurs pour protéger durablement contre la corrosion, le vieillissement et les incrustations (pH compris entre 9 et 10,5).

Tyfocor LS	
Aspect	Liquide rouge fluorescent
Densité (20°C)	g/cm <sup>3</sup> 1,032 – 1,035
Indice de réfraction nD20	1,380 – 1,384
Valeur pH	9.0 – 10,5
Réserve d'alcalinité	Min 20 ml 0,1 n HCl
Viscosité (20°C)	mm <sup>2</sup> /s 4,5 – 5,5
Point d'ébullition	°C 102 – 105
Point d'éclair	Non inflammable
Teneur en eau	% 55 – 58
Protection contre le gel	°C - 28

### Chaleur massique du Tyfocor LS (KJ/kg.K)



**Le Tyfocor LS est miscible avec le Tyfocor G-LS (commercialisé précédemment par Viessmann) mais ne doit pas être mélangé avec d'autres fluides caloporteurs ni dilué à l'eau afin de garder ses qualités. Les pertes de fluide sont à combler avec du fluide LS.**

Ces deux fluides solaires (LS et G-LS) possèdent un avis positif de l'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments relatif à l'inscription en liste A pour le traitement thermique en simple échange dans les eaux destinées à la consommation humaine.

# Etude de projet

## 2. Stagnation et vase d'expansion

### **a. Le phénomène de stagnation dans les installations solaires**

Tous les dispositifs de sécurité d'une installation solaire doivent être dimensionnés pour les cas de stagnation. En effet, si la dissipation de chaleur n'est plus possible dans le système alors que le rayonnement solaire agit sur la batterie de capteurs, la pompe du circuit solaire est mise à l'arrêt et l'installation solaire passe en stagnation.

Des arrêts de l'installation, dus par exemple à des défauts ou à une fausse manœuvre, doivent également être pris en compte. Cela entraîne une augmentation de la température jusqu'à la température maximale des capteurs. Dans les capteurs, des températures qui dépassent le point d'ébullition du fluide caloporteur sont alors atteintes.

### **b. Sécurité en cas de stagnation**

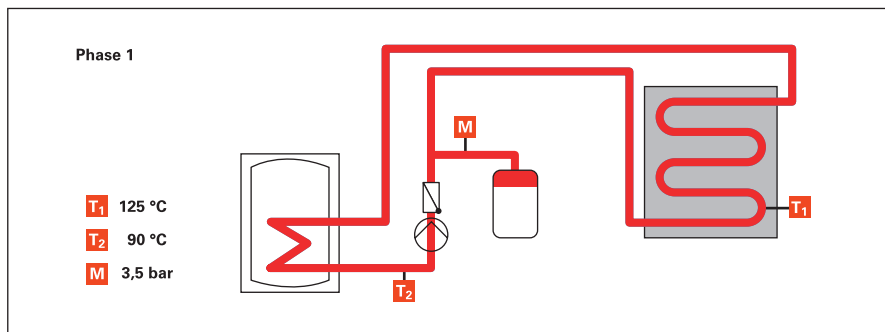
En cas de stagnation, les installations solaires doivent présenter une sécurité intrinsèque, selon les règles applicables. Sécurité intrinsèque signifie que :

- L'installation solaire ne doit pas être endommagée en cas de stagnation.
- L'installation solaire ne doit pas présenter un danger en cas de stagnation.
- L'installation solaire doit se remettre en marche automatiquement une fois la stagnation terminée.

- Les capteurs et les conduites doivent être dimensionnés pour les températures prévues en cas de stagnation.

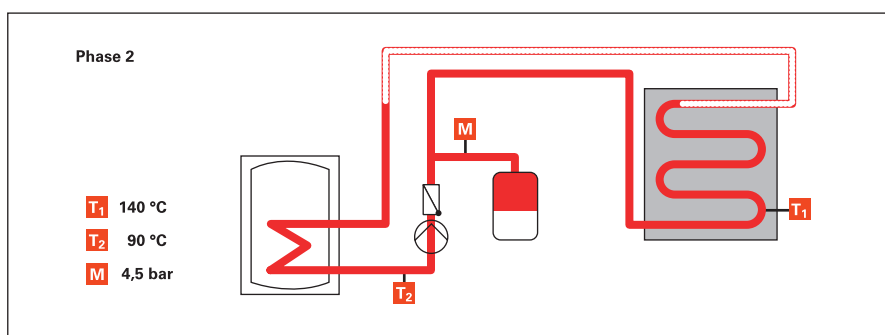
C'est pourquoi, en cas de stagnation, une pression d'installation réduite est un avantage : Une surpression d'**1 bar** (lors du remplissage et à une température de fluide caloporteur d'env. 20°C) sur le capteur est suffisante.

# Etude de projet



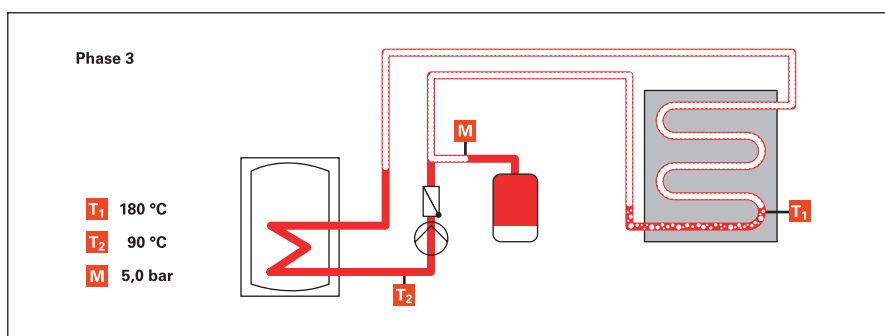
## Phase 1 : Expansion du fluide

La stagnation commence par l'arrêt de la pompe primaire alors qu'il y a un rayonnement solaire. Le volume du fluide solaire augmente ainsi que la pression d'environ 1 bar, jusqu'à atteindre la température de vaporisation du fluide



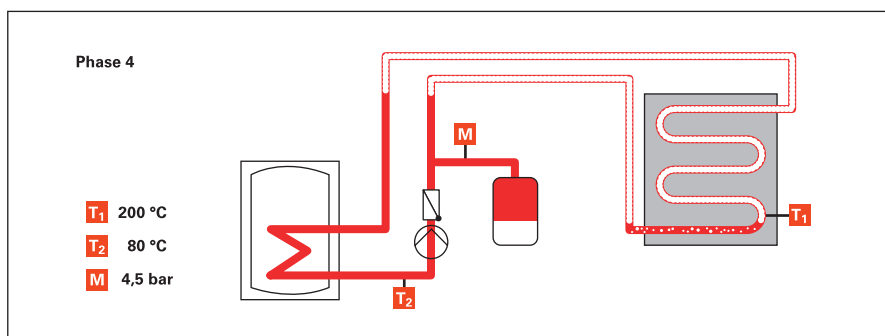
## Phase 2 : Vaporisation du fluide

La température de vaporisation atteinte, de la vapeur se crée dans les capteurs, la pression du système augmente encore. La température du fluide est alors d'environ 140°C.



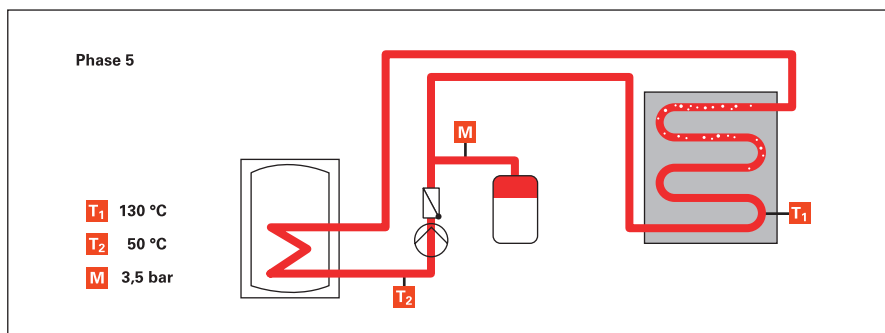
## Phase 3 : Vidange des capteurs

Tant qu'il y a du fluide dans les collecteurs, de la vapeur se produit. Le mélange eau/glycol se concentre donc et le point d'ébullition continu à monter. La pression du système continue à augmenter et atteint son maximum, le fluide s'échauffe jusqu'à une température de 180°C.



## Phase 4 : Surchauffe

Du fait de la concentration du fluide, de moins en moins d'eau s'évapore. Il s'en suit une augmentation du point de vaporisation et donc de la température dans les capteurs. Ainsi la puissance des capteurs diminue, la vapeur du système revient. La pression augmente, la température dans les capteurs atteint la température de stagnation. Cet état perdure jusqu'à ce qu'il n'y ait plus suffisamment de rayonnement solaire pour maintenir la température de stagnation.



## Phase 5 : Remplissage des capteurs

La température et la pression dans les capteurs s'abaissent dès que le rayonnement solaire diminue. La vapeur se condense et le fluide solaire reprend place dans les capteurs. Lorsque le fluide arrive sur des capteurs surchauffés, il peut se produire de légers dégagements de vapeur.

# Etude de projet

## c. Puissance de production de vapeur

La puissance de production de vapeur est une valeur décisive lors de l'étude du maintien de pression et des dispositifs de sécurité. Celle-ci indique la puissance de la batterie de capteurs qui, en cas de stagnation, est transmise aux conduites sous forme de vapeur (voir schéma "stagnation" page précédente). La puissance de production de vapeur maximale est influencée par le comportement de purge des capteurs et de la batterie.

Différentes puissances de production de vapeur sont obtenues **en fonction du type de capteur et du raccordement hydraulique** (voir l'illustration suivante).

La longueur de conduite soumise à la vapeur en mode stagnation (**portée de la vapeur**) est calculée à partir de l'équilibre entre :

- la puissance de production de vapeur de la batterie de capteurs et
- les déperditions calorifiques de la conduite.

Les valeurs suivantes, issues de la pratique, sont utilisées pour la puissance dissipée par une tuyauterie de circuit solaire isolée constituée de tubes de cuivre :

Dimensions	Déperditions calorifiques en W/m
12 x 1 / 15 x 1 / 18 x 1	25
22 x 1/28 x 1,5	20

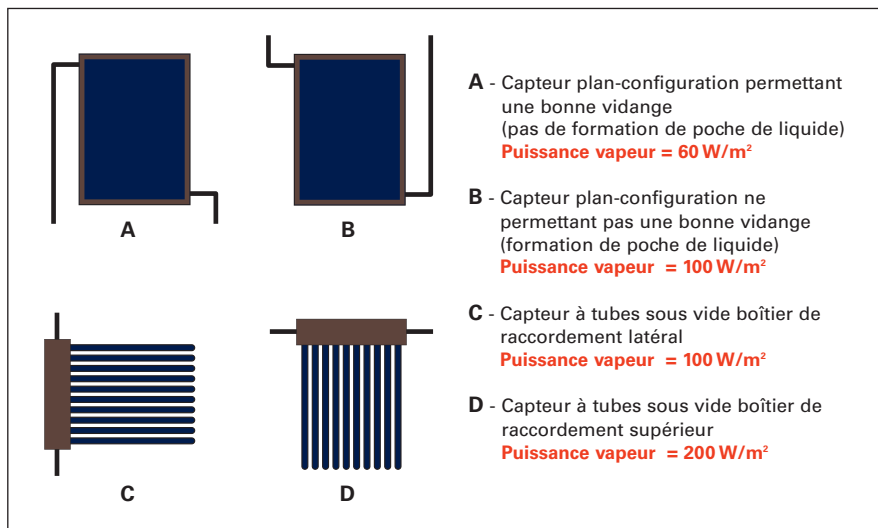
Deux cas se présentent :

- Portée de la vapeur **inférieure** à la longueur de conduite dans le circuit solaire (départ et retour) entre le capteur et le vase d'expansion :

En cas de stagnation, la vapeur ne peut pas atteindre le vase d'expansion. Pour le dimensionnement du vase d'expansion, le volume déplacé (batterie de capteurs et conduite remplie de vapeur) doit être pris en compte.

- Portée de la vapeur **supérieure** à la longueur de conduite dans le circuit solaire (départ et retour) entre le capteur et le vase d'expansion :

Planification d'un parcours de refroidissement ou d'un vase amont pour protéger la membrane du vase d'expansion contre toute surcharge thermique (voir illustrations suivantes). Dans ce parcours de refroidissement, la vapeur se condense à nouveau et amène la température du fluide caloporteur ainsi condensé à moins de 70°C.

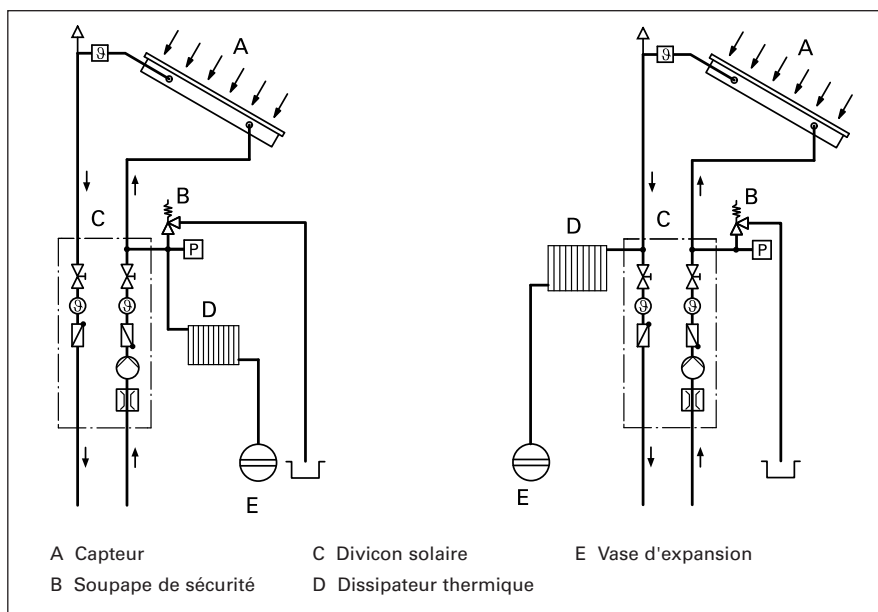


### Vase d'expansion et dissipateur thermique dans le retour.

La vapeur peut se répandre dans le départ et le retour.

### Vase d'expansion et dissipateur thermique dans le départ.

La vapeur ne peut se répandre que dans le départ.



La puissance de refroidissement résiduelle requise est déterminée à partir de la différence entre la puissance de production de vapeur de la batterie de capteurs et la puissance de distribution de chaleur des conduites jusqu'au point de raccordement du vase d'expansion et du dissipateur thermique.

Le programme "SOLSEC" mis au point par Viessmann, propose trois options :

- une tuyauterie non isolée suffisamment longue en dérivation vis-à-vis du vase d'expansion
- un vase amont suffisamment grand, par rapport à la puissance de refroidissement
- un dissipateur thermique de stagnation correctement dimensionné

### Remarque

Pour le calcul de la puissance de refroidissement résiduelle et le dimensionnement du dissipateur thermique, vous trouverez sur le site [www.viessmann.com](http://www.viessmann.com) l'outil Excel "SOLSEC"

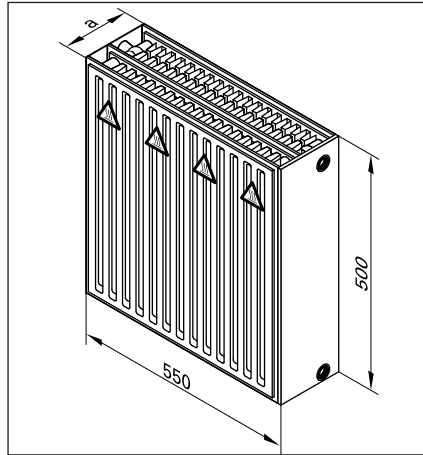
# Etude de projet

## d. dissipateur thermique

Pour le dissipateur thermique, des dissipateurs disponibles dans le commerce dont la puissance est déterminée à 115 K ont été choisis dans l'outil Solsec. Par soucis de clarté, la puissance calorifique est indiquée dans le programme pour 75/65°C.

### Données techniques

Le dissipateur thermique permet la protection des composants système contre toute surtempérature en cas de stagnation et possède une plaque non irriguée en face avant comme protection en cas de contact.



### Remarque

En raison de la température élevée attendue sur la surface, les dissipateurs thermiques pour stagnation Viessmann comprennent, comme protection contre tout contact, une plaque non irriguée. En cas d'utilisation de dissipateurs thermiques disponibles dans le commerce, il faut prévoir une protection contre les contacts et les raccordements doivent être réalisés de manière étanche à la diffusion. Tous les composants doivent pouvoir résister à des températures allant jusqu'à 180°C.

#### • Type 21 :

- Puissance à 75/65°C : 482 W
- Puissance de refroidissement à 140/80°C : 964 W

#### • Type 33 :

- Puissance à 75/65°C : 834 W
- Puissance de refroidissement à 140/80°C : 1668 W

Cote a :

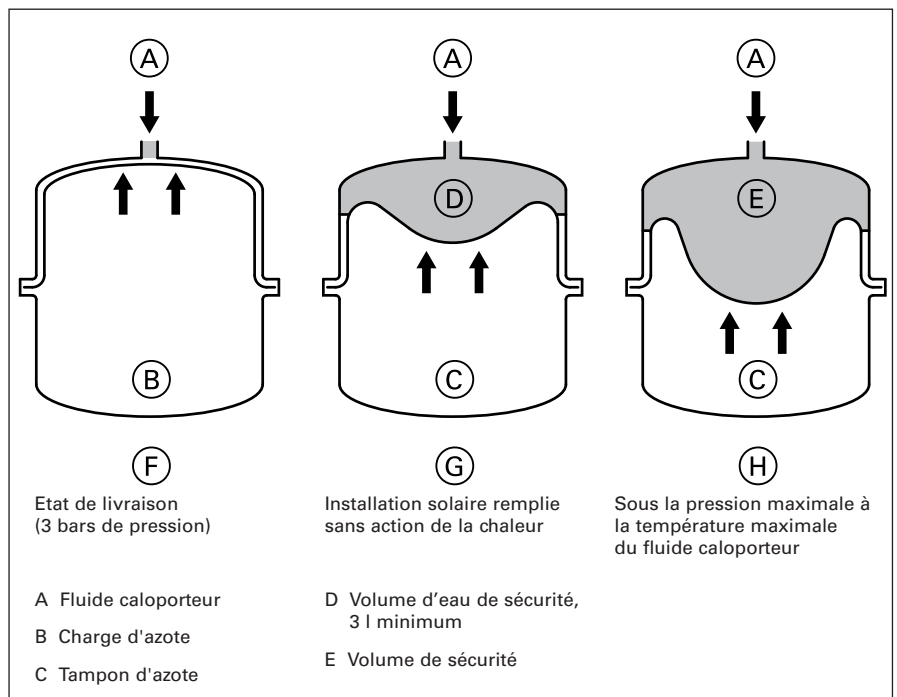
- Type 21 : 105 mm
- Type 33 : 160 mm

## e. constitution et fonctionnement du vase d'expansion à membrane

Un vase d'expansion à membrane est un vase d'expansion fermé dont la chambre à gaz (chargement d'azote) est séparée de la chambre à liquide (fluide caloporteur) par une membrane et dont la pression de gonflage dépend de la hauteur de l'installation.

La pression à froid à l'intérieur des capteurs doit être au minimum de 1 bar. On obtient par ex. une pression d'installation de 1,8 bar à une hauteur statique de 8 m. La pression du vase d'expansion doit être réglée à 0,3 bar de moins que la pression de l'installation.

A l'état chaud, la pression de l'installation augmente de 1 à 2 bars environ. Pour éviter au fluide caloporteur de s'échapper par la soupape de sécurité en cas de formation de vapeur (stagnation), le vase d'expansion doit être dimensionné afin de pouvoir recueillir le volume des capteurs en cas de formation de vapeur.



# Etude de projet

## f. Dimensionnement du vase d'expansion

Une fois la portée de la vapeur déterminée, le vase d'expansion peut être dimensionné.

La portée de la vapeur (m) est égale à :

$$\text{Portée vapeur} = (\text{Surf.}_{\text{capt}} \times P_{\text{vap}}) / \text{Déperdition}_{\text{cond}}$$

**Surf<sub>capt</sub>** : Surface capteur (m<sup>2</sup>)

**P<sub>vap</sub>** : Puissance vapeur fonction du type de capteur et du montage (W/m<sup>2</sup>)  
– voir section précédente.

**Déperdition<sub>cond</sub>** : Déperdition des conduites en W/m

Le volume nécessaire est déterminé par les facteurs suivants :

- Dilatation du fluide caloporteur à l'état liquide
- Réservoir de liquide
- Volume de vapeur attendu en prenant en compte la hauteur statique de l'installation
- Pression de gonflage

$$V_{\text{vase}} = (V_{\text{capt}} + V_{\text{cond}} + V_e + V_s) \cdot C_p$$

**V<sub>vase</sub>** : Volume nominal du vase d'expansion en l

**V<sub>capt</sub>** : Volume total en fluide solaire des capteurs en l

**V<sub>cond</sub>** : Volume des conduites alimentées en vapeur en l (déterminée à partir de la portée de la vapeur et de la capacité de la conduite par m de tube)

**V<sub>e</sub>** : Augmentation du volume du fluide caloporteur à l'état liquide en l

$$V_e = V_a \cdot \beta$$

**V<sub>a</sub>** Volume de l'installation (capacité totale des capteurs, de l'échangeur de chaleur, du divicon solaire et des conduites)

**β** Coefficient de dilatation

β = 0,13 pour le fluide caloporteur Viessmann de -20 à 120°C

**V<sub>s</sub>** : Volume de sécurité dans le vase d'expansion en l

(4 % du volume de l'installation V<sub>a</sub>, 3 l au minimum)

**C<sub>p</sub>** : Coefficient de pression (pe + 1) : (pe - po)

pe Pression maxi. de l'installation au niveau de la soupape de sécurité en bars (90 % de la pression de tarage de la soupape de sécurité)

po Pression en amont de l'installation

po = 1 bar + 0,1 bar/m de hauteur statique

### Exemple :

Pour une installation de 46 m<sup>2</sup> de Vitosol 200-F dans une configuration permettant une bonne vidange des capteurs, la puissance vapeur est de 60 W/m<sup>2</sup>

$$\text{Puissance vapeur} = 60 \times 46 = 2760 \text{ W}$$

Pour des tubes cuivre 22 x 1, les déperditions calorifiques sont de 30 W/m. La longueur de conduite alimentée en vapeur (L) :  
**L = 2760 / 30 = 92 mètres**

### Exemple (suite) :

La longueur de conduite alimentée en vapeur (L) calculée est de 92 mètres

Le volume de vapeur correspondant :

$$V_{\text{cond}} = \pi r^2 \times L ; \text{Ø}_{\text{ext}} = 22 \text{ mm}$$

soit r = 0,01 m

$$V_{\text{cond}} = \pi \times (0,01)^2 \times 92 = 0,028 \text{ m}^3 = 28 \text{ litres}$$

Il faudra prendre en compte les capacités en liquide des composants suivants :

- Capteurs
- Divicon solaire et conduite de pompe solaire
- Echangeur ou module de charge
- Ballon d'eau chaude sanitaire et réservoir tampon d'eau primaire

Pour déterminer le volume de vapeur dans les conduites, il faut prendre en compte la capacité par m de tube

Tube en cuivre	Dim.	12 x 1	15 x 1	18 x 1	22 x 1	28 x 1,5	35 x 1,5	42 x 1,5
		DN10	DN13	DN16	DN20	DN25	DN32	DN40
Capacité	l/m de tube	0,079	0,133	0,201	0,314	0,491	0,804	1,195

Tube annelé en acier inoxydable	Dim.	DN16
Capacité	l/m de tube	0,25

# Etude de projet

## g. Vase d'expansion : Gamme Viessmann

Capacité (litres)	Raccordement	Poids (Kg)	Hauteur (mm)	Ø D (mm)	Pression de prégonflage (bar)
18	R 3/4	7,5	370 (sans pied)	280	3
25	R 3/4	9,1	490 (sans pied)	280	3
40	R 3/4	9,9	520 (sans pied)	354	3
50	R 1	12,3	505	409	3
80	R 1	18,4	566	480	3
100	R 1	20,5	680	512	1,5
140	R 1	28,6	890	512	1,5
200	R 1	36,7	785	634	1,5
250	R 1	45	915	634	1,5
300	R 1	52	1085	634	1,5
400	R 1	65	1075	740	1,5
500	R 1	79	1295	740	1,5

## h. Vase amont

Les réservoirs amont protègent le vase d'expansion de la surchauffe en cas de stagnation. Leur montage est conseillé si la capacité des conduites entre la batterie

de capteurs et le vase d'expansion est inférieure à 50 % de la capacité du vase d'expansion correctement dimensionné.

Si la longueur totale des conduites est inférieure à 10 m ou dans le cas des chaufferies en toiture, nous recommandons d'installer un réservoir amont.

## 3. Organe de sécurité

### a. Soupape de sécurité

Du fluide caloporteur s'échappe de l'installation solaire via la soupape de sécurité si la pression maximale admissible de l'installation (6 bars) est dépassée. La pression de tarage de la soupape de sécurité est égale à la pression maxi. de l'installation +10 %.

La soupape de sécurité doit être dimensionnée selon EN 12975 et 12977, être adaptée à la puissance calorifique des capteurs et pouvoir évacuer leur puissance maxi. de 900 W/m<sup>2</sup>. Les conduites de décharge et d'évacuation doivent déboucher dans un réservoir ouvert pouvant contenir au moins l'ensemble de la capacité des capteurs.

Il ne faut utiliser que des soupapes de sécurité dimensionnées pour 6 bars maxi. et 120°C qui comportent la lettre caractéristique "S" (solaire) dans leur code d'identification.

Surface de l'absorbeur en m <sup>2</sup>	Taille de la soupape (taille de la section d'entrée) DN
40	15
80	20
160	25

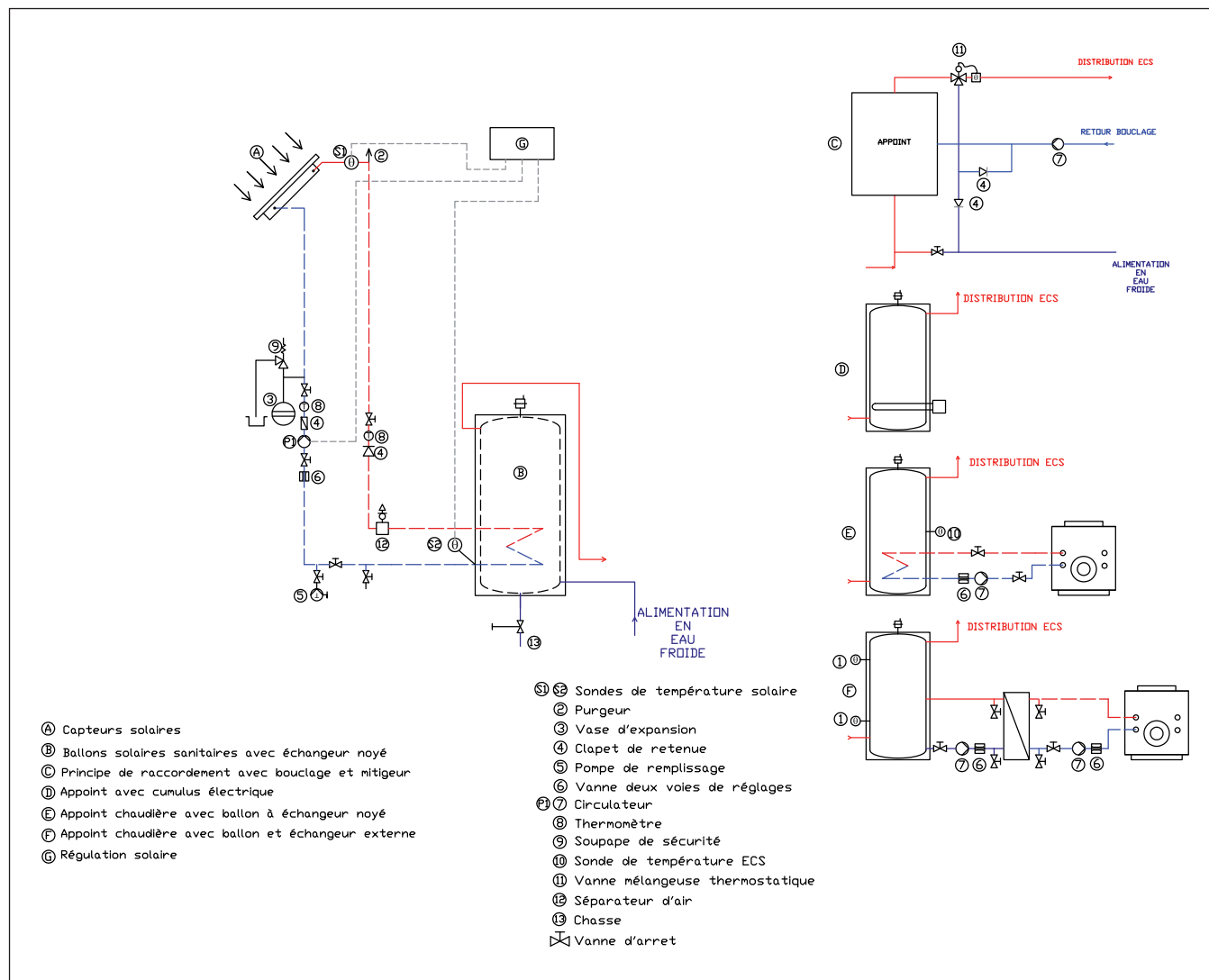
### b. Limiteur de température

Les régulations solaires Vitosolic 100 et 200 disposent d'une limitation électronique de la température. Cependant, si le volume de stockage est inférieur à 40 litres par m<sup>2</sup> de surface d'absorbeur, le montage d'un limiteur de température de sécurité dans le ballon de stockage est indispensable. Cela permet d'éviter que des températures supérieures à 95°C ne soient atteintes dans ce dernier.

# Etude de projet

## V. Divicon solaire et modules de charge

### 1. Charge sanitaire : Ballon de stockage ECS à échangeur noyé (surfaces de capteurs < 25 m<sup>2</sup>)



Dans ce cas, il n'y a pas d'échangeur externe. On devra donc uniquement mettre en place la pompe de charge ainsi que les éléments de sécurité. Chez Viessmann, l'ensemble de ces éléments est regroupé dans le Divicon solaire afin de simplifier le montage. Selon la taille du champ de capteur ont choisira le modèle adéquat.

#### a. Dimensionnement du divicon solaire / de la pompe de charge

En cas de débit et de pertes de charge de l'ensemble de l'installation solaire

connus, il est possible de sélectionner la pompe à l'aide des courbes des pompes fournies par le fabricant.

Les pompes à plusieurs allures, qui peuvent être adaptées à l'installation par commutation ou modification de la vitesse sur la Vitosolic (Régulation solaire Viessmann), sont les mieux adaptées.

#### Remarque

Le Divicon solaire et l'ensemble de pompe solaire ne sont pas adaptés au contact direct avec l'eau de piscine.

Un Divicon solaire et un ensemble de pompe solaire sont requis pour les installations ayant un deuxième circuit solaire ou un circuit de bypasse. Si l'ensemble de pompe doit être placé à droite du Divicon sur les installations ayant un circuit de bypasse, la pompe du Divicon fait office de pompe de bypasse et celle de l'ensemble de pompe sert de pompe du circuit solaire. Dans ce cas, monter le groupe de sécurité sur l'ensemble de pompe. L'ensemble de pompe solaire existe dans les versions suivantes : Type P10 et Type P20.



# Etude de projet

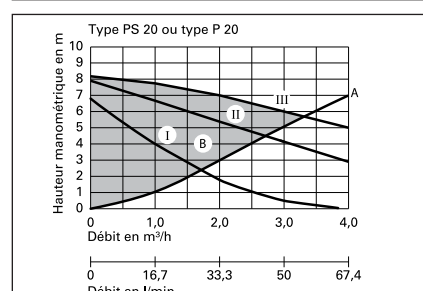
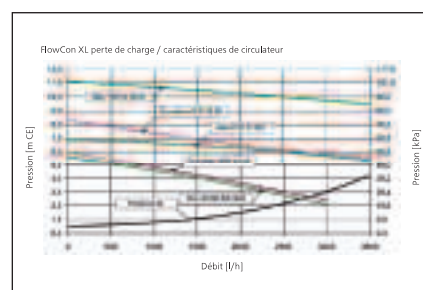
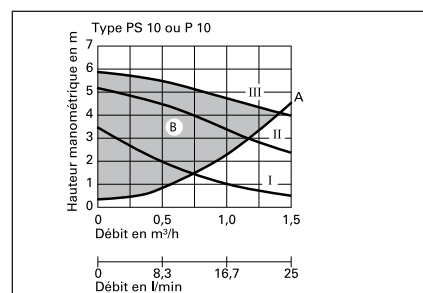
Surface de l'absorbeur en m <sup>2</sup>	Débit volumique spécifique en l/(h.m <sup>2</sup> )						
	25	30	35	40	50	60	80
	Fonctionnement low-flow	Fonctionnement high-flow					
	Débit volumique en l/min						
2	0,83	1,00	1,17	1,33	1,67	2,00	2,67
3	1,25	1,50	1,75	2,00	2,50	3,00	4,00
4	1,67	2,00	2,33	2,67	3,33	4,00	5,33
5	2,08	2,50	2,92	3,33	4,17	5,00	6,67
6	2,50	3,00	3,50	4,00	5,00	6,00	8,00
7	2,92	3,50	4,08	4,67	5,83	7,00	9,33
8	3,33	4,00	4,87	5,33	6,67	8,00	10,67
9	3,75	4,50	5,25	6,00	7,50	9,00	12,00
10	4,17	5,00	5,83	6,67	8,33	10,00	13,33
12	5,00	6,00	7,00	8,00	10,00	12,00	16,00
14	5,83	7,00	8,17	9,33	11,67	14,00	18,67
16	6,67	8,00	9,33	10,67	13,33	16,00	21,33
18	7,50	9,00	10,50	12,00	15,00	18,00	24,00
20	8,33	10,00	11,67	13,33	16,67	20,00	26,67
25	10,42	12,50	14,58	16,67	20,83	25,00	33,33
30	12,50	15,00	17,50	20,00	25,00	30,00	-
35	14,58	17,50	20,42	23,33	29,17	35,00	-
40	16,67	20,00	23,33	26,67	33,33	-	-
50	20,83	25,00	29,17	33,33	-	-	-
60	25,00	30,00	35,00	-	-	-	-
70	29,17	35,00	-	-	-	-	-
80	33,33	-	-	-	-	-	-

Utilisation du type PS10 ou P10, à une hauteur manométrique résiduelle de 150 mbar (≈ 1,5 mCE)  
 Utilisation du type PS20 ou P20, à une hauteur manométrique résiduelle de 260 mbar (≈ 2,6 mCE)

## b. Données techniques

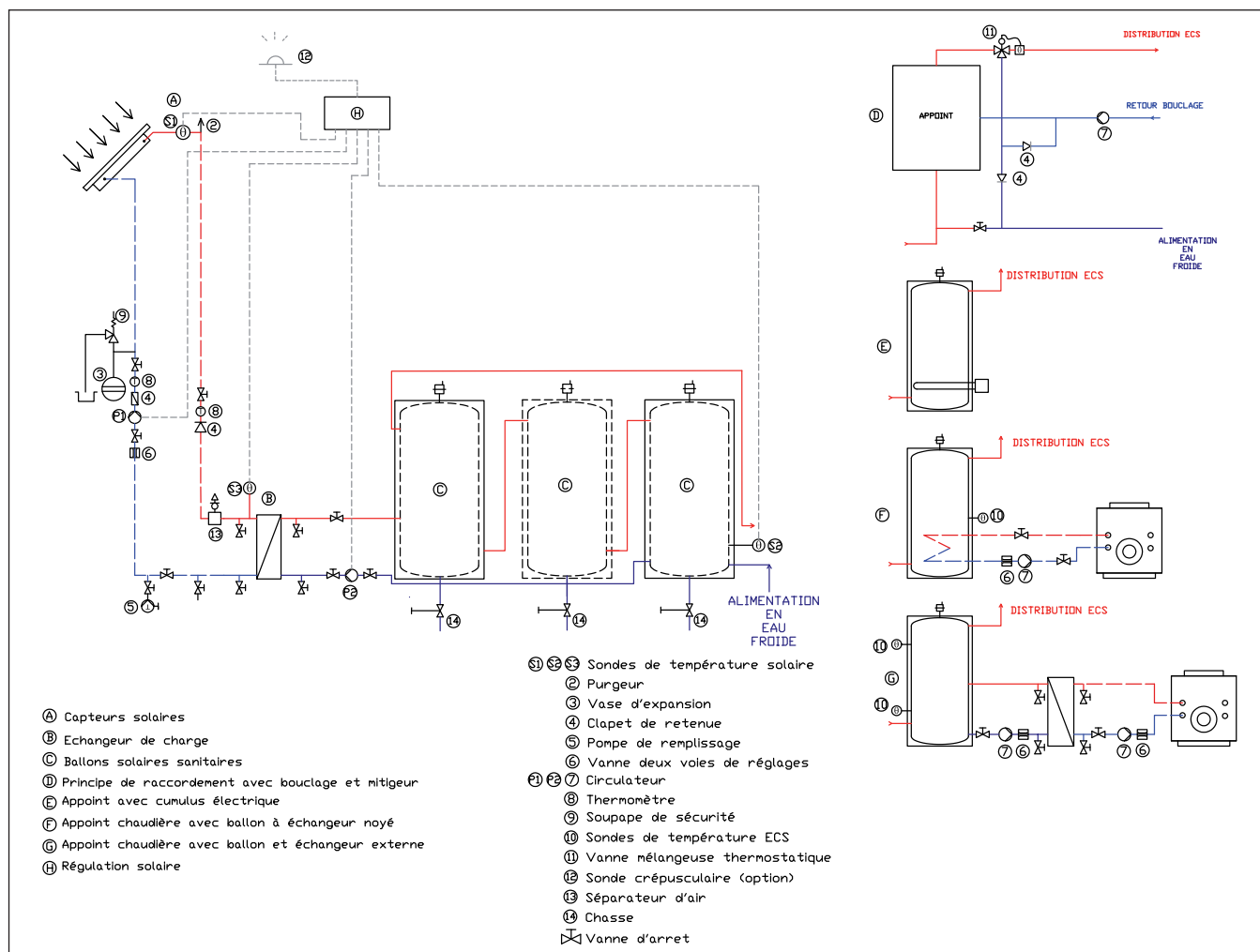
Divicon solaire	type	PS10	PS20	PS30
Ensemble de pompe solaire	type	P10	P20	
Pompe (Grundfos)		26-60	25-80	32 -80
Tension nominale	V ~	230	230	230
Puissance absorbée aux allures I, II, III	W	I 40 II 60 III 75	I 130 II 180 III 195	I 145 II 220 III 245
Débit maximal	m <sup>3</sup> /h	1,4	2,8	3,5
Hauteur manométrique maximale	mCE	5,8	8	8,3
Indicateur de débit	l/min	De 2 à 12	De 7 à 30	-
Soupape de sécurité (uniquement Divicon solaire)	bars	6	6	6
Teneur en liquide				
- Divicon solaire	I	0,30	0,30	-
- Conduite de pompe solaire	I	0,18	0,18	-
Température de fonctionnement maximale	°C	120	120	120
Pression de service maximale	bars	6	6	6
Raccord fileté				
- Circuit solaire (conduite solaire en acier inoxydable)		22 mm	22 mm	Filetage 1 1/4"
- Vase d'expansion (uniquement Divicon)		22 mm	22 mm	Filetage 1"

Divicon solaire	type	PS10	PS20
Ensemble de pompe solaire	type	P10	P20
Circuit solaire (conduite solaire en acier inoxydable)	mm	22	22
Vase d'expansion (uniquement avec le Divicon solaire)	mm	22	22



# Etude de projet

## 2. Echangeur externe au ballon de stockage ECS (recommandé pour les surfaces de capteurs > 25 m<sup>2</sup>)



Les modules M20/M30/M50 ECS sont des ensembles étanches, conçus pour la transmission de la chaleur du circuit primaire ou circuit solaire au circuit secondaire d'eau sanitaire. Le transfert de chaleur dans l'échangeur se fait avec une circulation du fluide primaire d'un côté et secondaire de l'autre côté à contre-courant. Cette circulation à contre courant permet d'assurer un échange maximal et une homogénéisation des températures.

### a. Caractéristiques techniques

Les modules contiennent une régulation ainsi que les robinetteries et les accessoires de sécurité importants pour le fonctionnement de l'installation :

- Echangeur 20, 30 ou 50 plaques inox selon modèle, respectivement module M20, M30 et M50
- Vannes à bille avec thermomètres intégrés dans le circuit solaire (départ et retour)
- Vannes à piston avec thermomètres intégrés dans le circuit d'eau sanitaire (départ et retour)
- Clapets anti-thermosiphon dans le retour pour éviter une circulation par gravité

# Etude de projet

- Groupe de sécurité avec soupapes de sécurité côté solaire (6 bars) et côté secondaire (3 bars)
- Manomètre pour afficher la pression du système dans le circuit solaire
- Robinetteries pour rincer, remplir et vidanger le circuit solaire
- Débitmètre volumétrique pour afficher le débit volumique du circuit solaire pour la version M50.
- Purgeur d'air automatique et calorimètre pour les versions M50.
- Isolation compacte à fonction optimisée en polypropylène expansé (EPP) élastique permanent
- Résistant au fluide caloporteur jusqu'à 50 % de glycol
- Versions cascade 2M50, 3M50 et 4M50 composées de 2, 3 ou 4 modules M50 en cascade

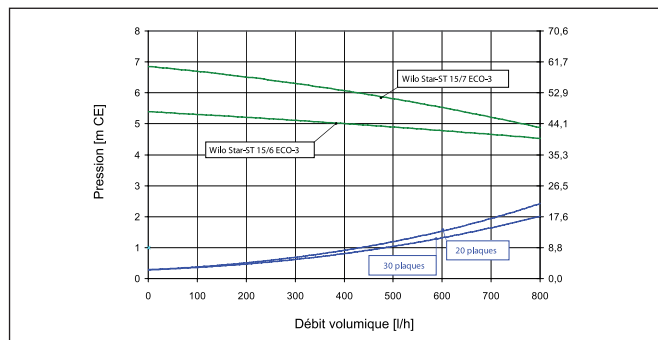


Modules M20 ECS, M30 ECS et M50 ECS

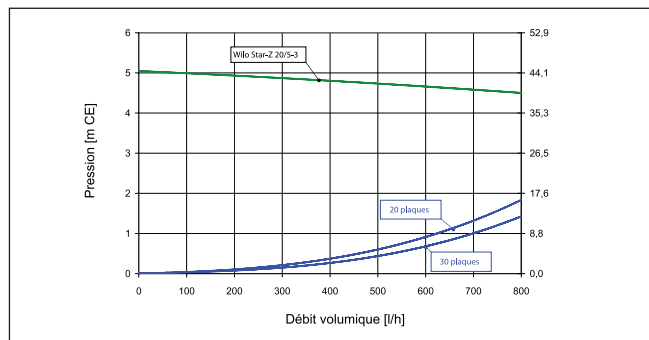
Type		M20 ECS / M30 ECS	M50 ECS (seul)
Dimensions :			
Hauteur (avec isolation)	mm	1160	1104
Largeur (avec isolation)	mm	650	648
Profondeur (avec isolation)	mm	280	263
Entraxe, circuit primaire	mm	180	85
Entraxe, circuit secondaire	mm	90	90
Raccords pour conduites, circuit primaire :		Filetage intérieur 3/4"	Filetage intérieur 1"
Raccords pour conduites, circuit secondaire :		Filetage extérieur 1"	Filetage extérieur 1 1/4" à joint plat
Raccord pour le vase d'expansion :		Filetage extérieur 3/4" à joint plat	Filetage extérieur 3/4" à joint plat
Sortie de la soupape de sécurité :		Filetage intérieur 3/4"	Filetage intérieur 3/4"
Pression maximale admissible	bar	6	6
Température maximale de service	°C	120	110
Soupape de sécurité, circuit primaire :	bar	6	6
Soupape de sécurité, circuit secondaire	bar	10	6
Manomètre, circuit primaire	bar	0 - 6	0 - 6
Clapets anti-thermosiphon	mmCE	200	200
Pression d'ouverture			
Thermomètre à cadran	°C	0 - 160	0 - 160
Débitmètre	l/min	1 - 20	5 - 40
Echangeur à plaques		Plaques : acier inoxydable 1.4400/ Lot : cuivre (99,99 %)	
Tube		Acier inoxydable 1.4400	
Poids	kg	31 / 33	40
Contenance en fluide côté primaire	l	1,6 / 2,2	3,0
Contenance en fluide côté secondaire	l	2,1 / 2,6	3,6

# Etude de projet

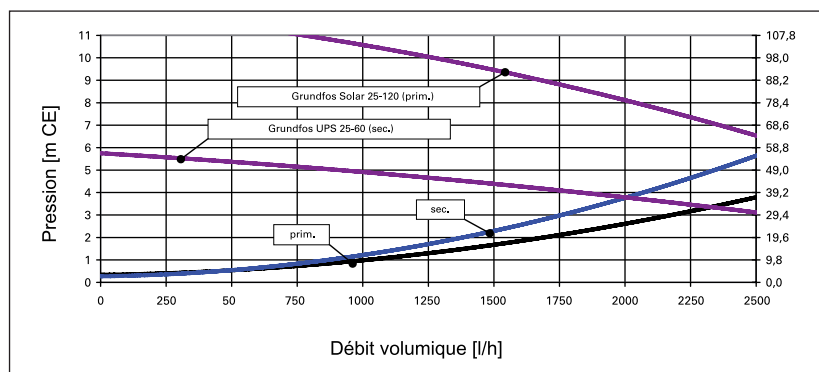
## M20 / M30 ECS - Circuit solaire / primaire



## M20 / M30 ECS - Circuit secondaire



## M50 ECS (seul) - Circuit primaire et secondaire



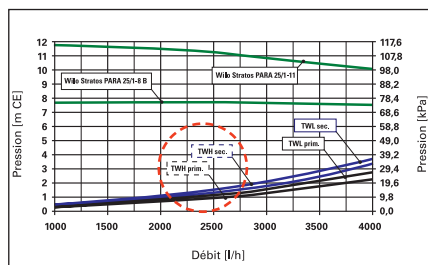
## Module M50 ECS version cascade



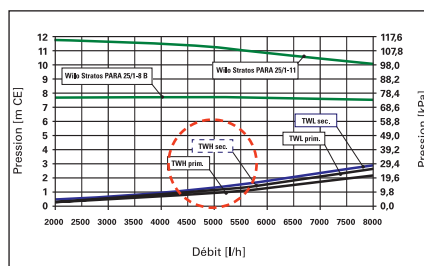
Type	M50 cascade ECS	
Dimensions :		
Hauteur (avec isolation)	mm	865
Largeur (avec isolation)	mm	540
Profondeur (avec isolation)	mm	263
Entraxe, circuit primaire	mm	85
Entraxe, circuit secondaire	mm	90
Raccords pour conduites		Filetage intérieur 1"
Raccord pour le vase d'expansion		Filetage extérieur 3/4" à joint plat
Pression maximale admissible	bar	6
Température maximale de service	°C	110
Soupape de sécurité, circuit primaire :	bar	6
Soupape de sécurité, circuit secondaire	bar	10
Manomètre, circuit primaire	bar	0 - 6
Clapets anti-thermosiphon	mmCE	200
Pression d'ouverture		
Thermomètre à cadran	°C	0 - 160
Débitmètre	l/min	5 - 40
Echangeur à plaques		Plaques : acier inoxydable 1.4400/ Lot : cuivre (99,99 %)
Tube		Acier inoxydable 1.4400
Poids	kg	40
Contenance en fluide côté primaire	l	3,0
Contenance en fluide côté secondaire	l	3,6

# Etude de projet

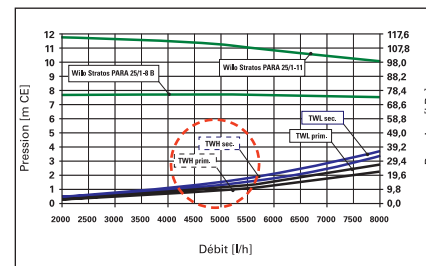
**2M50 ECS cascade - Circuit primaire et secondaire**



**3M50 ECS cascade - Circuit primaire et secondaire**



**4M50 ECS cascade - Circuit primaire et secondaire**



## b. Dimensionnement

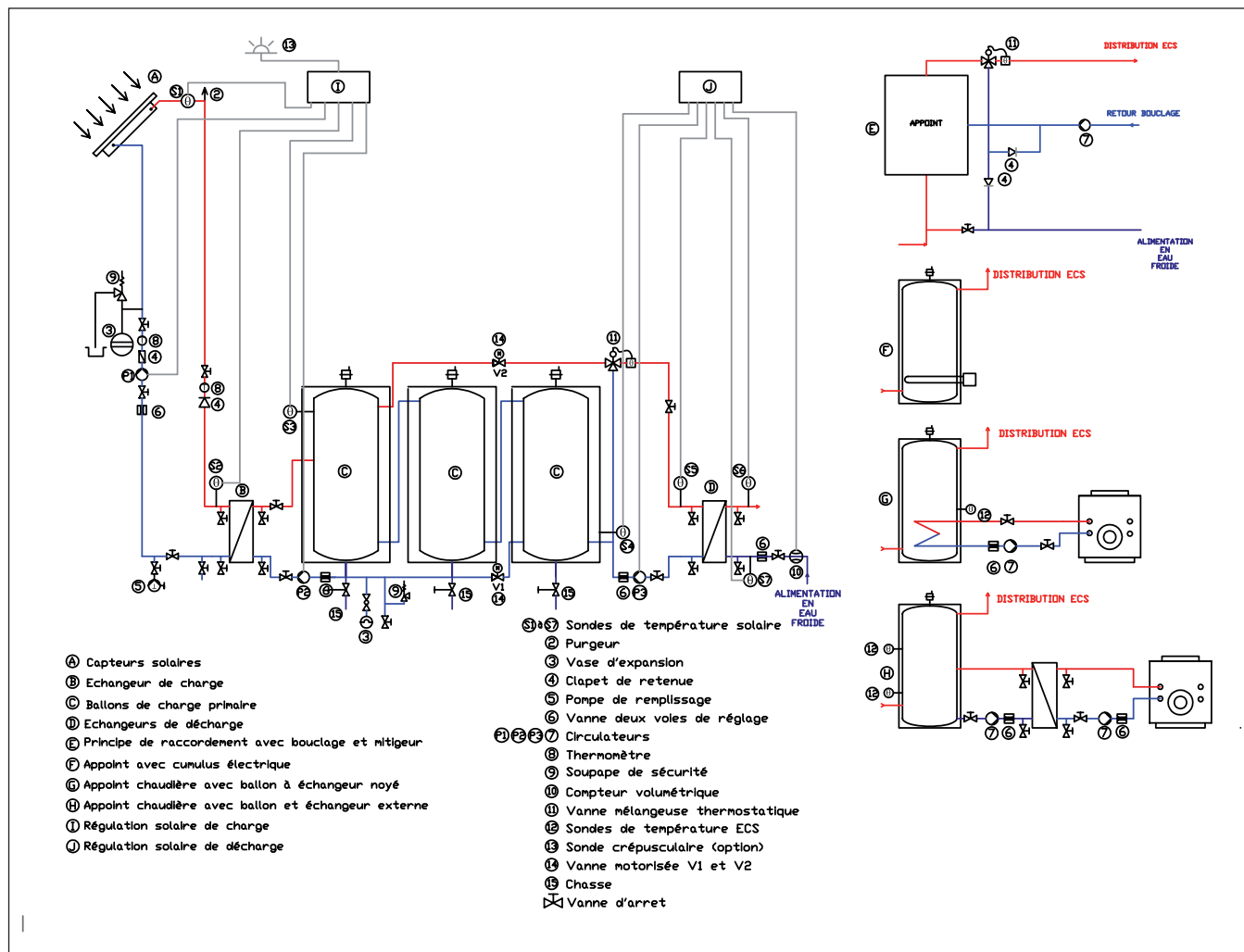
Les hypothèses de dimensionnement choisies pour le dimensionnement des échangeurs sont les suivantes :

- Puissance de l'échangeur primaire basée sur 650 W/m<sup>2</sup>
- Marge de surpuissance de l'échangeur = 10 % m<sup>3</sup>/h
- Température de départ côté secondaire 55°C minimum
- 20 kPa (2 mCE) de perte de charge maximale dans l'échangeur
- Température de départ côté primaire = 60°C soit la température critique d'entrée

Module	débit en l/h.m <sup>2</sup>	Surface maximale de capteurs en m <sup>2</sup>	Puissance en KW	Circuit solaire / primaire				Circuit secondaire			
				Temp. de départ	Temp. de retour	Q en m <sup>3</sup> /h	Hauteur manométrique disponible par module en mCE	Temp. de départ	Temp. de retour	Q en m <sup>3</sup> /h	Hauteur manométrique disponible par module en mCE
M20 ECS	25	19	12,4	60	36	0,475	3,9	55	27	0,38	4,6
	40	12	7,8	60	45	0,48	3,9	55	39	0,43	4,4
	60	8	5,2	60	50	0,48	3,9	55	45	0,46	4,3
M30 ECS	25	29	18,9	60	36	0,73	3,5	55	27	0,58	4,1
	40	18	11,7	60	45	0,72	3,5	55	39	0,65	3,9
	60	12	7,8	60	50	0,72	3,5	55	45	0,68	3,7
M50 ECS	25	55	35,8	60	36	1,38	8,6	55	27	1,10	3,7
	40	35	22,8	60	45	1,40	8,6	55	39	1,26	3,0
	60	24	15,6	60	50	1,44	8,6	55	45	1,37	2,7
2M50 ECS	25	110	71,6	60	36	2,75	9,8	55	27	2,20	6,6
	40	70	45,6	60	45	2,80	9,8	55	39	2,52	6,2
	60	48	31,2	60	50	2,88	9,8	55	45	2,74	5,9
3M50 ECS	25	165	107,4	60	36	4,13	9,8	55	27	3,30	6,6
	40	105	68,4	60	45	4,20	9,8	55	39	3,78	6,2
	60	72	46,8	60	50	4,32	9,8	55	45	4,10	5,9
4M50 ECS	25	220	143,2	60	36	5,50	9,8	55	27	4,40	6,6
	40	140	91,2	60	45	5,60	9,8	55	39	5,04	6,2
	60	96	62,4	60	50	5,76	9,8	55	45	5,47	5,9

# Etude de projet

## 3. Production d'eau primaire



### a. Système de charge

Les modules M20 Primaire, M30 Primaire et M50 Primaire sont des ensembles étanches, conçus pour la transmission de la chaleur du circuit primaire (ou circuit solaire) au circuit secondaire d'eau primaire (ou eau morte). Il est ainsi possible côté primaire de remplir l'installation avec du fluide caloporteur et côté secondaire de mettre l'installation en eau réduisant ainsi le coût d'investissement.

Le transfert de chaleur dans l'échangeur se fait avec une circulation du fluide primaire d'un côté et secondaire de l'autre côté à contre-courant. Cette circulation à contre courant permet d'assurer un échange maximal et une homogénéisation des températures.

# Etude de projet

## b. Caractéristiques techniques

Ces modules primaires possèdent les mêmes accessoires que les modules ECS et mêmes caractéristiques techniques. Les seuls changements à noter sont :

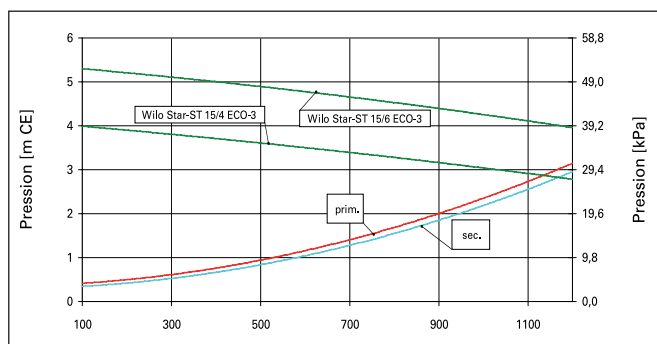
### Modules M20, M30 et M50 primaire

Type	M20 ECS et M30 ECS	M50 ECS (seul)
Raccords pour conduites	Filetage intérieur 1"	Filetage intérieur 1"

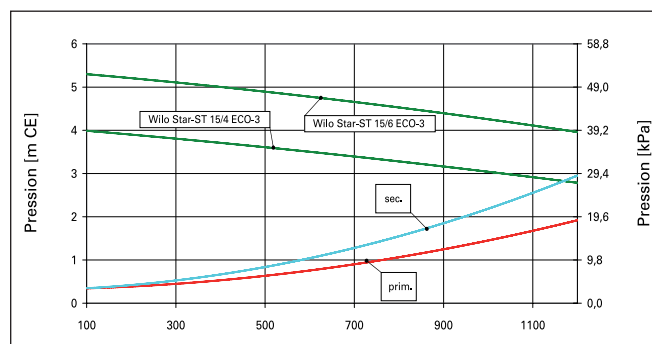
### Module M50 cascade primaire

Type	M50 cascade ESC	
Pression maximale admissible	bar	10
Soupape de sécurité, circuit secondaire	bar	10
Manomètre, circuit primaire	bar	0–10

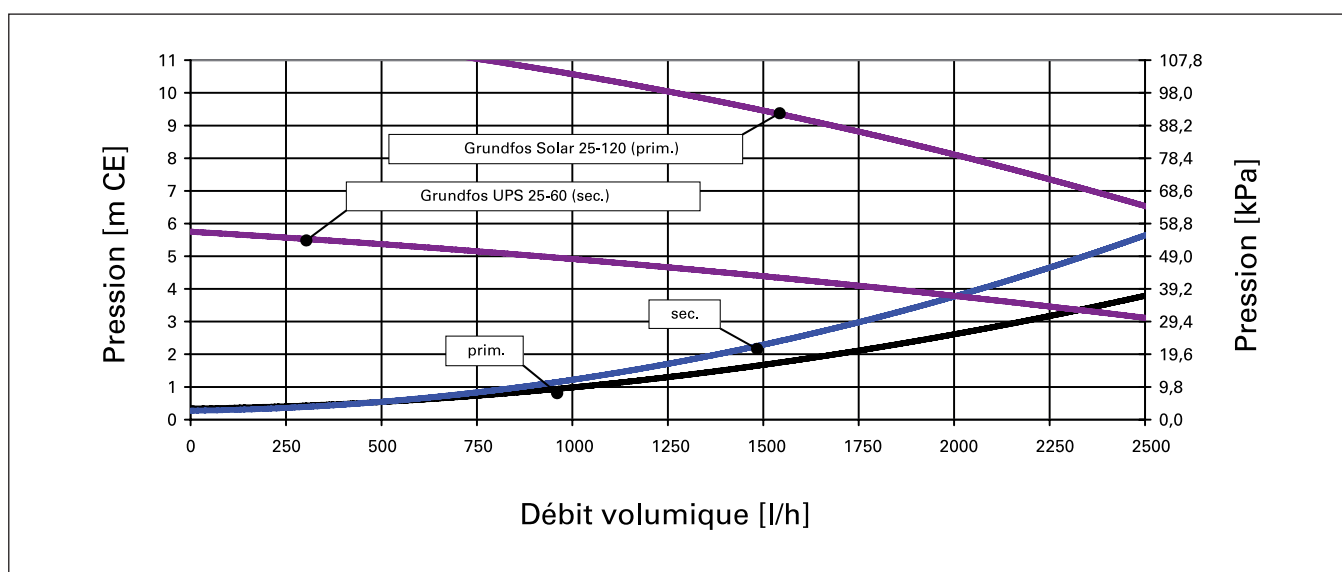
### M20 primaire - Circuit solaire / secondaire



### M30 primaire - Circuit solaire / secondaire



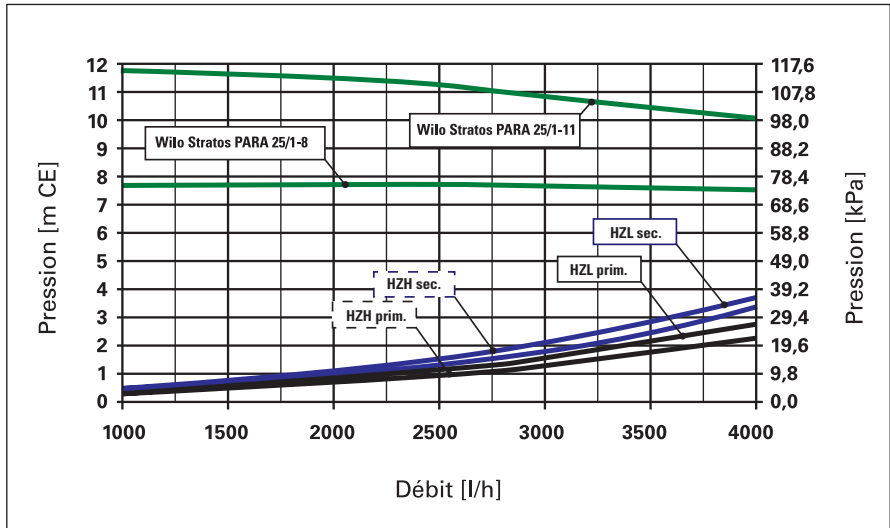
### M50 primaire (seul) - Circuit primaire et secondaire



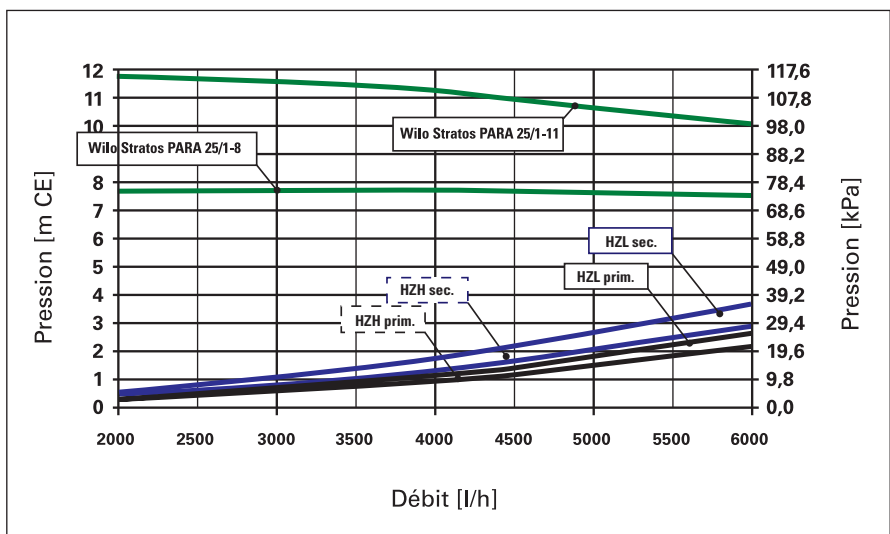
# Etude de projet



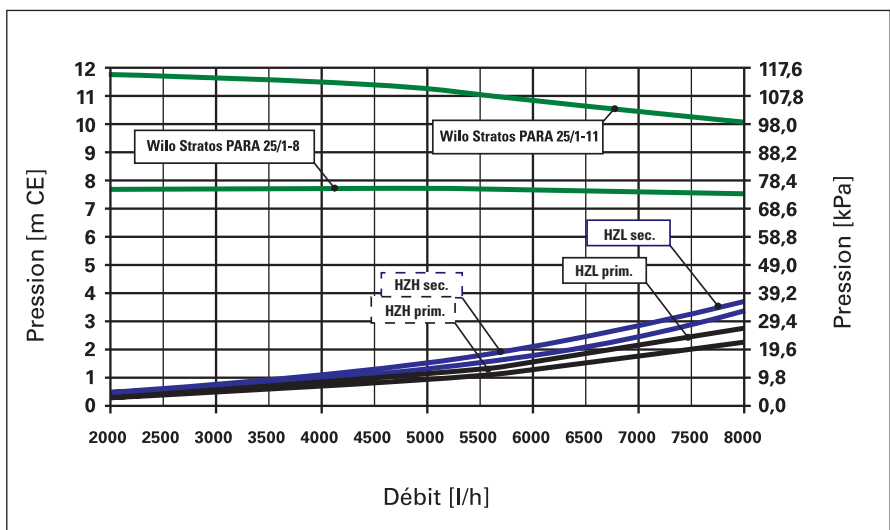
**2M50 primaire cascade - Circuit primaire et secondaire**



**3M50 primaire cascade - Circuit primaire et secondaire**



**4M50 primaire cascade - Circuit primaire et secondaire**





# Etude de projet

## Dimensionnement

Les hypothèses de dimensionnement choisies pour le dimensionnement des échangeurs sont les suivantes :

- Puissance de l'échangeur primaire basée sur 650 W/m<sup>2</sup>
- Marge de surpuissance de l'échangeur = 10 %
- Température de départ côté secondaire 55°C minimum
- 20 kPa (2 mCE) de perte de charge maximale dans l'échangeur
- Température de départ côté primaire = 60°C soit la température critique d'entrée

Module	débit en l/h.m <sup>2</sup>	Surface maximale de capteurs en m <sup>2</sup>	Puissance en kW	Circuit solaire / primaire				Circuit secondaire			
				Temp. de départ	Temp. de retour	Q en m <sup>3</sup> /h	Hauteur manométrique disponible par module en mCE	Temp. de départ	Temp. de retour	Q en m <sup>3</sup> /h	Hauteur manométrique disponible par module en mCE
M20 primaire	25	19	12,4	60	36	0,48	4,0	55	27	0,38	3,0
	40	12	7,8	60	45	0,48	4,0	55	39	0,43	2,9
	60	8	5,2	60	50	0,48	4,0	55	45	0,46	2,9
M30 primaire	25	29	18,9	60	36	0,73	3,7	55	27	0,58	2,5
	40	18	11,7	60	45	0,72	3,7	55	39	0,65	2,3
	60	12	7,8	60	50	0,72	3,7	55	45	0,68	2,2
M50 primaire	25	55	35,8	60	36	1,38	8,6	55	27	1,10	3,7
	40	35	22,8	60	45	1,40	8,6	55	39	1,26	3,0
	60	24	15,6	60	50	1,44	8,6	55	45	1,37	2,7
2M50 primaire	25	110	71,5	60	36	2,75	9,8	55	27	2,20	6,5
	40	70	45,5	60	45	2,80	9,8	55	39	2,52	6,1
	60	48	31,2	60	50	2,88	9,8	55	45	2,74	5,8
3M50 primaire	25	165	107,3	60	36	4,13	9,8	55	27	3,30	6,5
	40	105	68,3	60	45	4,20	9,8	55	39	3,78	6,1
	60	72	46,8	60	50	4,32	9,8	55	45	4,10	5,8
4M50 primaire	25	220	143,0	60	36	5,50	9,8	55	27	4,40	6,5
	40	140	91,0	60	45	5,60	9,8	55	39	5,04	6,1
	60	96	62,4	60	50	5,76	9,8	55	45	5,47	5,8

# Etude de projet

## c. Echangeur de décharge

### Dimensionnement et choix

Comme pour le circuit de charge, l'échangeur sera à plaques et l'échange devra se faire à contre-courant afin d'optimiser la récupération d'énergie.

Pour permettre une utilisation optimale du volume du réservoir tampon d'eau primaire, on prévoira un pincement au niveau de l'échangeur le plus petit possible : un pincement de 2 à 5 K est une valeur optimale.

Afin d'assurer au mieux les besoins ECS et tirer au mieux profit de l'énergie solaire, il faudra toujours **sur-dimensionner l'échangeur et en aucun cas le sous-dimensionner**.

A cet effet et afin de garantir l'efficacité de l'installation quels que soient l'ensoleillement et le niveau de température dans le(s) ballon(s) primaire(s), un sur-dimensionnement minimal de l'échangeur de 10 % par rapport à la puissance maximale à échanger devra être appliqué.

Le ballon d'eau chaude sanitaire (dimensionné pour assurer une sécurité d'alimentation lors du puisage maximum d'une journée) est raccordé sur le circuit secondaire de l'échangeur de chaleur à plaques (circuit de décharge).

Les débits volumiques sont dimensionnés avec une réserve suffisamment grande pour un  $\Delta T$  de 50 K.

Les hypothèses suivantes sont à prendre en compte pour choisir et dimensionner l'échangeur :

#### Côté primaire :

- Fluide : eau primaire
- Débit : en fonction du débit de soutirage en eau froide
- Température d'entrée : 60°C ( $\Delta T$  60/30)

#### Côté secondaire :

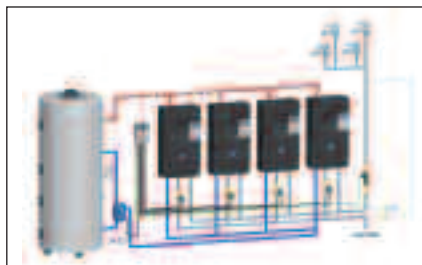
- Fluide : eau froide / eau chaude sanitaire
- Débit max de soutirage journalier
- Température d'entrée : 10°C ( $\Delta T$  10/60)

## 4. Systèmes de charge et de décharge instantanée

### a. Module ECS instantanée

Groupe compact et prémonté pour une production d'eau chaude sanitaire confortable et hygiénique avec échangeur de chaleur externe

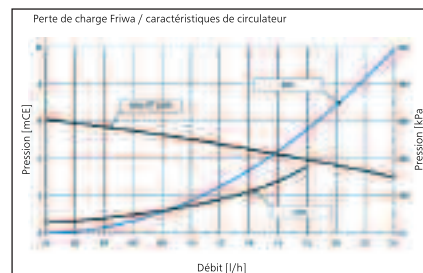
- avec régulation intégrée, précâblée et préparamétrée pour obtenir la température d'eau chaude désirée
- monté sur un cadre mural en acier, avec isolation
- entièrement étanche, vissé avec des joints plats
- vanne à bille à plein débit
- clapet anti-thermosiphon dans le retour du circuit primaire
- circuit ECS avec manchon coulissant
- pompe de charge Wilo pouvant être totalement isolée par vannes
- régulateur de débit volumique sur l'entrée d'eau froide
- avec équipement de rinçage intégré côté ECS
- Possibilité de mise en cascade de 2 à 4 modules d'ECS instantanée



## b. Caractéristiques techniques

### DONNÉES TECHNIQUES

Friwa - DN 20		
Matériaux	Robinetteries	Laiton
	Joints	EPDM / NBR
	Isolation	EPP
	Clapet anti-thermosiphon	PPS modifié
	Echangeur de chaleur	Plaques et manchons : 1.4400 Lot : cuivre (99,99%)
Données techn.	Pression maximale	6 bars
	Temp. maximale	95°C
Équipement	Circulateur primaire	25-90 Watt
	Circ. de bouclage	38 Watt (optionnel)
	Echangeur chaleur	30 plaques, type 1P
Dimensions	Raccords	Circuit prim.: filetage int. 1/4" Circuit d'eau sanitaire : filetage ext. 1", à joint plat Conduite de circulation : filetage extérieur 1/4"
	optionel	
	Largeur totale env.	500 mm
	Hauteur totale env.	861 mm



### Caractéristiques pour le fonctionnement en cascade

Température de départ	75°C
Température de retour (en pleine charge)	21°C
Température ECS	60°C
Température eau sanitaire froide	10°C
Débit minimal	2 l/min
Débit maximal (dépendant du départ et de la température ECS)	40 l/min
Performance de puisage	100 kW par module (= 29 l/min perf. de puisage)
Débit de circulation minimal	4 l/min
Performance de puisage pour un volume de ballon tampon de 1000 l	1.075 l

# Etude de projet

## c. Dimensionnement

Température du réservoir de stockage	Consigne ECS pré-réglée	Débit maximal	Puissance de transfert	Capacité de stockage par litre d'ECS	Débit de soutirage pour une entrée eau froide à 10°C				Température de retour vers le réservoir de stockage
					40°C	45°C	50°C	55°C	
70°C	40°C	40 l/min	83 kW	0,5 litre	40 l/min	-	-	-	13°C
	45°C	40 l/min	97 kW	0,7 litre	47 l/min	40 l/min	-	-	15°C
	<b>50°C</b>	<b>34 l/min</b>	<b>95 kW</b>	<b>0,8 litre</b>	<b>46 l/min</b>	<b>39 l/min</b>	<b>34 l/min</b>	-	<b>17°C</b>
	55°C	29 l/min	90 kW	0,9 litre	43 l/min	37 l/min	33 l/min	29 l/min	20°C
	60°C	24 l/min	83 kW	1,1 litre	40 l/min	34 l/min	30 l/min	27 l/min	24°C
75°C	40°C	40 l/min	83 kW	0,5 litre	40 l/min	-	-	-	12°C
	45°C	40 l/min	97 kW	0,6 litre	47 l/min	40 l/min	-	-	14°C
	<b>50°C</b>	<b>38 l/min</b>	<b>106 kW</b>	<b>0,7 litre</b>	<b>51 l/min</b>	<b>44 l/min</b>	<b>38 l/min</b>	-	<b>16°C</b>
	55°C	33 l/min	102 kW	0,8 litre	49 l/min	42 l/min	37 l/min	33 l/min	18°C
	60°C	28 l/min	96 kW	1,0 litre	46 l/min	40 l/min	35 l/min	31 l/min	22°C

## 5. Pompes

Si l'installation n'intègre pas les modules de charge tout comme pour le circuit de décharge, il est nécessaire de dimensionner les pompes.

### Dans le cas de la charge :

- La pompe primaire assure le transfert de l'énergie du circuit solaire vers l'échangeur et doit assurer le débit de fonctionnement des capteurs
- La pompe secondaire assure le transfert de l'énergie de l'échangeur vers le(s) ballon(s) solaire(s)

### Dans le cas de la décharge :

- La pompe assure le transfert de l'énergie accumulée dans le ballon tampon vers l'échangeur

### a. Dimensionnement

Afin de dimensionner correctement les pompes, il convient de déterminer :

- Le débit volumique de l'eau ou du fluide caloporteur

- Le débit massique de l'eau ou du fluide à la température considérée
- Les pertes de charges à vaincre dans chaque circuit et donc d'en déduire la hauteur manométrique nécessaire. Un coefficient de 10 % doit être appliqué pour assurer la pérennité du bon fonctionnement de l'installation et prévenir les augmentations éventuelles des pertes de charge dans le temps.

#### Remarque :

*Les débits et les pertes de charge devront tenir compte des spécificités (chaleur massique et masse volumique) du fluide caloporteur dans le circuit solaire*

- Le différentiel nominal de température de fonctionnement ( $\Delta T$  : Delta T) et la puissance à transférer

**La pompe choisie devra assurer le débit volumique pour la hauteur manométrique déterminée.**

### b. Choix de la pompe

Pour garantir la fiabilité de l'installation et installer le régime hydraulique désiré, les pompes devront :

- **être à débit variable** (plusieurs vitesses)
  - pour assurer le fonctionnement et la régulation en mode "matched-flow" dans le circuit de charge (côté solaire)
  - pour réguler en fonction du débit de soutirage ECS dans le cas de la décharge (stockage d'eau primaire / morte)

- **être compatibles avec le fluide caloporteur** et avec les températures pouvant être atteintes (120°C au niveau de la pompe) dans le circuit solaire

- **compenser des pertes de charge** importantes (nombreuses boucles et vannes) dans le cas des chauffe-eau solaires individualisés

- **assurer un rendement maximum** : le point de fonctionnement devra être dans la partie centrale des courbes caractéristiques

# Etude de projet

## VII. Stockage

### 1. Dimensionnement

Comme expliqué dans la section "dimensionnement du champ de capteurs", le dimensionnement du ballon de stockage est indissociable de la surface de capteur. En effet, le réservoir a pour fonction d'assurer les besoins journaliers en ECS tout en accumulant l'énergie solaire de manière optimale.

A partir du volume approché déterminé lors de l'étape de pré-diagnostic,

plusieurs simulations devront être réalisées pour différents couples (surface de capteur / volume de stockage) afin de déterminer quelle configuration est optimale en termes de taux de couverture solaire, de productivité solaire et d'un point de vue économique.

On veillera à choisir un volume standard chez les fabricants et à vérifier les possibilités d'implantation dans le local.

### 2. Choix du ballon

Le choix du ballon est fonction du schéma de principe retenu et du dimensionnement qui aura été fait précédemment.

#### *a. Charge sanitaire : ballon de stockage ECS à échangeur noyé (surfaces de capteurs < 25 m<sup>2</sup>)*

Viessmann propose, dans sa gamme, le Vitocell 100-V type CVA parfaitement adapté pour ce type de système avec une petite surface de capteurs :

- Réservoir anticorrosion en acier avec émaillage Ceraprotect.
- Protection cathodique supplémentaire grâce à une anode au magnésium.
- Montée en température de toute l'eau sanitaire assurée par des serpentins descendant jusqu'au fond du réservoir.
- Grand confort d'utilisation de l'eau chaude sanitaire grâce à une montée en température rapide et uniforme assurée par des serpentins de grandes dimensions.
- Faibles déperditions calorifiques grâce à l'isolation très efficace en mousse souple de polyuréthane pour les capacités de 750 et 1 000 litres.
- Polyvalent - pour des besoins en eau chaude sanitaire importants, il est possible de combiner plusieurs ballons d'eau chaude sanitaire Vitocell 100-V à l'aide de conduites collectrices pour former des batteries.

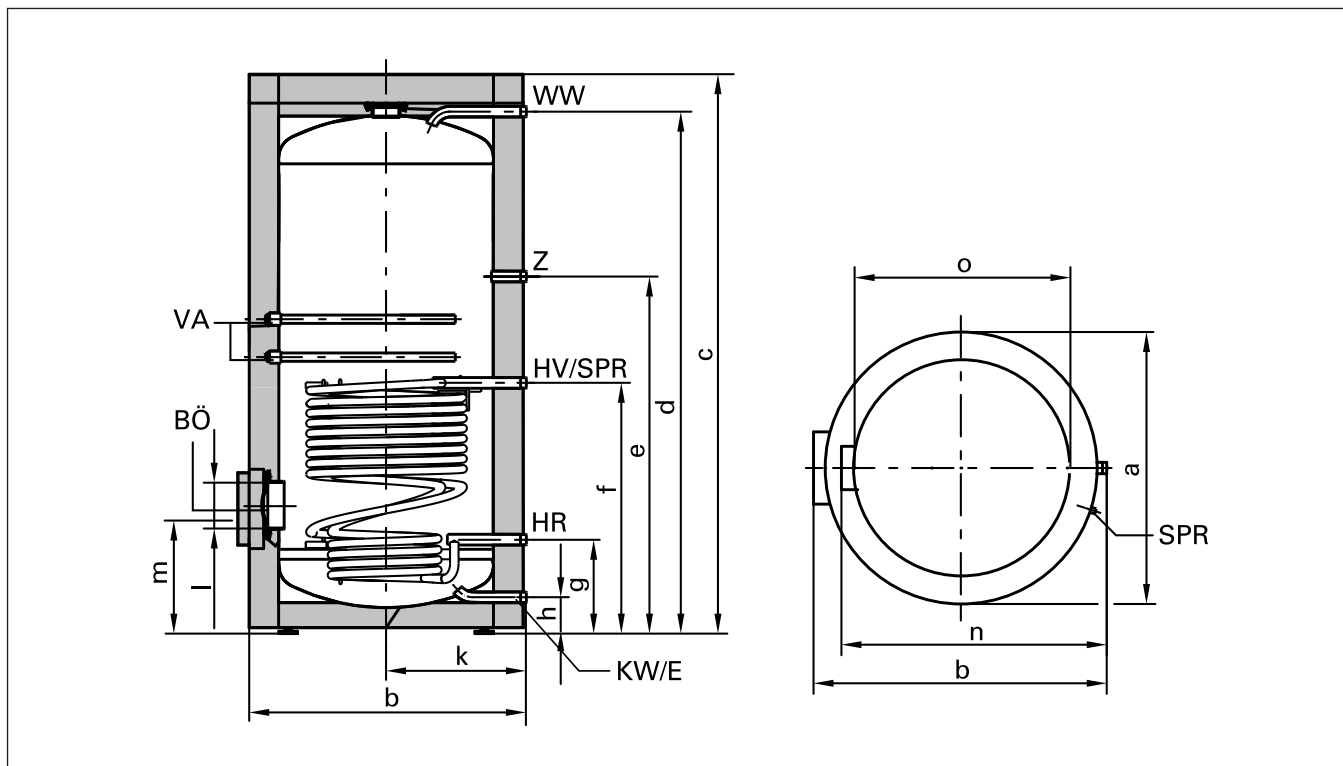
**Pour la production d'eau chaude sanitaire.** Convient aux installations avec :

- une température ECS maximale de **95°C**
- une température de départ eau primaire maximale de **160°C**
- une pression de service maximale **côté primaire** de **25 bars**
- une pression de service maximale **côté ECS** de **10 bars**

# Etude de projet

<b>Capacité ballon</b>		<b>litres</b>	<b>750</b>	<b>1000</b>
<b>Consommation d'entretien pour une différence de température de 45 K (valeurs mesurées selon les normes en vigueur)</b>		kWh/24h	3,70	4 ,30
<b>Constante de refroidissement</b>		Wh/l.K.j	0,110	0,096
<b>Isolation</b>			Mousse de polyuréthane	
<b>Dimensions</b>				
Longueur				
– avec isolation	a	mm	960	1060
– sans isolation		mm	750	850
Largeur				
– avec isolation	b	mm	1046	1144
– sans isolation		mm	947	1047
Hauteur				
– avec isolation	c	mm	2100	2160
– sans isolation		mm	2005	2060
Cote de basculement				
– avec isolation		mm	-	-
– sans isolation		mm	2050	2100
Hauteur de montage		mm	2190	2250
Poids total avec isolation		kg	295	367
Capacité eau primaire		litres	24,5	26,8
Surface d'échange		m <sup>2</sup>	3,7	4,0
<b>Raccordements</b>				
Départ et retour eau primaire		R	1 1/4	1 1/4
Eau froide, eau chaude		R	1 1/4	1 1/4
Bouclage		R	1 1/4	1 1/4

# Etude de projet



- BÖ Trappe de visite et de nettoyage
- E Vidange
- HR Retour eau primaire
- HV Départ eau primaire
- KW Eau froide
- SPR Sonde ECS de la régulation ECS et/ou aquastat
- VA Anode de protection en magnésium
- WW Eau chaude
- Z Bouclage

Capacité ballon		litres	750	1000
Longueur (Ø)	a	mm	960	1060
Largeur	b	mm	1046	1144
Hauteur	c	mm	2100	2160
	d	mm	1923	2025
	e	mm	1327	1373
	f	mm	901	952
	g	mm	321	332
	h	mm	104	104
	k	mm	505	555
	litres	mm	Ø 180	Ø 180
	m	mm	457	468
	n	mm	947	1 047
sans isolation	o	mm	Ø 750	Ø 850

# Etude de projet

## b. Charge sanitaire : Echangeur externe au ballon de stockage ECS (recommandé pour les surfaces de capteurs > 25m<sup>2</sup>)

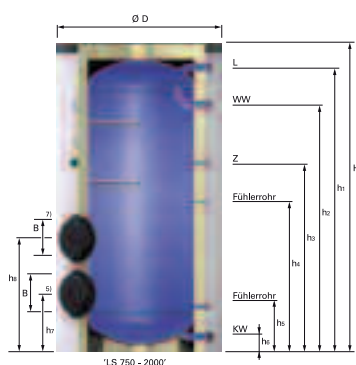
Viessmann propose dans sa gamme les ballons d'eau chaude sanitaire type LS adaptés pour la production d'ECS avec système de charge :

- Réservoir en acier de qualité supérieur à double émaillage
- Protection cathodique supplémentaire grâce à une anode au magnésium.
- Faibles déperditions calorifiques grâce à l'isolation très efficace en mousse souple de polyuréthane
- Polyvalent - pour des besoins en eau chaude sanitaire importants, il est possible de combiner plusieurs ballons d'eau chaude sanitaire à l'aide de conduites collectrices pour former des batteries.

### Pour la production d'eau chaude sanitaire avec module de charge.

Convient aux installations avec :

- une température ECS maximale de **95°C**
- une pression de service maximale de **10 bars**
- un classement au feu M1 requis



Capacité ballon	litres	1500	2000
<b>Diamètre D</b>			
- Avec isolation	mm	1200	1400
- Sans isolation	mm	1000	1000
<b>Hauteur H</b>			
- Avec isolation	mm	2215	2126
- Sans isolation	mm	2122	2033
<b>Poids avec isolation</b>	kg	366	522
<b>Cote de basculement</b>	mm	2220	2235
<b>Épaisseur isolation</b>	mm	100	100
matériau		Mousse souple de polyuréthane	
<b>Raccord de charge L</b>	R	2	2
	h1, mm	2049	1933
<b>Raccord eau chaude WW</b>	R	2	2
	h2, mm	1782	1648
<b>Raccord eau froide KW</b>	R	2	2
	h6, mm	105	118
<b>Raccord bouclage Z</b>	R	1 _	1 _
	h3, mm	1357	1338
<b>Doigt de gant</b>	G	-	-
	h4, mm	1077	1108
	h5, mm	322	353
<b>Bride pleine</b>	h7, mm	412	443
	h8, mm	812	843
<b>Diamètre des brides B</b>	mm	225	225
<b>Consommation d'entretien</b> pour une différence de température de 45 K (valeurs mesurées selon les normes en vigueur)	kWh/24h	5.25	6.12
<b>Constante de refroidissement</b>	Wh/l.K.j	0,078	0,068

# Etude de projet

## c. Charge / Décharge : Ballon de stockage primaire

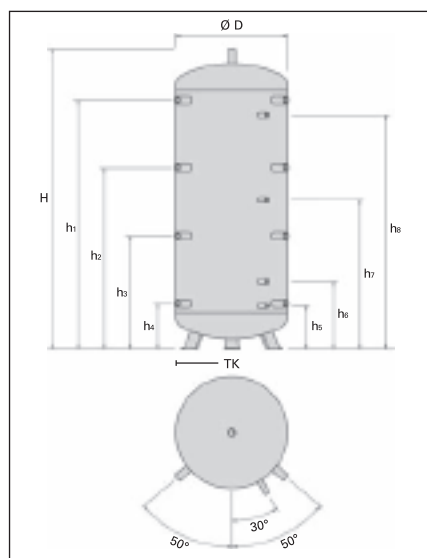
Viessmann propose dans sa gamme les ballons d'eau chaude sanitaire type PHF adaptés pour la production d'ECS avec système de charge :

- Réservoir en acier
- Trappe de nettoyage
- Faibles déperditions calorifiques grâce à l'isolation très efficace en mousse souple de polyuréthane
- Polyvalent - pour des besoins en eau chaude sanitaire importants, il est possible de combiner plusieurs ballons d'eau chaude sanitaire à l'aide de conduites collectrices pour former des batteries.

### Pour la production d'eau chaude sanitaire avec module de charge.

Convient aux installations avec :

- une température ECS maximale de **95°C**
- une pression de service maximale de **3 bars**
- un classement au feu M1 requis



Capacité ballon	litres	1500	2000
<b>Diamètre D</b>			
- Avec isolation	mm	1200	1400
- Sans isolation	mm	1000	1000
<b>Hauteur H</b>	mm	2120	2122
<b>Poids avec isolation</b>	kg	170	247
<b>Cote de basculement</b>	mm	2145	2155
<b>Rayon hors tout TK</b>	mm	875	1020
<b>Épaisseur isolation</b>	mm	90	90
matériau		Mousse souple de polyuréthane	
<b>Consommation d'entretien</b> pour une différence de température de 45 K (valeurs mesurées selon les normes en vigueur)	kWh/24h	5.25	6.12
<b>Constante de refroidissement</b>	Wh/l.k.j	0,078	0,068
h1	mm, Rp 1 1/2	1716	1680
h2	mm, Rp 1 1/2	1258	1245
h3	mm, Rp 1 1/2	798	805
h4	mm, Rp 1 1/2	341	365
h5	mm, Rp 1/2	341	365
h6	mm, Rp 1/2	551	575
h7	mm, Rp 1/2	1096	1100
h8	mm, Rp 1/2	1566	1630

### Remarque

Des versions avec échangeur primaire intégré sont également disponibles :  
 - Vitocell 140-E de 750 et 950 litres  
 - Ballon type PHW de 1500 et 2000 litres

Pour plus de détails, se rapporter aux  
 Tarif et Tarif solaire collectif ou  
 adressez vous à votre commercial  
 Viessmann.



# Etude de projet

## **d. Chauffe-Eau Solaire Collectif Individualisé CESCO**

Concernant les CESCO, le dimensionnement des ballons repose sur le même principe que précédemment.

A noter cependant que le volume de stockage à considérer est la somme de tous les volumes solaires des ballons individuels, le volume solaire étant le

volume de la partie du ballon individuel se situant sous l'appoint.

Chaque logement sera équipé d'un volume adapté à son standing et au nombre d'occupants ainsi qu'aux habitudes d'occupation du logement.

De plus, chaque ballon devra être équilibré à l'aide de vannes vis-à-vis de l'installation.

### **Variante 1 : Combiné compact type Vitodens 242-F, 343-F ou Vitocal 242-G**

(voir tarif général)

# Etude de projet

## Variante 2 : Ballon ECS bivalent à simple serpentin - appoint électrique (électrosolaire)

Vitocell 100-V type CVS, ballon vertical électrosolaire avec 1 serpentin solaire et une résistance électrique montée d'usine, à émaillage Ceraprotect et anode au magnésium.

Ballon Certifié LCIE NF Electricité gageant la sécurité électrique du matériel et la bonne conception du ballon avec la résistance.

### 3 versions disponibles :

- 200 litres avec résistance électrique 1.5 kW,
- 300 litres avec résistance électrique 2.7 kW et
- 390 litres avec résistance électrique 3.5 kW, respectivement pour les logements type T1/T2, T3/T4 et enfin T5 selon le cahier des charges Promotelec / Bleu Ciel d'EDF.

### Adapté aux installations présentant les caractéristiques suivantes :

- Température de départ du fluide caloporteur de **160°C** maximum
- Pression de service maximale **côté solaire** de **10 bars**
- Température ECS de **95°C** maximum
- Pression de service **côté ECS** de **10 bars** maximum

Capacité ballon	litres	200	300	390
Quantité d'eau à 40°C pouvant être fournie (V <sub>es40</sub> )	litres	265	420	565
Consommation d'entretien (paramètre normalisé)	kWh/24h	1,59	2,17	2,56
Constante de refroidissement	Wh/l.K.j	0,189	0,163	0,158
<b>Dimensions</b>				
Longueur (Ø)				
– avec isolation	mm	581	633	850
– sans isolation	mm	-	-	650
Largeur	mm	607	660	881
Largeur avec système chauffant électrique	mm	760	810	1030
Hauteur				
– avec isolation	mm	1409	1746	1630
– sans isolation	mm	-	-	1518
Cote de basculement				
– avec isolation	mm	1460	1792	-
– sans isolation	mm	-	-	1550
<b>Poids</b>	kg	98	145	152
Ballon d'eau chaude sanitaire avec isolation et système chauffant électrique				
Capacité en fluide caloporteur	litres	5,5	10,0	10,5
Surface d'échange	m <sup>2</sup>	1,0	1,5	1,5
<b>Raccords</b>				
Départ et retour chauffage solaire	R	1	1	1
Eau froide, eau chaude	R	3/4	1	1 1/4
Bouclage ECS	R	3/4	1	1
Système chauffant électrique	R	1 1/2	1 1/2	1 1/2
<b>Données techniques système chauffant électrique</b>				
Type de courant et tension nominale		1/N/230 V/50 Hz		
Indice de protection		IP 54		
Puissance nominale absorbée (marche normale/montée en température rapide) = puissance du système chauffant électrique (P <sub>r</sub> )	kW	1,5	2,7	3,5
Intensité nominale	A	6,5	11,7	15,2
Temps de montée en température de 10 à 60°C	h	3,8	3,0	3,1
Avec un volume pouvant être chauffé par le biais du système chauffant électrique = quantité d'eau au-dessus du point le plus bas du système chauffant électrique (V <sub>ap</sub> )	litres	98	140	184
Quantité d'eau soutirable – pour une température ECS de 60°C et une température de soutirage de 40°C	litres	141	202	265
<b>Capacité ballon</b>	<b>litres</b>	<b>200</b>	<b>300</b>	<b>390</b>
– pour une température ECS de 60°C et une température de soutirage de 45°C	litres	121	173	227
Dégagement mural minimal pour la mise en place du système chauffant électrique dans le ballon	mm	650	650	650

# Etude de projet

## Variante 3 : Ballon ECS bivalent à double serpentin - appoint chaudière simple service

Vitocell 100-B ou 100-W type CVB, ballon vertical avec deux serpentins à émaillage Ceraprotec, 2 thermomètres et anode au magnésium. Le serpentin inférieur est raccordé au circuit solaire et le serpentin supérieur est raccordé à la chaudière simple service (Par exemple, Vitodens 100-W version simple service ou équivalent).

3 versions disponibles : 300, 400 et 500 litres.

### Convient aux installations suivantes :

- Température ECS maximale de **95°C**
- Température de départ eau primaire maximale de **160°C**
- Température de départ solaire maximale de **160°C**
- Pression de service **côté eau primaire** maximale de **10 bars**
- Pression de service **côté solaire** maximale de **10 bars**
- Pression de service **côté ECS** maximale de **10 bars**

Capacité ballon		litres	300		400		500	
Serpentin			supérieur	inférieur	supérieur	inférieur	supérieur	inférieur
Surface d'ouverture maxi. pouvant être raccordée Vitosol		m <sup>2</sup>	10		12		15	
Isolation			Mousse rigide de polyuréthane		Mousse souple de polyuréthane		Mousse souple de polyuréthane	
Consommation d'entretien (paramètre normalisé)		kWh/24h	1,00		1,08		1,30	
Constante de refroidissement (Wh/l.K.j)			0,074		0,060		0,058	
Volume d'appoint V <sub>aux</sub>		litres	127		167		231	
Volume solaire V <sub>sol</sub>		litres	173		233		269	
<b>Dimensions</b>								
Longueur a (Ø)	- avec isolation	mm	633		850		850	
	- sans isolation	mm	-		650		650	
Largeur totale b	- avec isolation	mm	705		918		918	
	- sans isolation	mm	-		881		881	
Hauteur c	- avec isolation	mm	1746		1630		1955	
	- sans isolation	mm	-		1518		1844	
Cote de basculement	- avec isolation	mm	1792		-		-	
	- sans isolation	mm	-		1550		1860	
Poids total avec isolation		kg	160		167		205	
Poids total en service avec système chauffant électrique		kg	462		569		707	
Capacité eau primaire		litres	6	10	6,5	10,5	9	12,5
Surface d'échange		m <sup>2</sup>	0,9	1,5	1,0	1,5	1,4	1,9
<b>Raccordements</b>								
Serpentins		R	1		1		1	
Eau froide, eau chaude		R	1		1¼		1¼	
Bouclage		R	1		1		1	
Système chauffant électrique		Rp	1½		1½		1½	

# Etude de projet

**Variante 4 : Ballon ECS monovalent à simple serpentin – appoint via une chaudière équipée d’une réserve ECS**

**Variante 5 : Ballon ECS monovalent à simple serpentin – appoint via une chaudière double service instantanée ou à micro-accumulation**

Vitocell 100-V type CVA, ballon monovalent vertical avec 1 serpentin solaire à émaillage Ceraprotec et anode au magnésium. Le serpentin situé en bas du ballon est raccordé au circuit solaire et le ballon est raccordé en partie supérieure à la chaudière équipée d’une réserve ECS ou à une chaudière double service (Par exemple, Vitodens 100-W version double service ou équivalent).

**4 versions disponibles : 160, 200, 300 et 500 litres.**

De 160 à 300 litres, isolation en mousse rigide de polyuréthane, 500 litres version souple.

**Convient aux installations avec :**

- Température ECS maximale de 95°C
- Température de départ eau primaire maximale de 160°C
- Pression de service maximale côté primaire de 25 bars
- Pression de service maximale côté ECS de 10 bars

Capacité ballon		litres	160	200	300	500
Consommation d'entretien (paramètre normalisé)		kWh/24h	1,50	1,70	2,20	3,20
Constante de refroidissement		Wh/l.K.j	0,208	0,189	0,163	0,142
Isolation			Mousse rigide de polyuréthane			Mousse souple de polyuréthane
<b>Dimensions</b>						
Longueur (Ø)						
– avec isolation	a	mm	581	581	633	850
– sans isolation		mm	-	-	-	650
Largeur						
– avec isolation	b	mm	608	608	705	898
– sans isolation		mm	-	-	-	837
Hauteur						
– avec isolation	c	mm	1189	1409	1746	1955
– sans isolation		mm	-	-	--	1844
Cote de basculement						
– avec isolation		mm	1260	1460	1792	-
– sans isolation		mm	-	-	-	1860
Hauteur de montage		mm	-	-	-	2045
Poids total avec isolation		kg	86	97	151	181
Capacité eau primaire		litres	5,5	5,5	10,0	12,5
Surface d'échange		m <sup>2</sup>	1,0	1,0	1,5	1,9
<b>Raccordements</b>						
Départ et retour eau primaire		R	1	1	1	1
Eau froide, eau chaude		R	<sup>3</sup> / <sub>4</sub>	<sup>3</sup> / <sub>4</sub>	1	1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>
Bouclage		R	<sup>3</sup> / <sub>4</sub>	<sup>3</sup> / <sub>4</sub>	1	1

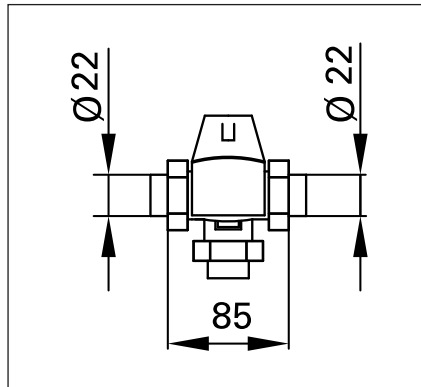
# Etude de projet

## 3. Sécurité de distribution et bouclage

### a. Mitigeur thermostatique

En effet, une eau chaude dont la **température est supérieure à 60°C** provoque des brûlures. Afin de limiter la température à 60°C, un dispositif de mélange tel un mitigeur automatique thermostatique doit être monté. En cas de dépassement de la température maximale réglée, le mitigeur automatique mélange de l'eau froide à l'eau chaude lors du soutirage.

En cas d'utilisation du mitigeur thermostatique automatique avec une conduite de bouclage, il est nécessaire d'installer une conduite de bypass entre l'entrée de bouclage sur le ballon d'eau chaude sanitaire et l'entrée de l'eau froide sur le mitigeur. Afin d'éviter les erreurs de bouclage, il faut prévoir d'installer des clapets anti-retour.



Mitigeur thermostatique pour limiter la température de sortie de l'eau chaude.  
Plage de réglage : de 35 à 65°C.

### Points de vigilance

*A la mi-saison ou en été (particulièrement en période de congé) les besoins en eau chaude diminuent alors que l'ensoleillement est le plus important, ce qui peut engendrer des températures très importantes (> 60°C) dans le ballon ECS.*

*C'est pourquoi, un mitigeur thermostatique devra être positionné en sortie du (des) ballon(s) afin d'éviter tout risque de brûlure au niveau des points de distribution.*

### b. Bouclage

Le bouclage permet de maintenir le circuit de distribution d'eau chaude en température. L'utilisateur dispose donc plus rapidement d'eau chaude au point de puisage.

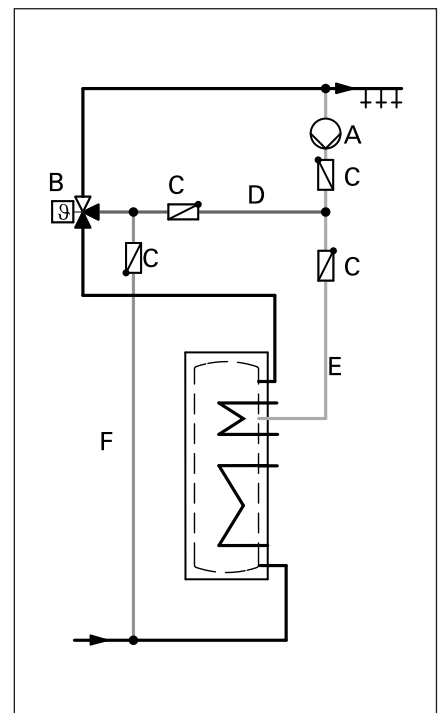
En général, le retour de la boucle de circulation ne doit pas être raccordé au ballon solaire au risque d'altérer gravement la productivité de l'installation en réchauffant le stockage solaire avec l'appoint.

Cependant, **afin d'optimiser l'installation et de réduire les sollicitations de l'appoint**, il est possible d'utiliser l'énergie solaire stockée pour réchauffer les pertes de la boucle. Attention, ceci n'est possible que si la température du ballon solaire est importante (période à très fort

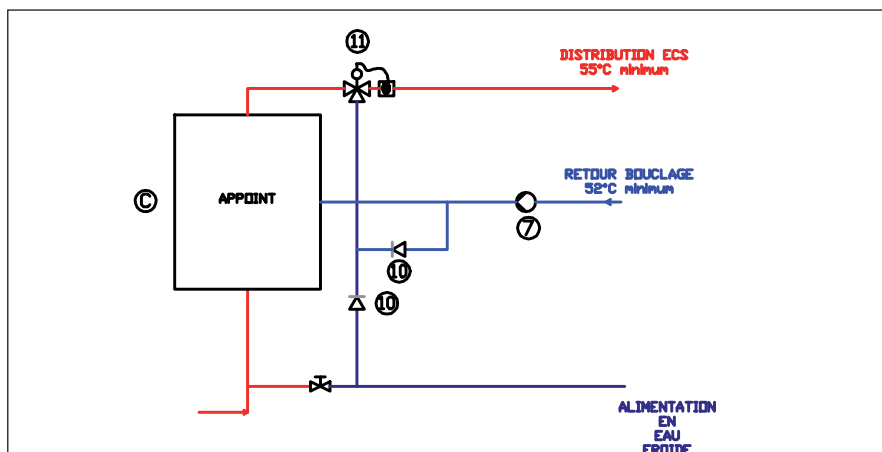
ensoleillement) et la température de l'eau stockée est supérieure à celle du retour de bouclage. Il est alors possible de laisser la boucle de circulation retourner au stockage solaire via le mitigeur thermostatique qui joue le rôle d'une vanne 3 voies motorisée et qui sera commandée par la régulation.

Pour le bon fonctionnement de l'installation solaire, il est important que des "zones froides" soient maintenues dans le ballon d'eau chaude sanitaire pour pouvoir recevoir et accumuler l'énergie solaire. **Ces zones ne doivent en aucun cas pouvoir être atteintes par le retour de bouclage.**

Ainsi, le raccord de bouclage doit être fait sur le haut du ballon d'eau chaude sanitaire.



- A Pompe de bouclage ECS
- B Mitigeur thermostatique
- C Clapet anti-retour
- D Retour du bouclage en été. Conduite nécessaire pour éviter d'atteindre la température de sécurité en été.
- E Retour du bouclage en hiver. Température de départ maxi. 60°C
- F Alimentation vers le mitigeur automatique thermostatique. Conduite aussi courte que possible, car elle n'est pas irriguée en hiver.



# Etude de projet

## VIII. Suivi des performances

En complément du dispositif de régulation mis en place, un dispositif de suivi du fonctionnement et des performances permet de renseigner l'exploitant sur l'efficacité et la pérennité de son installation.

Ce dispositif permettra de suivre les températures des différentes sondes, la mesure de l'ensoleillement solaire dans le cas de l'utilisation d'une sonde crépusculaire (ou sonde d'ensoleillement). Pour le suivi des performances, on utilisera les sondes mises en place pour la régulation auxquelles seront ajoutées d'autres sondes si nécessaire ainsi que des compteurs de chaleur et un système de communication pour connexion à un ordinateur ou à internet pour récupération des données à distance. Il sera en effet possible de suivre en direct et d'enregistrer les différents niveaux de température, les débits mesurés, les quantités d'énergie produites.

### 1. Suivi des performances

Pour assurer le suivi des performances, on mettra en place :

- Une mesure du rayonnement solaire via une sonde crépusculaire (ou sonde d'ensoleillement)
- Sur l'échangeur primaire, une mesure des températures entrée/sortie côté primaire (et possible sur le secondaire dans le cas d'un échangeur externe) et une mesure du débit du fluide solaire  
- **Calcul de l'énergie solaire produite et transmise à l'échangeur**
- Un comptage (via un débitmètre) et un relevé de température sur l'entrée eau froide et en sortie eau chaude du ballon  
- **Calcul de l'énergie fournie à l'eau froide entrant dans le ballon**
- Dans le cas de la charge/décharge sur un second échangeur :  
Sur l'échangeur secondaire, une mesure des températures entrée/sortie côté primaire et secondaire et une mesure du débit  
- **Calcul de l'énergie restituée côté secondaire**

### 2. Matériel

#### a. Régulation

Les Vitosolic 100, Vitosolic 200 et les régulations intégrées au système de charge sont des régulations électroniques de température à différentiel pour les installations solaires à appoint chaudière (ou appoint électrique via un relais).

Ces régulations permettent de gérer l'installation selon le principe de "matched-flow" (et "high-flow") en adaptant la vitesse des pompes en fonction des données de température mesurées.

Les Vitosolic 100 et 200 intègrent l'interdiction de fonctionnement de l'appoint si l'apport solaire est suffisant. Les régulations Vitosolic 200 et des modules de charge M50 intègrent la possibilité de raccordement d'un compteur de chaleur et/ou d'une sonde solaire.

De plus, les Vitosolic permettent de gérer un échangeur externe et les circuits piscine. La Vitosolic 200 possède 7 sorties (6 relais à semi-conducteur, 4 pour la régulation de vitesse, 1 contact sec), 12 sorties pour sonde, 2 sorties pour compteurs à impulsion pour débitmètre.

Les Vitosolic peuvent gérer les pompes à haute efficacité énergétique (Wilo ou Grundfos) avec commande PWM pour l'asservissement de vitesse, les pompes standards avec commande par impulsion pour l'asservissement de vitesse ainsi que les pompes standards à plusieurs allures sans asservissement de vitesse

Les Vitosolic offrent aussi une navigation intuitive et un réglage facile grâce au pavé de navigation 7 touches.



*Pour plus de détails, voir notices de montage et de maintenance des Vitosolic et les notices des modules à échangeur solaire.*

# Etude de projet

## b. Calorimètre

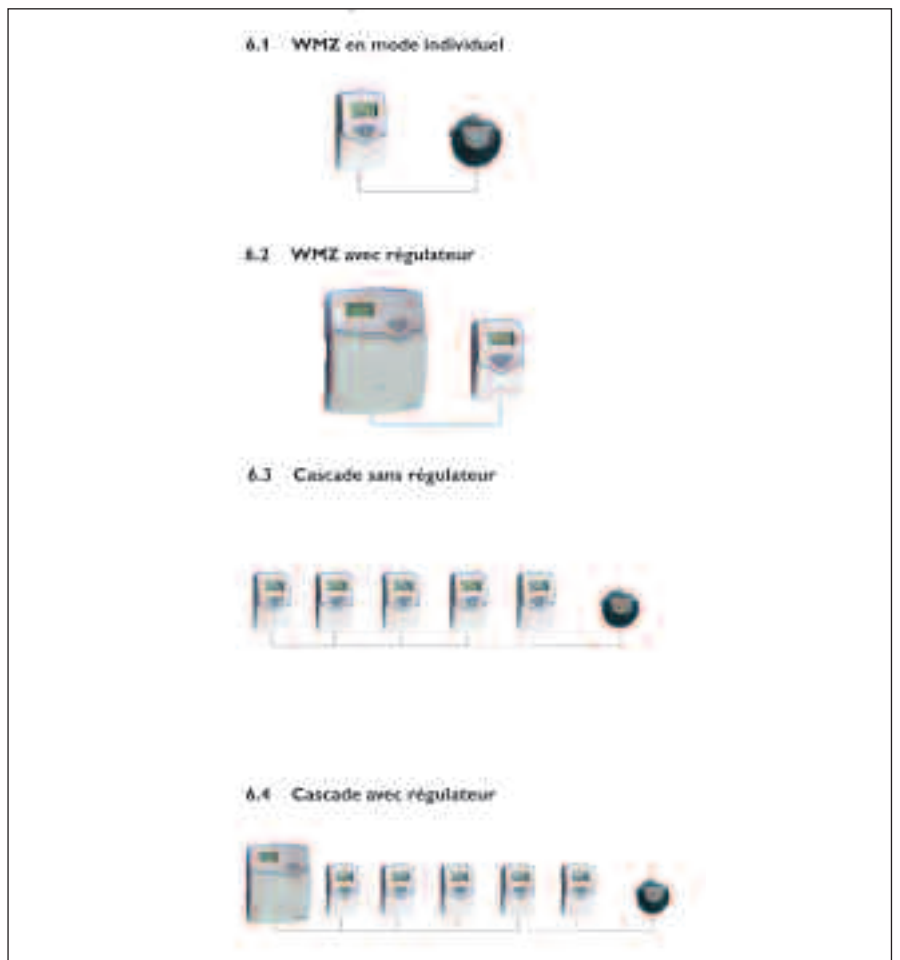
Le calorimètre WMZ est utilisable sur les installations solaires et de chauffage et intègre les fonctions suivantes :

- visualisation du rendement du système et du débit
- voyant pour contrôle des défauts de sondes
- calcul de la puissance
- enregistrement des valeurs en cas de rupture de courant
- calcul de la quantité de chaleur / bilan calorifique via :
  - la mesure des températures de départ et de retour
  - le traitement des impulsions du débitmètre volumique V40
  - la prise en compte de la densité et de la chaleur spécifique du fluide caloporteur *en fonction de la température et du mélange eau/ glycol*

*(Utilisation uniquement des sondes Pt1000)*



## Possibilités de raccordement du calorimètre



# Etude de projet

## c. Débitmètre V40

Les débitmètres V40 permettent de déterminer le débit volumique de l'eau ou de l'eau glycolée après écoulement d'un volume précis, le V40 envoie une impulsion au calorimètre ou à la régulation.

Son utilisation est possible en combinaison avec les calorimètres WMZ ou Vitosolic 200 et les régulations des systèmes de charge.

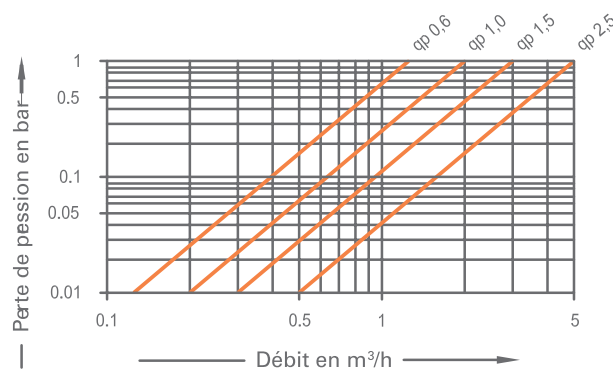
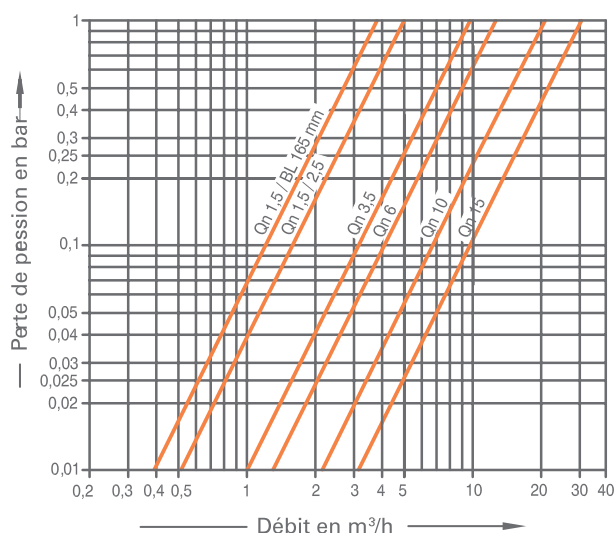
### Modèles disponibles :

- Compteur de chaleur 06 : 6 m<sup>3</sup>/h
- Compteur de chaleur 15 : 1.5 m<sup>3</sup>/h
- Compteur de chaleur 25 : 2.5 m<sup>3</sup>/h
- Compteur de chaleur 35 : 3.5 m<sup>3</sup>/h
- Compteur de chaleur 60 : 6.0 m<sup>3</sup>/h
- Compteur de chaleur 100 : 10.0 m<sup>3</sup>/h
- Compteur de chaleur 150 : 15.0 m<sup>3</sup>/h

Il doit être monté en tenant compte de la direction du flux de liquide.

Pour obtenir un débit plus homogène on doit prévoir une section droite en entrée et en sortie de 30 cm.

Type			V40-06	V40-15	V40-25	V40-35	V40-60	V40-100	V40-150
Version			1	1	1	2	2	2	2
Taux d'impulsions		l/Imp	1	10	25	25	25	25	25
Diamètre nominal	DN		15	15	20	25	32	40	50
Filetage du compteur		Zoll	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	1	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$	2	$2\frac{3}{8}$
Filetage du raccord		Zoll	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	1	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$	2
Pression max. de fonctionnement	P <sub>max</sub>	bar	16	16	16	16	16	16	16
Temp. max. de fonctionnement	T <sub>max</sub>	°C	120	120	120	130	130	130	130
Débit nominal*	Q <sub>n</sub>	m <sup>3</sup> /h	0,6	1,5	2,5	3,5	6	10	15
Débit maximum*	Q <sub>max</sub>	m <sup>3</sup> /h	1,2	3	5	7	12	20	30
Limite de séparation ± 3 %*	Q <sub>t</sub>	l/h	48	120	200	280	480	800	1200
Débit minimum horizontal*	Q <sub>min</sub>	l/h	12	30	50	70	120	200	300
Débit minimum vertical*	Q <sub>min</sub>	l/h	24	60	100	-	-	-	-
Perte de pression pour 2/3 Q <sub>n</sub> *		bar	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1





# Etude de projet

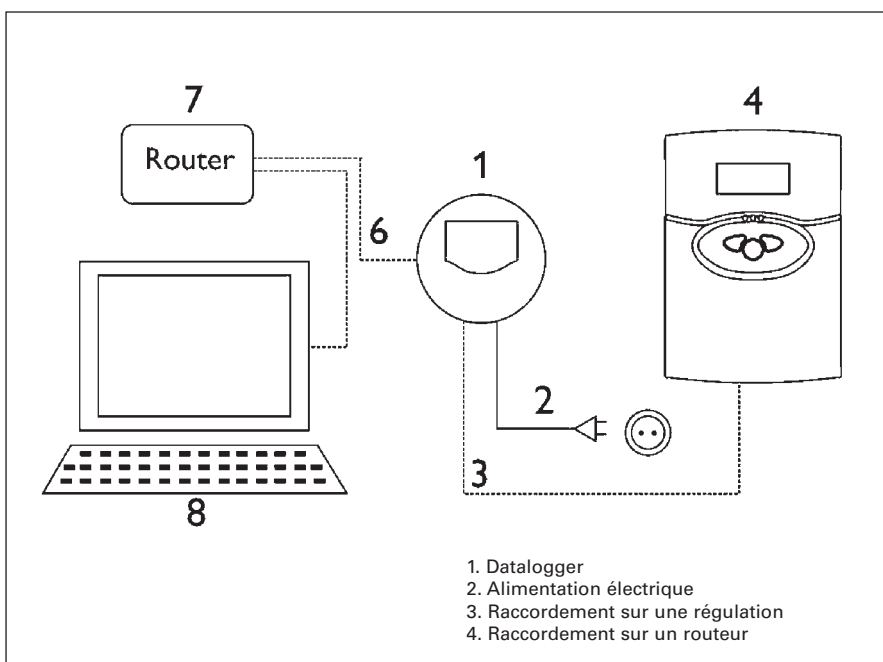
## d. Communication et transfert de données

Le Datalogger est un module additionnel permettant d'afficher, d'enregistrer et de transmettre les données et calculs des régulations Viessmann, des régulations des modules de charge et du calorimètre.

- Affichage de l'état et des modes de fonctionnement du système
- Contrôle de rendement et bilans calorifiques via le(s) calorimètre(s)
- Enregistrement des données provenant des Vbus : régulations, des sondes de températures, des calorimètres (par ex: valeurs de mesure, bilan calorifique....)
- Branchement direct sur un PC via câble Ethernet ou à un routeur pour consultation de données à distance

### Le service center

- Fonction d'exportation pour traitement ultérieur de données à l'aide de tableurs (Excel, Word,...).
- Possibilité d'afficher les valeurs VBus sur un graphique de fond personnalisé, grâce à cela, l'outil "designer" vous offre la possibilité de visualiser l'état de n'importe quel système solaire en temps réel.
- Des mises à jour sont disponibles sur internet, sans support.
- Possibilité de gérer autant de Dataloggers que souhaitez, le Service Center établit la connexion à travers un simple appui de touche de la part de l'utilisateur, possibilité de lire les données, les effacer du Datalogger le cas échéant et de les transformer en fichier texte.
- Paramétrage : les Vitosolic 200 et les régulations des modules de charge peuvent être configurés facilement sur l'ordinateur, le logiciel contrôle le domaine des valeurs et les éventuels chevauchements de celles-ci et permet aussi le transfert des valeurs au régulateur à travers le VBus.



# Etude de projet

## IX. Annexes à fournir

A la fin de l'étude, il convient de récapituler toutes les données essentielles du projet, en particulier :

- Tableaux de calcul de l'installation (surfaces et emprise au sol des capteurs, volume et type du (des) ballon(s), type et nombre de module(s) ou d'échangeur(s), pompe(s), conduite(s), volume du vase d'expansion, sécurités...).
- Tableau de calcul de l'apport en énergie solaire attendue et du taux de couverture solaire mensuel et annuel attendu, économie générée par le système solaire, CO<sub>2</sub> évité.
- Schéma de principe de l'installation retenue et schéma détaillé de l'installation
- Schéma d'implantation des capteurs
- Photos du lieu prévu pour l'implantation des capteurs et du local technique
- Schéma d'implantation des sondes et des accessoires d'instrumentation de l'installation (pour la régulation et le suivi des performances)
- Bilan économique (coûts des travaux, des mesures, de l'ingénierie, de la maintenance, de l'économie annuelle, aides mobilisables)

Viessmann France S.A.S.  
Avenue André Gouy  
B.P. 33 - 57380 Faulquemont  
Web : <http://www.viessmann.fr>