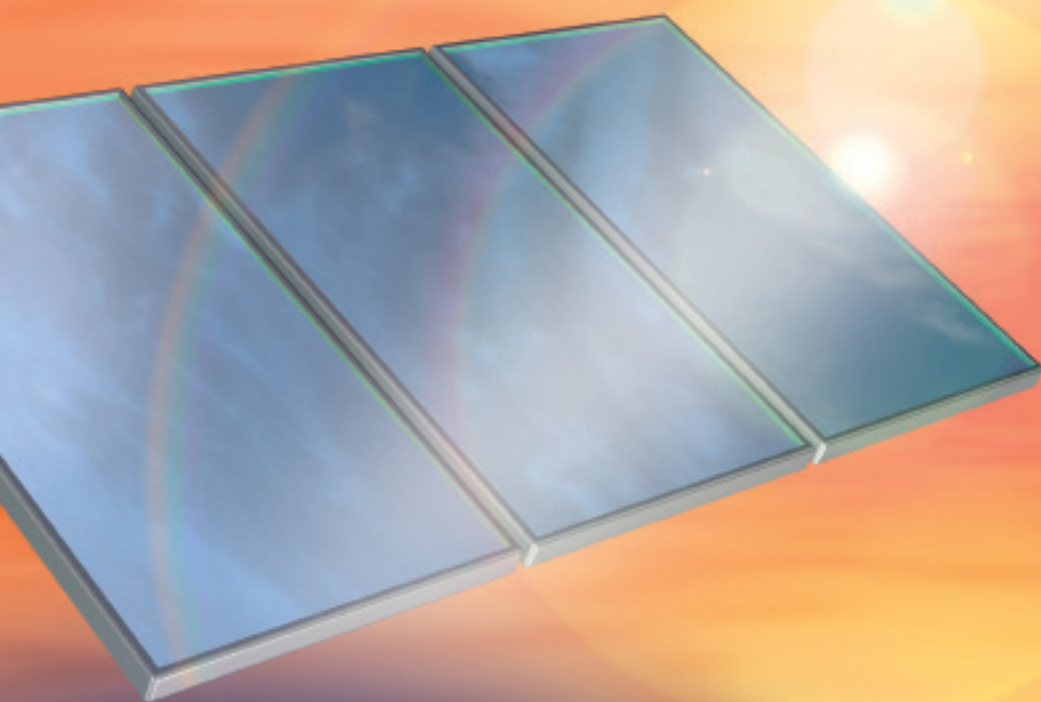


juillet 2008

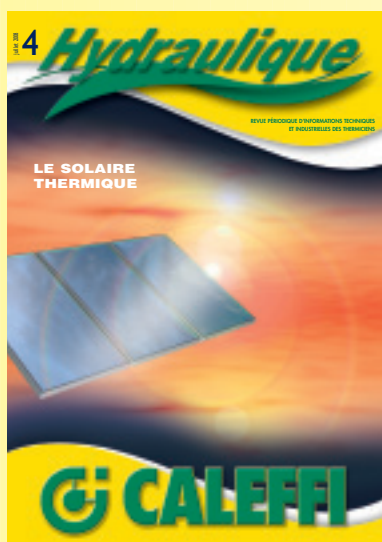
4 *Hydraulique*

REVUE PÉRIODIQUE D'INFORMATIONS TECHNIQUES
ET INDUSTRIELLES DES THERMICIENS

**LE SOLAIRE
THERMIQUE**



G CALEFFI



Directeur de la publication :
Marco Caleffi

Responsable de la Rédaction :
Fabrizio Guidetti

Ont collaboré à ce numéro :
Jérôme Carlier
Roland Meskel
Renzo Planca

Hydraulique est une publication
éditée par Caleffi France

Imprimé par :
Poligrafica Moderna - Novara - Italie

Dépôt légal : juillet 2008

ISSN 1769-0609

CALEFFI S.P.A.
S.R. 229, n.25
28010 Fontaneto d'Agogna (NO)
Tel. +39 0322 8491
Fax +39 0322 863723
info@caleffi.com
www.caleffi.com

CALEFFI FRANCE
La Maslitière - Quartier Pélingron
26120 Montmeyran
Tel. +33 (0)4 75 59 95 86
Fax +33 (0)4 75 84 15 61
france.consulting@caleffi.fr
www.caleffi.fr

CALEFFI INTERNATIONAL N.V.
Moesdijk 10-12
P.O. BOX 10357 - 6000 GJ Weert
Tel. +32 89-38 68 68
Fax +32 89-38 54 00
info@caleffi.be
www.caleffi.be

CONSEILLER
TECHNICO-COMMERCIAL
SUISSE
Jean-Michel Wagner
Fornet 12 - 1112 Echichens
Tél: +41 (21) 801 83 01
Fax: +41 (21) 801 83 02
Mobile: +41 (79) 230 66 06
jean-michel.wagner@bluewin.ch

Copyright Hydraulique Caleffi. Tous
droits réservés. Il est strictement interdit
de publier, reproduire ou diffuser une
quelconque partie de la revue sans
l'accord écrit de Caleffi France.

Sommaire

3 LE SOLAIRE THERMIQUE

- Généralités

4 LE SOLAIRE ET SON OFFRE D'ÉNERGIE

5 LE SOLAIRE DANS LES 25 PAYS DE LA COMMUNAUTÉ EUROPÉENNE EN 2006

6 LES CINQ CONSTITUANTS D'UNE INSTALLATION SOLAIRE

7 LE CAPTAGE

- Raccordement et équilibrage des panneaux
- Elimination de l'air dans les capteurs

12 LE TRANSFERT

- La tuyauterie
- Circulation du fluide caloporteur
- La régulation
- Soupape de sécurité
- Vase d'expansion
- Robinet d'isolement pour vase d'expansion

18 LE STOCKAGE

- Réservoirs d'accumulation
- Réservoirs à double enveloppe
- Réservoirs à serpents
- Réservoirs combinés
- Réservoirs avec échangeur externe
- Protection des ballons

20 L'APPOINT

- Pour l'eau chaude sanitaire seule
- Régulation par vanne directionnelle et appoint par chaudière murale
- Régulation par vanne directionnelle et appoint par chaudière au sol avec réservoir d'accumulation
- Régulation avec appoint incorporé dans le réservoir d'accumulation
- Régulation par vanne directionnelle et appoint ballon double et recirculation
- Régulation centralisée avec distribution aux chaudières d'installations autonomes
- Gestion horaire de l'appoint
- Températures indicatives de distribution de l'eau froide par département
- Appoint pour systèmes combinés
- Régulation par réservoir d'accumulation type « tank in tank »
- Régulation pour deux réservoirs d'accumulation avec vanne directionnelle
- Régulation pour deux réservoirs d'accumulation avec échangeur de chaleur

34 LA DISTRIBUTION

- Cas particulier du Chauffage Individuel Centralisé par Sous-Station Individuelle
- Périodicité, type et temps d'entretien

41 Comparaison produits pour installations classiques et installations solaires

42 Guide des composants pour installations solaires

48 Stabilisateur automatiques de débit Autoflow

LE SOLAIRE THERMIQUE

Jérôme Carlier et Roland Meskel

Généralités

Tout le monde s'accorde aujourd'hui pour constater que la consommation d'énergie fossile compromet de plus en plus les équilibres thermiques et biologiques de notre planète. La prise de conscience au niveau mondial des problèmes créés par la pollution et de l'importance de la sauvegarde de l'environnement, ainsi que les tensions sur les différents marchés de l'énergie (notamment du pétrole et du gaz), ont, ces derniers temps, considérablement ravivé l'intérêt pour les énergies dites renouvelables et en particulier pour l'énergie solaire. Aujourd'hui, l'augmentation des prix de l'énergie et l'épuisement des réserves à plus ou moins long terme rendent l'énergie solaire incontournable.

Les premières incitations des pouvoirs publics ont permis ces deux dernières années un fort développement du marché de l'énergie solaire, **mais il y a encore fort à faire.**

Déjà le premier grand choc pétrolier des années soixante-dix avait fait émerger les premières installations. On espérait alors beaucoup de cette forme d'énergie propre, facilement disponible et pratiquement inépuisable.

Les résultats obtenus se sont cependant avérés très décevants, tant à cause des attentes théoriques trop optimistes qu'à cause d'erreurs techniques. En effet, comme nous le verrons dans les pages suivantes, la réalisation de ces installations n'est simple qu'en apparence.

Nous sommes tout de même en mesure aujourd'hui d'éviter les erreurs du passé, ce qui est absolument nécessaire si l'on veut faire en sorte que l'énergie solaire soit une des sources principales d'énergie des installations de génie climatique, compte tenu des coûts encore très élevés de ce type d'installation.

C'est avec cet état d'esprit que nous nous proposons donc, dans ce numéro, de faire un état des lieux des conceptions des installations solaires.



LE SOLEIL ET SON OFFRE D'ÉNERGIE

Le soleil est constitué d'une grande masse incandescente avec un volume 1 300 000 fois supérieur à celui de la terre et des températures pouvant atteindre les 16 000 000°C. La surface de cette masse émet, de façon presque constante, des radiations électromagnétiques dont la puissance atteint environ les 400 000 milliards de milliards de kW : plus ou moins la puissance obtenue en faisant exploser toutes les secondes 3 500 milliards de bombes comme celle d'Hiroshima. Cette énorme puissance, dont les valeurs dépassent de beaucoup notre imagination, a, comme la bombe d'Hiroshima, une origine nucléaire. Le soleil est en effet le théâtre de fusions nucléaires continues qui transforment quatre noyaux d'hydrogène (le composant principal du soleil) en un noyau d'hélium. La masse de ce dernier est inférieure à celle que donne la somme des noyaux d'hydrogène et la différence se transforme en énergie. Les fusions nucléaires sont autoréglées de manière à garantir une émission d'énergie substantiellement stable dans le temps. Les réserves d'hydrogène que le soleil peut utiliser ne sont évidemment pas illimitées. Il ne devrait cependant pas y avoir de problèmes encore pendant plus de 5 milliards d'années. Puis le soleil deviendra petit à petit moins lumineux et s'éteindra.

Valeurs de la radiation solaire

Avant de pénétrer dans l'atmosphère terrestre, la radiation solaire a une puissance (évaluée par rapport à une superficie qui lui est perpendiculaire) d'environ 1 350 W/m². Sur la terre par contre, sa

puissance est sensiblement inférieure du fait de la filtration des rayons solaires par l'atmosphère.

Les valeurs normales sont d'environ 1 000 W/m² lorsque le ciel est dégagé, 100÷150 W/m² lorsque le ciel est couvert. Sous nos latitudes, l'énergie solaire reçue en un an sur 1 m² équivaut à 100 litres de pétrole.

Globalement, l'énergie solaire « arrosant » la surface de la terre est dix mille fois supérieure à la demande énergétique mondiale.

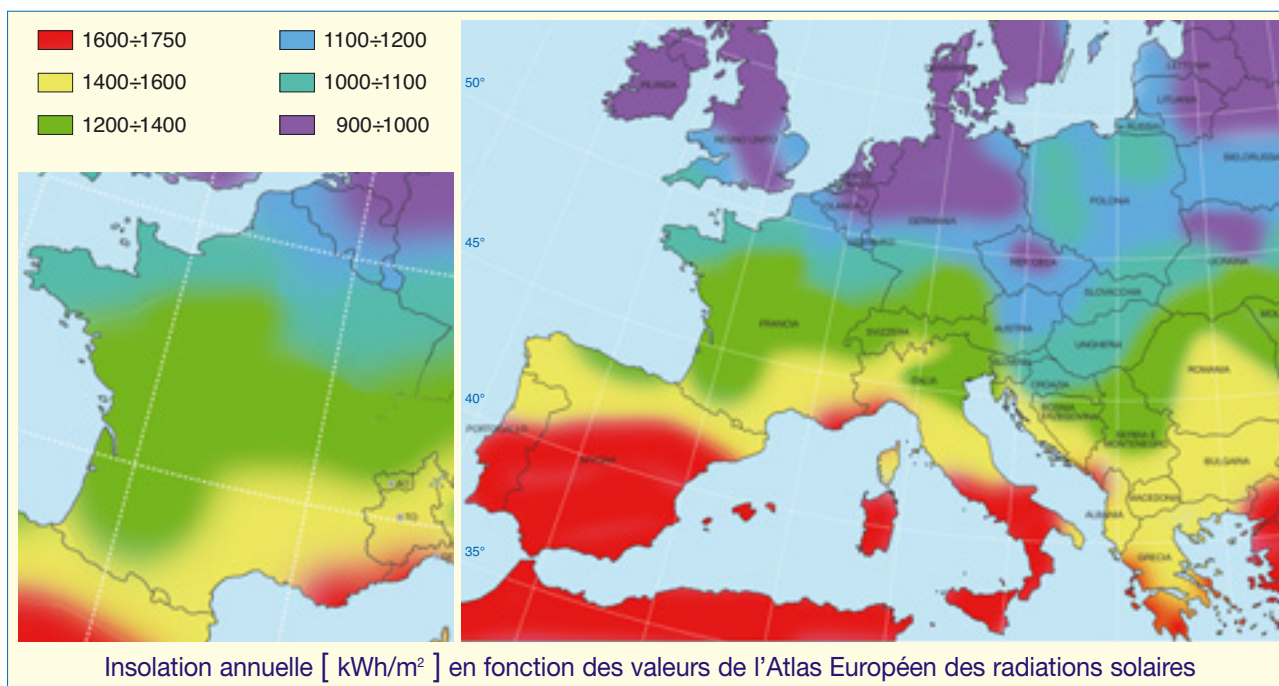
Insolation annuelle

L'insolation annuelle est la quantité d'énergie solaire qui, en un an, peut être captée par une surface unitaire orientée vers le Sud. Sa valeur dépend des caractéristiques climatiques du lieu et de sa position : latitude, longitude, altitude au-dessus du niveau de la mer.

Connaître cette grandeur permet de quantifier l'énergie thermique pouvant être obtenue (dans un lieu bien précis) par le biais d'une installation solaire et, donc, de décider s'il convient ou non de la réaliser.

Une des sources les plus influentes à cet égard est sans aucun doute **l'Atlas Européen des Radiations Solaires** dont les données, qui se réfèrent à des relevés effectués tous les dix ans, sont indiquées sur des cartes et des tableaux.

L'Atlas Européen des Radiations Solaires fournit les valeurs de l'insolation annuelle non seulement en ce qui concerne les principales localités européennes mais également en fonction de l'orientation et de l'inclinaison de la surface unitaire par rapport au plan horizontal. La page ci-contre fournit des indications sur l'insolation annuelle dans les pays européens par rapport à une surface unitaire orientée vers le Sud et inclinée selon un angle équivalant à la latitude du lieu en question.



LE SOLAIRE DANS LES 25 PAYS DE LA COMMUNAUTÉ EUROPÉENNE EN 2006

Le tableau suivant indique les taux d'équipements des différents pays européens en 2006. Comme on peut le constater, la France a un taux d'équipement bien faible par rapport à des pays comme l'Allemagne, l'Autriche ou encore Chypre.

L'énergie solaire utile récupérée en sortie d'un ballon solaire est comprise entre 400 et 700 kWh/an/m² et évite le rejet de 150 à 500 kg/m²/an de CO₂.

La couverture des toits en France par des panneaux photovoltaïques fournirait une puissance de 30 GW soit l'équivalent de 30 tranches nucléaires.

Ces quelques données donnent à réfléchir quant à l'intérêt de développer l'énergie solaire dans notre pays et ailleurs tant d'un point de vue environnemental qu'économique.

SOLAIRE INSTALLÉ DANS LES 25 PAYS de L'UNION EUROPÉENNE EN 2006 (source http://www.observ-er.org)																	
Pays avec leurs départements hors d'Europe	Habitant		Surface		Hab/km ²		THERMIQUE				PHOTOVOLTAÏQUE						
							Pour 1 000 habitants				Par habitant			Total			
	total	rang	km ²	rang	Nb	rang	rang	%	m ²	kWth	rang	%	Watt crête	rang	%	MWc	équivalent foyers hors chauffage
Allemagne	82 422 299	1	357 000	4	231	5	4	5,51	104,0	72,8	2	35,54	37,16	1	89,6012	3 063,00	985 613
Autriche	8 192 880	14	83 858	12	98	17	2	18,20	343,4	240,4	3	3,36	3,51	6	0,8489	29,02	9 338
Belgique	10 472 842	10	30 528	21	343	3	16	0,63	11,9	8,3	13	0,38	0,40	11	0,1217	4,16	1 339
Chypre	1 044 327	23	9 251	23	113	13	1	38,74	730,9	511,7	6	1,21	1,27	15	0,0286	0,98	314
Danemark	5 450 661	15	43 070	19	127	9	5	3,69	69,6	48,8	11	0,51	0,53	14	0,0842	2,88	927
Espagne	45 116 894	5	504 580	2	89	18	12	0,83	15,6	10,9	5	2,58	2,70	2	3,4548	118,10	38 002
Estonie	1 324 333	22	45 100	18	29	23	24	0,05	0,8	0,6	23	0,01	0,01	24	0,0002	0,01	3
Finlande	5 231 372	17	337 000	5	16	25	21	0,18	3,5	2,4	8	0,74	0,77	12	0,1189	4,07	1 308
France	63 604 551	2	549 192	1	116	11	11	0,98	18,5	12,9	12	0,50	0,52	5	0,9562	32,69	10 518
Grèce	11 043 798	8	131 950	9	84	19	3	15,66	295,5	206,8	9	0,57	0,60	9	0,1958	6,69	2 154
Hongrie	9 981 334	12	93 030	10	107	15	18	0,26	5,0	3,5	20	0,02	0,02	20	0,0045	0,16	50
Irlande	4 062 235	18	70 280	14	58	20	22	0,11	2,0	1,4	19	0,07	0,07	19	0,0088	0,30	97
Italie	58 133 509	4	301 225	7	193	6	13	0,79	14,8	10,4	7	0,95	0,99	3	1,6937	57,90	18 631
Lettonie	2 274 735	20	69 490	15	33	22	23	0,09	1,7	1,2	25	0,00	0,00	25	0,0002	0,01	2
Lituanie	3 585 906	19	65 300	16	55	21	25	0,05	0,8	0,6	24	0,01	0,01	23	0,0012	0,04	13
Luxembourg	474 413	24	2 586	24	183	7	9	1,83	34,6	24,2	1	49,1	51,37	7	0,6905	23,60	7 595
Malte	400 214	25	316	25	126	1	6	3,13	59,0	41,3	17	0,11	0,12	22	0,0014	0,05	15
Pays-Bas	16 335 706	7	33 940	20	7	2	8	2,10	39,6	27,7	4	3,00	3,14	4	1,4985	51,23	16 484
Pologne	38 518 241	6	312 680	6	481	10	19	0,23	4,3	3,0	22	0,01	0,01	17	0,0126	0,43	139
Portugal	10 605 870	9	92 080	11	123	12	14	0,73	13,7	9,6	14	0,32	0,33	13	0,1014	3,47	1 115
Rép. Tchèque	10 235 455	11	78 864	13	115	8	17	0,60	11,3	7,9	18	0,08	0,08	16	0,0226	0,77	248
Royaume-Uni	59 911 586	3	244 050	8	130	4	20	0,22	4,2	2,9	15	0,22	0,23	8	0,3986	13,63	4 385
Slovaquie	5 439 448	16	48 630	17	245	14	15	0,71	13,5	9,4	21	0,01	0,01	21	0,0019	0,06	21
Slovénie	2 010 347	21	20 255	22	112	16	7	2,96	55,9	39,1	16	0,17	0,18	18	0,0106	0,36	117
Suède	9 042 568	13	449 965	3	99	24	10	1,74	32,9	23,0	10	0,52	0,54	10	0,1430	4,89	1 573
UE 25	464 915 524		3 974 220		20			2,33	44,0	30,8		7,06	7,38			3 418,48	1 100 000

Contrairement aux solutions « traditionnelles » où les températures sont maîtrisées assez facilement, le caractère aléatoire et la puissance de l'ensoleillement, nous oblige à concevoir ces installations différemment. Par exemple, un aquastat permet de limiter la température d'une installation « traditionnelle » en arrêtant le brûleur, tandis que dans une installation solaire, rien ne peut « arrêter » les rayons du soleil. D'autre part, l'expression « qui peut le plus peut le moins » n'est pas adaptée aux installations solaires. Un surdimensionnement engendre un surcoût donc une baisse de rentabilité et des problèmes de surchauffe (capteur trop grand) ou des problèmes de sous-chauffe (ballon de stockage trop grand). Il est donc indispensable de bien penser tous les éléments d'une installation si l'on veut en garantir **la performance et le bien fondé** par rapport à une installation classique.

A cette fin, beaucoup d'instrument existe aujourd'hui. Pour le dimensionnement des installations le CSTB et l'INES proposent en téléchargement de nombreux logiciels de simulation avec fichiers météo de plusieurs pays et calcul **heure par heure**.

Nous en donnons ici une liste non exhaustive, que l'on retrouve entre autre sur le site de l'INES à l'adresse suivante : <http://www.ines-solaire.com/outils.htm>

« Simsol » installations solaires collectives, logiciel téléchargeable à l'adresse suivante : <http://software.cstb.fr/soft/present.asp?langue=fr&m=lpr&context=SimSol&imprimer=&cd=>

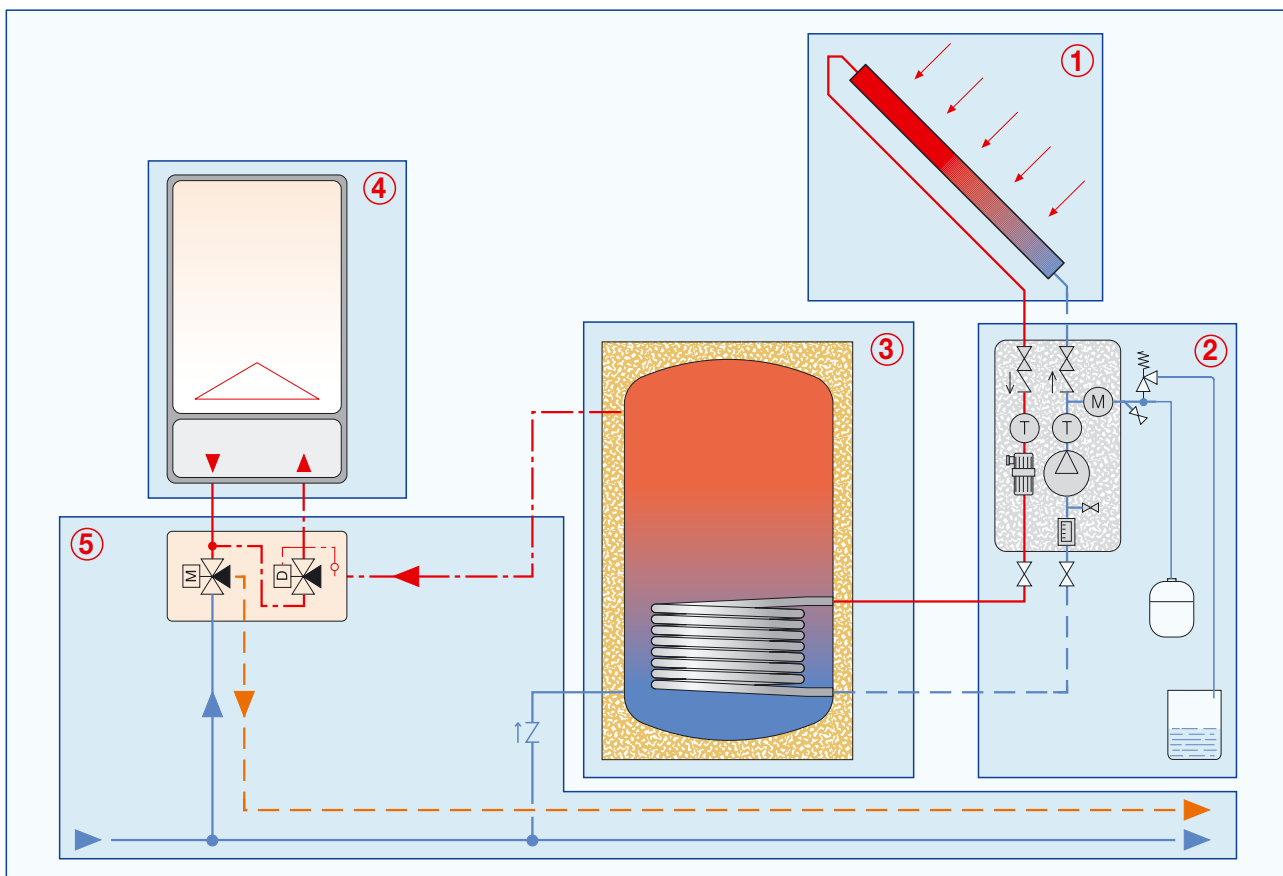
« Solo 2000 » installations solaires individuelles & Garantie de Résultats Solaires (GRS) téléchargeable à l'adresse suivante : <http://software.cstb.fr/soft/present.asp?langue=fr&m=lpr&context=Solo2000&imprimer=&cd=>

Par ailleurs, l'association Enerplan a édité sur son site internet la liste des matériels éligibles aux aides locales, le montant des aides régionales et locales pour l'énergie solaire, en complément du crédit d'impôt : <http://www.enerplan.asso.fr/>

LES CINQ CONSTITUANTS D'UNE INSTALLATION SOLAIRE

Une installation solaire thermique est constituée de cinq éléments :

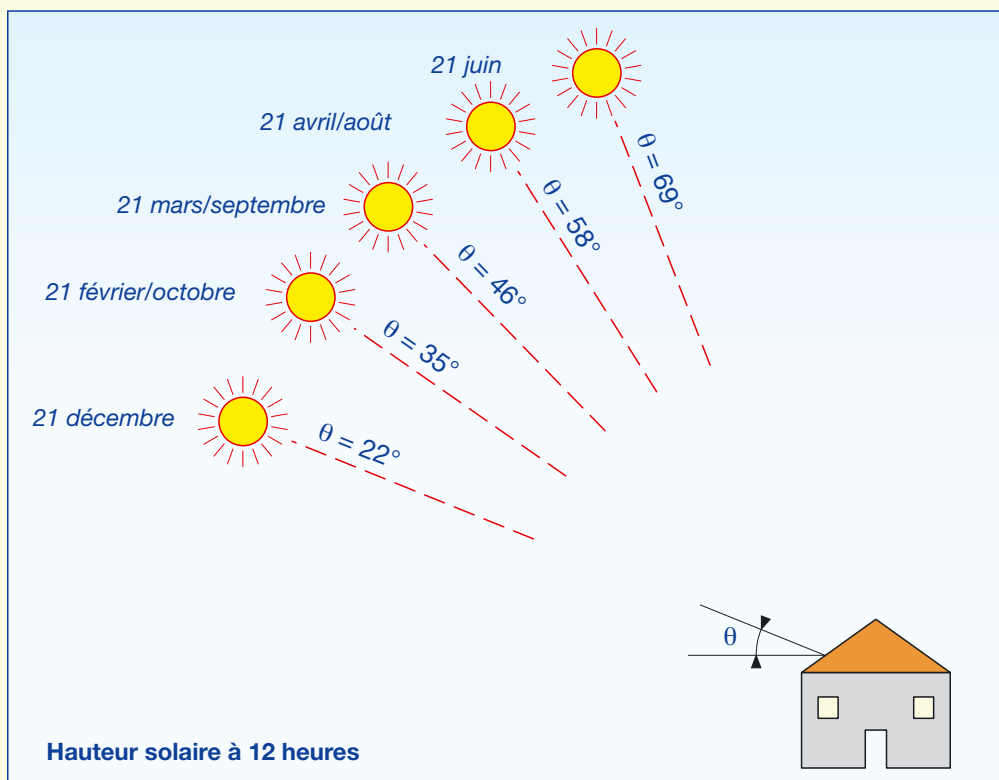
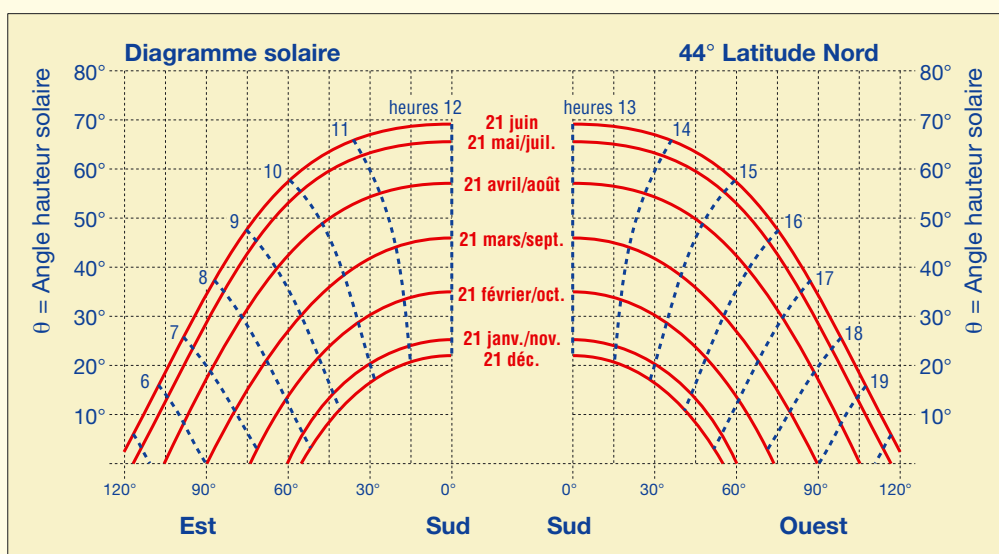
- ① Le captage
- ② Le transfert
- ③ Le stockage
- ④ L'appoint
- ⑤ La distribution



1. LE CAPTAGE

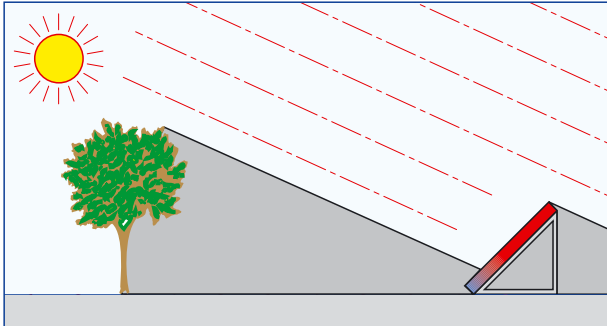
Les capteurs - ou panneaux - solaires thermiques assurent le transfert de l'énergie solaire à un fluide caloporteur. Afin d'optimiser la récupération de l'énergie solaire, il est fondamental d'étudier avec soin leur positionnement. Il faut considérer tout particulièrement les trois points suivants :

- **Les zones d'ombre**
- **L'angle d'orientation des panneaux par rapport aux points cardinaux**
- **L'angle θ d'inclinaison des panneaux par rapport à l'horizontal.**



Les zones d'ombre

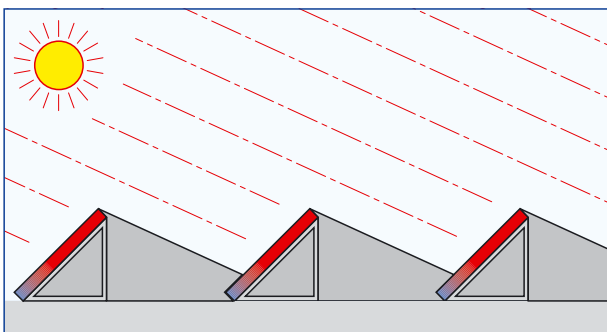
Le milieu environnant peut provoquer des ombres sur les panneaux réduisant ainsi leur rendement. Avant de décider de l'emplacement des panneaux, il faut donc s'assurer de l'absence de tout obstacle pouvant empêcher ou limiter le rayonnement direct : des obstacles constitués par exemple par des bâtiments, des murs ou de la végétation. Si cela est impossible, ces ombres doivent être très limitées et de courte durée.



La présence ou non d'ombres provoquées par des obstacles et leur durée dans le temps peuvent être déterminées à l'aide de diagrammes solaires qui fournissent la position du soleil par rapport à chaque jour de l'année et par rapport à chaque heure.

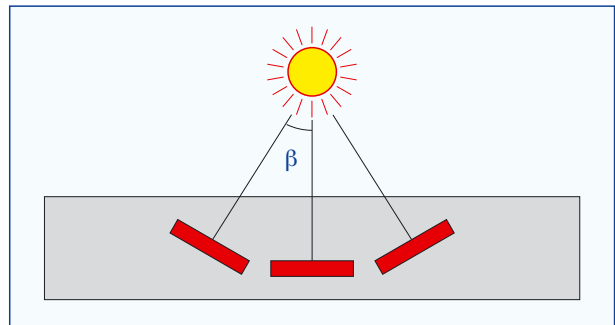
Le diagramme solaire de la page précédente se réfère à une latitude de 44° Nord, plus ou moins la latitude de...Montmeyran dans la Drôme (26).

Outre les ombres produites par le milieu environnant, il faut également tenir compte des ombres que les panneaux peuvent projeter sur eux-mêmes lorsqu'ils sont disposés en rangées.

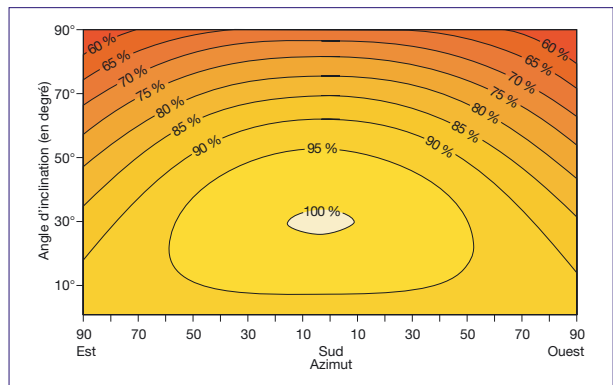


L'angle β d'orientation des panneaux par rapport aux points cardinaux

Dans notre hémisphère, l'orientation idéale des panneaux est l'orientation sud. Les autres orientations ne sont cependant pas particulièrement pénalisantes. Par exemple, à la latitude de 50° Nord, avec une variation d'orientation β de $\pm 30^\circ$ par rapport au sud, l'énergie solaire annuelle reçue ne diminue que de 2,5%. Pour une variation de $\pm 45^\circ$ elle diminue de 3 à 4%.



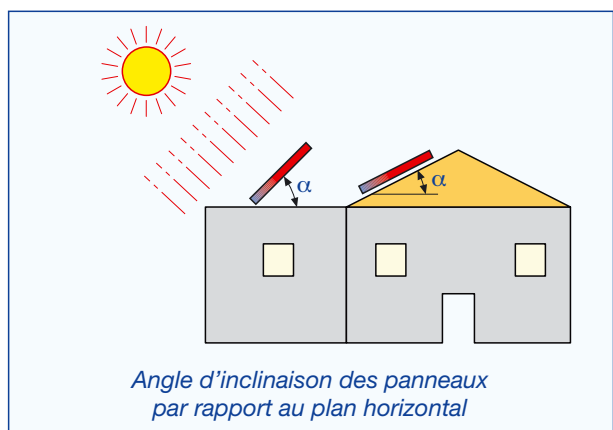
De manière générale, il faut retenir que plus on s'écarte du sud (angle β), plus l'inclinaison (angle α) doit être proche de l'horizontale.



Pourcentage d'énergie solaire reçue par rapport à l'orientation et l'inclinaison du capteur.

L'angle α d'inclinaison des panneaux par rapport à l'horizontale

Sur des toitures inclinées, il est préférable, pour une meilleure tenue à la neige et au vent, de respecter la pente du toit.



S'ils sont disposés sur des surfaces horizontales, il convient d'adopter les inclinaisons suivantes :

- installation fonctionnement uniquement l'été :
 α = latitude du lieu - 15°, soit 30° pour la latitude 45°.
- installation fonctionnement uniquement l'hiver :
 α latitude du lieu + 15°, soit 60° pour la latitude 45°.
- installation fonctionnement l'hiver et l'été :
 α = latitude du lieu, soit 45° pour la latitude 45°.

Raccordement et équilibrage des panneaux

Pour optimiser les performances, les débits dans les capteurs doivent être compris entre 40 et 70 l/h.m². Un débit trop faible pourrait entraîner une vaporisation du fluide caloporteur (respecter le débit mini indiqué par le fabricant). A l'inverse, un débit trop fort entraînerait une mauvaise récupération des calories et une température basse dans le ballon de stockage.

Afin de limiter les pertes de charge et donc d'assurer un bon rendement de l'installation, sachant que généralement les tubes dans les panneaux ont un diamètre compris entre 5 et 12 mm, **il ne faut pas avoir plus de cinq panneaux par batterie, et ils doivent avoir des pertes de charge identiques.**

Le raccordement de plusieurs panneaux les uns aux autres, nécessite une bonne répartition des débits. **Le mauvais équilibrage d'un champ de capteur entraînera une dégradation des performances thermiques du système.**

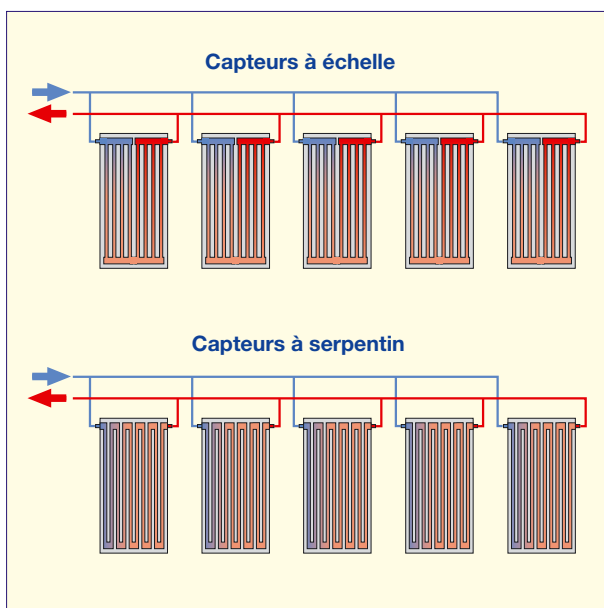
a) Le raccordement en parallèle : débit élevé, faible perte de charge et faible ΔT (environ 15°K)

Exemple :

pour un champ de 5 capteurs de 2 m² chacun, débit mini 60 l/h.m²

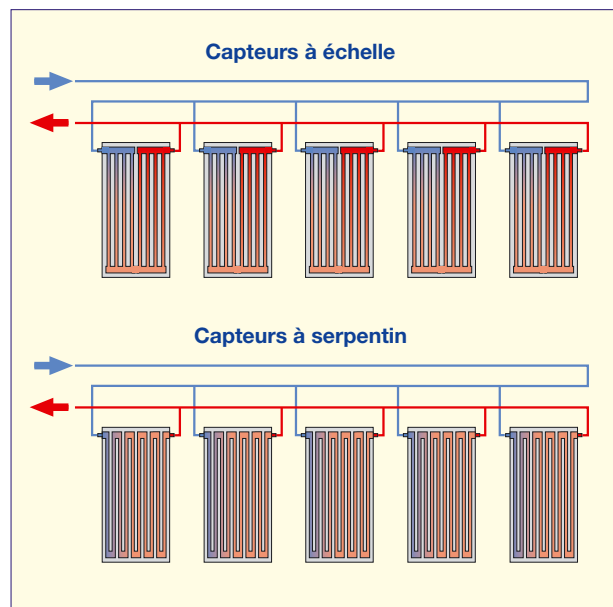
Surface totale de capteur : 5 x 2 = 10 m²

Débit mini dans le champ : 10 x 60 = 600 l/h

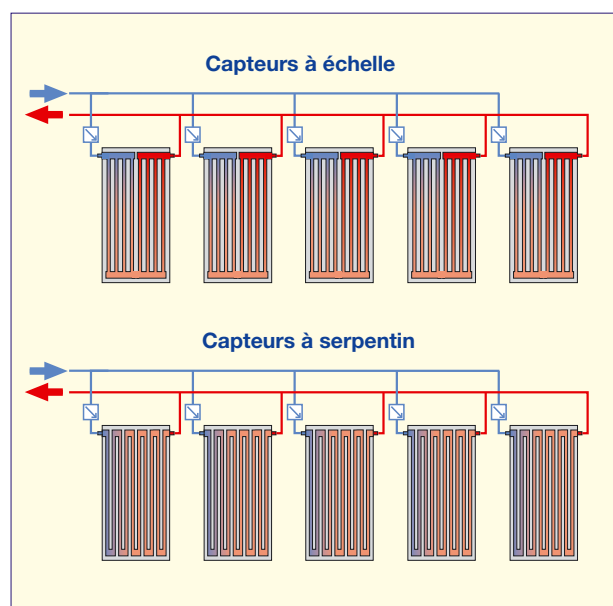


Dans le raccordement en parallèle, chaque panneau doit être équilibré. Pour cela un montage en **boucle de « Tickelmann »** est nécessaire en respectant la règle suivante :

- Le rapport entre le diamètre interne du collecteur et le diamètre interne des capteurs doit être compris entre 1,6 et 3,3. C'est à dire que le diamètre du collecteur doit être 1,6 à 3,3 fois plus grand que le diamètre des capteurs.
- Le débit général pourra être ajusté avec la pose d'une vanne d'équilibrage sur l'entrée de la boucle de « Tickelmann ».



Il n'est pas toujours aisé d'installer une boucle de ce type. **Une solution simple et efficace consiste à poser une vanne d'équilibrage automatique Autoflow à l'entrée de chaque panneau.**



b) Le raccordement en série : faible débit, forte perte de charge et forte ΔT (30 à 50°K)

Exemple :

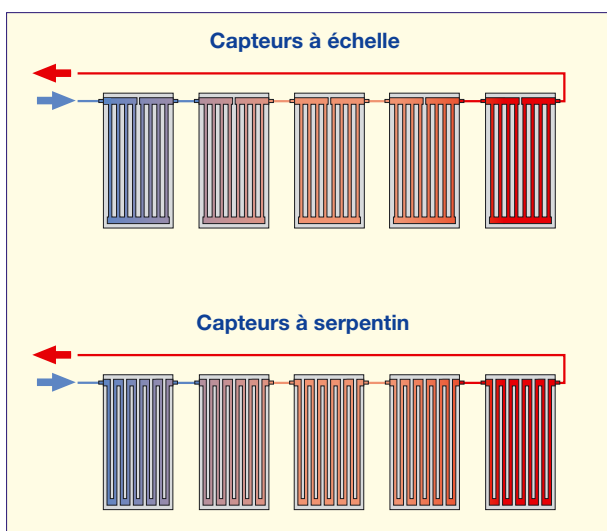
pour un champ de 5 capteurs de 2 m² chacun, débit mini 60 l/h.m²

Débit mini par capteur : $60 \times 2 = 120 \text{ l/h}$

Débit nominal du champ : $120 : 10 = 12 \text{ l/h.m}^2$

Le faible débit nominal du champ de capteur pourrait provoquer un risque de surchauffe. Dans notre exemple, le débit de 12 l/h.m² est trop faible. Un débit de 15 l/h.m² à 20 l/h.m² est plus adapté pour éviter la surchauffe. Attention malgré tout à ne pas augmenter de trop le débit car cela engendrerait des pertes de charge importantes. En effet, dans ce type de montage, les pertes de charge s'additionnent : il faut donc limiter le débit à une valeur acceptable pour les pertes de charge.

La forte augmentation de température engendrée par ce type de raccordement sera mise à profit pour les petites installations individuelles. En effet, plus vite le réservoir de stockage sera chaud, moins l'énergie d'appoint sera sollicitée, favorisant ainsi la « récupération » de l'énergie solaire.



Le raccordement en série ne présente pas de problème d'équilibrage puisque les panneaux sont irrigués par le même débit. Le débit pourra être ajusté avec la pose sur le circuit entrée capteur :

- soit d'une **vanne d'équilibrage manuelle** (dans le groupe de transfert pour les petites installations).



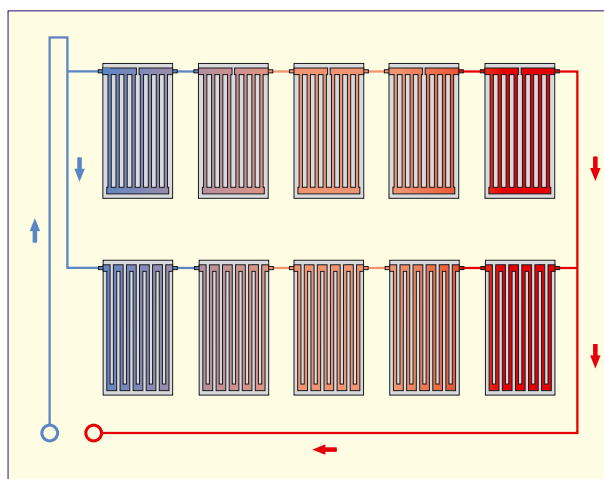
- soit d'une **vanne d'équilibrage automatique** qui ne nécessite aucun réglage, comme le limiteur automatique de débit « **Autoflow** » (à partir de 120 l/h) avec une cartouche tarée en usine au bon débit évitant ainsi tout réglage sur le chantier (posé c'est réglé).



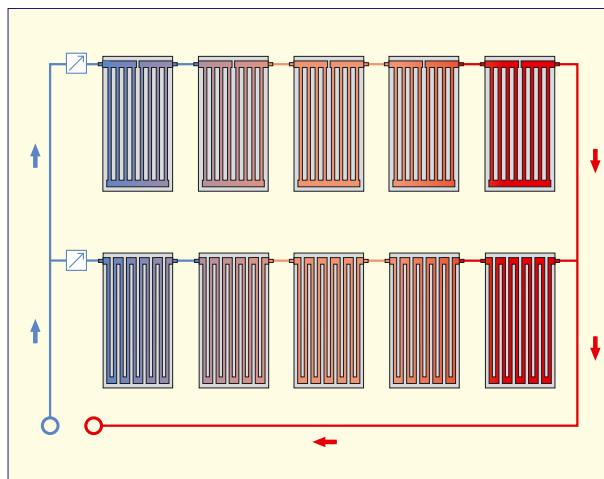
c) Le raccordement en série-parallèle au-delà de 5 panneaux pour les grosses installations

Dans les grosses installations, ce montage est réalisé par plusieurs groupes de 5 panneaux maximum montés en série, chaque groupe étant raccordé en parallèle. **On combine ainsi l'intérêt du montage en série - forte ΔT - et du montage en parallèle - faibles pertes de charge.**

Sur une telle installation, le montage en boucle de Tickelmann n'est pas sans difficultés car chaque groupe de capteurs en série doit avoir la même perte de charge.



La pose de limiteur automatique de débit de type « Autoflow » simplifie considérablement l'installation en évitant la boucle de Tickelmann tout en assurant l'équilibrage.



Elimination de l'air dans les capteurs

Pour un bon fonctionnement de l'installation (voir Hydraulique n°3) et un bon rendement des capteurs, il est nécessaire de bien éliminer l'air dans les capteurs. Cette opération doit être faite au moment du remplissage de l'installation. Plusieurs méthodes peuvent être utilisées :

❑ Dégazage sous pression sans purgeur d'air.

Lors du remplissage en eau de l'installation, il faut veiller à ce que la vitesse du fluide soit supérieure à 0,4 m/s afin de s'opposer à la vitesse ascensionnelle des bulles d'air (0,25 m/s). Dans ces conditions, l'air est sensé être chassé.

Malheureusement cette méthode est imparfaite, car dans les capteurs montés en parallèle la vitesse va chuter, et si la vitesse est trop faible les bulles d'air peuvent rester bloquées.

❑ Dégazage par purgeurs d'air.

La meilleure solution consiste à installer des purgeurs d'air à flotteur aux points hauts de l'installation et aux endroits où peuvent se former des poches d'air. On aura alors une bonne évacuation de l'air au moment du remplissage.

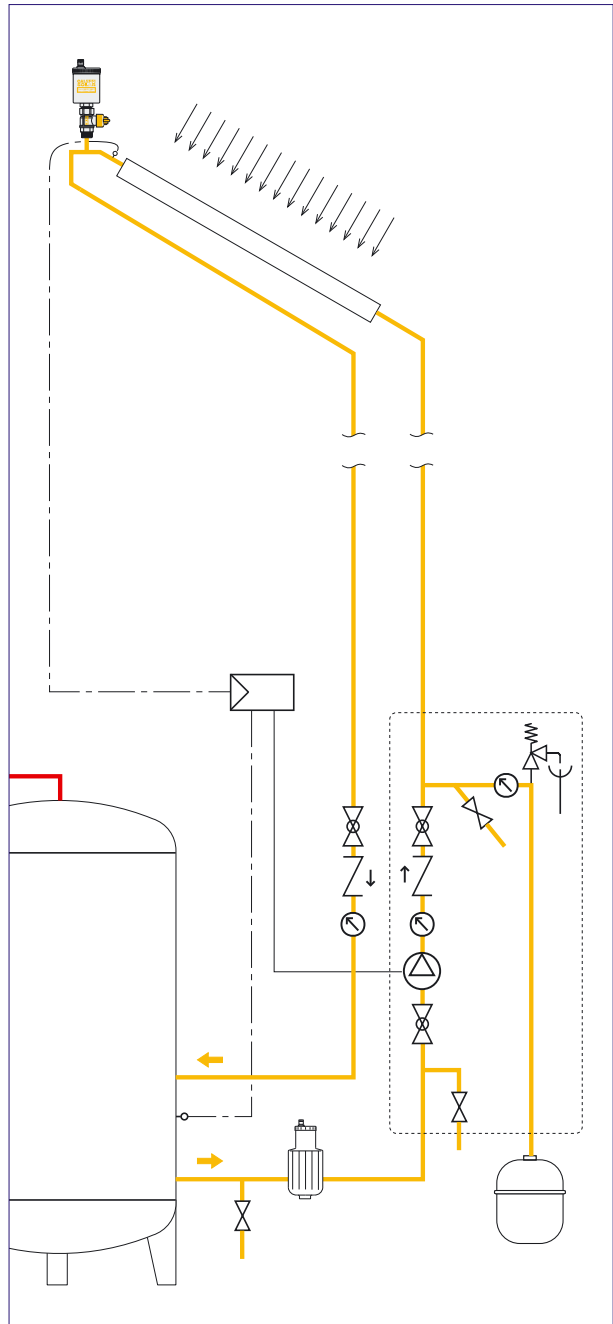
Compte tenu des températures très basses et très hautes auxquelles peuvent être soumis ces purgeurs, **il est nécessaire de prévoir des modèles spécifiques résistants à ces températures, ainsi qu'aux pressions élevées que peuvent atteindre les installations.** Les purgeurs traditionnels ne sont pas adaptés, car de telles conditions de températures et de pressions pourraient les détériorer et les rendre inefficaces lors des opérations de maintenance.



Une fois la mise en eau terminée, le purgeur doit être isolé par une vanne d'isolement afin d'éviter un dégazage possible du fluide caloporteur en phase vapeur lors d'une surchauffe du capteur.

L'absence de fermeture de cette vanne pourrait dans un tel cas provoquer le dégazage du fluide antigel. La concentration d'antigel deviendrait alors plus faible et entraînerait un risque de gel important lors des basses températures.

L'ensemble purgeur et vanne doit donc résister aux basses températures (-30°C) et aux hautes températures (180°C).



2. LE TRANSFERT

Le fluide chauffé dans les capteurs est véhiculé vers le ballon de stockage grâce au **circuit de transfert**. Ce dernier se compose des éléments suivants :

1. Une tuyauterie
2. Un circulateur
3. Une régulation
4. Une soupape de sécurité
5. Un vase d'expansion

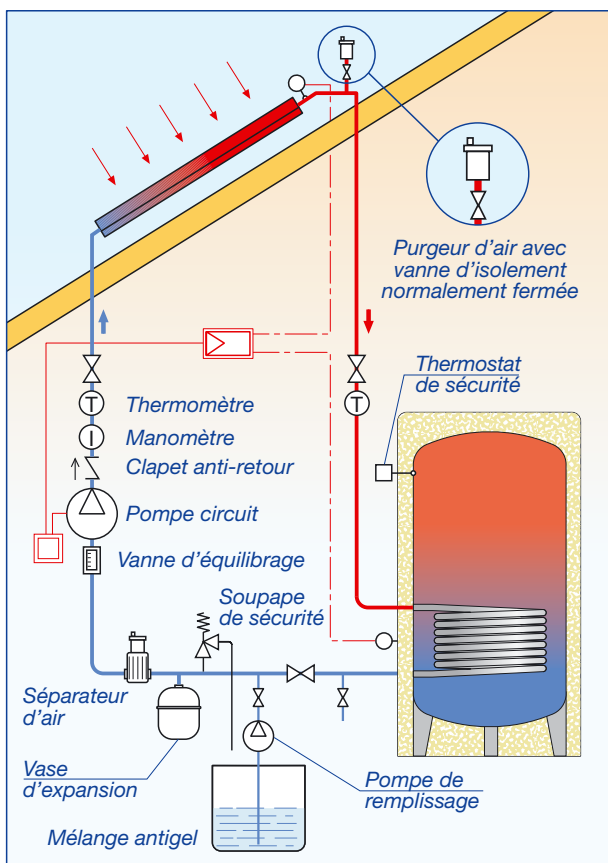


□ La tuyauterie

Les tuyaux doivent pouvoir résister, avec leurs pièces de raccordement, aux hautes et basses températures, ainsi qu'aux pressions qui caractérisent les installations solaires.

L'utilisation d'acier galvanisé, ne pouvant supporter des températures supérieures à 60°C, est à proscrire. Il n'est pas non plus possible d'utiliser des tubes plastiques simples ou multicouches.

Le diamètre des tubes doit être déterminé pour permettre une vitesse de fluide inférieure ou égale à 1 m/s (au-delà de cette vitesse on engendre du bruit et de l'érosion).



Le dimensionnement des tuyaux peut être effectué selon la méthode des pertes de charge linéaires constantes (voir Cahier des pertes de charge hydrauliques, sur le site Internet www.caleffi.fr). En cas d'utilisation de mélanges antigels, ne pas oublier que leurs pertes de charge sont sensiblement supérieures à celles de l'eau.

Isolation thermique des tuyaux

Dans les sections de parcours externe, le matériau isolant doit être protégé contre les infiltrations d'eau, contre l'éventuel vieillissement précoce provoqué par les rayons solaires et contre la détérioration de la part des animaux comme les souris et les oiseaux. Il est par exemple possible de recourir à des dispositifs de protection en aluminium ou autre produit inoxydable.

□ Circulation du fluide caloporteur

Circulation forcée par pompes

Dans ce type d'installation, les pompes ne sont activées uniquement que lorsque la température du fluide caloporteur à l'intérieur des panneaux est plus élevée que celle de l'eau contenue dans les réservoirs d'accumulation.

Il n'y a bien sûr aucune limite sur ces installations quant au positionnement des réservoirs.

Bien que positionné sur le circuit de retour vers le capteur, le circulateur doit pouvoir supporter des températures de 110°C et de brefs pics à 130°C.

A basse température la viscosité de l'antigel augmentant, ce dernier peut empêcher le bon fonctionnement des pompes. La dose d'antigel doit donc être adaptée au lieu d'implantation, 50% étant considéré comme un maximum.

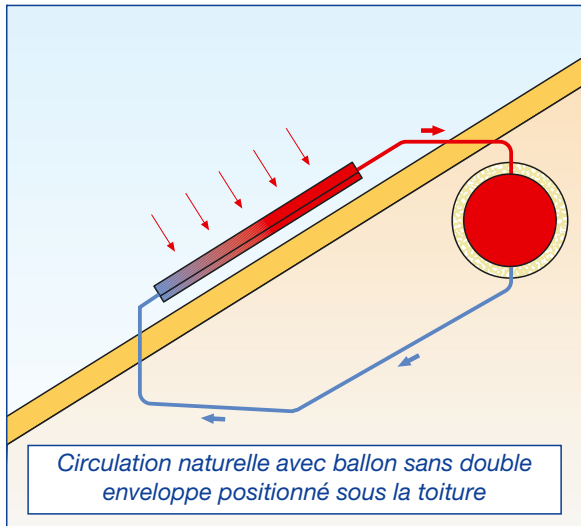
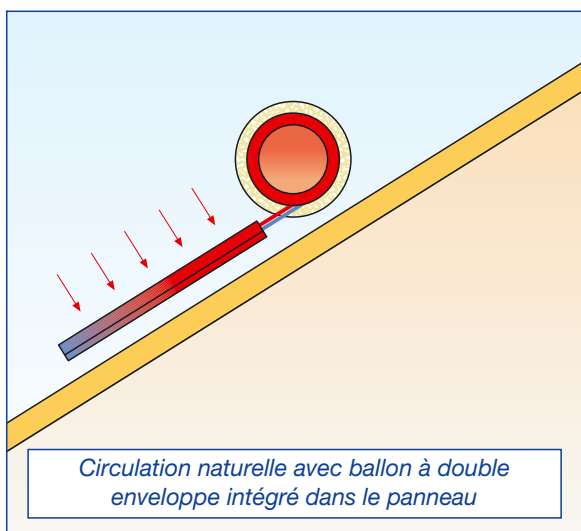
En présence d'air, le refroidissement de la pompe, assuré normalement par le fluide, sera considérablement réduit. Le fonctionnement de la pompe risque donc de se dégrader et celle-ci pourrait finir par se bloquer. Pour se prémunir contre un tel dysfonctionnement, **la pose d'un séparateur d'air placé en amont du circulateur** (sur la partie « froide » de l'installation tel qu'indiqué sur le schéma ci-contre, là où il n'y a pas de formation de vapeur) est une solution efficace.



Circulation naturelle par thermosiphon

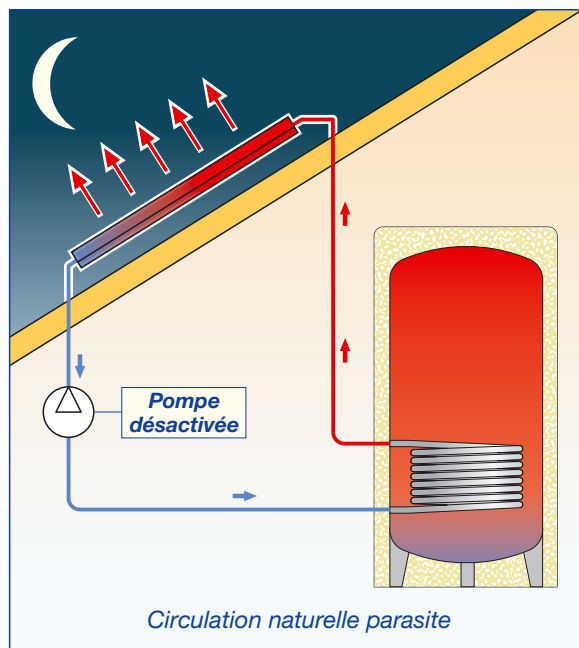
Le fluide caloporteur, en se chauffant à l'intérieur des panneaux, par différence de densité, devient plus léger que le fluide contenu dans les réservoirs. Il peut donc activer une circulation naturelle identique à celle qui fait fonctionner les vieilles installations par thermosiphon.

Pour induire ce type de circulation, il faut bien sûr placer les réservoirs d'accumulation plus haut que les panneaux, comme indiqué sur les deux schémas ci-dessous.



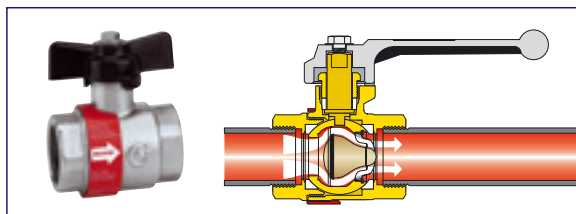
Les circulations parasites

Il s'agit de circulations pouvant s'activer lorsque le fluide, à l'intérieur du serpentin du réservoir d'accumulation, est plus chaud que le fluide contenu dans les panneaux : par exemple durant les périodes de faible insolation ou la nuit. Ce sont en fait des circulations naturelles qui transforment les panneaux de capteurs en émetteurs de chaleur et qui provoquent le mauvais fonctionnement de nombreuses installations solaires.

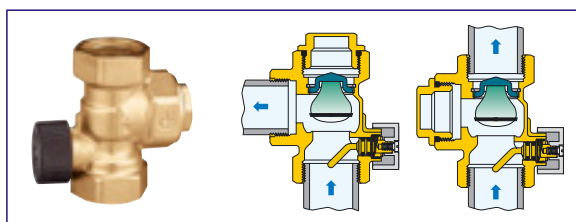


Pour éviter ces circulations, il est conseillé d'utiliser des **clapets anti-retour résistant à plus de 100°C** :

- de type Ballstop, c'est-à-dire des vannes d'arrêt avec clapet de non-retour incorporé :



- des clapets de non-retour classiques.



Pour une sécurité accrue, il est conseillé de les installer aussi bien à l'aspiration qu'au refoulement du circuit de l'installation solaire.

Siphons anti-thermosiphon

En forme de U, ils sont parfois installés aussi bien en amont qu'en aval des échangeurs de chaleur. Ils peuvent fournir en plus des clapets anti-retour, et non comme alternative, une garantie ultérieure contre les circulations parasites.

Électrovannes de sécurité

Ces électrovannes sont, tout comme les siphons, utilisées en support et non comme alternative aux clapets anti-retour. Leur action est combinée à celle de la pompe. Elles sont ouvertes lorsque la pompe est activée et fermées lorsque celle-ci est désactivée.

□ La régulation

Elle se base essentiellement sur l'utilisation de régulateurs différentiels de températures constitués de :

- un régulateur permettant de configurer la différence de température (Δt) voulue;
- deux ou trois sondes servant à relever la température des panneaux et celles du réservoir d'accumulation.



Si les sondes enregistrent, entre les panneaux et le réservoir, un écart de températures supérieur au (Δt) réglé sur le régulateur, ce dernier active la pompe du circuit de l'installation solaire. Dans le cas contraire la pompe reste désactivée.

Pour le réglage des régulateurs différentiels de températures, il est conseillé d'adopter les valeurs suivantes :

- Quand la température du capteur est supérieure de 5 à 8°K ($\Delta 1$ différentiel de démarrage) à la température de stockage du ballon, le circulateur est activé.
- Quand la température du capteur est inférieure de 1 à 3°K ($\Delta 2$ différentiel d'arrêt) à la température de stockage du ballon, le circulateur est désactivé.

Ces intervalles de température sont nécessaires pour tenir compte :

1. des pertes de chaleur qui se vérifient le long des tuyaux du circuit de l'installation solaire;
2. de la nécessité d'avoir un écart de température significatif pour obtenir un bon échange thermique;
3. du fait que l'installation ne doit fonctionner que lorsque l'énergie utile est supérieure à l'énergie consommée par la pompe de circulation.

Si $\Delta 1$ et $\Delta 2$ sont trop grands, on aura un retard au démarrage le matin et l'énergie solaire ne sera pas récupérée au mieux.

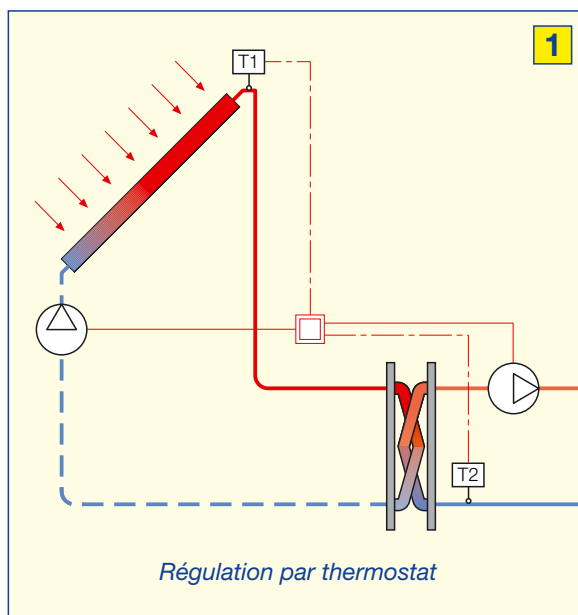
Si $\Delta 1$ est trop grand et $\Delta 2$ trop petit, on aura un retard au démarrage le matin, et un retard à l'arrêt le soir occasionnant des pertes d'énergies.

Si $\Delta 1 = \Delta 2$ il y aura un phénomène de pompage, engendrant une usure rapide du circulateur.

Nous proposons ci-après une brève description des schémas les plus utilisés pour régler les circuits des installations solaires.

Régulation par aquastat

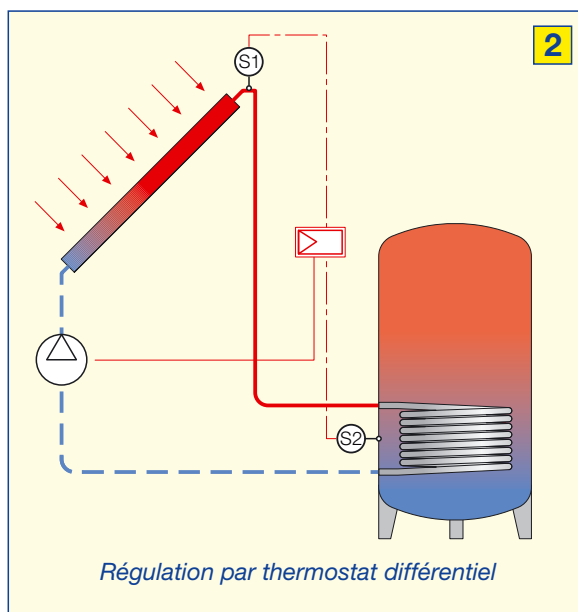
Les deux pompes sont commandées par deux aquastats montés en série, le point de consigne de la température T1 du capteur est supérieur à la température T2 d'entrée d'eau au secondaire. Cette régulation n'est généralement utilisée que pour chauffer les piscines.



Une variante avec un seul aquastat (T1) est possible, mais la température de la piscine n'est pas maîtrisée.

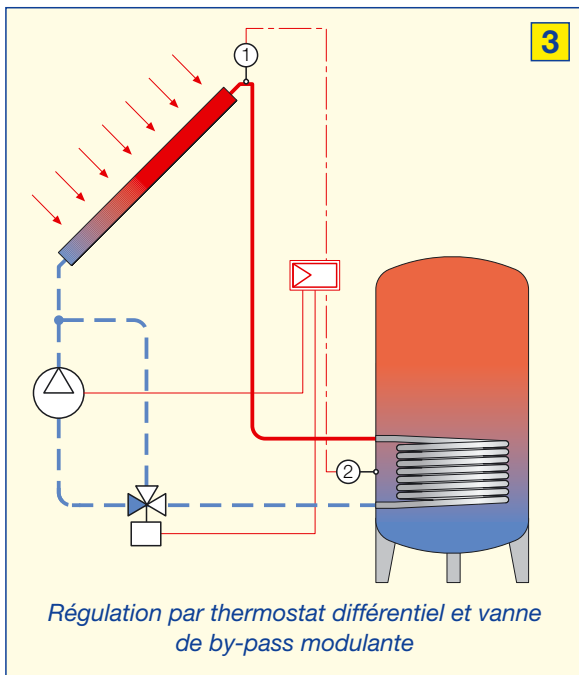
Régulation par thermostat différentiel de température

Si l'écart de température entre les sondes S1 et S2 dépasse le Δt configuré la pompe est activée, dans le cas contraire elle reste désactivée.



Régulation par thermostat différentiel et vanne de by-pass modulante

Le régulateur intervient sur la pompe comme dans le cas précédent et, en actionnant la vanne de by-pass modulante, maintient le Δt préconfiguré constant (par variation de débit). Cette régulation améliore l'échange thermique entre les panneaux et le réservoir d'accumulation. Toutefois, en raison de son coût élevé, elle n'est utilisée que dans des installations moyennes ou grandes.

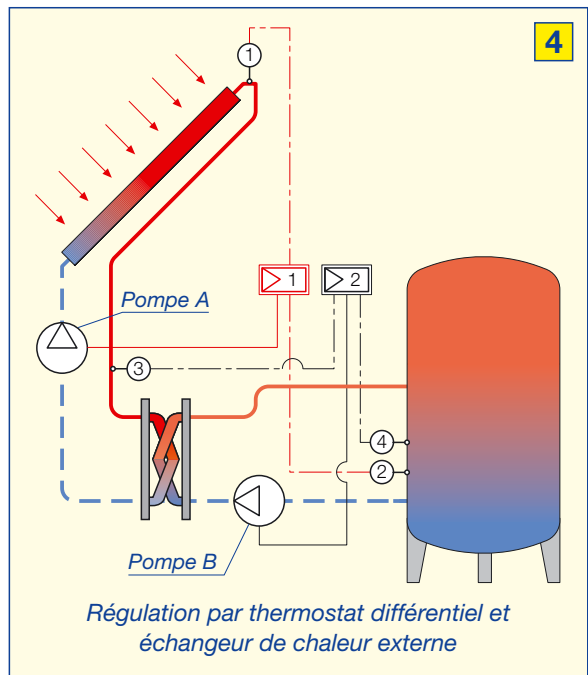


Régulation par thermostat différentiel et échangeur de chaleur externe

La pompe A n'est activée que lorsque l'écart de température entre les sondes S1 et S2 dépasse la valeur Δt_1 . La pompe B n'est activée que lorsque l'écart de température entre les sondes S3 et S4 dépasse la valeur Δt_2 .

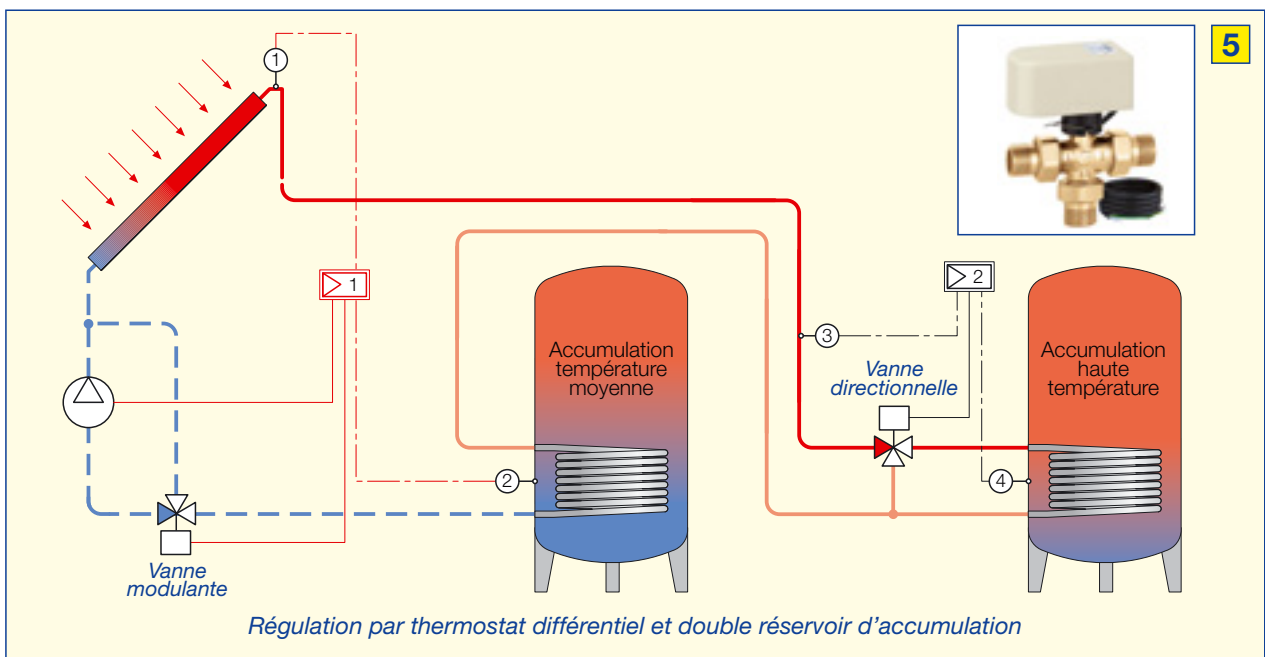
Remarque :

- Δt_1 doit être plus grand que Δt_2 ,
- les sondes 2 et 4 sont placées au même endroit.



Régulation par thermostat différentiel et double réservoir d'accumulation

Le premier régulateur intervient sur la pompe et sur la vanne modulante tout comme pour le schéma 3. Le deuxième régulateur ouvre la vanne directionnelle à trois voies, en faisant passer le fluide provenant des panneaux dans le serpentin du réservoir à haute température, uniquement si la température de la sonde S3 dépasse celle de la sonde S4.



□ Soupape de sécurité (pouvant résister à 160°C)

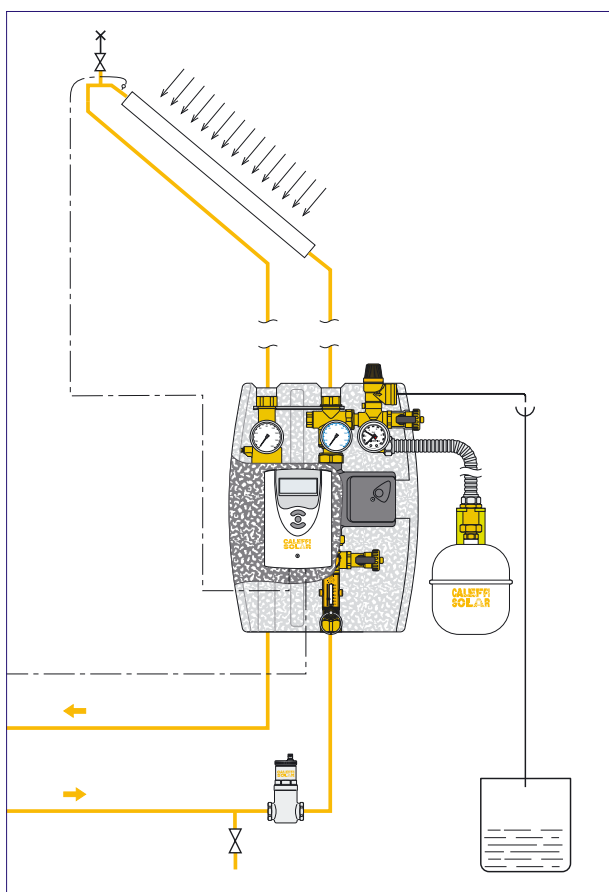
Il est conseillé d'utiliser des soupapes de sécurité avec un tarage de 5 à 6 bar, pour les raisons suivantes :

- pour limiter les dimensions des vases d'expansion;
- pour maintenir la température d'ébullition du fluide caloporteur à une valeur élevée.



Le mélange antigel pouvant sortir de la soupape ne doit pas être rejeté à l'égout ou dans la nature. Il est donc nécessaire de prévoir un récipient collecteur comme, par exemple, le bidon du fluide antigel.

Dans un champ de capteurs, il est parfois nécessaire d'installer plusieurs soupapes de sécurité. Dans ce cas la soupape n'est pas dans un groupe de transfert mais en toiture aux niveaux des capteurs. En plus de résister aux hautes températures les soupapes doivent alors aussi tenir aux ultra-violets pour ne pas être détériorées dans le temps (**la tenue aux hautes températures et aux UV n'est pas assurée avec des soupapes classiques de chauffage**).



□ Vase d'expansion

Les vases d'expansion dans les installations solaires doivent être dimensionnés avec soin. Ils doivent être en mesure d'absorber aussi bien les dilatations du fluide que la vapeur pouvant se former en cas de surchauffe de l'installation.



Pour dimensionner des vases d'expansion de ce genre, la formule suivante peut être utilisée :

$$V_U = (V_C \cdot e + V_P) \cdot k$$

où :

V_U = Volume utile du vase d'expansion, l
 V_C = Contenu de fluide dans le circuit de l'installation solaire

e = Coefficient de dilatation du fluide :
 0,045 pour l'eau,
 0,070 pour le mélange eau-glycol

V_P = Contenu de fluide dans les panneaux solaires, l

k = Constante de sécurité :
 1,1 valeur normalement attribuée.

Il est ensuite possible de déterminer le volume nominal ou commercial par la formule utilisée pour le calcul des vases d'expansion classiques, soit :

$$V_N = V_U \cdot (P_F + 1) / (P_F - P_I)$$

où :

V_N = Volume nominal du vase d'expansion, l

V_U = Volume utile du vase d'expansion, l

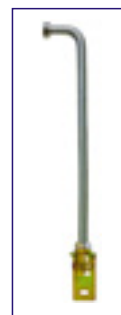
P_I = Pression initiale, c'est-à-dire la pression de remplissage de l'installation, bar
 Valeur conseillée :
 (Pression statique) + (0,5 bar)

P_F = Pression finale, bar

Valeur conseillée :
 (Pression ouverture soupape) – (0,5 bar).

Remarque :

- Pour protéger les membranes des vases d'expansion, **il est préférable d'installer ces derniers sur le retour du circuit de l'installation solaire (portion du circuit qui va du réservoir aux panneaux), avec un tuyau de raccordement dirigé vers le bas et sans isolation thermique.** Ainsi, par stratification, la membrane sera toujours dans la zone la plus froide.



Exemple de calcul

Calculer le vase d'expansion requis par un circuit d'installation solaire avec un mélange antigel dont les caractéristiques sont les suivantes :

Nombre de panneaux solaires : **8**

Volume de fluide dans chaque panneau : **2,0 l**

Volume de fluide dans les tuyaux, échangeur de chaleur et autres composants du circuit de l'installation solaire : **24,0 l**

Pression initiale : **1,5 bar**

Pression finale : **5,5 bar**

Sur la base de ces données et en fonction des formules, on obtient :

- Volume total de fluide dans les panneaux solaires :

$$VP = 8 \cdot 2,0 = \mathbf{16 \text{ l}}$$

- Volume total de fluide dans le circuit de l'installation solaire :

$$VC = 16,0 + 24,0 = \mathbf{40 \text{ l}}$$

- Volume utile du vase d'expansion :

$$VU = (40 \cdot 0,07 + 16) \cdot 1,1 = \mathbf{20,7 \text{ l}}$$

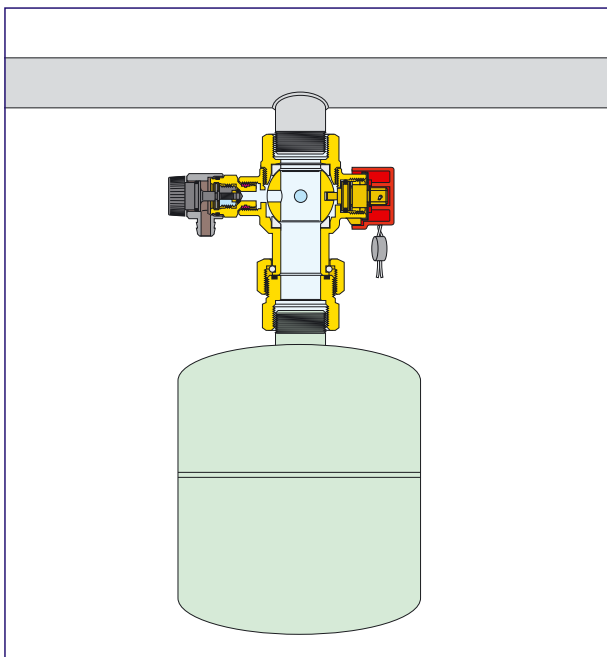
- Volume nominal du vase d'expansion :

$$VN = 20,7 \cdot (5,5 + 1) / (5,5 - 1,5) = \mathbf{34 \text{ l}}$$

Le vase correspondant disponible dans le commerce sera un vase de 35 litres.

Robinet d'isolement pour vase d'expansion

Comme les pneus de voitures, le vase d'expansion doit être régulièrement contrôlé et regonflé si nécessaire (au moins une fois par an). Ce contrôle doit s'effectuer une fois le vase déconnecté de l'installation. Pour cela il est judicieux de prévoir la mise en place de raccords permettant le démontage du vase sans vidange de l'installation, comme ceux de la série 558.



L'isolement du vase d'expansion par une vanne d'arrêt est autorisé en France.

Afin d'éviter des manœuvres par une personne non qualifiée la poignée de manœuvre peut être retirée ou scellée par un fil plombé (voir Hydraulique n°3).



Code 558500

Robinet d'arrêt automatique,
pour vases d'expansion.

Raccord fileté 3/4" M x 3/4" F.

Corps en laiton.

Température maxi d'exercice : 110°C.

Pression maxi d'exercice : 10 bar.



Code 558510

Robinet d'arrêt automatique,
pour vases d'expansion avec purge.

Raccord fileté 3/4" M x 3/4" F.

Corps en laiton.

Température maxi d'exercice : 85°C.

Pression maxi d'exercice : 6 bar.



Série 5580

Vanne d'arrêt à
sphère pour vases
d'expansion avec
purge pour contrôle
sans démontage.

Raccord fileté 3/4" M x 3/4" F (de 3/4" à 1 1/4").

Corps en laiton.

Température maxi d'exercice : 85°C.

Pression maxi d'exercice : 6 bar.

3. LE STOCKAGE

L'énergie solaire n'étant pas toujours disponible, il est nécessaire pour pouvoir utiliser de façon continue les services qui y sont liés, de recourir à des systèmes d'accumulation : des systèmes qui peuvent être réalisés de façon classique avec de l'eau (liquide), des pierres ou galets (solide), ou à changement de phase (sels fondus par exemple).

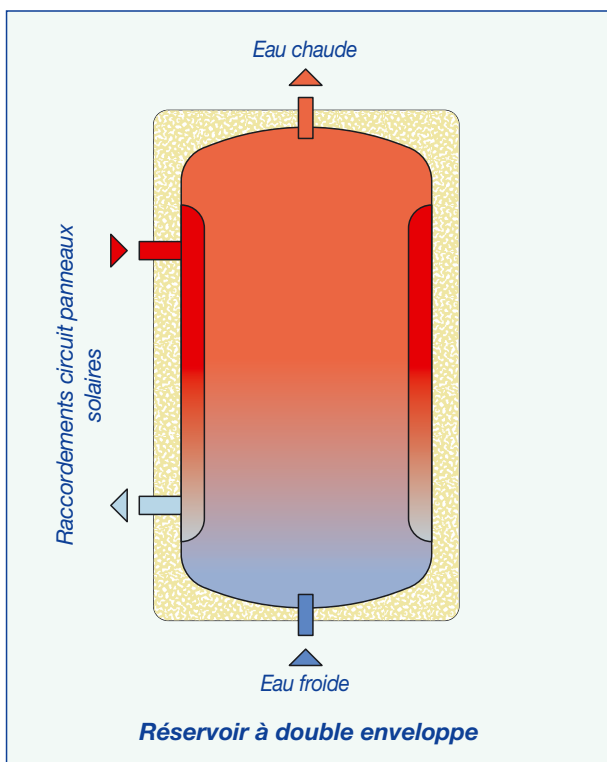
Nous ne tiendrons compte ci-après que des systèmes avec réservoirs d'eau plus adaptés aux installations solaires classiques.

Réservoirs d'accumulation

Ils doivent être en mesure de fonctionner à des températures supérieures à 75-80°C. Il est donc impossible d'utiliser des réservoirs en acier zingué étant donné qu'au-delà des 60°C ils sont exposés, tel que nous l'avons vu auparavant, à des phénomènes de dézingage. S'ils sont destinés à contenir de l'eau chaude sanitaire, les réservoirs doivent être spécifiquement homologués pour cet usage. Par ailleurs, les réservoirs fabriqués avec des matériaux pouvant subir des corrosions galvaniques doivent être protégés contre ce phénomène.

Réservoirs à double enveloppe

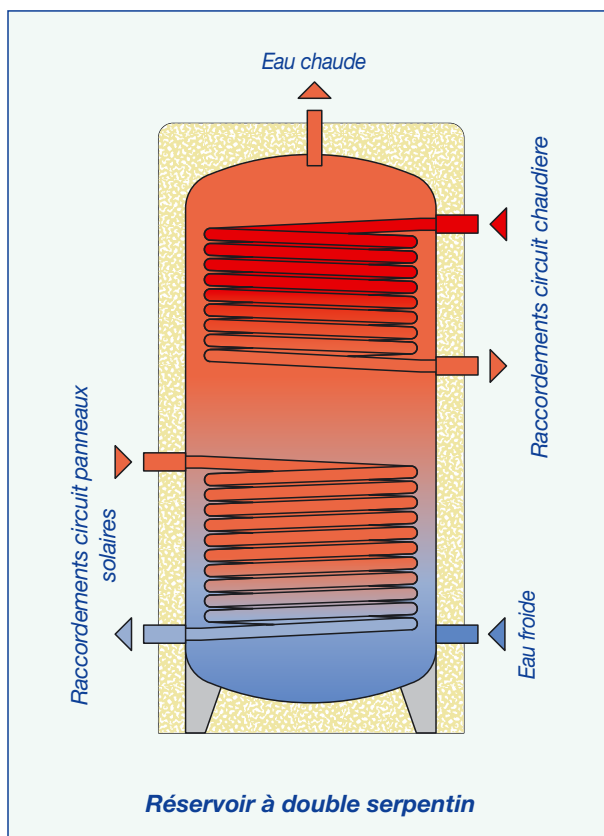
Ces réservoirs présentent, au niveau de leur surface latérale, une enveloppe intermédiaire où circule le fluide provenant des panneaux. Ils sont surtout utilisés dans les installations de petites dimensions.



Réservoirs à serpentins

Il existe des réservoirs à serpentin simple ou double. Les réservoirs à serpentin simple ne servent qu'à accumuler la chaleur.

Quant aux réservoirs à double serpentins, ils permettent également de chauffer l'eau avec un appoint si nécessaire, jusqu'à la température d'utilisation demandée. Ils sont utilisés dans des installations de petites et moyennes dimensions.



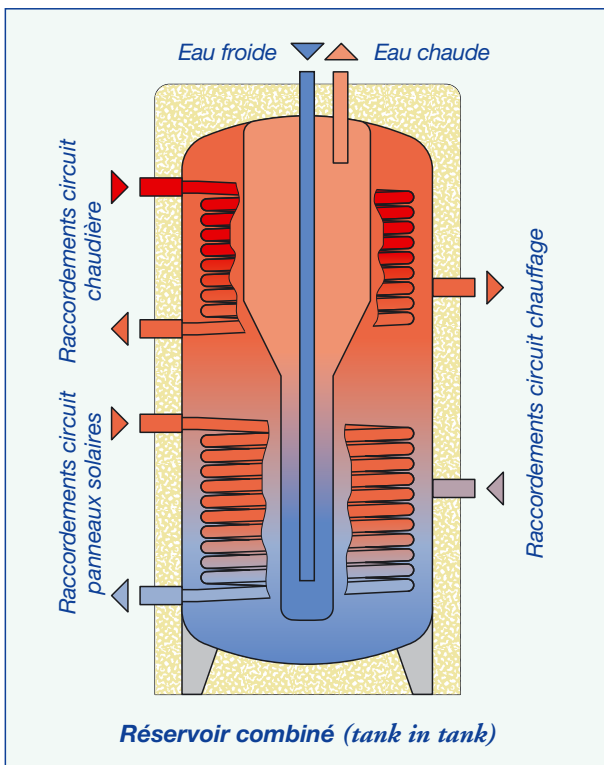
Réservoirs combinés

Il s'agit de réservoirs à double compartiments appelés également « tank in tank » soit «réservoir dans le réservoir». Ils sont utilisés dans les installations solaires combinées : c'est-à-dire dans des installations solaires qui **sont en mesure de produire aussi bien de l'eau chaude sanitaire que du chauffage.**

Le grand réservoir contient l'eau qui permet de faire fonctionner le système de chauffage. Le petit réservoir contient l'eau qui sert à alimenter l'installation d'eau chaude sanitaire. Les réservoirs « tank in tank » **facilitent la réalisation des installations solaires combinées en ce sens qu'ils permettent de brancher directement au réservoir tous les circuits**, c'est à-dire :

- le circuit des capteurs solaires,
- le circuit d'appoint de chaleur (chaudière par exemple),
- le circuit du système de chauffage,
- le circuit de l'eau chaude sanitaire.

Ces réservoirs sont surtout utilisés dans les installations de petites et moyennes dimensions.



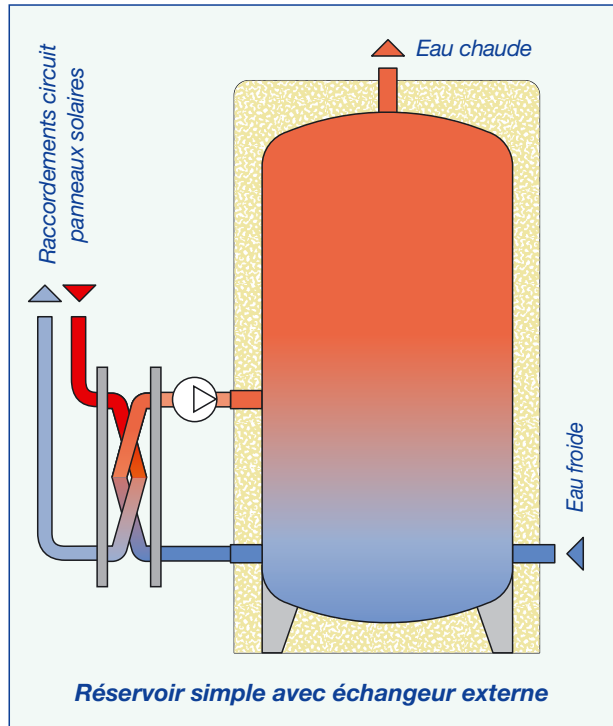
Réservoirs avec échangeur externe

Il s'agit de simples réservoirs d'accumulation. L'échange thermique avec le fluide provenant des panneaux est réalisé par le biais d'échangeurs externes à plaques ou à faisceau tubulaire. Les échangeurs à plaques sont plus compacts. Ceux à faisceau tubulaire sont moins exposés aux dangers de « blocage » dus aux incrustations et aux dépôts de saleté, grâce à leurs sections de passage plus larges. L'utilisation des échangeurs externes par rapport aux échangeurs internes permet :

- d'avoir un échange thermique de puissances plus élevé;
- d'alimenter plusieurs réservoirs de stockage avec un seul échangeur;

- de faciliter la réalisation de variantes et d'intégrations de système d'accumulation, en raison de l'autonomie des réservoirs par rapport aux échangeurs.

Ces réservoirs sont utilisés, avec leur système d'échange thermique, dans les installations de moyennes et grandes dimensions.



Protection des ballons

Pour protéger les réservoirs d'accumulation, il est également possible de recourir à des **soupapes combinées** en mesure d'agir lorsque l'eau dépasse des valeurs précises de température et de pression.

Ces soupapes qui contrôlent les valeurs de température maximale, doivent être installées au dessus des réservoirs d'accumulation.

Il n'est bien sûr possible de les utiliser que sur des installations dont les composants (surtout dans le cas des réservoirs) sont garantis pour des pressions et des températures de fonctionnement non inférieures aux températures et aux pressions d'intervention des soupapes elles-mêmes.



4. L'APPOINT (type et régulation)

En cas d'insuffisance de chauffage par le soleil il faut souvent recourir à un appoint à l'aide d'une autre source d'énergie (payante). Il peut se faire soit directement dans le même ballon de stockage, soit à l'extérieur. **Dans le cas où il est intégré dans le même ballon, l'appoint doit être dans le tiers supérieur du ballon, afin de n'être utilisé qu'en cas de nécessité.**

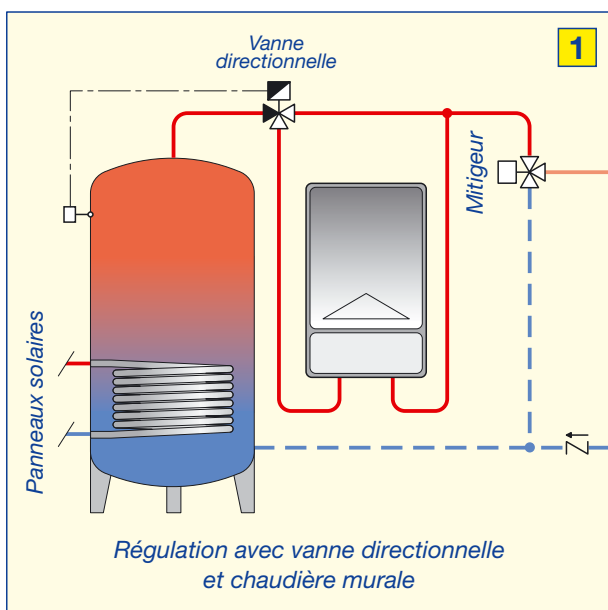
Pour l'eau chaude sanitaire seule

Régulation par vanne directionnelle et appoint par chaudière murale

Ce système permet de réaliser très facilement des installations solaires performantes et efficaces dans un encombrement très restreint. Il faut cependant veiller aux types de chaudières utilisées.

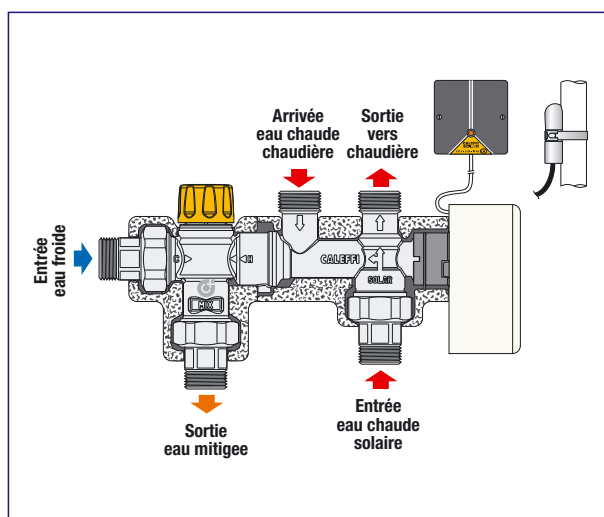
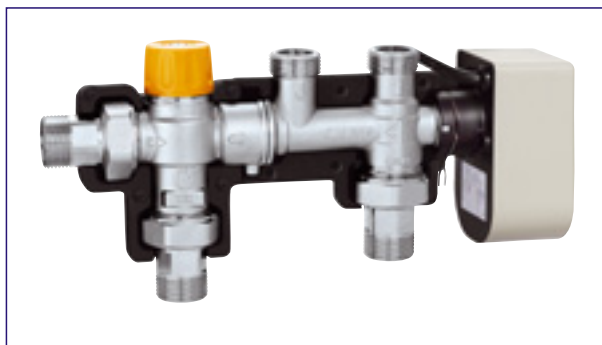
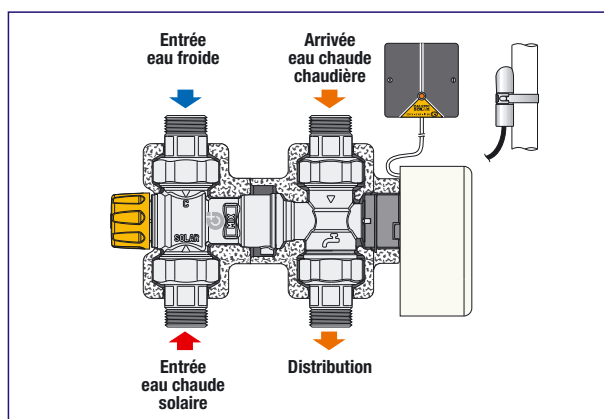
Pour produire l'eau chaude sanitaire, une **chaudière non modulante** utilise sa pleine puissance quel que soit le débit. Ce type de chaudière fonctionne correctement seulement si l'entrée d'eau est froide, et on ne doit pas utiliser en sortie d'eau chaude de mitigeur thermostatique qui risque de provoquer des surchauffes entraînant l'arrêt de la chaudière et/ou des dégâts à ses composants.

Avec une **chaudière modulante**, la puissance de la chaudière varie en fonction du débit et de la température demandée. On peut donc faire entrer de l'eau à température provenant du solaire pour la réchauffer, si besoin est, jusqu'à la valeur de consigne de la chaudière pour être ensuite amenée à la température désirée grâce à un mitigeur thermostatique.



Systèmes spécifiques pour chaudières murales

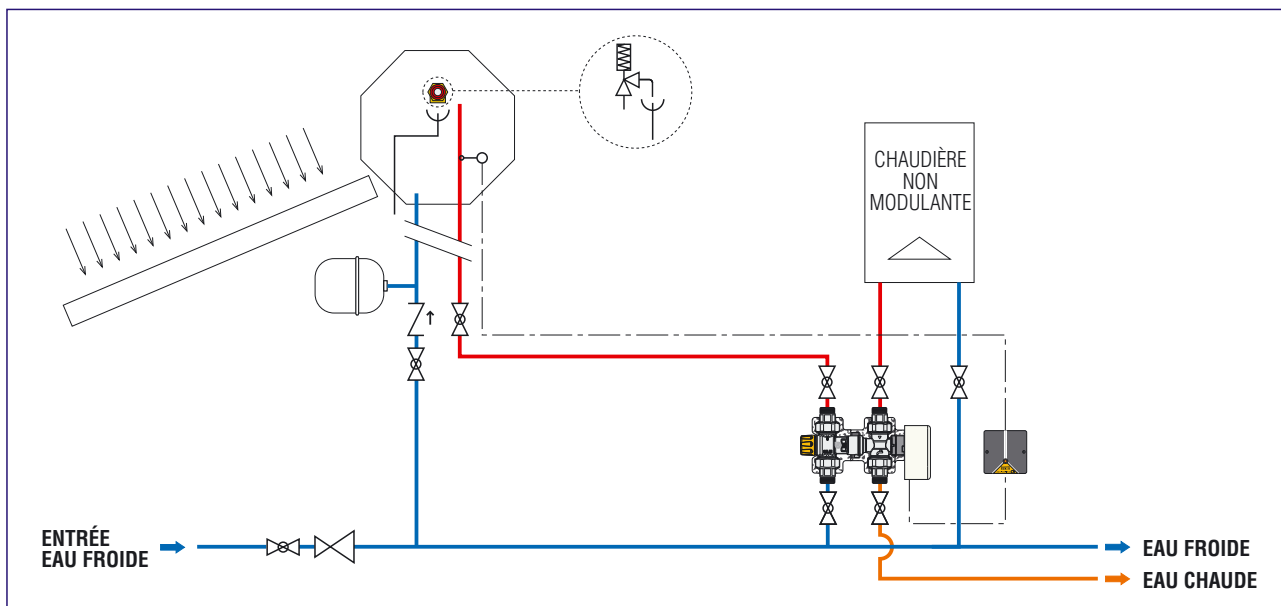
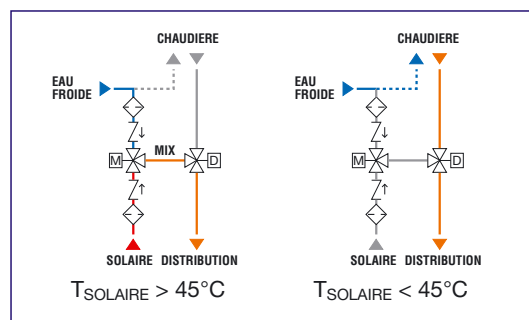
Ensemble constitué d'un mitigeur et d'une vanne motorisée pilotée par une sonde de température.



Chaudières non modulantes

Mode de fonctionnement :

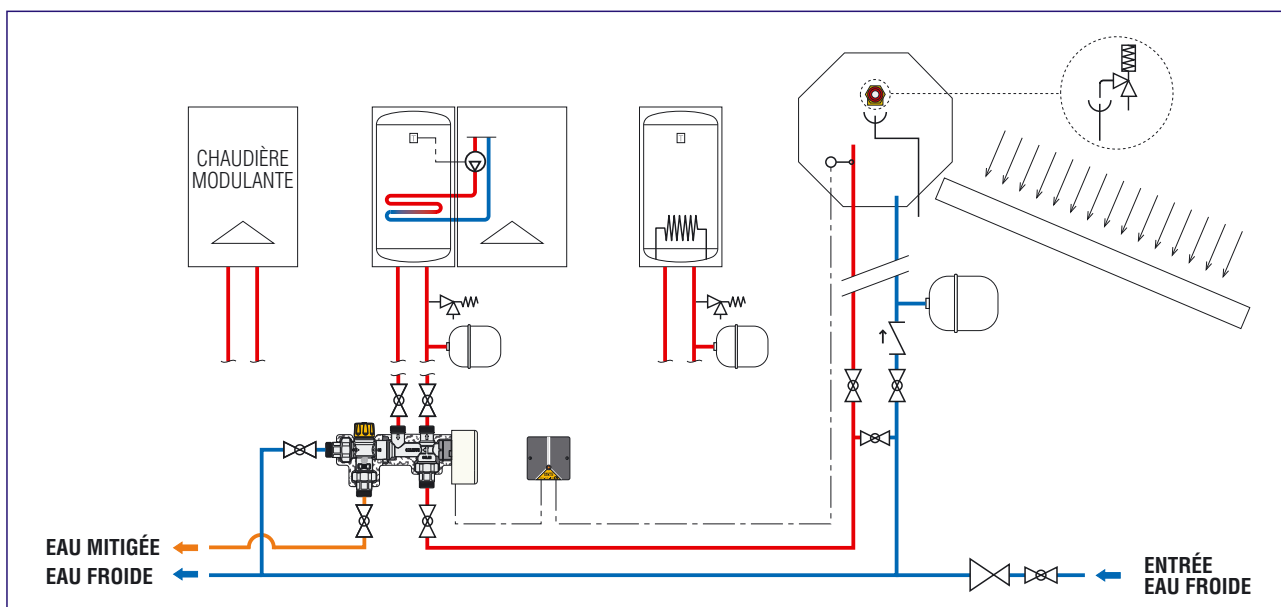
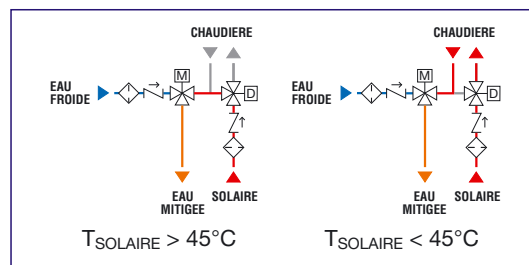
- Si la température d'eau chaude solaire est supérieure au point de consigne (réglable de 35 à 50°C) 45°C par exemple, le mitigeur est alimenté, l'eau ne passe pas par la chaudière.
- Si la température d'eau chaude solaire est inférieure au point de consigne (réglable de 35 à 50°C) 45°C par exemple, le mitigeur n'est plus alimenté, et l'eau froide passe par la chaudière qui en assure la température.



Chaudières modulantes ou chaudières avec ballon d'accumulation ou ballons électriques

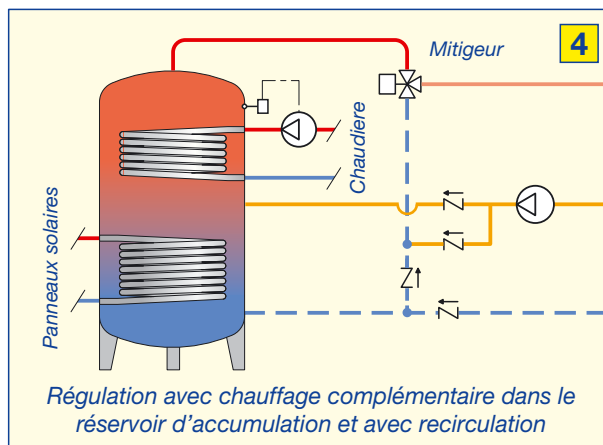
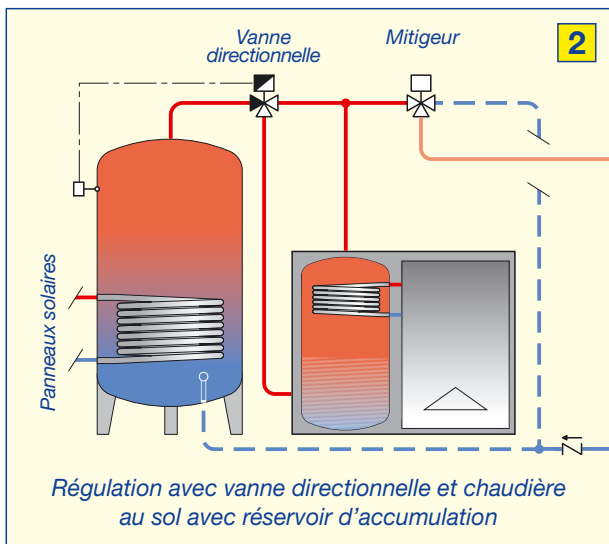
Mode de fonctionnement :

- Si la température d'eau chaude solaire est supérieure au point de consigne (réglable de 35 à 50°C) 45°C par exemple, le mitigeur est alimenté, l'eau ne passe pas par la chaudière.
- Si la température d'eau chaude solaire est inférieure au point de consigne (réglable de 35 à 50°C) 45°C par exemple, l'eau chaude passe par la chaudière qui en assure le complément en température, puis le mitigeur est alimenté.



Régulation par vanne directionnelle et appoint par chaudière au sol avec réservoir d'accumulation

Cette régulation fonctionne comme celle du schéma 1 (p. 20). Ces chaudières ne sont cependant pas exposées aux dangers de surchauffe comme pour les chaudières murales, du fait que la température du réservoir d'accumulation est réglée par des thermostats spécifiques incorporés d'origine dans les chaudières.



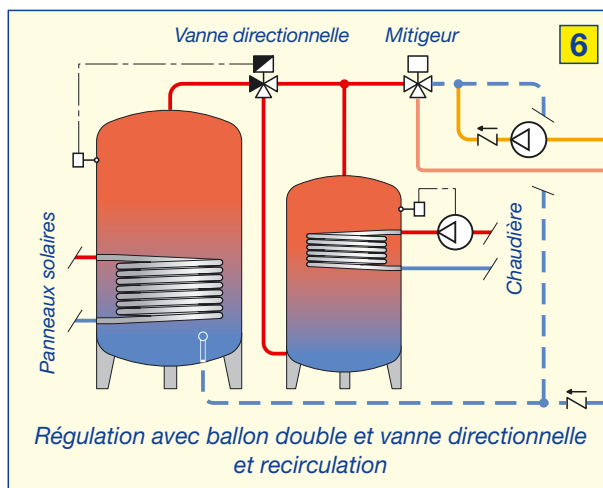
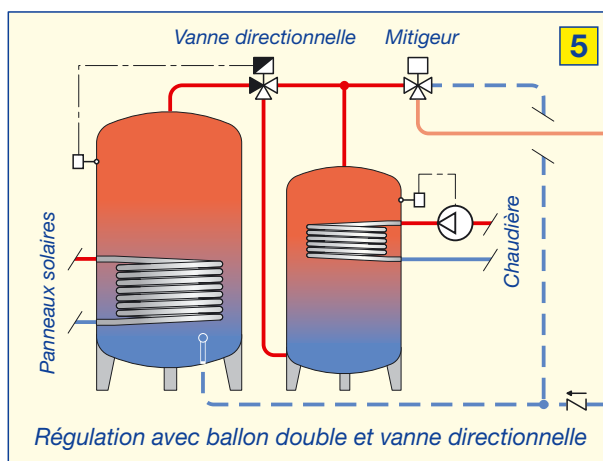
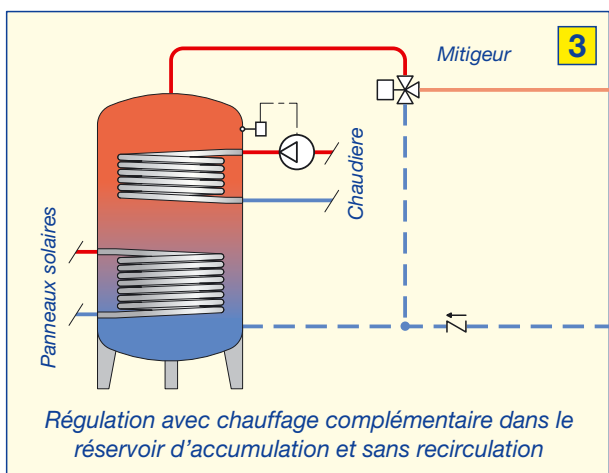
Régulation par vanne directionnelle et appoint ballon double et recirculation

Comme sur les schémas 1 et 2, la vanne directionnelle a pour fonction d'établir si l'eau en provenance du réservoir solaire a besoin ou non d'un chauffage complémentaire réalisé dans le deuxième ballon. Le premier réservoir relié aux capteurs solaires intervient comme préchauffeur, ce qui permet d'éviter que l'appoint limite le volume de récupération des chaleurs « gratuites ». C'est-à-dire qu'il peut démarrer à froid et accumuler la chaleur même à de faibles températures. Ces régulations sont surtout utilisées dans des installations moyennes-grandes.

Régulation avec appoint incorporé dans le réservoir d'accumulation

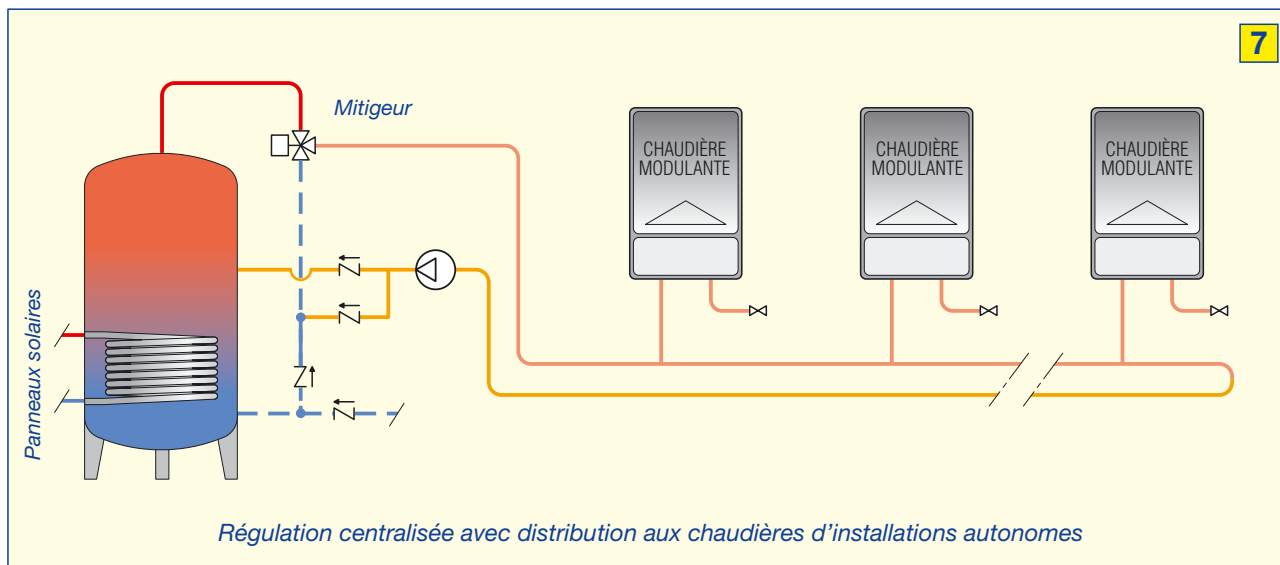
Si la température de l'eau est inférieure à la température de consigne du thermostat, ce dernier active la pompe du chauffage d'appoint placé dans la partie supérieure du réservoir pour exploiter au mieux la stratification de l'eau.

Il ne faut cependant pas oublier que le chauffage d'appoint lorsqu'il est activé diminue la quantité de chaleur échangeable entre les panneaux et le réservoir d'accumulation. Sa gestion est donc primordiale pour augmenter la récupération des chaleurs « gratuites ».



Cette solution permet de produire de l'eau chaude avec une installation solaire centralisée et de la distribuer ensuite à des systèmes autonomes.

Elle permet également de comptabiliser l'énergie thermique d'origine solaire cédée à chaque logement. Pour éviter de fortes surchauffes de l'eau fournie par les chaudières murales de logement, il ne faut utiliser que des chaudières modulantes.



Gestion horaire de l'appoint

La gestion de l'appoint doit être particulièrement étudiée. En premier lieu il faut prendre en considération que les dernières études montrent que la consommation journalière d'une personne est en moyenne de 33 litres d'ECS (et non plus de 50 litres). Afin de récupérer un maximum d'énergie « gratuite » il est nécessaire de n'utiliser l'appoint qu'en cas de nécessité. Il faut donc le faire démarrer le plus tard possible pour une période correspondant au strict nécessaire.

Le calcul des besoins journaliers en ECS et la connaissance des horaires d'utilisation sont donc primordiaux pour permettre une gestion horaire de l'appoint optimisée. Un manque de prise en compte de ces éléments dans bon nombre d'installations, entraînent une mauvaise récupération de l'énergie solaire et finalement réduisent considérablement le retour sur investissement d'une installation solaire, voire en font perdre tout l'intérêt.

Les tableaux suivants indiquent en fonction de la température d'entrée d'eau froide et de la puissance de l'appoint, le temps de chauffe pour une température de stockage de 50 ou de 60°C.

Ce temps permet de régler l'horloge de déclenchement de l'appoint en fonction des plages d'utilisation de l'eau chaude sanitaire.

Exemple :

Installation à Lyon dans le Rhône (69), ayant les paramètres suivant :

- un ballon de **200 litres**
- une température de stockage de **50°C**
- une puissance de l'appoint de **3 kW**.

Le volume chauffé par l'appoint correspond au tiers supérieur du ballon d'accumulation, soit $200/3 = 67$ litres

La température la plus basse de l'eau froide à Lyon est de 6,1°C (voir tableau page 30)

Le tableau suivant indique donc 01h 08 min pour chauffer un volume de 67 litres à 50°C (voir page 25).

Si l'on souhaite avoir de l'eau chaude sanitaire à partir de 17 heures, on autorisera l'appoint à entrer en action si nécessaire à partir de 15h 52 min pour s'arrêter à 17h 00. Permettant ainsi au soleil de chauffer la totalité du ballon soit 200 litres jusqu'à 15h 52.

Une horloge en série avec l'aquastat qui commande l'appoint, permet ce fonctionnement. Il est alors possible de rajouter un bouton de dérogation en cas de besoin exceptionnel.

Temps de chauffe du volume d'appoint en fonction de la température d'eau froide et de la puissance disponible

Volume d'appoint en litres	puissance de l'appoint en kW	Temp eau Froide en °C	Nb litres Mitigés à 40 °C	Température de stockage : 50 °C						Température de stockage : 60 °C						
				jusqu'à : 3						+ 2h						
				1,5	2,3	3,8	4,5	10	20	1,5	2,3	3	3,8	4,5	10	20
67	2	02h28min	01h36min	01h14min	00h58min	00h49min	00h22min	00h11min	102	02h59min	01h57min	01h29min	01h10min	00h59min	00h26min	00h13min
	3	02h25min	01h34min	01h12min	00h57min	00h48min	00h21min	00h10min	103	02h56min	01h54min	01h28min	01h09min	00h58min	00h26min	00h13min
	4	02h22min	01h32min	01h11min	00h56min	00h47min	00h20min	00h10min	104	02h53min	01h52min	01h26min	01h08min	00h57min	00h25min	00h12min
	5	02h19min	01h30min	01h09min	00h54min	00h46min	00h20min	00h10min	105	02h50min	01h50min	01h25min	01h07min	00h56min	00h25min	00h12min
	6	02h16min	01h28min	01h08min	00h53min	00h45min	00h20min	00h10min	106	02h47min	01h48min	01h23min	01h05min	00h55min	00h25min	00h12min
	7	02h13min	01h26min	01h06min	00h52min	00h44min	00h19min	00h09min	107	02h44min	01h46min	01h21min	01h04min	00h54min	00h24min	00h12min
	8	02h09min	01h24min	01h04min	00h51min	00h43min	00h19min	00h09min	108	02h40min	01h44min	01h20min	01h03min	00h53min	00h24min	00h12min
	9	02h06min	01h22min	01h03min	00h50min	00h42min	00h19min	00h09min	110	02h37min	01h42min	01h18min	01h02min	00h52min	00h23min	00h11min
	10	02h03min	01h20min	01h01min	00h48min	00h41min	00h18min	00h09min	111	02h34min	01h40min	01h17min	01h01min	00h51min	00h23min	00h11min
	11	02h00min	01h18min	01h00min	00h47min	00h40min	00h18min	00h09min	113	02h31min	01h38min	01h15min	00h50min	00h22min	00h11min	
	12	01h57min	01h16min	00h58min	00h46min	00h39min	00h17min	00h08min	114	02h28min	01h36min	01h14min	00h58min	00h49min	00h22min	00h11min
	13	01h54min	01h14min	00h57min	00h45min	00h38min	00h17min	00h08min	116	02h25min	01h34min	01h12min	00h57min	00h48min	00h21min	00h10min
	14	01h51min	01h12min	00h55min	00h43min	00h37min	00h16min	00h08min	118	02h22min	01h32min	01h11min	00h56min	00h47min	00h21min	00h10min
	15	01h48min	01h10min	00h54min	00h42min	00h36min	00h16min	00h08min	120	02h19min	01h30min	01h09min	00h54min	00h46min	00h20min	00h10min
	16	01h45min	01h08min	00h52min	00h41min	00h35min	00h15min	00h07min	122	02h16min	01h28min	01h08min	00h53min	00h45min	00h20min	00h10min
	17	01h42min	01h06min	00h51min	00h40min	00h34min	00h15min	00h07min	125	02h13min	01h26min	01h06min	00h52min	00h44min	00h19min	00h09min
	18	01h38min	01h04min	00h49min	00h39min	00h32min	00h14min	00h07min	127	02h09min	01h24min	01h04min	00h51min	00h43min	00h19min	00h09min
	19	01h35min	01h02min	00h47min	00h37min	00h31min	00h14min	00h07min	130	02h06min	01h22min	01h03min	00h50min	00h42min	00h19min	00h09min
	20	01h32min	01h00min	00h46min	00h36min	00h30min	00h13min	00h06min	133	02h03min	01h20min	01h01min	00h48min	00h41min	00h18min	00h09min
	21	01h29min	00h58min	00h44min	00h35min	00h29min	00h13min	00h06min	137	02h00min	01h18min	01h00min	00h47min	00h40min	00h18min	00h09min
	22	01h26min	00h56min	00h43min	00h34min	00h28min	00h12min	00h06min	141	01h57min	01h16min	00h58min	00h46min	00h39min	00h17min	00h08min
	23	01h23min	00h54min	00h41min	00h32min	00h26min	00h12min	00h06min	145	01h54min	01h14min	00h57min	00h45min	00h38min	00h17min	00h08min
	24	01h20min	00h52min	00h40min	00h31min	00h25min	00h12min	00h06min	150	01h51min	01h12min	00h55min	00h43min	00h37min	00h16min	00h08min
	25	01h17min	00h50min	00h38min	00h30min	00h24min	00h11min	00h05min	156	01h48min	01h10min	00h54min	00h42min	00h36min	00h16min	00h08min
	26	01h14min	00h48min	00h37min	00h29min	00h24min	00h11min	00h05min	162	01h45min	01h08min	00h52min	00h41min	00h35min	00h15min	00h07min
	83	2	03h05min	02h01min	01h32min	01h13min	01h01min	00h27min	00h13min	127	03h44min	02h28min	01h52min	01h28min	01h14min	00h33min
3		03h01min	01h58min	01h30min	01h11min	01h00min	00h27min	00h13min	128	03h40min	02h26min	01h50min	01h27min	01h13min	00h33min	00h16min
4		02h57min	01h56min	01h28min	01h10min	00h59min	00h26min	00h13min	130	03h36min	02h24min	01h48min	01h25min	01h12min	00h32min	00h16min
5		02h54min	01h53min	01h27min	01h08min	00h58min	00h26min	00h13min	131	03h32min	02h21min	01h46min	01h23min	01h10min	00h31min	00h15min
6		02h50min	01h50min	01h25min	01h07min	00h56min	00h25min	00h12min	132	03h28min	02h18min	01h44min	01h22min	01h09min	00h31min	00h15min
7		02h46min	01h48min	01h23min	01h05min	00h55min	00h24min	00h12min	134	03h24min	02h13min	01h42min	01h20min	01h08min	00h30min	00h15min
8		02h42min	01h45min	01h21min	01h04min	00h54min	00h24min	00h12min	135	03h21min	02h11min	01h40min	01h19min	01h07min	00h30min	00h15min
9		02h38min	01h43min	01h19min	01h02min	00h52min	00h23min	00h11min	137	03h17min	02h08min	01h38min	01h17min	01h05min	00h30min	00h14min
10		02h34min	01h40min	01h17min	01h01min	00h51min	00h23min	00h11min	139	03h13min	02h06min	01h36min	01h16min	01h04min	00h29min	00h14min
11		02h30min	01h38min	01h15min	00h50min	00h50min	00h22min	00h11min	141	03h09min	02h03min	01h34min	01h14min	01h03min	00h28min	00h14min
12		02h26min	01h35min	01h13min	00h58min	00h48min	00h22min	00h11min	143	03h05min	02h01min	01h32min	01h13min	01h01min	00h27min	00h13min
13		02h23min	01h33min	01h11min	00h56min	00h47min	00h21min	00h10min	145	03h01min	01h58min	01h30min	01h11min	01h00min	00h27min	00h13min
14		02h19min	01h30min	01h09min	00h54min	00h46min	00h20min	00h10min	147	02h57min	01h56min	01h28min	01h10min	00h59min	00h26min	00h13min
15		02h17min	01h28min	01h07min	00h53min	00h45min	00h20min	00h09min	150	02h54min	01h53min	01h27min	01h08min	00h58min	00h26min	00h13min
16		02h11min	01h25min	01h05min	00h51min	00h43min	00h19min	00h09min	153	02h50min	01h50min	01h25min	01h07min	00h56min	00h25min	00h12min
17		02h07min	01h23min	01h03min	00h50min	00h42min	00h19min	00h09min	156	02h46min	01h48min	01h23min	01h05min	00h55min	00h24min	00h12min
18		02h03min	01h20min	01h01min	00h48min	00h41min	00h18min	00h09min	159	02h42min	01h45min	01h21min	01h04min	00h54min	00h24min	00h12min
19		01h59min	01h18min	00h59min	00h47min	00h39min	00h17min	00h08min	163	02h38min	01h43min	01h19min	01h02min	00h52min	00h23min	00h11min
20		01h56min	01h15min	00h58min	00h45min	00h38min	00h17min	00h08min	167	02h34min	01h40min	01h17min	01h01min	00h51min	00h23min	00h11min
21		01h52min	01h13min	00h56min	00h44min	00h37min	00h16min	00h08min	171	02h30min	01h38min	01h15min	00h50min	00h50min	00h22min	00h11min
22		01h48min	01h10min	00h54min	00h42min	00h36min	00h16min	00h08min	176	02h26min	01h35min	01h13min	00h58min	00h48min	00h22min	00h11min
23		01h44min	01h08min	00h52min	00h41min	00h34min	00h15min	00h07min	181	02h23min	01h33min	01h11min	00h56min	00h47min	00h21min	00h10min
24		01h40min	01h05min	00h50min	00h39min	00h33min	00h15min	00h07min	188	02h19min	01h30min	01h09min	00h54min	00h46min	00h20min	00h10min
25		01h36min	01h03min	00h48min	00h38min	00h32min	00h14min	00h07min	194	02h15min	01h28min	01h07min	00h53min	00h45min	00h20min	00h10min
26		01h32min	01h00min	00h46min	00h36min	00h30min	00h13min	00h06min	202	02h11min	01h25min	01h05min	00h53min	00h45min	00h19min	00h09min

Temps de chauffe du volume d'appoint en fonction de la température d'eau froide et de la puissance disponible															
Volume d'appoint en litres	Temp eau Froide en °C	puissance de l'appoint en kW	Température de stockage :												
			jusqu'à : 50°C												
			1,5	2,3	3	3,8	4,5	10	20	Température de stockage : 60°C					
100	Nb litres Mitigés à 40°C														
	153		04h29min	02h55min	02h14min	01h46min	01h29min	00h40min	00h20min						
	154		04h24min	02h52min	02h12min	01h44min	01h28min	00h39min	00h19min						
	156		04h19min	02h49min	02h09min	01h42min	01h26min	00h38min	00h19min						
	157		04h15min	02h46min	02h07min	01h40min	01h25min	00h38min	00h19min						
	159		04h10min	02h43min	02h05min	01h38min	01h23min	00h37min	00h18min						
	161		04h05min	02h40min	02h02min	01h37min	01h21min	00h36min	00h18min						
	163		04h01min	02h37min	02h00min	01h35min	01h20min	00h36min	00h18min						
	165		03h56min	02h34min	01h58min	01h33min	01h18min	00h35min	00h17min						
	167		03h52min	02h31min	01h56min	01h31min	01h17min	00h34min	00h17min						
	169		03h47min	02h28min	01h53min	01h29min	01h15min	00h34min	00h17min						
	171		03h42min	02h25min	01h51min	01h27min	01h14min	00h33min	00h16min						
	174		03h38min	02h22min	01h49min	01h26min	01h12min	00h32min	00h16min						
	177		03h33min	02h19min	01h46min	01h24min	01h11min	00h32min	00h15min						
	180		03h28min	02h16min	01h44min	01h22min	01h09min	00h31min	00h15min						
	183		03h24min	02h13min	01h42min	01h20min	01h08min	00h30min	00h15min						
	187		03h19min	02h10min	01h39min	01h18min	01h06min	00h29min	00h14min						
	191		03h14min	02h07min	01h37min	01h16min	01h04min	00h29min	00h14min						
	195		03h10min	02h04min	01h35min	01h15min	01h03min	00h28min	00h14min						
	200		03h05min	02h01min	01h32min	01h13min	01h01min	00h27min	00h13min						
	205		03h00min	01h58min	01h30min	01h11min	01h00min	00h27min	00h13min						
	211		02h56min	01h54min	01h28min	01h09min	00h58min	00h26min	00h13min						
	218		02h51min	01h51min	01h25min	01h07min	00h57min	00h25min	00h12min						
	225		02h47min	01h48min	01h23min	01h05min	00h55min	00h25min	00h12min						
	233		02h42min	01h45min	01h21min	01h04min	00h54min	00h24min	00h12min						
	243		02h37min	01h42min	01h18min	01h02min	00h52min	00h23min	00h11min						
133	153		05h58min	03h54min	02h59min	02h21min	01h59min	00h53min	00h26min						
	204		05h52min	03h49min	02h56min	02h19min	01h57min	00h52min	00h26min						
	205		05h46min	03h45min	02h53min	02h16min	01h55min	00h51min	00h25min						
	207		05h40min	03h41min	02h50min	02h14min	01h53min	00h51min	00h25min						
	210		05h34min	03h37min	02h47min	02h11min	01h51min	00h50min	00h25min						
	212		05h27min	03h33min	02h43min	02h09min	01h49min	00h49min	00h24min						
	214		05h21min	03h29min	02h40min	02h06min	01h47min	00h48min	00h24min						
	217		05h15min	03h25min	02h37min	02h04min	01h45min	00h47min	00h23min						
	219		05h09min	03h21min	02h34min	02h02min	01h43min	00h46min	00h23min						
	222		05h03min	03h17min	02h31min	02h00min	01h59min	00h45min	00h22min						
	225		04h56min	03h13min	02h28min	01h57min	01h38min	00h44min	00h22min						
	229		04h50min	03h09min	02h25min	01h54min	01h36min	00h43min	00h21min						
	232		04h45min	03h05min	02h22min	01h52min	01h34min	00h42min	00h21min						
	236		04h40min	03h01min	02h19min	01h49min	01h32min	00h41min	00h20min						
	240		04h38min	03h01min	02h19min	01h49min	01h32min	00h41min	00h20min						
	244		04h32min	02h57min	02h16min	01h47min	01h30min	00h40min	00h20min						
	249		04h26min	02h53min	02h13min	01h45min	01h28min	00h39min	00h19min						
	255		04h19min	02h49min	02h09min	01h42min	01h26min	00h38min	00h19min						
	260		04h13min	02h45min	02h06min	01h40min	01h24min	00h37min	00h18min						
	267		04h07min	02h41min	02h03min	01h37min	01h22min	00h37min	00h18min						
	274		04h01min	02h37min	02h00min	01h35min	01h20min	00h36min	00h18min						
	281		03h55min	02h33min	01h57min	01h32min	01h18min	00h35min	00h17min						
	290		03h48min	02h29min	01h54min	01h30min	01h16min	00h34min	00h17min						
	300		03h42min	02h25min	01h51min	01h27min	01h14min	00h33min	00h16min						
	311		03h36min	02h21min	01h48min	01h25min	01h12min	00h32min	00h16min						
	324		03h30min	02h17min	01h45min	01h23min	01h10min	00h31min	00h15min						

Températures indicatives de distribution de l'eau froide par département

Station météo					Mini	Maxi	Température moyenne de l'eau froide en °C												Dureté moy de l'eau TH
Région	Ville	Latitude	Alt	N°	Département	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc	moy	
Alsace	Strasbourg-Entzheim	48°32'52"N	150	67	Bas-Rhin	5,4	5,4	6,5	8,4	10,6	12,5	13,6	13,6	12,5	10,6	8,4	6,5	9,5	15 à 25
	Colmar-Meyenheim	47°55'37"N	207	68	Haut-Rhin	5,1	5,2	6,2	8,1	10,3	12,3	13,4	13,4	12,3	10,3	8,1	6,2	9,2	
	Mulhouse-Bâle	47°36'46"N	263	68	Haut-Rhin	5	5	6,1	8	10,2	12,1	13,2	13,2	12,1	10,2	8	6,1	9,1	
Aquitaine	Bergerac-Roumaniere	44°49'19"N	51	24	Dordogne	7,7	7,7	8,8	10,7	12,9	14,8	15,9	15,9	14,8	12,9	10,7	8,8	11,8	25 à 35
	Salon	45°02'00"N	131	24	Dordogne	9,7	9,7	10,8	12,7	14,9	16,8	17,9	17,9	16,8	14,9	12,7	10,8	13,8	
	Arcachon	44°33'00"N	10	33	Gironde	8,3	8,3	9,4	11,3	13,5	15,4	16,5	16,5	15,4	13,5	11,2	9,4	12,4	
	Bordeaux-Mérignac	44°49'55"N	47	33	Gironde	7,7	7,7	8,8	10,7	12,9	14,8	15,9	15,9	14,8	12,9	10,7	8,8	11,8	15 à 25
	Cazaux-La Teste de Buch	44°32'05"N	23	33	Gironde	9,5	9,8	11,4	12,4	13,8	15,4	16,4	16,5	15,5	13,3	11,2	9,9	12,9	
	Biscarrosse	44°25'55"N	33	40	Landes	8,3	8,3	9,4	11,3	13,5	15,4	16,5	16,5	15,4	13,5	11,2	9,4	12,4	
	Mont-de-Marsan	43°54'43"N	59	40	Landes	7,7	7,7	8,8	10,7	12,9	14,8	15,9	15,9	14,8	12,9	10,6	8,7	11,8	15
	Agen-la-garenne	44°10'37"N	59	47	Lot et Garonne	7,7	7,7	8,8	10,7	12,9	14,8	15,9	15,9	14,8	12,9	10,7	8,8	11,8	
	Biarritz-Anglet	43°28'19"N	69	64	Pyrénées-Atlantiques	10,6	10,8	11,8	12,8	14,1	15,7	16,6	16,7	16,0	14,2	12,2	10,9	13,5	
	Pau-Uzein	43°23'57"N	183	64	Pyrénées-Atlantiques	8,2	8,3	9,3	11,2	13,4	15,4	16,5	16,5	15,4	13,4	11,2	9,3	12,3	
	St-Jean-de-Luz-Pte Socoa	43°23'42"N	24	64	Pyrénées-Atlantiques	9,2	9,2	10,3	12,2	14,4	16,3	17,4	17,4	16,3	14,4	12,2	10,3	13,3	
Auvergne	Vichy-Charmeil	46°10'01"N	249	03	Allier	6	6,1	7,1	9	11,2	13,1	14,3	14,3	13,1	11,2	9	7,1	10,1	15
	Aurillac	44°53'52"N	639	15	Cantal	5,4	5,4	6,5	8,4	10,6	12,5	13,7	13,7	12,5	10,6	8,4	6,5	9,5	
	Le Puy-en-Velay - Loudes	45°04'30"N	833	43	Haute-loire	5	5	6,1	8	10,2	12,1	13,2	13,2	12,1	10,2	8	6,1	9,1	
	Clermont-Ferrand - Aulnat	45°47'13"N	331	63	Puy-de-Dôme	5,8	5,8	6,9	8,8	11	12,9	14	14	12,9	11	8,8	6,9	9,9	
Basse-Normandie	Caen-Carpiquet	49°10'55"N	64	14	Calvados	5,7	5,7	6,8	8,6	10,9	12,8	13,9	13,9	12,8	10,9	8,6	6,7	9,8	25 à 35
	Cherbourg-Maupertus	49°38'52"N	135	50	Manche	6,9	6,9	8	9,9	12,1	14	15,1	15,1	14	12,1	9,9	8	11,0	15
	Pointe de la Hague	49°43'37"N	3	50	La Manche	7,3	7,4	8,4	10,3	12,5	14,5	15,6	15,6	14,5	12,5	10,3	8,4	11,4	
	Alençon-Valframbert	48°25'58"N	144	61	Orne	6,4	6,4	7,5	9,4	11,6	13,5	14,6	14,6	13,5	11,6	9,4	7,5	10,5	15 à 25
Bourgogne	Dijon-Longvic	47°16'04"N	219	21	Côte-d'Or	6,1	6,1	7,2	9,1	11,3	13,2	14,4	14,4	13,2	11,3	9,1	7,2	10,2	15 à 25
	Chateau-Chinon	47°03'00"N	536	58	Nièvre	5,2	5,4	7,7	8,9	10,7	12,3	13,3	13,1	11,9	9,7	7,4	5,6	9,3	15
	Nevers-Marzy	47°00'00"N	175	58	Nièvre	6,3	6,3	7,4	9,3	11,5	13,4	14,5	14,5	13,4	11,5	9,3	7,4	10,4	
	Mâcon-Charnay	46°17'49"N	216	71	Saône-et-loire	6,1	6,2	7,2	9,1	11,3	13,3	14,4	14,4	13,3	11,3	9,1	7,2	10,2	15 à 25
	Paray-le-Monial - St Yan	46°24'46"N	242	71	Saône-et-loire	6,1	6,1	7,1	9	11,3	13,2	14,3	14,3	13,2	11,2	9	7,1	10,2	
	Auxerre	47°48'07"N	207	89	Yonne	6,2	6,2	7,3	9,2	11,4	13,3	14,4	14,4	13,3	11,4	9,1	7,3	10,3	25 à 35
Bretagne	Ile de Bréhat	48°50'00"N	9	22	Côtes-d'Armor	9,3	9,2	10	10,8	12	13,4	14,3	14,5	14	12,6	10,9	9,9	11,7	15
	Rostrenen	48°14'00"N	152	22	Côtes-d'Armor	7,2	7,3	8,5	9,5	10,8	12,1	12,9	13	12,3	10,5	8,8	7,6	10,0	
	St-brieuc-Armor	48°32'13"N	136	22	Côtes-d'Armor	6,9	6,9	8	9,9	12,1	14	15,1	15,1	14	12,1	9,9	8	11,0	
	Brest-Guipavas	48°26'42"N	94	29	Finistère	7	7,1	8,1	10	12,2	14,2	15,3	15,3	14,2	12,2	10	8,1	11,1	
	Ile de Batz	48°45'00"N	27	29	Finistère	9,3	9,2	10	10,8	12	13,4	14,3	14,5	14	12,6	10,9	9,9	11,7	
	Ouessant-Stiff	48°28'37"N	59	29	Finistère	6,8	6,8	7,9	9,8	12	13,9	15	15	13,9	12	9,8	7,9	10,9	
	Pointe de Penmarc'h	47°47'52"N	17	29	Finistère	7,3	7,3	8,4	10,3	12,5	14,4	15,5	15,5	14,4	12,5	10,3	8,4	11,4	
	Quimper-Pluguffan	47°58'19"N	92	29	Finistère	7,1	7,1	8,2	10	12,3	14,2	15,3	15,3	14,2	12,2	10	8,1	11,2	
	Cancale	48°40'46"N	50	35	Ile-et-Vilaine	7,2	7,3	8,3	10,2	12,4	14,4	15,5	15,5	14,3	12,4	10,2	8,3	11,3	
	Dinard-St Malo	48°35'24"N	58	35	Ile-et-Vilaine	7,2	7,2	8,3	10,2	12,4	14,3	15,4	15,4	14,3	12,4	10,2	8,3	11,3	
	Rennes-St Jacques	48°04'12"N	36	35	Ile-et-Vilaine	8,1	8,4	9,7	10,8	12,3	13,8	14,7	14,7	13,7	11,6	9,7	8,4	11,3	
	Lorient-Lann Bihoué	47°46'04"N	42	56	Morbihan	7,2	7,2	8,3	10,2	12,4	14,3	15,5	15,5	14,3	12,4	10,2	8,3	11,3	
	Ploemeur	47°44'00"N	36	56	Morbihan	6,7	6,7	7,8	9,7	11,9	13,8	15	15	13,8	11,9	9,7	7,8	10,8	

Températures indicatives de distribution de l'eau froide par département

Station météo						Mini	Maxi	Température moyenne de l'eau froide en °C												Duréé moy de l'eau TH
Région	Ville	Latitude	Alt	N°	Nom	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc	moy		
Centre	Bourges	47°03'28"N	161	18	Cher	6,3	6,4	7,4	9,3	11,5	13,5	14,6	14,6	13,4	11,5	9,3	7,4	10,4	15 à 25	
	Chartres-Champhol	48°27'43"N	155	28	Eure-et-Loir	6,4	6,4	7,4	9,3	11,5	13,5	14,6	14,6	13,5	11,5	9,3	7,4	10,5		
	Châteauroux-Déols	46°51'35"N	155	36	Indre	6,3	6,4	7,4	9,3	11,5	13,5	14,6	14,6	13,5	11,5	9,3	7,4	10,4		
	Tours-St Symphorien	47°26'42"N	112	37	Indre-et-Loire	7	7	8,1	10	12,2	14,1	15,2	15,2	14,1	12,2	10	8,1	11,1		
	Orleans-Bricy	47°58'58"N	125	45	Loiret	6,5	6,5	7,5	9,4	11,7	13,6	14,7	14,7	13,6	11,6	9,4	7,5	10,6	25 à 35	
Champagne-Ardennes	Charleville-Mezieres	49°46'58"N	149	08	Ardennes	5,4	5,4	6,5	8,4	10,6	12,5	13,6	13,6	12,5	10,6	8,4	6,5	9,5	15 à 25	
	Troyes-Barberey	48°19'40"N	112	10	Aube	5,5	5,5	6,6	8,5	10,7	12,6	13,7	13,7	12,6	10,7	8,5	6,6	9,6		
	Reims-Champagne	49°17'59"N	91	51	Marne	5,6	5,6	6,7	8,5	10,8	12,7	13,8	13,8	12,7	10,7	8,5	6,6	9,7		
	Langres	47°50'41"N	467	52	Haute-Marne	4,7	5,2	7,3	8,9	10,9	12,4	13,4	13,3	11,9	9,4	6,9	5,2	9,1		
	St Dizier-Robinson	48°37'55"N	139	52	Haute-Marne	5,4	5,4	6,5	8,4	10,6	12,5	13,6	13,6	12,5	10,6	8,4	6,5	9,5		
Corse	Ajaccio-campo-dell'oro	41°55'01"N	4	2A	Corse-du-Sud	10,4	10,4	11,5	13,4	15,6	17,5	18,6	18,6	17,5	15,6	3,3	11,4	14,5	15	
	Bonifacio-Cap Pertusato	41°22'22"N	109	2A	Corse-du-Sud	10	10	11,1	13	15,2	17,1	18,2	18,2	17,1	15,2	13	11,1	14,1		
	Figari	41°30'28"N	22	2A	Corse-du-Sud	9,8	9,8	10,9	12,8	15	16,9	18	18	16,9	15	12,8	10,9	13,9		
	Solenzara	41°55'22"N	17	2A	Corse-du-Sud	10,3	10,3	11,4	13,3	15,5	17,4	18,5	18,5	17,4	15,5	13,3	11,4	14,4		
	Bastia-Poretta	42°32'52"N	10	2B	Haute Corse	10,3	10,4	11,4	13,3	15,5	17,4	18,6	18,6	17,4	15,5	13,3	11,4	14,4		
	Calvi-St-Catherine	42°31'22"N	57	2B	Haute Corse	10,2	10,2	11,3	13,2	15,4	17,3	18,4	18,4	17,3	15,4	13,2	11,3	14,3		
	Cap Corse-Ersa	42°59'52"N	104	2B	Haute-Corse	10	10	11,1	13	15,2	17,1	18,2	18,2	17,1	15,2	13	11,1	14,1		
Franche-Comté	Besançon-Thise	47°14'52"N	307	25	Doubs	5,8	5,9	6,9	8,8	11	13	14,1	14,1	13	11	8,8	6,9	9,9	15 à 25	
	Luxeuil-St Sauveur	47°47'13"N	271	70	Haute-Saône	5	5	6,1	7,9	10,2	12,1	13,2	13,2	12,1	10,1	7,9	6	9,1	15	
Haute-Normandie	Evreux-Fauville	49°01'29"N	138	27	Eure	5,4	5,4	6,5	8,4	10,6	12,5	13,6	13,6	12,5	10,6	8,4	6,5	9,5	15 à 25	
	Dieppe	49°56'06"N	33	76	Seine-Maritime	6,3	6,3	7,4	9,3	11,5	13,4	14,5	14,5	13,4	11,5	9,2	7,3	10,4	25 à 35	
	Le Havre-Cap de la Hève	49°30'35"N	100	76	Seine-Maritime	6	6	7,1	9	11,2	13,1	14,3	14,3	13,1	11,2	9	7,1	10,1		
	Rouen-Boos	49°22'58"N	151	76	Seine-Maritime	5,3	5,4	6,4	8,3	10,5	12,5	13,6	13,6	12,5	10,5	8,3	6,4	9,4		
Ile de France	Melun-Villaroche	48°36'35"N	91	77	Seine-et-Marne	6,6	6,6	7,7	9,6	11,8	13,7	14,8	14,8	13,7	11,8	9,5	7,7	10,7	25 à 35	
	Paris-Trappes	48°46'22"N	167	78	Yvelines	6,3	6,3	7,4	9,3	11,5	13,4	14,5	14,5	13,4	11,5	9,3	7,4	10,4		
	Versailles	48°48'00"N	133	78	Yvelines	6,3	6,4	7,4	9,3	11,5	13,5	14,6	14,6	13,4	11,5	9,3	7,4	10,4		
	Villacoublay-Velizy	48°46'12"N	174	78	Yvelines	6,3	6,3	7,4	9,3	11,5	13,4	14,5	14,5	13,4	11,5	9,3	7,4	10,4		
	Paris Le Bourget	48°58'01"N	52	93	Seine-St-Denis	7	7,4	9,1	10,6	12,5	14	15	14,7	13,4	11,1	8,9	7,5	10,9	15 à 25	
	Roissy	49°01'04"N	108	95	Val-d'Oise	6,5	6,5	7,6	9,5	11,7	13,6	14,7	14,7	13,6	11,7	9,5	7,6	10,6		
Languedoc-Roussillon	Carcassonne-Salvaza	43°12'46"N	126	11	Aude	9,4	9,5	10,5	12,4	14,6	16,6	17,7	17,7	16,5	14,6	12,4	10,5	13,5	25 à 35	
	Nîmes-Courbessac	43°51'28"N	59	30	Gard	9,7	9,7	10,8	12,7	14,9	16,8	17,9	17,9	16,8	14,9	12,7	10,8	13,8	15 à 25	
	Montpellier-Fréjorgues	43°34'37"N	3	34	Hérault	9,9	9,9	11	12,9	15,1	17	18,1	18,1	17	15,1	12,8	11	14,0	35	
	Florac	44°19'00"N	549	48	Lozère	2,3	2,3	3,4	5,3	7,5	9,4	10,5	10,5	9,4	7,5	5,3	3,4	6,4	15	
	Odeillo	42°30'00"N	1590	66	Pyrénées-Orientales	6	6,1	6,7	7,9	10	11,5	12,9	12,9	11,5	9,7	7,5	6	9,1	15 à 25	
	Perpignan-Rivesaltes	42°44'24"N	42	66	Pyrénées-Orientales	9,7	9,8	10,8	12,7	14,9	16,8	18	18	16,8	14,9	12,7	10	13,8		
Limousin	Limoges-Bellegarde	45°52'01"N	402	87	Haute-Vienne	5,9	5,9	7	8,9	11,1	13	14,2	14,2	13	11,1	8,9	7	10,0	15	
Lorraine	Nancy-Essey	48°41'13"N	212	54	Meurthe-et-Moselle	5,2	5,2	6,3	8,2	10,4	12,3	13,4	13,4	12,3	10,4	8,1	6,3	9,3	15 à 25	
	Metz-Frescaty	49°04'19"N	190	57	Moselle	5	5	6,1	8	10,2	12,1	13,2	13,2	12,1	10,2	8	6,1	9,1	35	

Températures indicatives de distribution de l'eau froide par département

Station météo					Mini	Maxi	Température moyenne de l'eau froide en °C												Dureté moy de l'eau TH
Région	Ville	Latitude	Alt	N°	Département	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc	moy	
Midi-Pyrénées	St Giron-Antichan	43°00'07"N	411	09	Ariège	7,5	7,5	8,6	10,5	12,7	14,6	15,7	15,7	14,6	12,7	10,5	8,6	11,6	15 à 25
	Millau	44°07'04"N	715	12	Aveyron	5	5	6,1	8	10,2	12,1	13,2	13,2	12,1	10,2	8	6,1	9,1	15
	Toulouse-Blagnac	43°37'22"N	152	31	Haute-Garonne	8,4	8,4	9,5	11,4	13,6	15,5	16,6	16,6	15,5	13,6	11,3	9,5	12,5	15 à 25
	Auch-Lamothe	43°41'23"N	121	32	Gers	7,4	7,5	8,5	10,4	12,6	14,6	15,7	15,7	14,6	12,6	10,4	8,5	11,5	
	Cahors-lalbenque	44°21'00"N	278	46	Lot	7	7	8,1	10	12,2	14,1	15,2	15,2	14,1	12,2	10	8,1	11,1	
	Gourdon	44°44'49"N	259	46	Lot	8,3	8,8	10,7	11,8	13,4	15,1	16	15,9	14,7	12,4	10,2	8,6	12,2	15
	Pic du Midi	43°04'00"N	2876	65	Hautes-Pyrénées	1	1	1	1	1	1	1,1	1,1	1	1	1	1	1,0	
	Tarbes-Ossun-Lourdes	43°11'13"N	360	65	Hautes-Pyrénées	7,7	7,7	8,7	10,6	12,9	14,8	15,9	15,9	14,8	12,8	10,6	8,7	11,8	
	Albi-le-sequestre	43°54'53"N	172	81	Tarn	8,3	8,3	9,4	11,3	13,5	15,4	16,5	16,5	15,4	13,5	11,3	9,4	12,4	
Nord-pas-de-Calais	Dunkerque	51°03'10"N	11	59	Nord	6,3	6,3	7,4	9,3	11,5	13,4	14,5	14,5	13,4	11,5	9,3	7,4	10,4	35
	Lille-Lesquin	50°34'30"N	47	59	Nord	6,2	6,5	8,1	9,5	11,2	12,7	13,6	13,7	12,5	10,3	8,1	6,7	9,9	
	Boulogne	50°43'58"N	73	62	Pas-de-Calais	6,1	6,1	7,2	9,1	11,3	13,2	14,4	14,4	13,2	11,3	9,1	7,2	10,2	
	Le Touquet - Paris-Plage	50°31'01"N	5	62	Pas-de-Calais	9,3	9,3	10,4	12,3	14,5	16,4	17,6	17,6	16,4	14,5	12,3	10,4	13,4	
Provence Alpes Côte d'Azur	Embrun	44°34'01"N	871	05	Hautes-Alpes	4,1	4,1	5,2	7,1	9,3	11,2	12,3	12,3	11,2	9,3	7,1	5,2	8,2	35
	Briançonnet	43°51'58"N	1040	06	Alpes-Maritimes	7,3	7,3	8,4	10,3	12,5	14,4	15,6	15,6	14,4	12,5	10,3	8,4	11,4	25 à 35
	Cannes-Mandelieu	43°32'23"N	2	06	Alpes-Maritimes	10,3	10,4	11,4	13,3	15,5	17,5	18,6	18,6	17,5	15,5	13,3	11,4	14,4	
	Nice-Côte d'Azur	43°39'10"N	4	06	Alpes-Maritimes	10,4	10,4	11,4	13,3	15,6	17,5	18,6	18,6	17,5	15,5	13,3	11,4	14,5	
	Marseille Marignane	43°26'31"N	5	13	Bouches-du-Rhône	10,4	10,4	11,4	13,3	15,6	17,5	18,6	18,6	17,5	15,5	13,3	11,4	14,5	15 à 25
	Hyerres-Le Palyvestre	43°05'41"N	2	83	Var	9,9	9,9	11	12,9	15,1	17	18,2	18,2	17	15,1	12,9	11	14,0	25 à 35
	Le Luc-Cannet des Maures	43°22'58"N	80	83	Var	9,6	9,6	10,7	12,6	14,8	16,7	17,8	17,8	16,7	14,8	12,6	10,7	13,7	
	Toulon-La Mitre	43°06'17"N	24	83	Var	10,3	10,3	11,4	13,3	15,5	17,4	18,5	18,5	17,4	15,5	13,3	11,4	14,4	
	Carpentras	44°04'58"N	99	84	Vaucluse	8,5	8,5	9,6	11,5	13,7	15,6	16,7	16,7	15,6	13,7	11,5	9,6	12,6	
	Mont Ventoux	44°10'28"N	1912	84	Vaucluse	3,2	3,3	4,3	6,2	8,4	10,4	11,5	11,5	10,4	8,4	6,2	4,3	7,3	
	Orange-Caritat	44°08'24"N	53	84	Vaucluse	8,7	8,7	9,8	11,7	13,9	15,8	16,9	16,9	15,8	13,9	11,7	9,8	12,8	
Pays de la Loire	Nantes-Atlantique	47°08'59"N	26	44	Loire-Atlantique	7,8	7,8	8,9	10,8	13	14,9	16	16	14,9	13	10,8	8,9	11,9	15 à 25
	St Nazaire-Montoir	47°19'01"N	3	44	Loire-Atlantique	8,4	8,4	9,5	11,4	13,6	15,5	16,6	16,6	15,5	13,6	11,3	9,4	12,5	
	Angers-Beaucouzé	47°28'58"N	50	49	Maine et Loire	6,7	6,7	7,8	9,7	11,9	13,8	14,9	14,9	13,8	11,9	9,7	7,8	10,8	15
	Le Mans-Arnage	47°56'49"N	51	72	Sarthe	6,7	6,7	7,8	9,7	11,9	13,8	14,9	14,9	13,8	11,9	9,7	7,8	10,8	15 à 25
	La Roche/Yon-Les Ajoncs	46°42'00"N	90	85	Vendée	7,6	7,6	8,7	10,6	12,8	14,7	15,8	15,8	14,7	12,8	10,6	8,7	11,7	15 à 25
Picardie	St-Quentin-Roupy	49°49'01"N	98	02	Aisne	5,5	5,6	6,6	8,5	10,7	12,7	13,8	13,8	12,6	10,7	8,5	6,6	9,6	25 à 35
	Beauvais-Tille	49°26'49"N	89	60	Oise	5,5	5,5	6,6	8,5	10,7	12,6	13,7	13,7	12,6	10,7	8,5	6,6	9,6	35
	Abbeville	50°07'58"N	70	80	Somme	5,6	5,6	6,7	8,6	10,8	12,7	13,8	13,8	12,7	10,8	8,6	6,7	9,7	25 à 35
Poitou-Charentes	Cognac-Châteaubernard	45°40'01"N	30	16	Charente	7,8	7,8	8,9	10,8	13	14,9	16	16	14,9	13	10,8	8,9	11,9	15 à 25
	La Rochelle-Aérodrome	46°10'22"N	22	17	Charente-Maritime	8,4	8,4	9,5	11,4	13,6	15,5	16,6	16,6	15,5	13,6	11,3	9,4	12,5	25 à 35
	Oleron	46°02'00"N	5	17	Charente-Maritime	7,8	7,8	8,9	10,8	13	14,9	16	16	14,9	13	10,8	8,9	11,9	
	Niort-Souche	46°18'53"N	59	79	Deux-Sèvres	7,7	7,7	8,8	10,7	12,9	14,8	15,9	15,9	14,8	12,9	10,7	8,8	11,8	15 à 25
	Poitiers-Biard	46°34'58"N	117	86	Vienne	6,5	6,5	7,6	9,5	11,7	13,6	14,7	14,7	13,6	11,7	9,5	7,6	10,6	

Températures indicatives de distribution de l'eau froide par département

Station météo					Mini	Maxi	Température moyenne de l'eau froide en °C													Durété moy de l'eau TH
Région	Ville	Latitude	Alt	Département		Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc	moy		
Rhône-Alpes	Amberieu	45°58'37"N	250	01	Ain	6	6	7,1	9	11,2	13,1	14,2	14,2	13,1	11,2	9	7,1	10,1	25 à 35	
	Montelimar-Ancone	44°34'55"N	73	26	Drôme	8,6	8,6	9,7	11,6	13,8	15,7	16,9	16,9	15,7	13,8	11,6	9,7	12,7		
	Grenoble-St Geoirs	45°21'25"N	384	38	Isère	5,6	5,6	6,7	8,6	10,8	12,7	13,8	13,8	12,7	10,8	8,6	6,7	9,7		
	St Etienne-Bouthéon	45°31'58"N	400	42	Loire	5,5	5,5	6,6	8,5	10,7	12,6	13,8	13,8	12,6	10,7	8,5	6,6	9,6	15	
	Lyon-Bron	45°43'22"N	198	69	Rhône	6,1	6,1	7,2	9,1	11,3	13,2	14,3	14,3	13,2	11,3	9,1	7,2	10,2	15 à 25	
	Bourg-St Maurice	45°36'46"N	865	73	Savoie	3,2	3,2	4,2	6,1	8,4	10,3	11,4	11,4	10,3	8,3	6,1	4,2	7,3		
	Chambery-Aix les Bains	45°37'58"N	235	73	Savoie	6,1	6,1	7,2	9,1	11,3	13,2	14,3	14,3	13,2	11,3	9,1	7,2	10,2		35
Guadeloupe	Le Raizet	16°16'00"N	8	971	Guadeloupe	25,3	25,2	25,9	26,2	26,7	27,2	27,2	27,1	27	26,7	26,1	25,4	26,3	4	
Martinique	Le Lamentin	14°36'00"N	3	972	Martinique	25,7	25,8	26	26,4	26,8	27,2	27,3	27,2	26,9	26,6	26,2	25,8	26,5	4	
Guyane	Cayenne	04°57'00"N	2	973	Guyane	25,4	26	25,9	26,1	25,5	25,6	26,1	26,3	26,4	26,3	26,3	25,7	26,0	-	
	Kourou	05°12'00"N	12	973	Guyane	26	26,1	26,3	26,2	26,3	26	25,8	26,2	26,3	26,3	26,3	25,7	26,1		
La Réunion	Bellecombe	21°12'18"S	2245	974	La Réunion	11,7	11,8	11,6	11,4	10,5	9,2	8,5	9	9,5	10,1	10,7	11,7	10,5	3	
	Bellevue-Bras-Panon	20°57'24"S	135	974	La Réunion	21,1	21,2	20,9	20,5	19,8	18,9	18,4	18,4	18,5	19	19,7	20,5	19,7		
	Cilaos	21°07'18"S	1197	974	La Réunion	17,8	17,7	17,4	16,8	15,6	14,4	14,1	14,3	14,7	15,4	16,2	17,1	16,0		
	Gillot	20°52'48"S	10	974	La Réunion	25,4	25,4	25,2	24,8	24,1	23,3	22,9	22,9	23,1	23,6	24,2	24,9	24,2		
	Grand Coude Miria	21°17'12"S	1085	974	La Réunion	17,4	17,5	17,2	16,5	15,5	14,5	14,1	14,2	14,3	15	15,7	16,7	15,7		
	Gros Piton Ste Rose	21°10'00"S	181	974	La Réunion	23,8	23,6	23,5	23	22,3	21,6	21	21	21,2	21,7	22,4	23,2	22,4		
	Le Baril	21°20'48"S	115	974	La Réunion	24	24	23,7	23,2	22,3	21,5	21	21,1	21,3	21,9	21,7	23,6	22,4		
	Le Port	20°55'54"S	9	974	La Réunion	26,1	26,2	25,9	25,6	24,8	23,9	23,4	23,4	23,6	24,1	24,7	25,6	24,8		
	Les Avirons	21°13'42"S	170	974	La Réunion	23,9	23,8	23,5	22,9	22	21,1	20,6	20,8	21	21,6	22,4	23,3	22,2		
	Mafate la Nouvelle	21°03'48"S	1415	974	La Réunion	15,8	15,8	15,5	14,9	13,9	12,7	12,3	12,5	12,7	13,4	14,1	15,1	14,1		
	Mare à Vieille Place	21°00'54"S	870	974	La Réunion	19,2	19,2	19	18,5	17,5	16,6	16,1	16,2	16,4	17	17,7	18,6	17,7		
	Mascarin	21°07'00"S	550	974	La Réunion	21,5	21,6	21,2	20,7	19,8	18,8	18,4	18,6	18,8	19,3	20	20,9	20,0		
	Petite France	21°01'48"S	1200	974	La Réunion	15,3	16,1	15,8	15,4	14,8	13,2	12,9	13,1	13,2	13,8	14,2	15,6	14,5		
	Plaine des Cafres	21°11'48"S	1560	974	La Réunion	14,8	14,9	14,5	13,9	12,9	11,7	11,3	11,4	11,7	12,3	13,1	14,1	13,1		
	Plaine des Plamistes	21°07'24"S	1032	974	La Réunion	17,6	17,6	17,4	16,9	16	15,1	14,6	14,5	14,7	15,2	15,9	16,8	16,0		
	Pointe Trois Bassins	21°05'30"S	5	974	La Réunion	25,9	25,9	25,6	25,1	24,3	23,5	23	23,1	23,2	23,8	24,5	25,4	24,4		
	Pont Mathurin	21°15'42"S	30	974	La Réunion	25,4	25,3	25	24,4	23,5	22,6	22,1	22,3	22,5	23,1	23,9	24,8	23,7		
	St Benoît Beaufonds Miria	21°02'42"S	43	974	La Réunion	24,1	24,2	23,9	23,5	22,6	21,9	21,4	21,5	21,7	22,1	22,8	23,5	22,8		
	St Pierre Terre Sainte	21°18'24"S	52	974	La Réunion	25,2	25,1	24,8	24,2	23,4	22,5	22	22,1	22,3	23	23,7	24,6	23,6		
	St-Denis	20°52'18"S	36	974	La Réunion	24,8	24,8	24,4	23,8	23	22,3	21,8	21,8	22,2	22,9	23,7	24,4	23,3		
Mayotte	Pamandzi	12°48'00"S	7	985	Mayotte	26,7	26,6	26,3	25,7	24,8	23,9	23,4	23,6	23,8	24,4	25,2	26,1	25,0	-	
Polynésie	Atuona	09°48'00"S	41	987	Polynésie	27,4	27,9	28	28	27,2	27	26,5	26,5	26,6	26,9	27,4	27,4	27,2	-	
	Moruroa	21°48'54"S	1	987	Polynésie	26,2	26,3	26,3	26,2	25,8	25,3	25,1	25	25,2	25,5	25,9	26	25,7		
	Tahiti Faaa	17°33'00"S	2	987	Polynésie	25,9	26,4	26,5	26,5	25,7	25,5	25	25	25,1	25,4	25,9	25,9	25,7		
Nouvelle Calédonie	Koumac	20°34'00"S	23	988	Nouvelle Calédonie	24,6	24,7	24,5	23,6	22,9	22,1	21,6	21,6	22	22,7	23,6	24,1	23,2	-	
	Nouméa	22°17'00"S	69	988	Nouvelle Calédonie	24,3	24,2	23,8	23,4	22,5	21,7	21,2	21,3	21,5	22,5	23,1	23,7	22,8		

Appoint pour systèmes combinés (chauffage et eau chaude sanitaire)

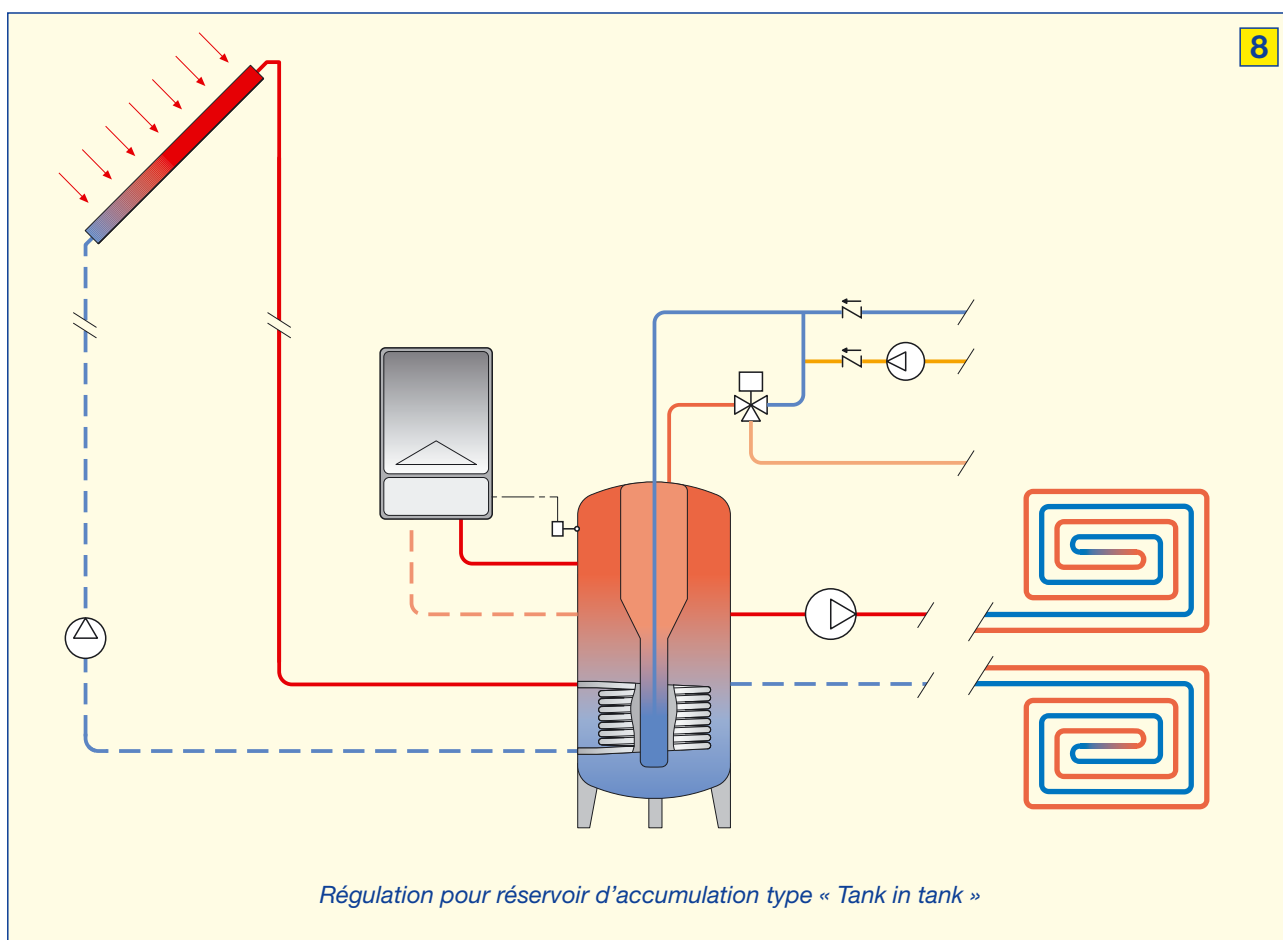
La régulation de ces installations doit tendre à minimiser les températures de service nécessaires au chauffage. Plus les valeurs sont basses et moins il est possible d'exploiter la chaleur dérivant des panneaux solaires. Pour ce faire, il faut également assurer une bonne isolation thermique des constructions et choisir des terminaux de chauffage à basse température : par exemple le chauffage par le sol.

Régulation par réservoir d'accumulation type « tank in tank »

Le thermostat du réservoir active la pompe de l'appoint de chaleur complémentaire lorsque la température de l'eau est inférieure à la température nécessaire pour :

- assurer, dans le réservoir interne, de l'eau chaude sanitaire à la température demandée
- alimenter les terminaux de chauffage avec les températures de service prévues.

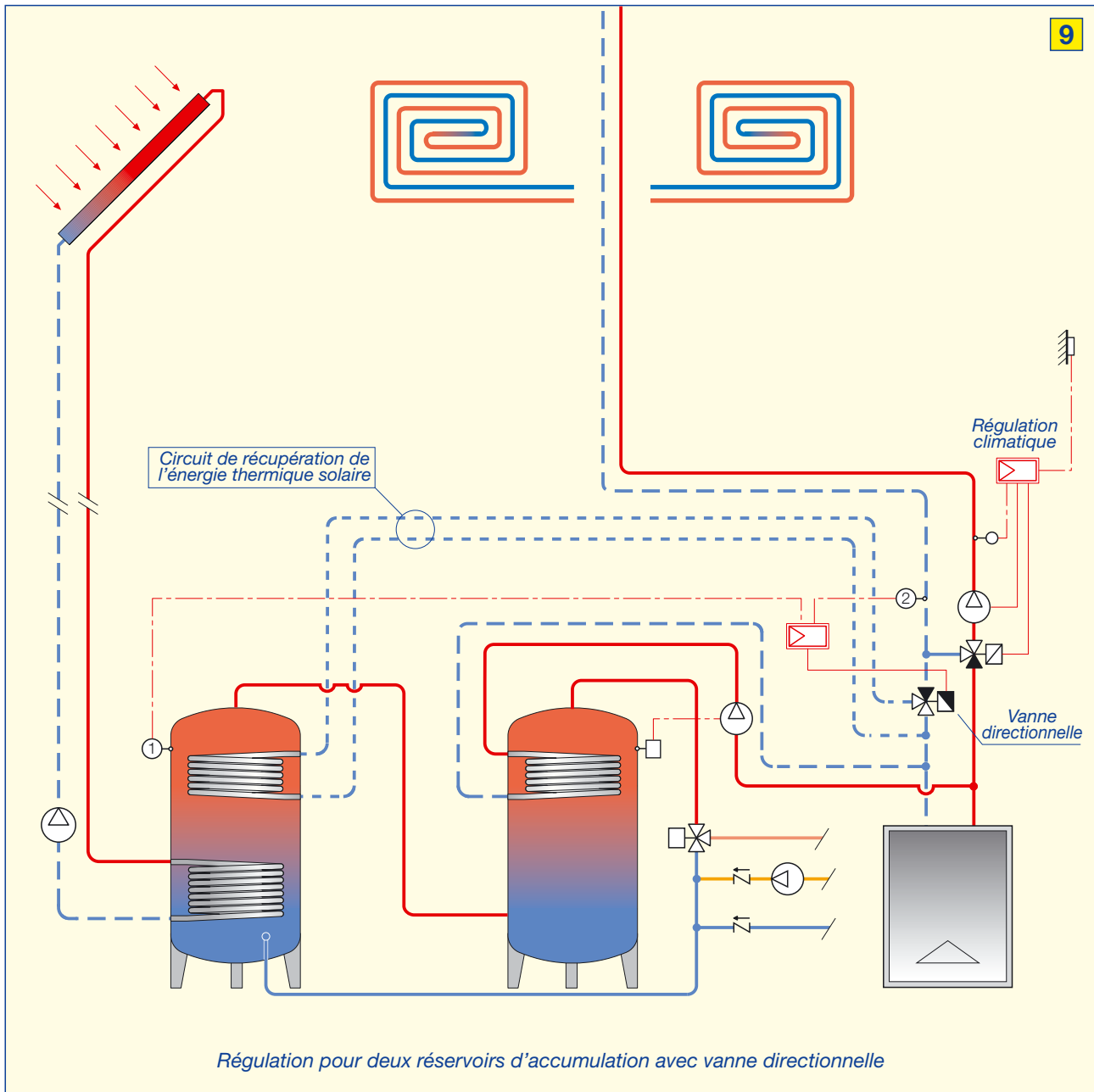
Il s'agit d'un système de régulation surtout adopté dans les moyennes-petites installations.



Régulation pour deux réservoirs d'accumulation avec vanne directionnelle

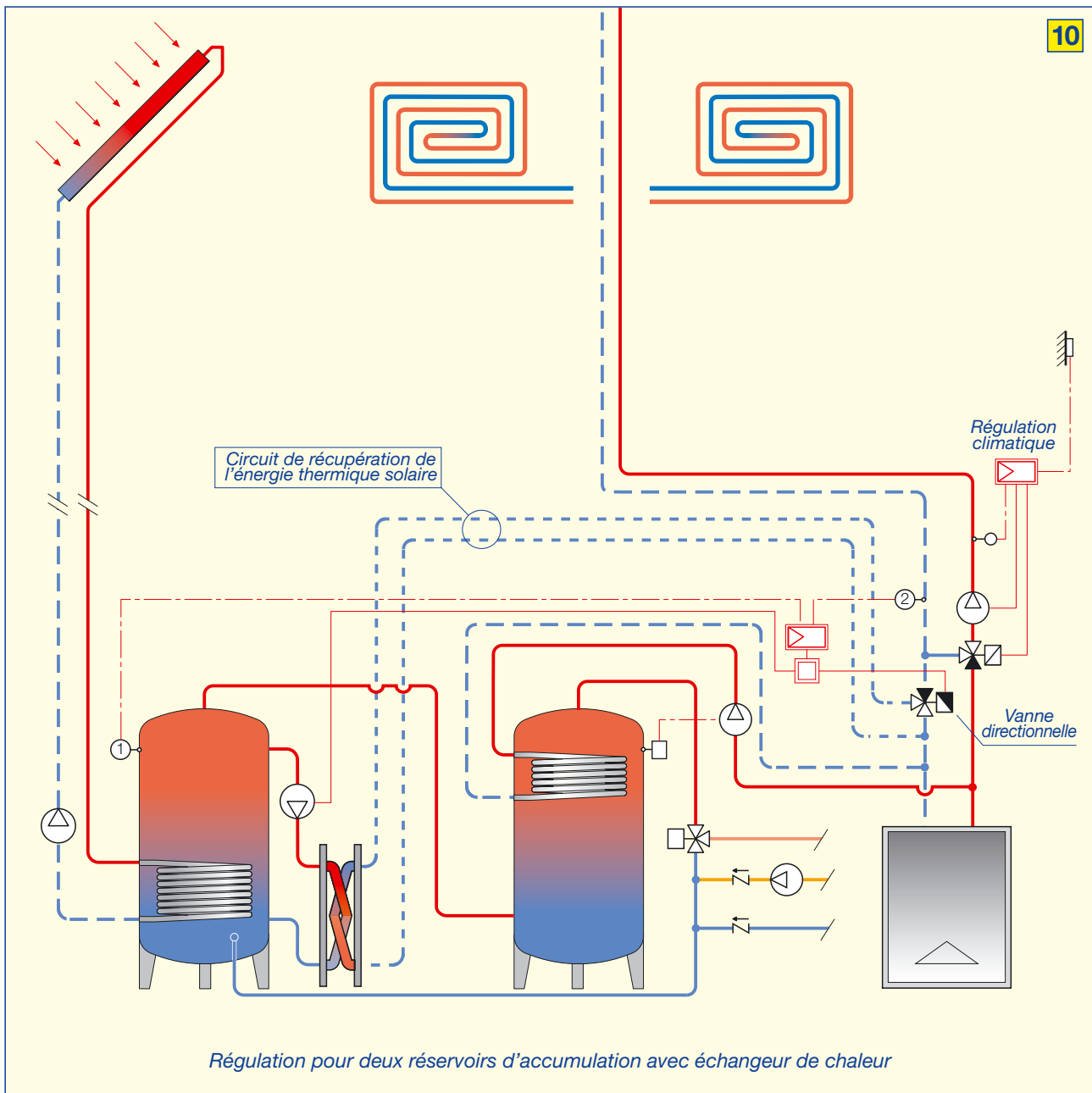
L'eau chaude sanitaire est produite avec un ballon double comme dans les cas correspondants qui ont été traités page 22 (figures 5 et 6).

L'énergie thermique du chauffage est issue aussi bien de la chaudière que du réservoir solaire. Elle provient du réservoir solaire lorsque la température de la sonde S1 dépasse celle de la sonde S2. Dans ce cas, la vanne directionnelle fait passer le fluide de retour à travers le serpentin supérieur du réservoir solaire.



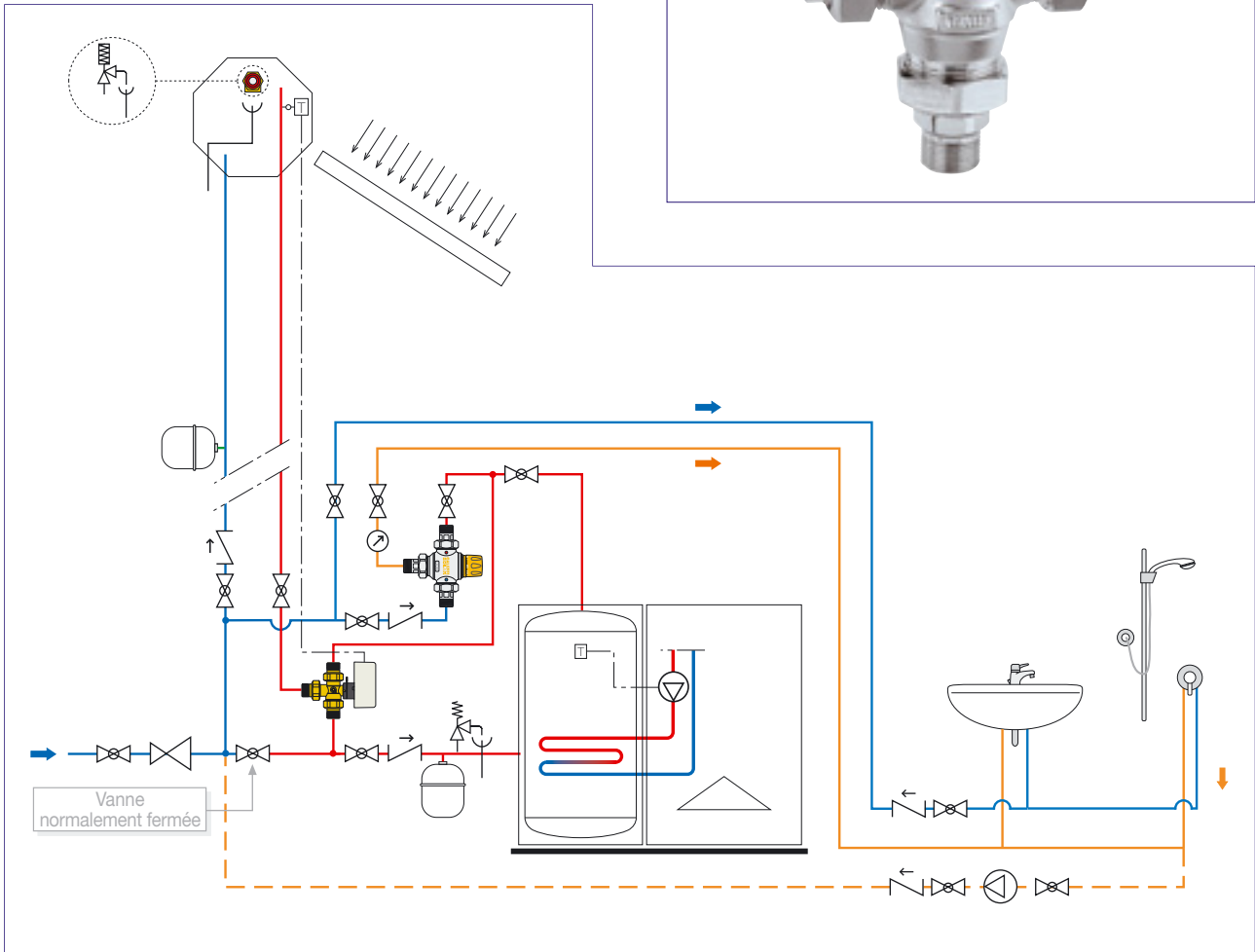
Régulation pour deux réservoirs d'accumulation avec échangeur de chaleur

Ce système est en fait semblable au système précédent. La seule différence concerne l'échange thermique entre le fluide du chauffage et celui du réservoir solaire qui, dans ce cas, est réalisé au moyen d'un échangeur externe.



5. LA DISTRIBUTION

La distribution de l'eau chaude sanitaire reste classique, cependant la montée en température de l'installation ne pouvant être maîtrisée comme sur une installation traditionnelle, **le mitigeur thermostatique doit pouvoir fonctionner à une température de 100°C en entrée chaude.**



Cas particulier du Chauffage Individuel Centralisé par Sous-Station Individuelle

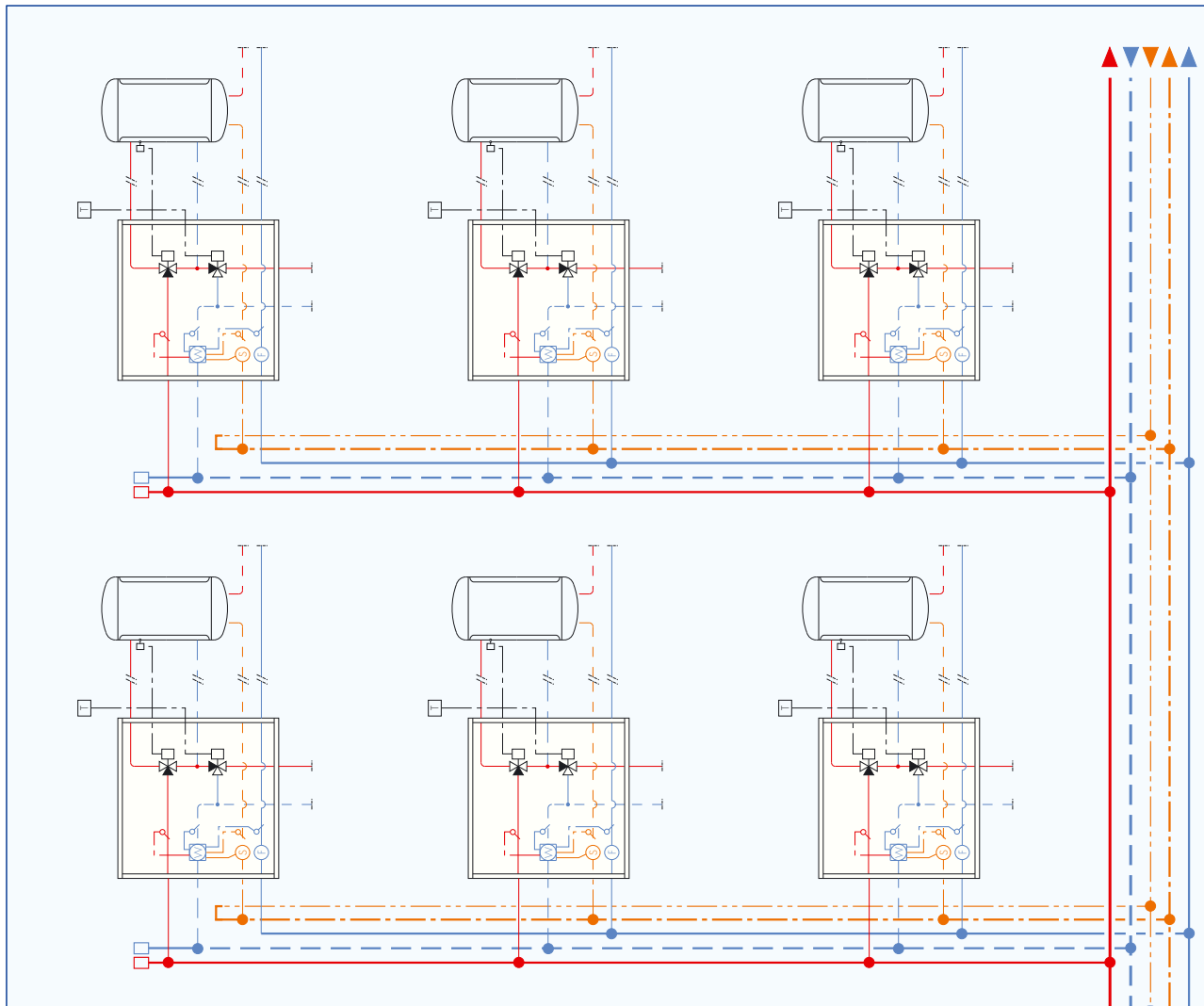
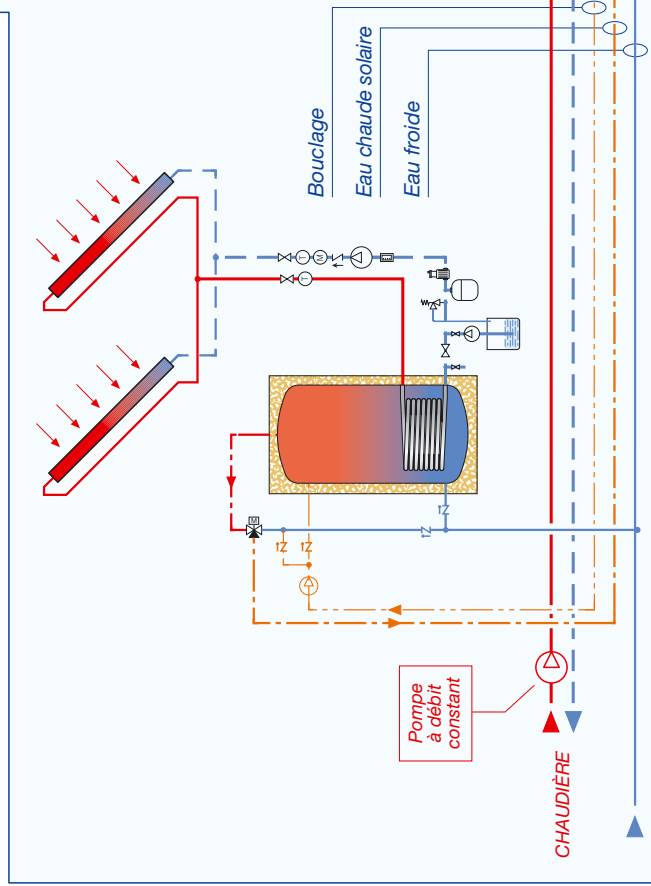
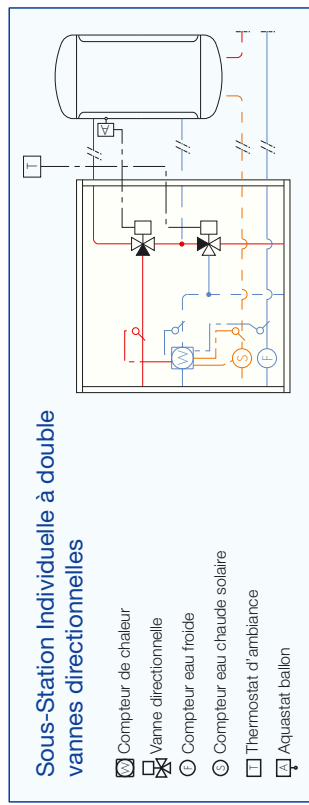
Pour une répartition juste des frais de chauffage et d'ECS, il est indispensable d'additionner l'énergie consommée par le circuit de chauffage et l'énergie apportée par le circuit d'ECS solaire. Une simple règle de trois permet ensuite la facturation :

$$\frac{\text{Montant de la facture énergétique} \times \text{consommation énergétique individuelle (chauffage + ECS)}}{\text{Consommation énergétique totale (chauffage + ECS)}}$$

L'addition des compteurs d'énergie sur le circuit ECS nous donne la production d'énergie solaire.

Installation de production d'ECS collective avec ballon
- distribution avec ballon individuel de stockage
- pompe primaire à débit constant

Le ballon solaire collectif assure le chauffage des ballons individuels.
 L'appoint est assuré en cas de besoin par le circuit de chauffage.
 Un aquastat (A) pilote la vanne directionnelle pour l'ECS. Un thermostat (T) pilote la vanne directionnelle pour le chauffage.

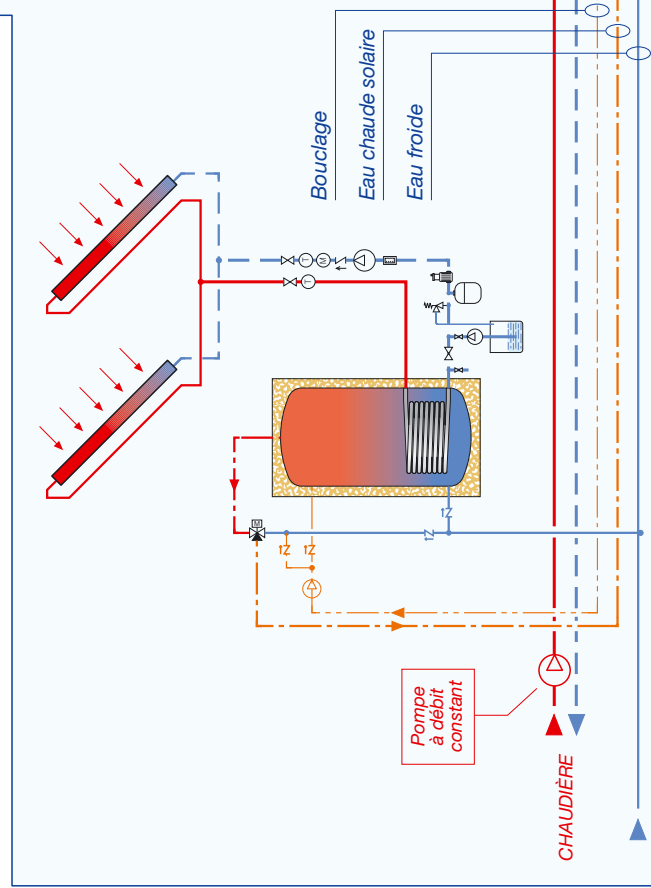
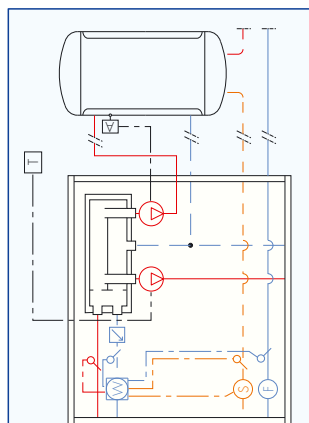


- Installation de production d'ECS collective avec ballon**
- distribution avec ballon individuel de stockage
 - pompe primaire à débit constant
 - découplage hydraulique et pompes secondaires

Le ballon solaire collectif assure le chauffage des ballons individuels.
L'appoint est assuré en cas de besoin par le circuit de chauffage.
Un aquastat (A) pilote le circulateur d'ECS.
Un thermostat (T) pilote le circulateur chauffage.

Sous-Station Individuelle avec séparateur hydraulique

- Compteur de chaleur
- Circulateur
- Autotune
- Compteur eau froide
- Compteur eau chaude solaire
- Thermostat d'ambiance
- Aquastat ballon



Installation de production d'ECS collective avec ballon

- distribution avec appoint individuel par échangeur à plaques

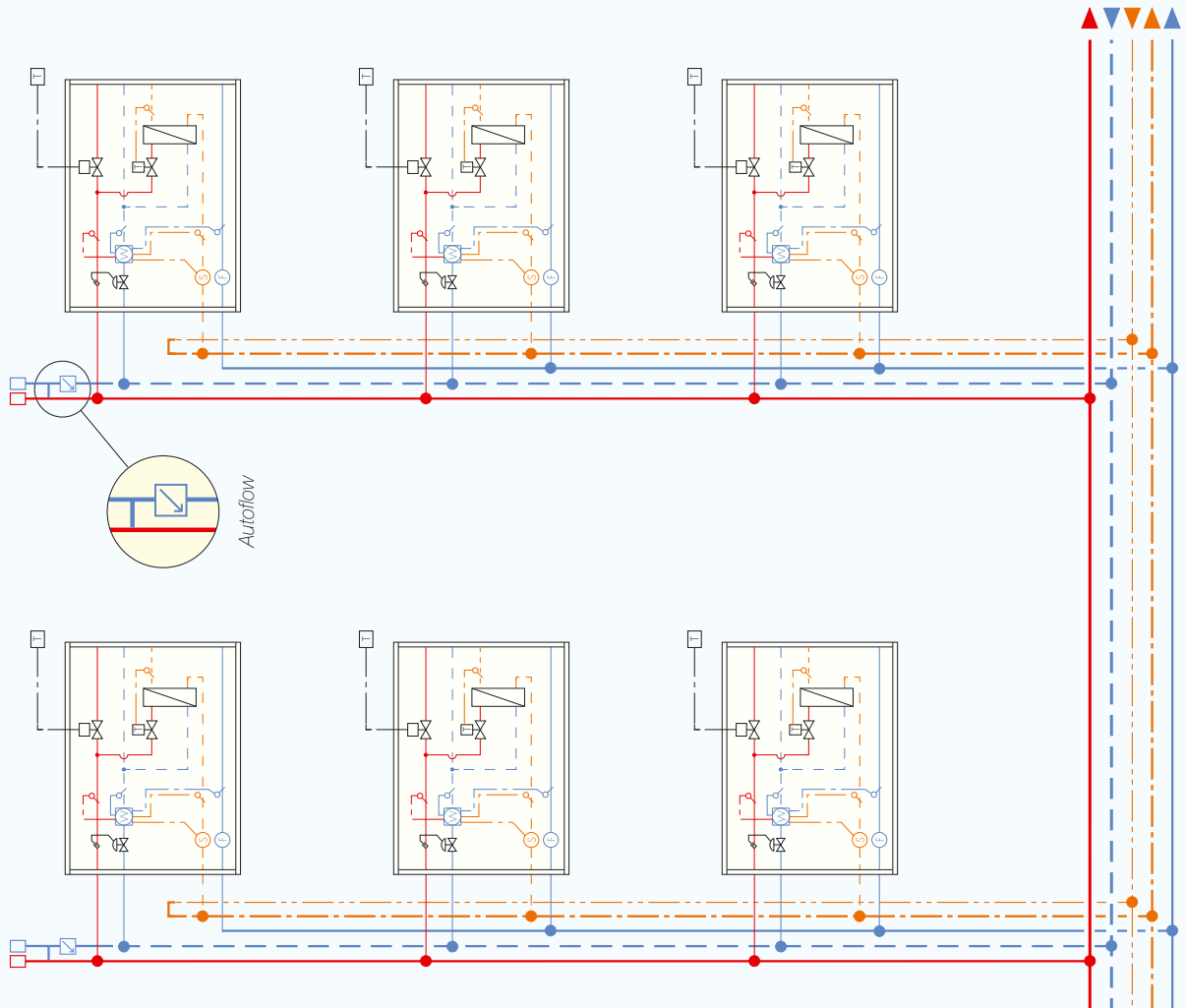
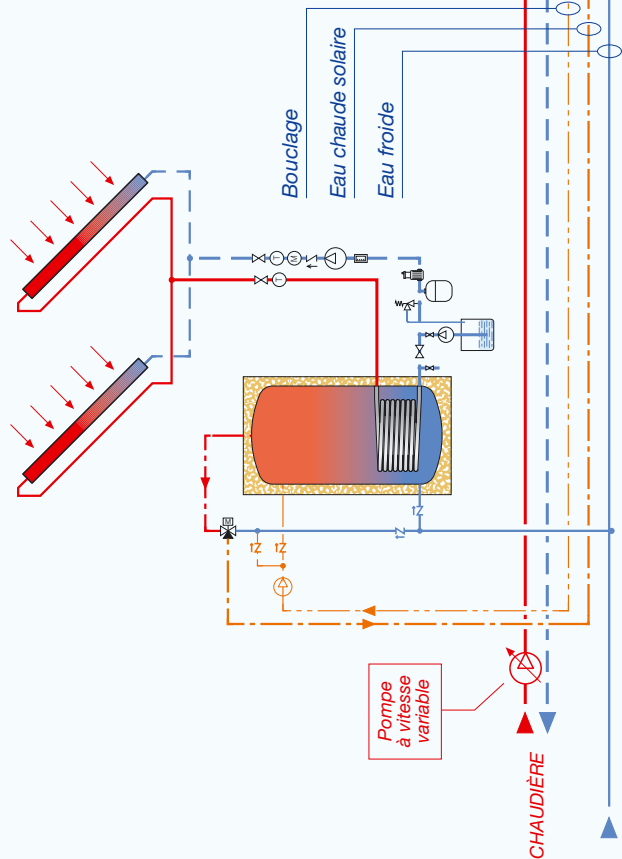
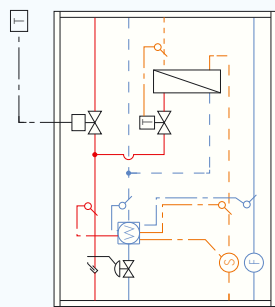
- pompe primaire à vitesse variable

Le ballon solaire collectif assure le chauffage de l'ECS. L'appoint est assuré en cas de besoin par le circuit de chauffage qui agit sur un échangeur à plaques.

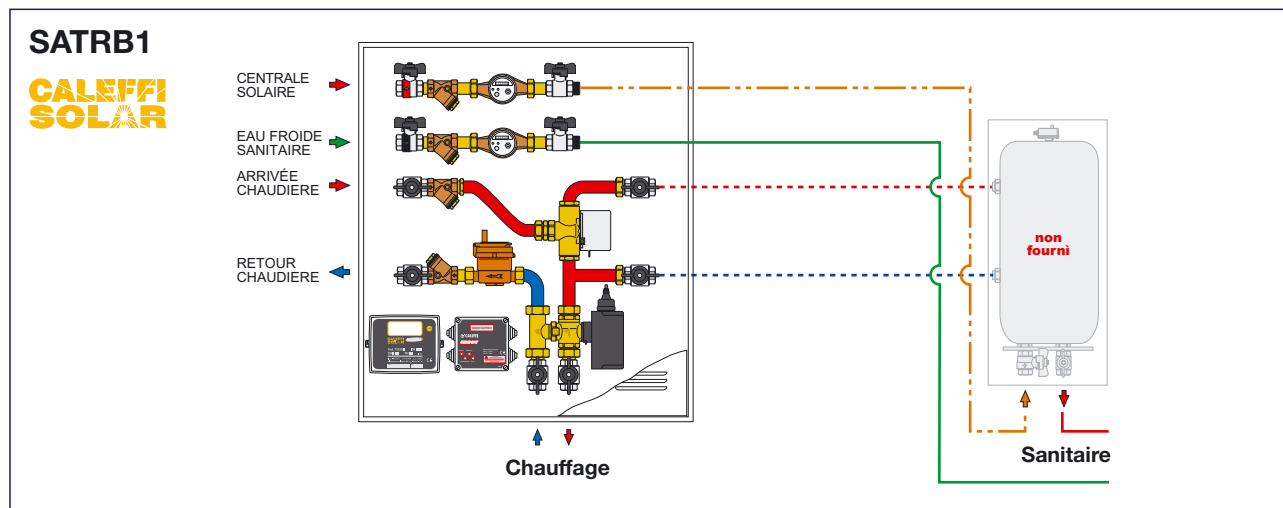
Une tête thermostatique à bulbe à distance pilote la vanne 2 voies qui alimente le primaire de l'échangeur. Un thermostat (T) pilote la vanne 2 voies du circuit chauffage.

Sous-Station Individuelle à débit variable

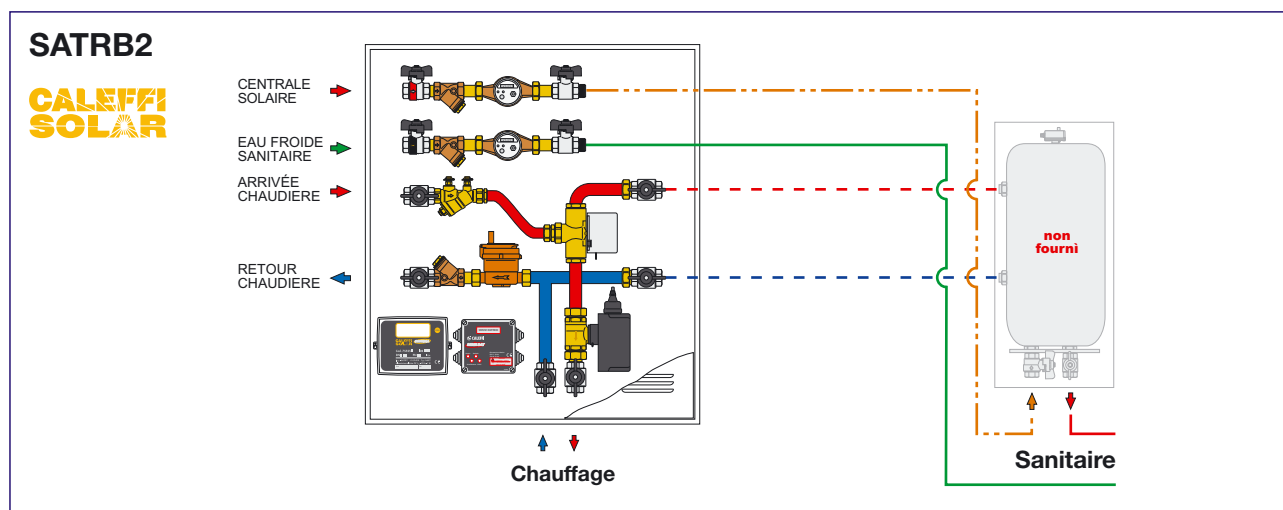
- Vanne de régulation Δp
- Compteur de chaleur
- Vanne 2 voies
- Vanne thermostatique à bulbe à distance
- Compteur eau froide
- Compteur eau chaude solaire
- Thermostat d'ambiance



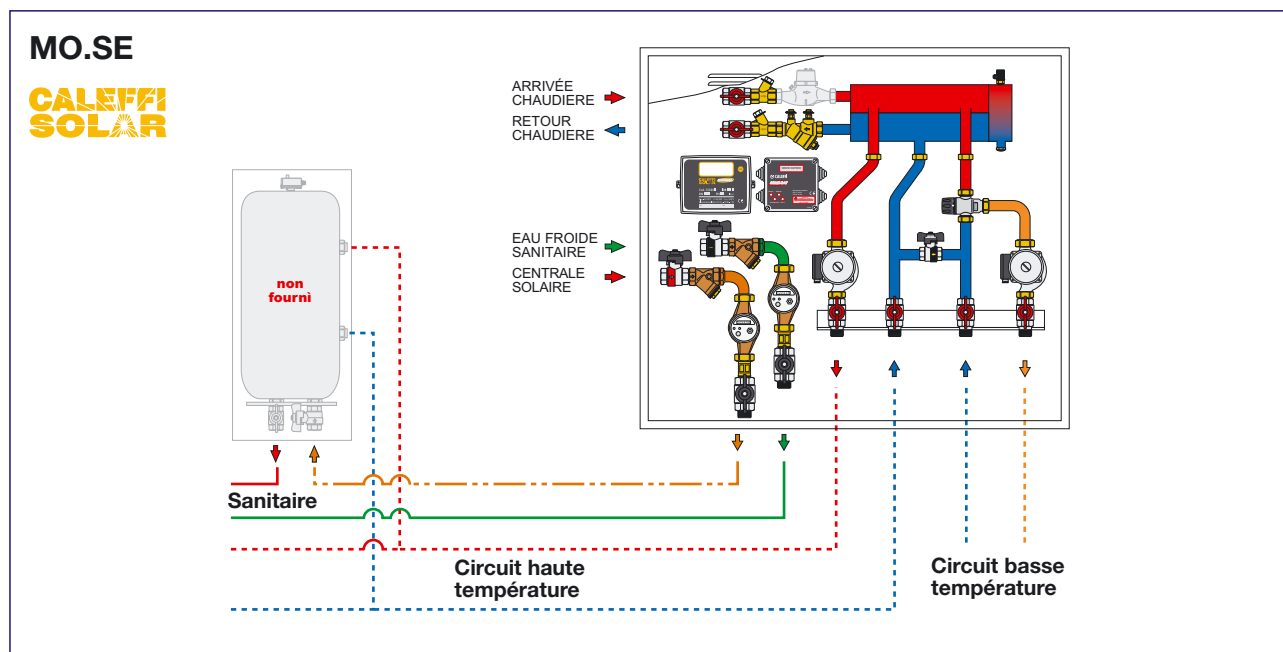
Sous-Station Individuelle avec priorité ECS et régulation chauffage par vanne 3 voies directionnelle



Sous-Station Individuelle avec priorité ECS et régulation chauffage par vanne 2 voies + limitation de débit par vanne « Autoflow ».

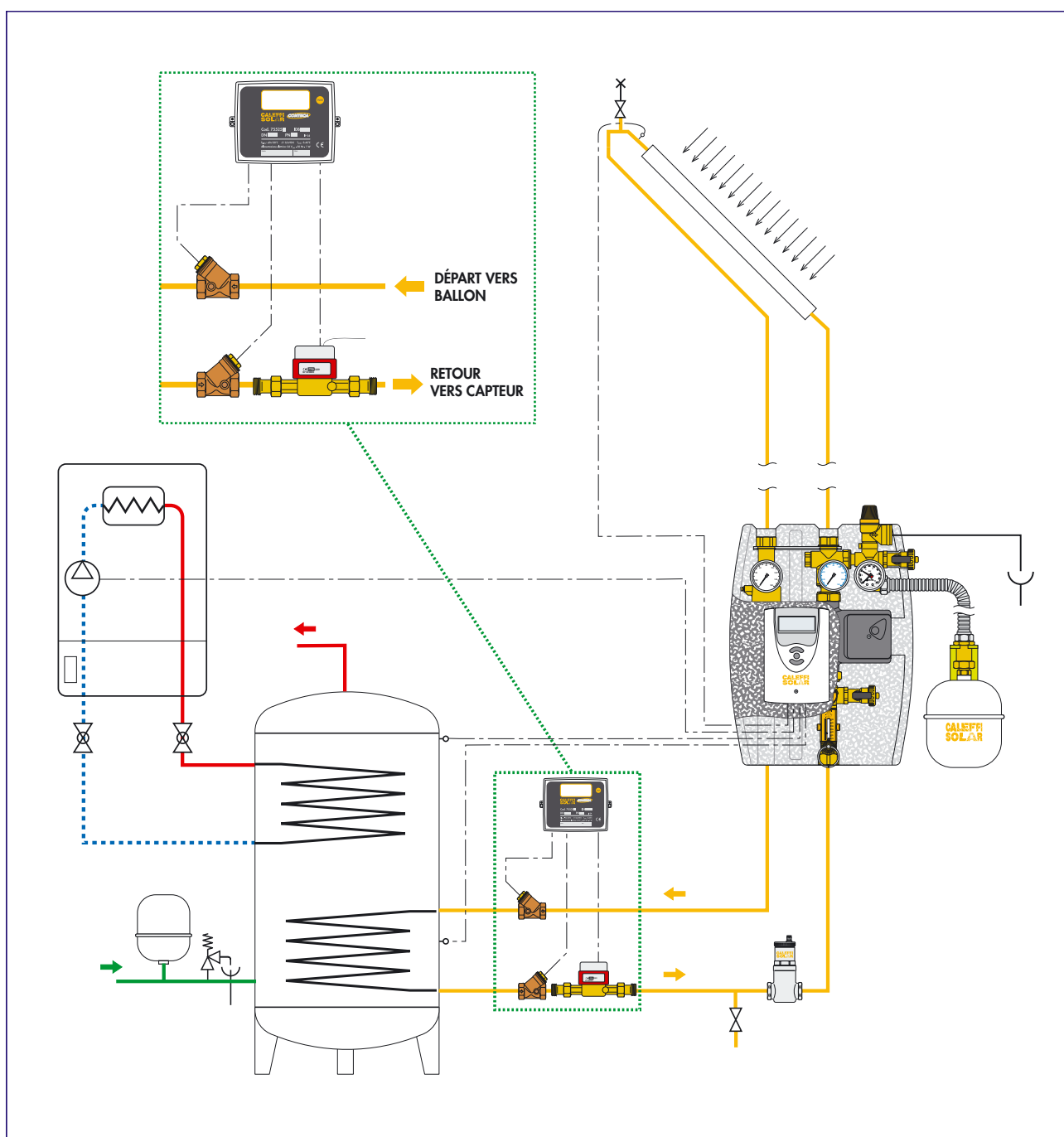


Sous-Station Individuelle avec ECS et circuit chauffage haute et basse température.



La **Garantie de Résultats Solaires (GRS)** engage les entreprises à garantir que l'installation solaire soit capable de délivrer, à l'installation de production d'eau chaude sanitaire, la quantité annuelle moyenne d'énergie thermique d'origine solaire prévue. **L'obligation de résultats nécessite la mesure de la quantité d'énergie fournie et de la consommation réelle d'eau chaude sanitaire à l'aide de système de comptage faisant partie intégrante de l'installation.** Pour plus d'informations, un très bon résumé se trouve sur le site de l'Ademe Poitou - Charentes : www.apcede.com/Energie/solaire-thermique/resume_grs.pdf

Le compteur d'énergie doit être en mesure d'accepter un fluide avec 50% de glycol et des températures jusqu'à 120°C.



Afin de garantir l'efficacité de l'installation, il est nécessaire d'assurer un entretien régulier.

Le tableau suivant donne une indication de la périodicité des éléments à contrôler et du temps nécessaire à ces contrôles.

Périodicité, type et temps d'entretien

	Temps en minutes												Total
	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	
HEBDOMADAIRE													
1 Chasse sur les ballons d'ECS (recommandation DGS toute les semaines)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	8h00
MENSUEL													
2 Anodes à courant imposé (non sacrificielles)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0h12
3 Contrôle de la pression du circuit primaire	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0h36
4 Relevé de compteur	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1h00
TRIMESTRIEL													
5 Vérification des débits des circuits primaire et secondaire sur circulateurs		5			5			5			5		0h20
6 Vérification visuelle des circulateurs primaire et secondaire		3			3			3			3		0h12
SEMESTRIEL													
7 Vérification des circulateurs primaire et secondaire mesure de pression					5						5		0h10
8 Contrôle de la pression de gonflage du vase d'expansion à membrane					10						10		0h20
9 Contrôle des purgeurs d'air automatiques (temps par purgeur)					5						5		0h10
10 Contrôle des purgeurs d'air manuels (temps par purgeur)					2						2		0h04
11 Contrôle des soupapes de sécurité circuit primaire					2						2		0h04
12 Nettoyage des capteurs (temps pour 5 m²)					10						10		0h20
13 Vérification de la sonde crépusculaire					20						20		0h40
ANNUEL													
14 Anodes en magnésium sacrificielles (hors temps de démontage)					5								0h05
15 Contrôle de l'échangeur à plaques					40								0h40
16 Contrôle de la pression de gonflage du vase d'expansion					10								0h10
17 Contrôle des soupapes de sécurité circuit secondaire					2								0h02
18 Contrôle du fluide caloporteur					10								0h10
19 Nettoyage et désinfection des ballons					480								8h00
20 Vérification de la régulation solaire					10								0h10
21 Vérification des alimentations électriques et des voyants					25								0h25
22 Vérification des débits sur la vanne d'équilibrage ou sur un diaphragme					15								0h15
23 Vérification des sondes de régulation					7								0h07
24 Vérification des supports des capteurs					1								0h01

0h49	0h57	0h49	0h49	11h56	0h49	0h49	0h57	0h49	0h49	1h51	0h49	22h13
------	------	------	------	-------	------	------	------	------	------	------	------	-------

COMPARAISON PRODUITS POUR INSTALLATIONS CLASSIQUES ET INSTALLATIONS SOLAIRES

CLASSIQUE				SOLAIRE
	0÷90 non	Compteur d'énergie Plage de température en °C Compatibilité au glycol	5÷120 oui	
	10 & 14 85	Mitigeur thermostatique Pression maxi d'exercice en bar Plage de température en °C	14 100 & 110	
	110 & 120 non	Purgeur d'air Plage de température en °C Compatibilité au glycol	- 30÷180 oui	
	0÷110 non	Séparateur d'air Plage de température en °C Compatibilité au glycol	- 30÷160 oui	
	5÷110 non non	Soupape de sécurité pression Plage de température en °C Compatibilité au glycol Tenue aux Ultra-Violets	- 30÷160 oui oui	
	3 à 10 90 non	Soupape de sécurité combinée température - pression Pression d'ouverture en bar Température de tarage en °C Tenue aux Ultra-Violets	6 à 10 90 oui	

COMPOSANTS POUR CIRCUIT PRIMAIRE

PURGEUR D'AIR AUTOMATIQUE - SOUPE DE SÉCURITÉ - SÉPARATEUR D'AIR

250

 notice tech. 01133

Ensemble composé de :

- Purgeur automatique pour installations solaires

Corps en laiton chromé.
Pmax d'exercice : 10 bar.
Pmax de purge : 5 bar.
Plage de température : -30÷180°C.

- Vanne d'arrêt avec joint.

Corps en laiton chromé.
Pmax d'exercice : 10 bar.
Plage de température : -30÷200°C.

WRAS
APPROVED PRODUCT



Le purgeur d'air automatique doit être isolé une fois le remplissage de l'installation effectué.



Code

250131 3/8" M

253

 notice tech. 01089

Souape de sécurité pour installations solaires.

Corps en laiton chromé. PN 10.
Raccordements femelle-femelle.
Plage de température : -30÷160°C.
Diamètre raccordement sortie majoré.
Puissance d'évacuation : 50 kW.
Homologation TÜV suivant SV100 7.7
n° TÜV SV 07 2009 • SOL • 50 • p.
Tarages : 2,5 - 3 - 4 - 6 - 8 - 10 bar.

CE

TUV
Rheinland

WRAS
APPROVED PRODUCT



Code

253042 1/2" F x 3/4" F 2,5 bar

253043 1/2" F x 3/4" F 3 bar

253044 1/2" F x 3/4" F 4 bar

253046 1/2" F x 3/4" F 6 bar

253048 1/2" F x 3/4" F 8 bar

253040 1/2" F x 3/4" F 10 bar

251

DISCAL

 notice tech. 01134

Séparateur d'air pour installations solaires.

Corps en laiton chromé.
Raccordements femelle-femelle.
Pmax d'exercice : 10 bar.
Pmax de purge : 10 bar.
Plage de température : -30÷160°C.



Code

251003 3/4" F

251

DISCALAIR

 notice tech. 01135

Purgeur d'air pour installations solaires.

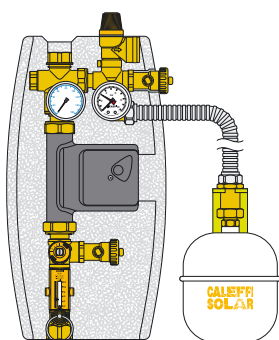
Corps en laiton chromé.
Raccordement femelle.
Pmax d'exercice : 10 bar.
Pmax de purge : 10 bar.
Plage de température : -30÷160°C.



Code

251004 1/2" F

GROUPES DE TRANSFERT



266

Groupe de transfert pour installations solaires, retour seul.

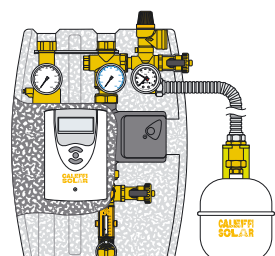
Pmax d'exercice: 10 bar
 Plage de température soupape de sécurité : -30÷160°C
 Tarage soupape de sécurité : 6 bar
 (pour les autres tarages voir la série 253)
 Plage de température vanne d'arrêt avec clapet : -30÷160°C
 Plage de température vanne d'équilibrage : -30÷130°C
 Plage de réglage du débit : 2÷12 l/min

Composé de :

- pompe de circulation Grundfos Solar 15-60;
- soupape de sécurité pour installation solaire série 253;
- 2 robinets de remplissage/vidange;
- potence avec manomètre;
- vanne d'équilibrage avec débitmètre avec indicateur à déplacement magnétique;
- thermomètre retour;
- vanne d'arrêt avec clapet;
- **coque d'isolation préformée.**

Code

266050	3/4" F	sans régulateur CAL-PLUS
266250	3/4" F	avec régulateur CAL-PLUS



267

Groupe de transfert pour installations solaires, départ et retour.

Pmax d'exercice: 10 bar
 Plage de température soupape de sécurité : -30÷160°C
 Tarage soupape de sécurité : 6 bar
 (pour les autres tarages voir la série 253).
 Plage de température vanne d'arrêt avec clapet : -30÷160°C
 Plage de température vanne d'équilibrage : -30÷130°C
 Plage de réglage du débit : 2÷12 l/min

Composé de :

- pompe de circulation Grundfos Solar 15-60;
- soupape de sécurité pour installation solaire série 253;
- 2 robinets de remplissage/vidange;
- potence avec manomètre;
- vanne d'équilibrage avec débitmètre avec indicateur à déplacement magnétique;
- dispositif de purge d'air;
- thermomètre départ;
- thermomètre retour;
- 2 vannes d'arrêt avec clapet anti-retour;
- **coque d'isolation préformée.**

Code

267050	3/4" F	sans régulateur CAL-PLUS
267250	3/4" F	avec régulateur CAL-PLUS



255

notice tech. 01136

Kit de raccordement pour vase d'expansion.
 Comprendant :
 - flexible ondulé acier inox (L=500 mm);
 - raccordement automatique;
 - support de fixation murale (pour vase d'expansion jusqu'à 24 litres).

Pmax d'exercice : 10 bar.
 Tmax d'utilisation du raccord : 110°C.

Code

255001 3/4"



259

notice tech. 01136

Vase d'expansion soudé à membrane pour installations solaires.
 A la norme DIN 4807-3.
 Compatible eau glycolée.
 Pmax d'exercice : 10 bar.
 Tmax de la membrane : 100°C.
 Plage de température : -10÷120°C.



Code Litres Raccords Pression (bar)

259012	12	3/4"	2,5
259018	18	3/4"	2,5
259025	25	3/4"	2,5
259035	35	3/4"	2,5
259050	50	3/4"	2,5

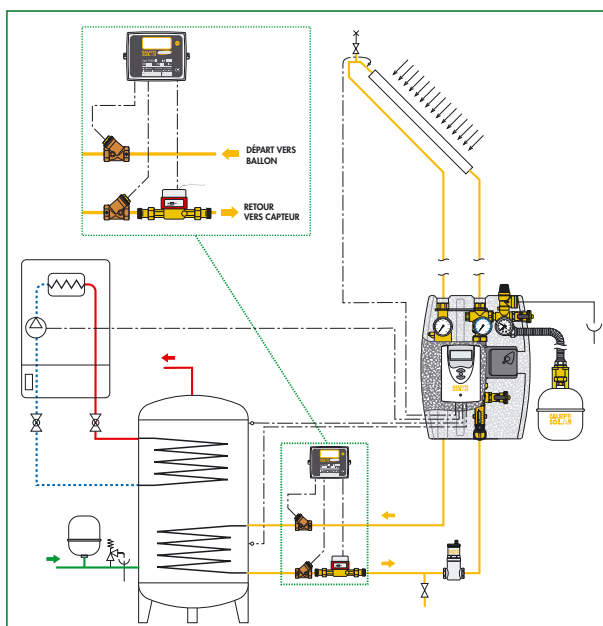


255

Pompe de remplissage manuelle pour groupe de transfert série 266 et 267.

Code

255010



RACCORDS

2543

Manchon avec joints O-Ring pour installations solaires.
Pour tube cuivre recuit ou écroui, laiton, acier doux et acier inox.
Pmax d'exercice : 16 bar.
Température d'utilisation : -30÷160°C.
Ecrou nickelé noir.



Code

254305	Ø 15
254308	Ø 18
254302	Ø 22



2544

Raccord mâle avec joints O-Ring pour installations solaires.
Pour tube cuivre recuit, écroui, laiton, acier doux et acier inox.

Pmax d'exercice : 16 bar.
Température d'utilisation : -30÷160°C.
Ecrou nickelé noir.

Code

254455	3/4" M - Ø 15
254458	3/4" M - Ø 18
254452	3/4" M - Ø 22
254462	1" M - Ø 22



2545

Coude avec joints O-Ring pour installations solaires.
Pour tube cuivre recuit, écroui, laiton, acier doux et acier inox.
Pmax d'exercice : 16 bar.
Température d'utilisation : -30÷160°C.
Ecrou nickelé noir.

Code

254505	Ø 15
254508	Ø 18
254502	Ø 22



2547

Coude mâle, avec joints O-Ring pour installations solaires.
Pour tube cuivre recuit, écroui, laiton, acier doux et acier inox.
Pmax d'exercice : 16 bar.
Température d'utilisation : -30÷160°C.
Ecrou nickelé noir.

Code

254755	3/4" M - Ø 15
254758	3/4" M - Ø 18
254752	3/4" M - Ø 22



2548

Raccord coudé femelle, avec joints O-Ring pour installations solaires.
Pour tube cuivre recuit, écroui, laiton, acier doux et acier inox.
Pmax d'exercice : 16 bar.
Température d'utilisation : -30÷160°C.
Ecrou nickelé noir.

Code

254855	3/4" F - Ø 15
254858	3/4" F - Ø 18
254852	3/4" F - Ø 22

VANNE D'ÉQUILIBRAGE AVEC DÉBITMÈTRE



258

 **notice tech. 01148**

Vanne d'équilibrage avec débitmètre, pour installations solaires.
Lecture directe du débit.
Corps en laiton chromé.
Vanne à sphère pour réglage du débit.
Débitmètre à échelle graduée avec indicateur à déplacement magnétique.

Avec coque d'isolation

Pmax d'exercice : 10 bar.
Plage de température : -30÷130°C.
Compatible eau glycolée.
Demande de brevet
N° MI2007A000703.



Code

		Plage de débit (l/min)
258503	3/4"	2÷7
258523	3/4"	7÷28
258603	1"	10÷40

THERMOSTAT



257

notice tech. 01143

Thermostat avec sortie relais pour installations solaires.
Pour gestion appoint et vanne directionnelle.
Avec boîtier et sonde de contact.



Indice de protection : IP 65
Alimentation : 230 V $\pm 6\%$ - 50 Hz
Puissance nominale : 1,45 VA
Pouvoir de coupure du contact : 6 (2) A (230 V)
Plage de température réglable : 20÷90°C
Hystérésis : 1 K

Code

257030



257

notice tech. 01143

Thermostat avec sortie relais pour installations solaires.
Pour gestion appoint et vanne directionnelle. Caractéristiques identiques au code 257030.



Code

257002



257

notice tech. 01143

Boîtier avec barre DIN, pour thermostat code 257002.
Indice de protection : IP 65.

Code

257001



150

notice tech. 01143

Sonde de contact pour thermostat série 257.
Longueur câble : 2 m.

Code

150009



150

notice tech. 01143

Sonde à plongeur pour thermostat série 257.
Longueur câble : 2 m.

Code

150006



150

notice tech. 01143

Doigt de gant pour sonde à plongeur code 150006.

Code

150029 1/4" M

RÉGULATEUR DIFFÉRENTIEL



257 SOLCAL 1

Régulateur électronique pour installations solaires SOLCAL 1.

Performance de l'électronique et facilité d'utilisation grâce aux réglages analogiques.
Visualisation des programmes avec synoptique visible sur l'écran.



Possibilité de raccorder jusqu'à trois sondes PT1000.
Visualisation de l'état de fonctionnement par Led.
Huit programmes possibles suivant configuration d'installations.
Commande d'actionneurs par deux sorties relais.
Commande manuelle des relais.
Réglé d'usine avec température maxi de sécurité.

Alimentation électrique : 230 V - 50 Hz
Puissance absorbée : 2 VA
Signaux de sorties : 2 relais (fermeture)
Pouvoir de coupure maxi des contacts : 250 V (~) - 5 A; somme max 8 A
Température ambiante admissible : 0÷40°C
Indice de protection : IP 40
Indice de protection : II

Code

257140

COMPTEUR DE CHALEUR

75525 CONTECA SOLAR

notice tech. 01146

Compteur de chaleur à lecture locale par affichage LCD ou centralisée sur contrôleur code 755000 ou interface série 75505., pour installations solaires.

Pmax d'exercice : 10 bar.
Plage de température : 5÷120°C.
Compatible eau glycolée.

Le module CONTECA SOLAR comprend :
- deux sondes de température à plongeurs;
- raccords en Y pour sondes à plongeurs;
- compteur volumétrique avec sortie à impulsions (Tmax 120°C);
- compteur-intégrateur électronique à affichage LCD.

Alimentation 24 V (~) 50 Hz - 1 W.
Conçu pour la transmission M bus.
Conforme à la norme EN 1434-1.



Code	Raccordements	Type de mesure	Q m³/h
755254	1/2"	monojet	1,5
755255	3/4"	monojet	2,5
755256	1"	multijet	3,5

MITIGEURS THERMOSTATIQUES

2521

 notice tech. 01127



Mitigeur thermostatique réglable pour installations solaires.
Corps en laiton antidécalcification .
Chromé.
Raccordements union filetés mâles.
Pmax d'exercice : 14 bar.
Tmax d'entrée : 100°C.



Code	Plage température	Kv (m³/h)
252140	1/2"	30÷65°C 2,6
252150	3/4"	30÷65°C 2,6

2521

 notice tech. 01127



Mitigeur thermostatique réglable, avec clapets anti-retour, pour installations solaires.
Corps en laiton antidécalcification .
Chromé.
Raccordements union filetés mâles.
Pmax d'exercice : 14 bar.
Tmax d'entrée : 100°C.



Code	Plage de température	Kv (m³/h)
252153	3/4"	30÷65°C 2,6

2523

 notice tech. 01129



Mitigeur thermostatique pour installations solaires, avec cartouche interchangeable.
Corps en laiton chromé.
Raccordements union filetés mâles.
Pmax d'exercice : 14 bar.
Tmax d'entrée : 110°C.



Code	Plage température	Kv (m³/h)
252340	1/2"	30÷65°C 4,0
252350	3/4"	30÷65°C 4,5



2523

Cartouche de rechange.
Pour mitigeur thermostatique réglable série 2523 SOLAR.

Code
252305

SOUPAPE DE SÉCURITÉ COMBINÉE

309

 notice tech. 01147



Soupape de sécurité combinée température-pression.
Pour protection des ballons d'eau chaude dans les installations solaires.
Température de tarage : 90°C.
Puissance d'évacuation : 1/2" x Ø 15: 10 kW.
3/4" x Ø 22: 25 kW.
Tarages : 6 - 7 - 10 bar.
Conforme à la norme EN 1490 pour tarages : 7 - 10 bar.



Code

309461	1/2" M x Ø 15	6 bar
309471	1/2" M x Ø 15	7 bar
309401	1/2" M x Ø 15	10 bar
309561	3/4" M x Ø 22	6 bar
309571	3/4" M x Ø 22	7 bar
309501	3/4" M x Ø 22	10 bar

VANNE À SPÈRE DIRECTIONNELLE MOTORISÉE

6443

 notice tech. 01132



Vanne à sphère trois voies, directionnelle, motorisée.
Pmax d'exercice : 10 bar.
Δp max : 10 bar.
Plage de température: -5÷110°C.

Moteur 3 points avec contact auxiliaire.

Alimentation : 230 V (~) ou 24 V (~).
Puissance : 4 VA.

Pouvoir de coupure contact auxiliaire : 0,8 A (230 V).
Plage de température ambiante : 0÷55°C.

Indice de protection :
IP 44 (axe de manœuvre à la verticale).
IP 40 (axe de manœuvre à l'horizontale).
Temps de manœuvre : 40 s (rotation 90°).
Longueur câble d'alimentation : 100 cm.
Demande de brevet N° MI2005A001282



Code	Tension V ~	Kv (m³/h)
644342	1/2" 230	3,9
644352	3/4" 230	3,9
644344	1/2" 24	3,9
644354	3/4" 24	3,9

Code	Tension V ~	Kv (m³/h)
644353	3/4" 230	8,6
644362	1" 230	9,0
644355	3/4" 24	8,6
644364	1" 24	9,0

KIT DE RACCORDEMENT :

BALLON SOLAIRE-CHAUDIERE NON MODULANTE

264 SOLARNOCAL

 notice tech. 01163



Fonction

Le mitigeur thermostatique anti-brûlure, positionné à l'entrée du kit, contrôle la température de l'eau provenant du ballon solaire. Le thermostat, dont la sonde est positionnée sur la sortie d'eau chaude du ballon solaire, commande la vanne directionnelle, positionnée en sortie du kit. En fonction de la température réglée sur le thermostat, la vanne oriente le flux vers le circuit d'eau chaude sanitaire soit en provenance du ballon solaire, soit en provenance de la chaudière.

Kit de raccordement pour installations solaires sans appoint, production par le ballon solaire ou une chaudière non modulante.

Comprenant :

- un mitigeur thermostatique anti-brûlure réglable par l'utilisateur, spécifique pour installations solaires. Avec filtres et clapets anti-retours aux entrées eau chaude et eau froide.
- une vanne directionnelle avec moteur 3 points. Avec contact auxiliaire.
- un thermostat avec sonde pour installations solaires, actionnant la vanne directionnelle. Led indicatrice de position.
- **une coque de protection.**

Liaison mitigeur-vanne directionnelle avec entrées sorties orientables.

Code

264352 3/4"

BALLON SOLAIRE-CHAUDIERE MODULANTE

265 SOLARINCAL

 notice tech. 01163



Fonction

La sonde du thermostat est positionnée sur la sortie d'eau chaude du ballon solaire. Le thermostat commande la vanne directionnelle, positionnée à l'entrée du kit. En fonction de la température réglée sur le thermostat, la vanne oriente le flux directement vers l'entrée eau chaude du mitigeur thermostatique ou vers la chaudière.

Le mitigeur thermostatique anti-brûlure, positionné en sortie du kit, maintient constante en permanence la température du circuit d'eau chaude sanitaire.

Kit de raccordement pour installations solaires avec appoint par chaudière modulante ou ballon.

Comprenant :

- un mitigeur thermostatique anti-brûlure réglable par l'utilisateur, spécifique pour installation solaire. Avec filtres et clapets anti-retours aux entrées eau chaude et eau froide.
- une vanne directionnelle avec moteur 3 points. Avec contact auxiliaire.
- un thermostat avec sonde pour installations solaires, intervenant sur la vanne directionnelle. Led indicatrice de position.
- **une coque de protection.**

Liaison mitigeur-vanne directionnelle avec entrées sorties orientables.

Code

265352 3/4"

Mitigeur thermostatique

Corps en laiton antidézincification .

Pmax d'utilisation : 10 bar.

Plage de réglage de la température : 35÷55°C.

Tmax entrée : 100°C.

Moteurs 3 points

Alimentation : 230 V (~).

Puissance : 8 VA.

Pouvoir de coupure contact auxiliaire : 0,8 A (230 V).

Plage de température ambiante : 0÷55°C.

Indice de protection : IP 44 (axe de manœuvre à la verticale),
IP 40 (axe de manœuvre à l'horizontale).

Temps de manœuvre : 10 s.

Longueur câble d'alimentation : 1 m.

Vanne directionnelle

Corps en laiton.

Pmax d'utilisation : 10 bar.

Plage de température : -5÷110°C.

Thermostat avec sonde

Alimentation : 230 V (~).

Plage réglage de la température : 35÷50°C.

Réglage d'usine : 45°C.

Indice de protection du boîtier : IP 65.

Demande de brevet N° MI2007A000936.

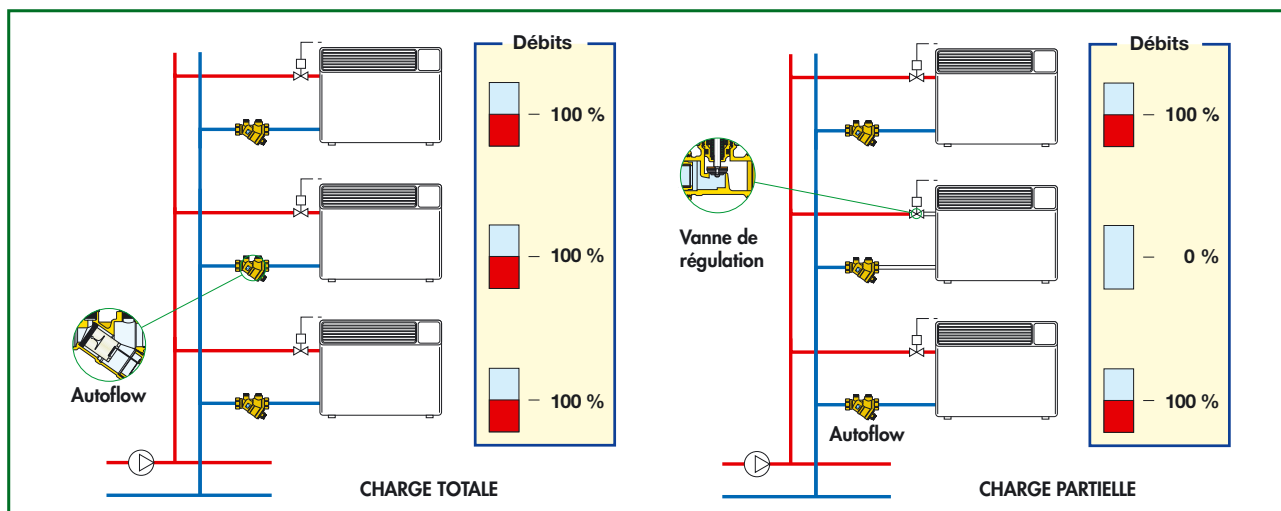
Stabilisateurs automatiques de débit

AutoFlow®



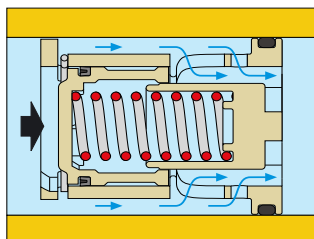
Équilibrage des circuits avec Autoflow

Les dispositifs Autoflow sont des stabilisateurs automatiques de débit permettant de maintenir un débit constant lorsque les conditions de fonctionnement du circuit hydraulique varient. Ils servent donc à équilibrer automatiquement le circuit hydraulique et ainsi à garantir à chaque terminal le débit prédéfini. **POSÉ C'EST RÉGLÉ.**

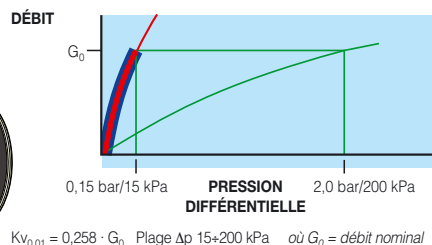
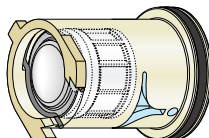


Fonctionnement

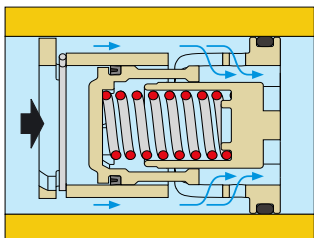
En dessous de la plage de travail



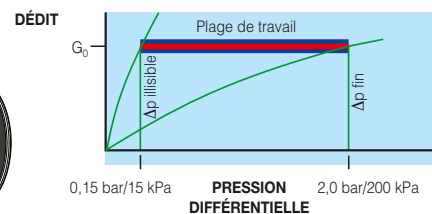
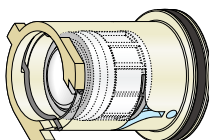
Dans ce cas le piston reste en équilibre sans comprimer le ressort et laisse au passage du fluide la plus grande section libre disponible. En pratique, le piston agit comme un régulateur fixe et, par conséquent, le débit qui traverse l'AUTOFLOW ne dépend que de la pression différentielle.



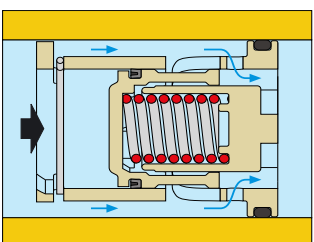
Dans la plage de travail



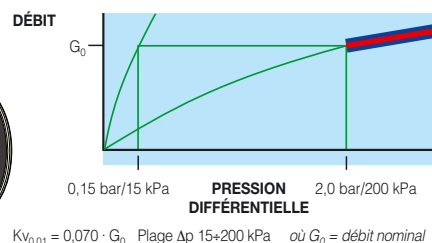
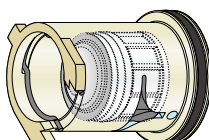
Si la pression différentielle se trouve dans la plage de travail, le piston comprime le ressort et permet d'obtenir une section de passage libre suffisante pour l'écoulement régulier du débit nominal pour lequel l'AUTOFLOW a été conçu.



Au-delà de la plage de travail



Dans cette situation, le piston comprime totalement le ressort et ne laisse donc que l'ouverture à géométrie fixe comme passage pour le fluide. Comme dans le premier cas, le piston agit ici aussi comme régulateur fixe. Le débit qui traverse l'AUTOFLOW ne dépend donc que de la pression différentielle.



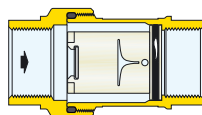
Stabilisateurs automatiques de débit

séries 127 - 126 - 121

AutoFlow[®]



Demande de brevet n. MI2004A001549



127

notice tech. 01166

Stabilisateur automatique de débit, compact, Autoflow.

Corps en laiton.

Cartouche Autoflow :

polymère haute résistance

P_{max} d'exercice :

16 bar

Plage de température :

0÷100°C

Plage Δp :

15÷200 kPa

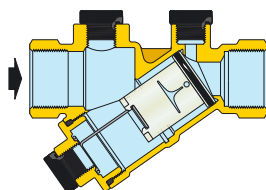
Débits :

0,12÷1,6 m³/h

Précision :

±10%

Code		Δp mini de travail (kPa)	Débit (m³/h)
127141 ...	1/2"	15	0,12; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,2
127151 ...	3/4"	15	0,12; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6



126

notice tech. 01141

Stabilisateur automatique de débit Autoflow.

Corps en laiton.

Cartouche Autoflow :

polymère haute résistance

P_{max} d'exercice :

16 bar

Plage de température :

0÷100°C

Plage Δp :

15÷200 kPa

Débits :

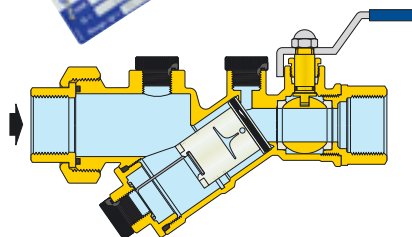
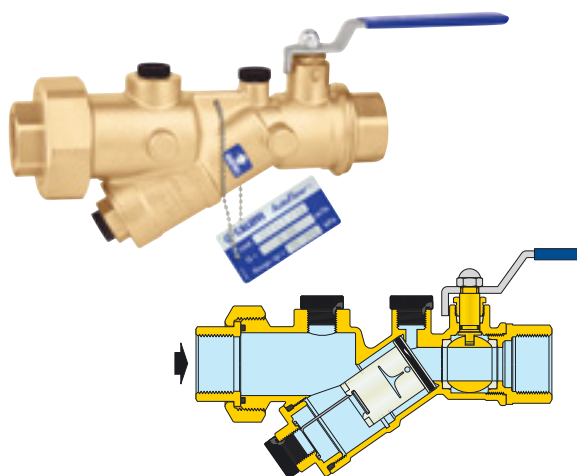
0,12÷4,5 m³/h

Précision :

±10%

Prises de contrôle et de vidange.

Code		Kv (m³/h)	Δp mini de travail (kPa)	Débit (m³/h)
126141 ...	1/2"	6,69	15	0,12; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,2
126151 ...	3/4"	7,58	15	0,12; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,2
126161 ...	1"	14,00	15	0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 1,8; 2,0; 2,25; 2,5; 2,75; 3,0; 3,25; 3,5; 3,75; 4,0; 4,25; 4,5
126171 ...	1 1/4"	14,50	15	0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 1,8; 2,0; 2,25; 2,5; 2,75; 3,0; 3,25; 3,5; 3,75; 4,0; 4,25; 4,5



121

notice tech. 01141

Stabilisateur automatique de débit Autoflow avec vanne à sphère.

Corps en laiton.

Cartouche Autoflow :

polymère haute résistance

P_{max} d'exercice :

16 bar

Plage de température :

0÷100°C

Plage Δp :

15÷200 kPa

Débits :

0,12÷4,5 m³/h

Précision :

±10%

Prises de contrôle et de vidange.

Code		Kv (m³/h)	Δp mini de travail (kPa)	Débit (m³/h)
121141 ...	1/2"	6,90	15	0,12; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,2
121151 ...	3/4"	7,73	15	0,12; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,2
121161 ...	1"	18,00	15	0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 1,8; 2,0; 2,25; 2,5; 2,75; 3,0; 3,25; 3,5; 3,75; 4,0; 4,25; 4,5
121171 ...	1 1/4"	18,50	15	0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 1,8; 2,0; 2,25; 2,5; 2,75; 3,0; 3,25; 3,5; 3,75; 4,0; 4,25; 4,5

BIBLIOGRAPHIE

ADEME

Eau chaude solaire collective : bonnes pratiques

ADEME EDITIONS Novembre 2005

ADEME

Eau Chaude Solaire, manuel pour la conception, le dimensionnement et la réalisation des installations collectives

ADEME EDITIONS Avril 2002

ADEME, ASDER, Thomas LETZ

Etude qualitative et quantitative du fonctionnement des systèmes solaires combinés en usage réel

ADEME EDITION septembre 2002

ADEME, COSTIC, FFB

Eau chaude sanitaire solaire. Individuel et Collectif

Edition SEBTP Décembre 2003

ADEME, CSTB, ENERPLAN, J. LAIR, S. LAPORTHE, J.C. MARECHAL, P. RICHARD

Fiabilité et durabilité des systèmes solaires

DD/ESE 01-047RS, 2001

ADEME, Commission européenne, Architecture & climat, Gaz de France, le moniteur, Observ'er, Alain LIEBARD, André De HERDE

Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, concevoir, édifier et aménager avec le développement durable

Editeur Observ'er, décembre 2005

COSTIC, Fonds Social Européen, Gaz de France

Eau chaude collective solaire / gaz naturel

Editeur SEDIT 2005.

CSTB, Carol BUSCARLET

Chauffe-eau Solaire à faible débit état de l'art. Rapport final

DDD/SES N°01-056RS Décembre 2001

CSTB, Carol BUSCARLET, Dominique CACCAVELLI

Suivi et évaluation énergétiques du plan soleil, chauffe-eau solaires individuels

DD/ENR 06.015RS, novembre 2006

EDF

Cahier des charges des chauffe-eau électrosolaires individuels conformes aux offres Vivrélec

V1.1, Décembre 2006

EDF

Protocole d'essai et méthode de calcul. Détermination du VS40

Quantité d'eau chaude à 40°C fournie par l'appoint électrique intégré d'un chauffe eau électrosolaire

V1.0, Décembre 2005

IEA (International Energy Agency), Werner Weiss

Solar combisystems task 26

Industry Workshop, Oslo, Norway, April 8, 2002

IEA, ASDER, Thomas LETZ

Systèmes solaires Combinés

INDUSTRY NEWSLETTER N°2 Septembre 2001

INES, INSA, Etienne Wurtz, Alain Trombe

Efficacité énergétique des bâtiments, vers des bâtiments autonomes en énergie

Journée thématique SFT-IBPSA à l'INES le 21 mars 2006

L'installateur N° 659

Solaire, gare aux défauts les plus fréquents

ESI Publication février 2007

Mario & Marco DONINELLI

Gli impianti a pannelli solari

Idraulica N°29 – Dicembre 2005

Impianti solari schemi di realizzazione

Idraulica N°32 – giugno 2007

Recommandation AICVF 02-2004

Eau chaude sanitaire, concevoir les systèmes

Editions AICVF Octobre 2004

Solarpraxis, Gaz de France. Dr Felix A Peuser, Karl-Heinz Remmers, Martin Schnauss

Installations solaires thermiques, Conception et mise en œuvre

Editions le moniteur 2005

DÉJÀ PARU *(téléchargeable sur www.caleffi.fr)*

Hydraulique N°1

Dossier Légionelles

Marco et Mario DONINELLI

Jérôme CARLIER, Roland MESKEL

Octobre 2004

Hydraulique N°2

Les pertes de charges dans les installations thermiques & aérauliques

Le dimensionnement des Mitigeurs pour ECS

Marco et Mario DONINELLI

Jérôme CARLIER, Roland MESKEL

Octobre 2005

Tables et diagrammes des pertes de charges

Marco et Mario DONINELLI

Jérôme CARLIER, Roland MESKEL

Cahier Caleffi

Avril 2006

Hydraulique N°3

Les séparateurs d'air, de boues.

Les séparateurs hydrauliques (Bouteilles de découplage hydraulique)

Jérôme CARLIER, Roland MESKEL

Octobre 2006

UNE GAMME TOUJOURS EN MOUVEMENT



Nouveaux composants pour installations solaires

**CALEFFI
SOLAR**

www.caleffi.fr

- Compteur d'énergie solaire
- Kit de raccordement pour installation solaire :
avec appoint (SOLARINCAL) ou **sans appoint (SOLARNOCAL)**
- Demande de brevet n° MI2007A000936
- Vanne d'équilibrage avec débitmètre à indicateur à déplacement magnétique
- Demande de brevet n° MI2007A000703

CALEFFI SOLUTIONS MADE IN ITALY

CALEFFI
Hydronic Solutions