

Traitement du bouclage dans les installations de chaleur solaire collective



**Prendre en compte et intégrer la
boucle d'eau chaude sanitaire**

Introduction

Pourquoi aborder ici la boucle d'ECS qui n'est pas spécifique aux installations solaires mais présente sur toutes les installations de production d'eau chaude centralisées ?

Parce que l'expérience des membres de la communauté SOCOL a fait apparaître différents risques liés à la présence simultanée du solaire thermique et d'un bouclage sanitaire :

- Risque d'abord et surtout sur la performance de la partie solaire de l'installation et donc de la performance globale de la production d'ECS
- Risque ensuite sur la compréhension des critères de performance

Par ailleurs le bouclage sanitaire est un des rares postes de consommation d'un bâtiment dont on peut maîtriser le niveau à la conception / réalisation : l'usage a peu d'effet. Il nous semble donc opportun de profiter de cette occasion pour rappeler l'enjeu du calorifugeage de ce circuit.

Enfin, dans un but d'améliorer la performance globale des installations ou pour limiter les risques de surchauffe du circuit primaire, certaines installations solaires sont conçues pour valoriser une partie de la chaleur dans le bouclage. Or ces pratiques ne sont pas sans risques et il convient donc d'indiquer les précautions à prendre pour que l'objectif soit atteint.

Le bouclage concerne les installations de production d'eau chaude collective, qu'elles utilisent l'énergie solaire ou qu'elles fonctionnent avec d'autres énergies (gaz, fioul, bois, électrique...).

Les installations utilisant l'énergie solaire pour la production d'eau chaude sont plus souvent suivies que des installations "traditionnelles" : en effet, **combien de chaudières fioul ou gaz sont-elles munies d'un équipement de mesure, permettant de connaître la consommation exacte du combustible utilisé pour produire un kWh ?**

C'est donc très souvent l'intégration d'un apport solaire dans la production d'ECS qui fait prendre conscience à certains maîtres d'ouvrage de l'énergie nécessaire au maintien en température de la boucle d'ECS.

Il arrive alors qu'une confusion s'installe entre les différents indicateurs de performance de l'installation de production d'ECS, notamment entre le taux de couverture et le taux d'économie d'énergie : le solaire thermique, révélateur d'un besoin énergétique parfois mal connu et pourtant préexistant, peut parfois et de manière injustifiée, donner l'impression de ne pas donner les résultats prévus.

Maîtriser la notion de bouclage dans la conception des installations de chaleur solaire collective

En plus d'une incompréhension, la méconnaissance ou la mauvaise prise en compte d'un besoin de bouclage lors de la conception d'une installation en solaire thermique collectif peut poser des problèmes de dimensionnement. D'autre part, dans des installations solaires particulières comme la pompe à chaleur (PAC) solaire, l'évaluation de ce besoin est déterminante pour une bonne performance du système car le retour de bouclage est injecté dans le ballon de stockage, où il sera réchauffé.

Il est également important de pouvoir intégrer la double contrainte bouclage / mitigeur lorsque le cas se présente, afin de prendre les précautions nécessaires lors de la conception.

De même, une isolation adaptée de la boucle d'ECS est impérative pour atteindre une performance énergétique optimale et ce, qu'il s'agisse d'une installation solaire ou pas !

Enfin, une prise en compte des besoins de bouclage lors de la conception d'une installation STColl prévoyant l'alimentation d'une partie des besoins de la boucle ECS par l'apport solaire, doit s'étudier avec précaution et fait l'objet de débats approfondis au sein de la filière et du groupe de travail SOCOL : il est donc important de faire ici le point sur les bonnes pratiques et la vigilance nécessaires à ce type de schéma, qui ne doit être développé que par des bureaux d'études avertis et expérimentés en la matière.

Dans tous les cas, il est important de rappeler qu'un suivi adapté de l'installation est nécessaire et doit être prévu dès le début du projet afin de garantir la performance de l'installation sur la durée.

1. Que représente le bouclage ?

Le bouclage sanitaire est une donnée à prendre en compte dans les installations collectives centralisées pour satisfaire les besoins de confort des usagers et se conformer aux règles de prévention des risques sanitaires :

- confort en température – avoir non seulement de l'eau *chaude*, mais l'avoir *rapidement*
- confort sanitaire – que l'eau chaude ne génère *pas de risque* de développement de pathologies par contamination bactérienne

Le bouclage sanitaire est l'un des **rare postes de consommation** d'énergie dans les bâtiments dont la **consommation est presque entièrement fixée par la conception et la réalisation et indépendante de l'usage.**

Attention toutefois, un paramètre d'exploitation est important et influe sur cette consommation : **la température de départ** dans la distribution qui aura intérêt à être **aussi basse que possible** en fonction de ce que la réglementation permet (55°C minimum au point de mise en distribution).

Or les mesures réalisées par de nombreux organismes (COSTIC, TECSOL ENERTECH, INES, ALLIANCE SOLEIL...) montrent que la dépense énergétique de ce poste est souvent très supérieure à ce qu'elle pourrait être et **du même ordre de grandeur que le soutirage d'ECS.**

Elle est dans certains cas, notamment les établissements de santé, plusieurs fois supérieures aux besoins ECS (i.e. soutirage) !

Il est donc « indispensable » de procéder à une **évaluation des besoins de bouclage ECS** du bâtiment lors de l'étude et de la conception de toute installation de production d'eau chaude sanitaire, incluant ou pas du solaire thermique.

2. Incidence sur les critères de performance du solaire thermique

Plus la consommation énergétique du bouclage est importante, plus l'écart entre taux de couverture* et taux d'économie d'énergie** est grand. Et plus l'insatisfaction des maîtres d'ouvrage risque d'être grande car ils confondent souvent les 2 notions...

Comme on le voit sur l'illustration ci-après, si le bouclage consomme autant que le soutirage, le taux d'économie d'énergie est environ moitié moins élevé que le taux de couverture.

Si un bureau d'études annonce 50% de taux de couverture et que le maître d'ouvrage comprend taux d'économie (parce que c'est ça qui l'intéresse et qu'il ne connaît pas la différence) et que l'installation solaire marche parfaitement, il sera déçu !

* Taux de couverture (norme NF EN ISO 9488) = Part des besoins thermiques (eau chaude sanitaire et/ou chauffage) couverts par l'énergie solaire = Q_{su} / Q_{ecs} , avec
 Q_{su} = production solaire utile (à la sortie du stockage solaire)
 Q_{ecs} = chaleur soutirée

** Taux d'économie d'énergie = écart de consommation d'énergie finale entre une solution solaire et une solution non solaire, rapportée à la consommation sans solaire = $1 - C_{as} / C_{ss}$, avec
 C_{as} = consommation avec solaire (énergie finale)
 C_{ss} = consommation sans solaire (énergie finale)

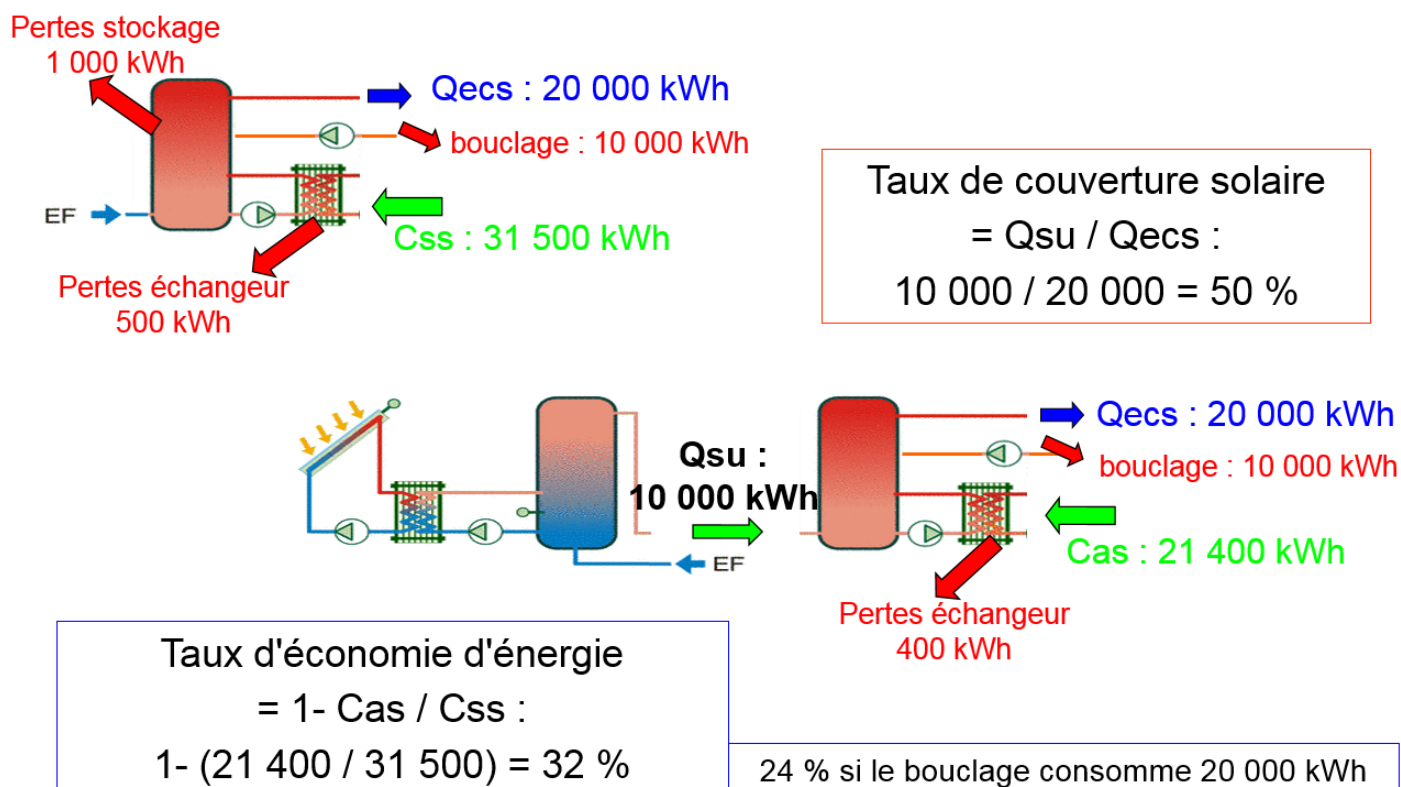


Fig 1 Différence entre taux de couverture et taux d'économie d'énergie
Source INES F&E

3. Recommandations générales – cf guide RAGE « installations ECS »

http://www.programmepacte.fr/sites/default/files/pdf/guide-rage-installations-eau-chaude-sanitaire-2014-11_0.pdf

Le bouclage ECS constitue un poste de pertes thermiques important sur les installations collectives. Il importe de **calorifuger le plus possible cette distribution** aussi bien en neuf qu'en rénovation.

Remarque pour information : un projet de DTU (45.2) sur le calorifugeage des installations est en cours.

Ainsi, selon les calculs effectués lors des études pour les règles RAGE, l'adoption d'épaisseurs de calorifuge répondant aux exigences de la classe 6 de la norme NF EN 12828 au lieu d'une classe 2 permet une **division par deux des pertes** de boucle.

Il importe également de ne pas oublier le calorifugeage des collecteurs qui constituent une part importante des pertes.

L'isolation du bouclage représente une source d'économie non négligeable sur les installations existantes non ou mal calorifugées. L'architecture du réseau influe également sur les pertes de bouclage. En habitat neuf, une colonne montante est à affecter à un ou deux appartements maximum par étage. Ce type de distribution permet de respecter la longueur maximale d'antenne de 8 mètres imposée par le NF DTU 60.11 P1-2 et de répondre ainsi aux exigences de sécurité sanitaire et de confort ; la configuration avec une colonne desservant tous les appartements d'une même cage d'escalier et des boucles secondaires horizontales pour chaque appartement est à éviter absolument : elle conduit à des pertes thermiques plus importantes et est plus difficile à équilibrer.

Devoir de conseil

Tout professionnel supporte une obligation de conseil vis-à-vis de son client (maître d'ouvrage notamment). Cette obligation de devoir de conseil intervient dès lors que le professionnel décèle un risque susceptible de porter préjudice à son client ou à un tiers.

La prévention des risques sanitaires (développement des légionelles notamment) et le respect des règles de sécurité (risques de brûlures) liés à la distribution de l'eau chaude sanitaire impliquent une attention particulière de la part du professionnel.

Prévenir les risques sanitaires, comment ?

D'une manière générale, pour prévenir les risques de développement des légionelles sur les installations sanitaires, il est nécessaire d'agir simultanément à 3 niveaux :

- éviter les températures favorables aux développements de micro-organismes ;
- lutter contre la corrosion et l'entartrage ;
- éviter la stagnation et les faibles vitesses.

Le professionnel doit vérifier que les températures et les vitesses de circulation sont respectées sur l'ensemble du réseau bouclé avec :

- bouclage maintenu en permanence en température : $\geq 50^{\circ}\text{C}$ en tous points de la boucle ;
- vitesses minimales $\geq 0,2 \text{ m/s}$ dans les retours pour limiter le développement du biofilm ;
- vitesses maximales respectées pour limiter la corrosion (érosion) et le bruit : $< 0,5 \text{ m/s}$ dans les canalisations de retour de boucle et $< 1 \text{ m/s}$ dans le collecteur de retour.

Le professionnel doit également vérifier la présence de l'ensemble des équipements nécessaires au contrôle de la boucle d'ECS :

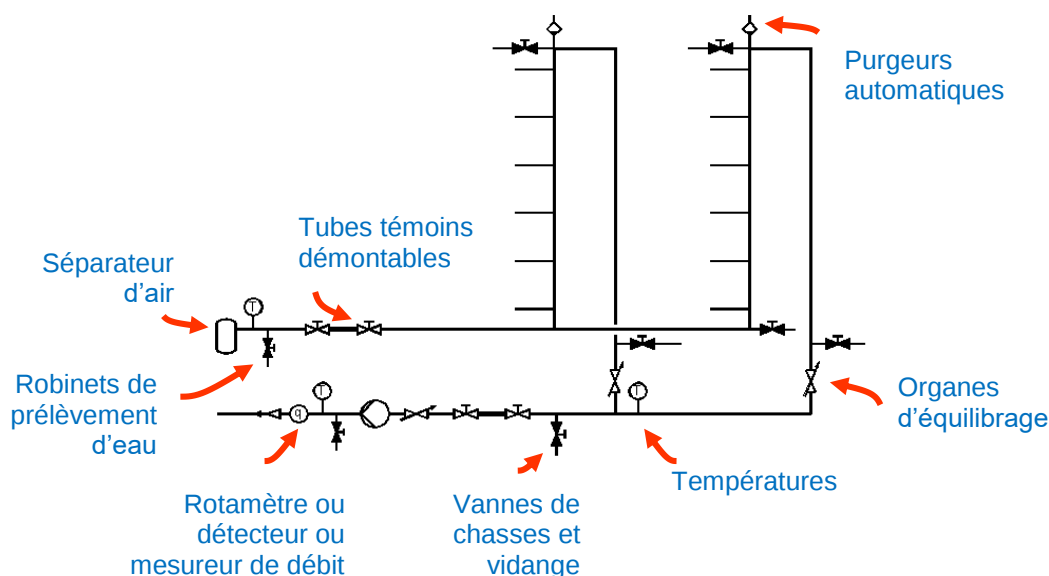


Fig. 2 équipements nécessaires au contrôle de la boucle ECS

Prévenir les risques de brûlures, comment ?

On rappelle que :

- les installations de production d'ECS réalisées avant novembre 2005 respectent l'arrêté du 23 juin 1978. Il y est notamment exigé une température maximale de 60°C aux points de puisage. En pratique, pour respecter cette température, la production d'ECS est simplement limitée à 60°C ;
- les installations de production d'ECS réalisées après novembre 2005 respectent l'arrêté du 30 novembre 2005. Ce dernier impose notamment une température maximale aux points de puisage de 50°C dans les pièces destinées à la toilette. En pratique, pour respecter ces températures, la production d'ECS est limitée à 60°C et des dispositifs dans les pièces de toilettes limitent la température à 50°C maximum aux points de puisage.
- La température de l'eau fournie par un chauffe-eau solaire peut atteindre des niveaux relativement élevés (température correspondant à la valeur maximale de stockage des ballons solaires, soit 85 à 90°C) qui peuvent conduire à des températures au point de mise en distribution de l'ordre de 70°C . Pour respecter les températures maximales aux points de puisage, plusieurs solutions existent : limiteurs de température aux points de puisage ou mitigeurs centralisés au départ de la distribution d'eau chaude préchauffée par le solaire.

Le professionnel doit s'assurer que la température maximale de l'ECS est respectée aux points de puisage, quelle que soit la configuration de l'installation de production d'ECS.

Et les performances thermiques ?

Comme déjà souligné, les pertes de la distribution collective constituent souvent un poste de consommation important sur les installations collectives. En outre, elles influent sur le taux d'économie que peut apporter le solaire.

Le professionnel doit veiller :

- A l'architecture du réseau : la configuration avec une colonne desservant tous les appartements d'une même cage d'escalier et des boucles secondaires horizontales pour chaque appartement est à éviter absolument. Elle conduit à des pertes thermiques plus importantes et est plus difficile à équilibrer. En habitat neuf, une colonne montante est à affecter à un ou deux appartements maximum par étage. Ce type de distribution permet de respecter la longueur maximale d'antenne de 8 mètres imposée par le NF DTU 60.11 P1-2 et de répondre ainsi aux exigences de sécurité sanitaire et de confort.
- A la qualité du calorifuge de la distribution : l'isolation du bouclage représente une source d'économie non négligeable sur les installations existantes non calorifugées (dans les bâtiments d'habitation anciens, les colonnes et les collecteurs sont souvent non isolés) ;
- A la température de départ de la boucle : une température trop élevée inutilement implique des pertes de distribution plus importantes.

Remarque : cette température pourra être d'autant plus basse (mais pas inférieure à 55°C) que le réseau bouclé est bien calorifugé...

4. Autre recommandation – la co-isolation

Dans le but de limiter d'une part les déperditions de la boucle, et d'autre part la consommation de matériaux (et donc l'énergie grise correspondante), il peut être judicieux de calorifuger les tuyauteries départ et retour de la boucle dans une seule et même enveloppe comme représenté ci-dessous.

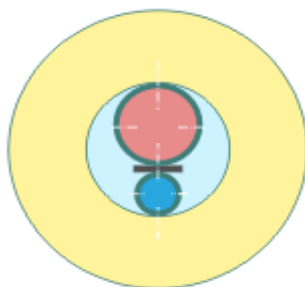


Fig. 3 Co-isolation du bouclage sanitaire

5. Problématique "bouclage et mitigeage"

La présence d'un **mitigeur** en chaufferie, en sortie de la production d'ECS (solaire + appoint) n'est **pas obligatoire** (le §13.1 des recommandations professionnelles RAGE « production d'ECS collective centralisée solaire – conception et dimensionnement » commence par les mots suivants : « **Si un mitigeur est mis en œuvre en sortie de production...** »).

Cependant ce mitigeur est souvent installé et, dans ce cas, il faut bien avoir en tête les contraintes que la double présence mitigeur/bouclage apporte et les risques associés sur le fonctionnement de l'installation solaire.

Contraintes :

- Pour maîtriser la température de départ de la distribution y compris hors période de soutirage il est indispensable que le retour bouclage se sépare en deux branches, l'une vers l'appoint, l'autre vers l'entrée froide du mitigeur
- Pour éviter des circulations non désirées (retour bouclage vers le bas du ballon solaire et/ou passage direct de l'eau froide vers l'appoint sans passer par le solaire), des clapets sont indispensables, comme le montre la figure 4 :

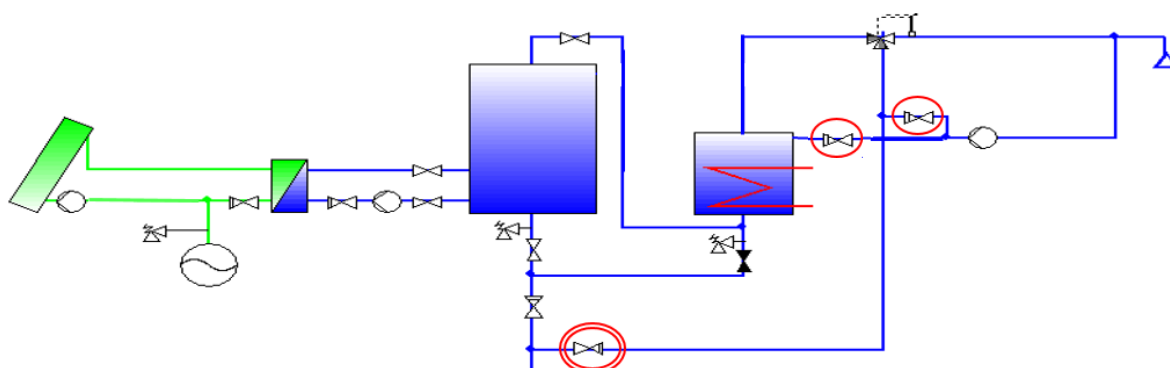


Fig. 4 Clapets sur installation avec bouclage et mitigeage

Risques sur le fonctionnement du solaire :

- Défaillance des clapets ; auquel cas les circulations non désirées pourront avoir lieu
 - o Soit laissant passer de l'eau froide directement dans l'appoint sans profiter de la chaleur solaire
 - o Soit conduisant à réchauffer le ballon solaire à 50°C via le bouclage
- Si le débit de bouclage est très important vis-à-vis du débit de soutirage, il arrive que tout le soutirage passe par l'entrée froide du mitigeur ; entrée très largement ouverte lorsqu'il n'y a pas de soutirage (62% du débit si l'appoint est à 60, le départ à 55 et le retour à 52°C). Dans ce cas le solaire n'est pas valorisé !
On a vu des installations dont les apports solaires étaient réduits de 90% par ce seul fait !

Il convient donc de bien se poser la question de l'opportunité ou non du mitigeur, en fonction en particulier du dimensionnement de l'installation.

Et si le choix est fait de mettre un mitigeur, il faut d'une part contrôler régulièrement l'absence de circulation parasite, et d'autre part limiter le plus possible le débit du bouclage (ce qui aura au passage un effet positif sur la consommation électrique de sa pompe...).

6. Prendre en charge une partie des besoins énergétiques du bouclage par le solaire

Il peut y avoir plusieurs raisons de prendre en charge une partie des pertes du bouclage avec le solaire :

- Intervention sur une installation existante surdimensionnée et présentant des soucis de surchauffe
- Conception d'une installation sur un bâtiment ayant des besoins d'ECS irréguliers, par exemple consommation le WE ou consommation dépendant de la fréquentation (tourisme).
- Choix de taux de couverture élevé de l'ensemble des besoins de chaleur pour l'ECS (soutirage et bouclage) pour maximiser l'utilisation d'énergies renouvelables

Quoi qu'il en soit, ce type d'installation est particulier, permet des bénéfices mais comporte des risques et doit donc faire l'objet de précautions particulières, évoquées ci-dessous pour différentes configurations hydrauliques.

ATTENTION : cette décision doit être prise après une étude précise des besoins du bouclage et du soutirage, en respectant les précautions précisées dans ce chapitre.

6.1 Installations à appoint intégré

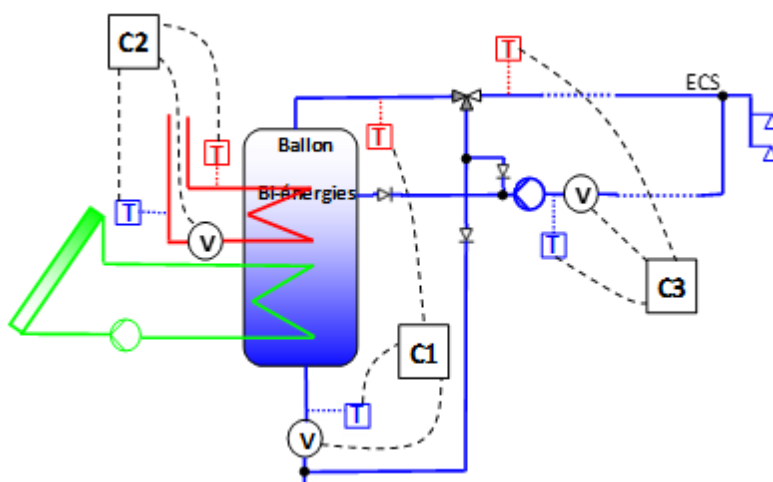


Fig. 5 Bouclage sur installation à appoint intégré

Dans ces installations tous les échanges énergétiques ont lieu dans le même volume de stockage. La contribution du solaire aux besoins de bouclage est donc « naturelle » par la stratification. Cette stratification peut être naturelle, comme sur la figure 5 ; mais aussi favorisée par tel ou tel dispositif, actif avec V3V sur un échangeur extérieur, ou passif avec canne de stratification par exemple.

Il faut cependant être très vigilant vis-à-vis des risques de déstratification via deux paramètres :

- Hauteurs relatives des différents éléments pour que la zone d'échange solaire soit bien la zone la plus froide sans que la chaleur de l'appoint ou celle du retour de boucle ne puisse l'affecter
 - Arrivée d'eau froide
 - Zone d'échange solaire et zone d'échange pour l'appoint, bien séparées
 - Retour du bouclage : au dessus de la moitié de l'échangeur d'appoint
- Vitesse de l'eau aux entrées sorties et/ou plaques de stratification pour que les différents flux ne créent pas de mouvement de brassage.

6.2 Installations à appoint séparé

Dans les installations standards à appoint séparé, le transfert de l'énergie solaire vers l'appoint se fait via le soutirage. L'énergie transférée concourt aux besoins de bouclage si les niveaux de température le permettent, mais de manière limitée.

Or il peut y avoir des périodes, en particulier dans les bâtiments à usage intermittent, pendant lesquelles il n'y a pas ou peu de soutirage, mais de la chaleur disponible dans le stockage solaire...

Il existe des méthodes pour valoriser la chaleur hors périodes de soutirage ; MAIS :

- Ces méthodes ne sont **pas sans risques** pour le bon fonctionnement de la partie solaire
- Un dysfonctionnement de cette partie **peut induire en erreur** sur le niveau de performance du solaire
- L'**enjeu** réel de cette valorisation solaire est **mal connu**. Des calculs et des mesures sont en cours et ne manqueront pas d'être publiés.

Remarque : TOUTE CONTRIBUTION SUPPLEMENTAIRE EST LA BIENVENUE, en particulier dans le cas de figure à plusieurs ballons solaires

Quelques recommandations sont décrites ci-après pour différentes techniques.

a) **Retour conditionnel du bouclage dans le stockage solaire par vanne 3V souvent appelé « bouclage solaire »**

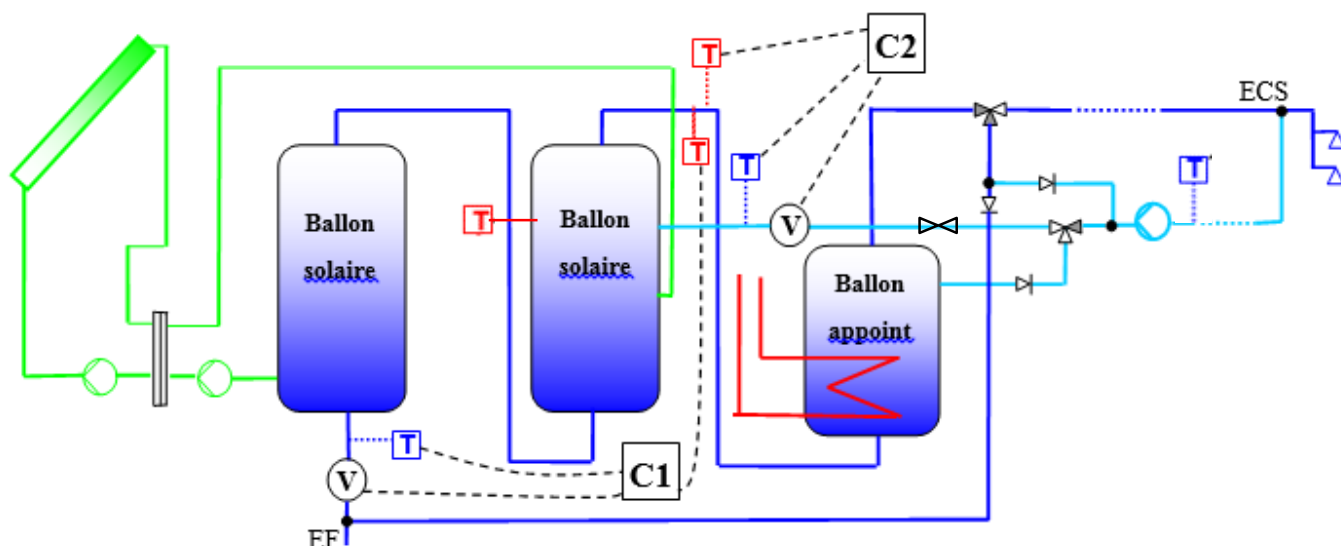


Fig. 6 Retour conditionnel du bouclage dans le solaire

Principe de fonctionnement :

- La vanne 3V dirige le retour bouclage vers le ballon solaire si la partie supérieure de celui-ci est plus chaude (ouverture à environ 5°C) que le retour bouclage
- La vanne 3V dirige le retour bouclage vers le ballon d'appoint dans le cas contraire (fermeture quand l'écart repasse sous les 2°C environ)

Points de vigilance :

Les cas de figure suivants ont été observés et sont à l'origine de fortes contre performances car alors le bouclage va venir apporter des calories venant de l'appoint dans le stockage solaire.

- Fuite de la vanne
- Vanne en position manuelle
- Vanne dans la mauvaise position lorsqu'elle n'est pas alimentée
- Erreur de mesure température – sonde sortie de son doigt de gant...

Principales recommandations :

- Position judicieuse du retour dans le ballon solaire pour permettre de récupérer l'énergie accumulée : le volume « bouclage solaire » doit être suffisant sinon les cycles de récupération seront trop courts et il y aura papillonnement de la vanne.
- Position de la sonde de température dans le ballon solaire pour pilotage de la vanne, pour être représentative de ce volume « bouclage solaire ».
- Paramétrage de basculement avec Delta T suffisant (sinon cycle de récupération trop court).
- Utilisation d'une vanne directionnelle et surtout pas d'une vanne mélangeuse ; avec position de repos vers l'appoint.

- Mise en place d'une vanne 2V manuelle pour pouvoir supprimer facilement l'option en cas de défaillance.
- Utilisation d'une vanne directionnelle avec attestation ACS (Attestation Conformité Sanitaire).
- Mise en place d'un comptage spécifique sur la parte solaire du bouclage avec double index (compteur C2 de la figure 5).
 - L'index chaud compte la chaleur solaire effectivement transférée au bouclage
 - L'index froid, qui devrait rester toujours à 0, permet de s'assurer que le transfert de chaleur ne s'inverse pas

Valeur de l'énergie solaire utile : $E_{su} = C1 + C2_{chaud} - C2_{froid}$

En effet, si on ne compte l'énergie solaire utile qu'avec un compteur classique à un seul index, en cas de dysfonctionnement non seulement on ne repèrera pas celui-ci mais en plus on croira avoir un très bon fonctionnement du solaire puisque la mesure sera supérieure à la réalité !

b) Circuit de transfert de chaleur du ballon solaire vers le ballon d'appoint

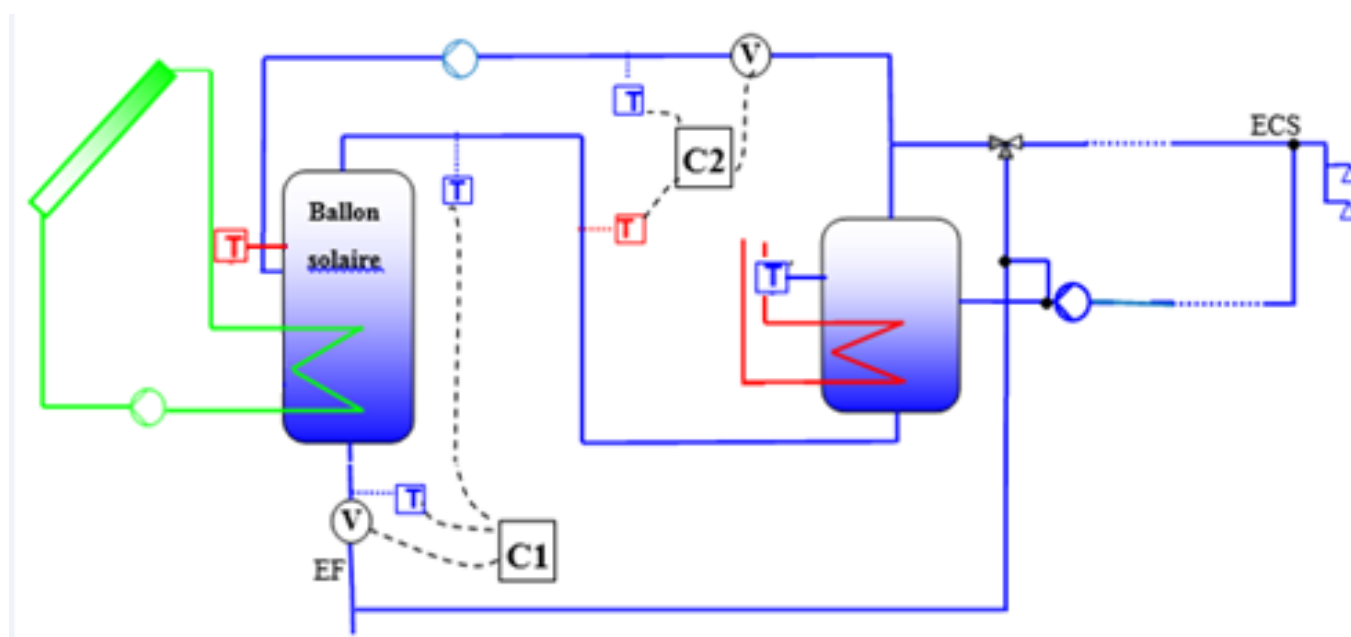


Fig. 7 circuit de transfert du solaire vers l'appoint

Principe de fonctionnement :

La pompe de transfert s'enclenche si le ballon solaire est nettement plus chaud que le ballon d'appoint, avec delta T d'environ 10°C.

Points de vigilance :

Les cas de figure suivants ont été observés et sont à l'origine de fortes contre performances car alors le ballon d'appoint va venir apporter des calories dans le stockage solaire.

- Erreur de mesure température – par exemple sonde sortie de son doigt de gant
- Pompe en mode manuel permanent

Principales recommandations :

- Position des sondes de température dans le ballon solaire et dans le ballon d'appoint pour pilotage de la pompe, comme indiquées sur la figure 6

- La tuyauterie venant du ballon d'appoint doit être raccordée à la moitié supérieure du ballon solaire (voir schéma ci-joint), tout comme la sonde commandant la pompe de transfert. En effet, la température plus élevée en haut de ballon solaire (stratification) peut être transférée plus rapidement vers le ballon d'appoint, sans pour autant occasionner un réchauffage du bas de ballon.
- Dans le cas de plusieurs ballons, ce piquage se fera dans la partie supérieure du ballon le plus chaud.
- Mise en place d'un comptage spécifique sur le circuit de transfert avec double index (compteur C2 de la figure 6)
 - L'index chaud compte la chaleur solaire effectivement transférée à l'appoint
 - L'index froid, qui devrait rester toujours à 0, permet de s'assurer que le transfert de chaleur ne s'inverse pas

Valeur de l'énergie solaire utile : $E_{su} = C1 + C2_{chaud} - C2_{froid}$

En effet, si on ne compte l'énergie solaire utile qu'avec un compteur classique à un seul index, en cas de dysfonctionnement non seulement on ne repèrera pas celui-ci mais en plus on croira avoir un très bon fonctionnement du solaire puisque la mesure sera supérieure à la réalité !

6.3 Installations en eau technique

Deux grandes familles d'installations solaires en eau technique sont considérées ici :

- Soit la seule partie solaire de l'installation est en eau technique ; l'appoint étant en eau sanitaire
- Soit tout le stockage est en eau technique, qu'il concerne l'appoint ou le solaire ;

Dans les deux cas, la solution présentée de prise charge d'une partie des pertes de bouclage par l'énergie solaire est une solution générique, proposée par différents fabricants.

Il est possible de rencontrer d'autres solutions, spécifiques à un fabricant ou à un bureau d'études. Elles ne sont pas présentées ici, du fait de leur spécificité.

a) Seul le stockage solaire est en Eau Technique ; V3V sur retour bouclage

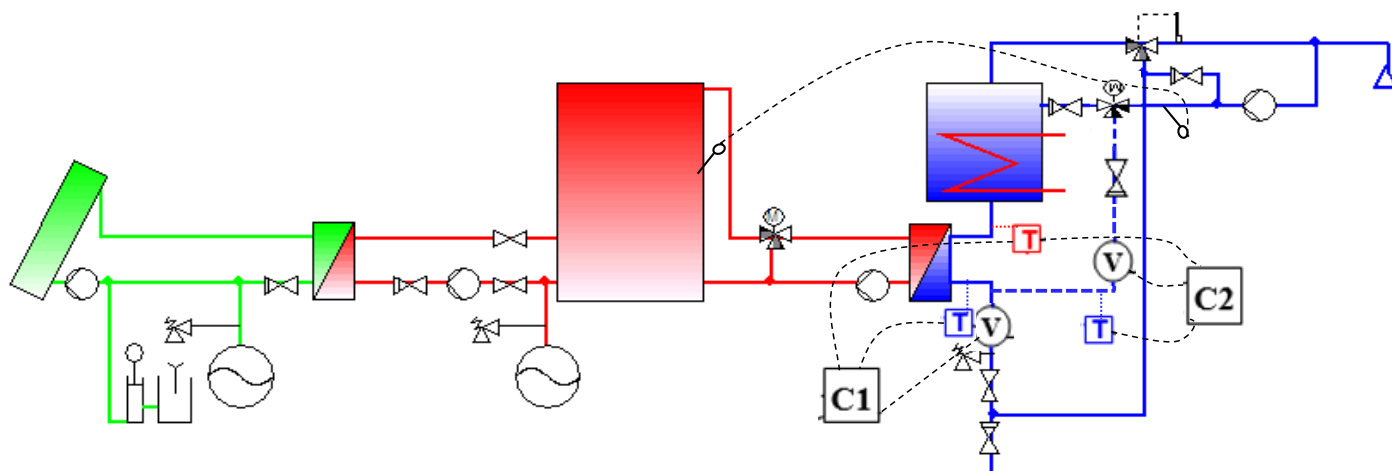


Fig. 8 réchauffage du retour de boucle par V3V sur stockage solaire en eau technique

Principe de fonctionnement :

Comme sur le stockage en eau sanitaire,

- La vanne 3V dirige le retour bouclage vers l'échangeur de décharge solaire si la partie supérieure du ballon solaire est plus chaude (ouverture à environ 15°C – pour tenir compte du pincement en température de l'échangeur) que le retour bouclage
- La vanne 3V dirige le retour bouclage vers le ballon d'appoint dans le cas contraire (fermeture quand l'écart repasse sous les 8°C environ)
- Un dispositif de stratification (vanne, canne...) peut être ajouté sur le retour de l'échangeur de décharge solaire vers le ballon solaire

Points de vigilance à la conception et à l'usage :

Les cas de figure suivants ont été observés et sont à l'origine de fortes contre performances car alors le bouclage va venir apporter des calories venant de l'appoint dans le stockage solaire.

- Fuite de la vanne
- Vanne en position manuelle
- Vanne dans la mauvaise position lorsqu'elle n'est pas alimentée
- Erreur de mesure température – sonde sortie de son doigt de gant...

Principales recommandations :

- Position de la sonde de température dans le ballon solaire pour pilotage de la vanne,
- Paramétrage de basculement avec Delta T suffisant (sinon cycle de récupération trop court).
- Utilisation d'une vanne directionnelle et surtout pas d'une vanne mélangeuse ; avec position de repos vers l'appoint
- Mise en place d'une vanne 2V manuelle pour pouvoir supprimer facilement l'option en cas de défaillance
- Utilisation d'une vanne directionnelle avec attestation ACS (Attestation Conformité Sanitaire)

- Mise en place d'un comptage spécifique sur la partie solaire du bouclage avec double index (compteur C2 de la figure 8)
 - L'index chaud compte la chaleur solaire effectivement transférée au bouclage
 - L'index froid, qui devrait rester toujours à 0, permet de s'assurer que le transfert de chaleur ne s'inverse pas

Valeur de l'énergie solaire utile : **$E_{su} = C1 + C2_{chaud} - C2_{froid}$**

En effet, si on ne compte l'énergie solaire utile qu'avec un compteur classique à un seul index, en cas de dysfonctionnement non seulement on ne repèrera pas celui-ci mais en plus on croira avoir un très bon fonctionnement du solaire puisque la mesure sera supérieure à la réalité !

b) Totalité du stockage en eau technique, apport du solaire dans la zone de stockage de l'appoint et 2 échangeurs de décharge

La représentation choisie est celle d'un stockage en deux ballons distincts ; la même configuration est possible avec un seul ballon, en conservant l'ensemble des dispositifs, mais avec un risque de mélange des énergies solaires et appoint :

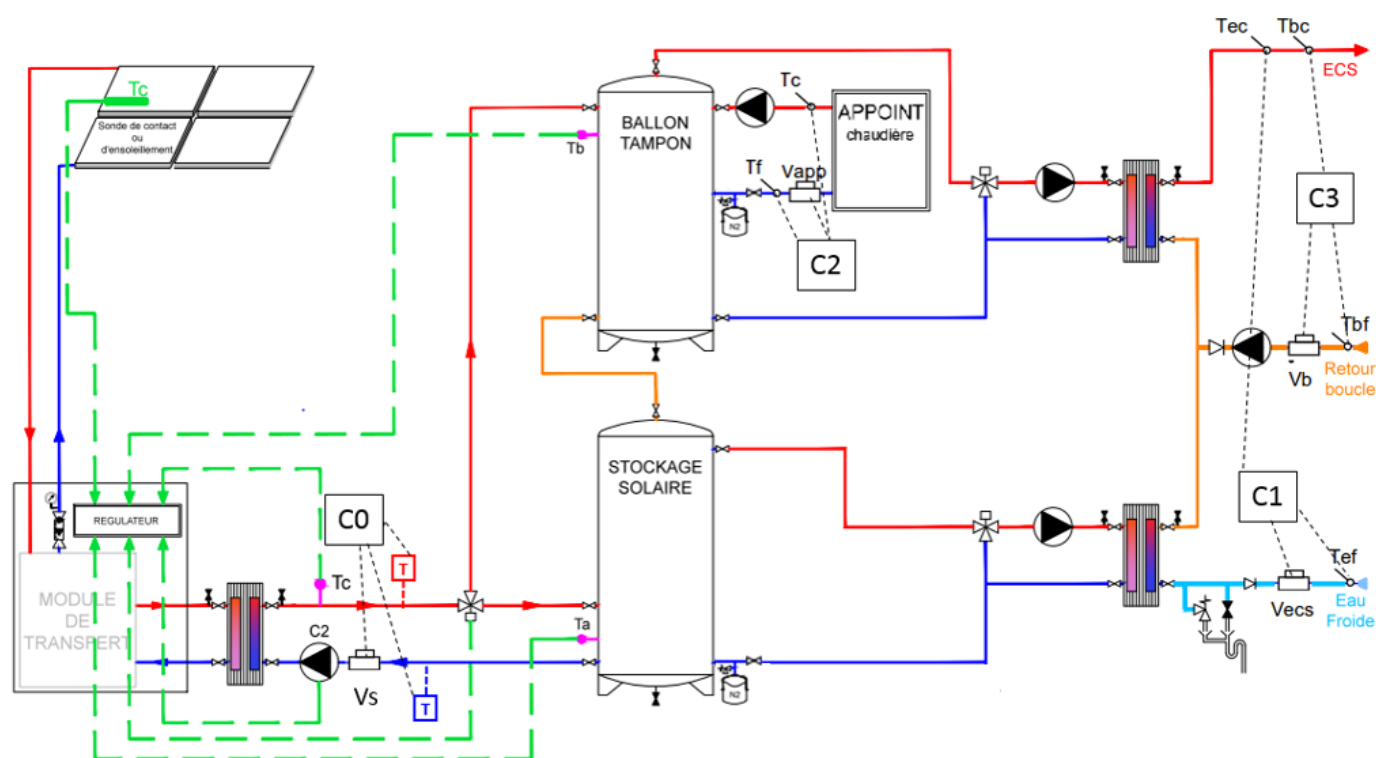


Fig. 9 Dérivation du secondaire solaire par vanne 3 voies pour réchauffer le ballon d'appoint et deux échangeurs de décharge

Principe de fonctionnement :

Cette configuration est proposée par les fabricants en association avec un fonctionnement en low flow à débit variable.

L'objectif qui vise à couvrir rapidement des températures utilisables dans le bouclage, est d'atteindre rapidement des températures élevées en sortie de capteurs, et donc également en sortie de l'échangeur solaire, même avec un ensoleillement limité.

Exemple: $G = 600 \text{ W/m}^2$; $Q = 10 \text{ l/h/m}^2 \Rightarrow \Delta T \text{ (sortie-entrée)} = 600 / 10 / 1,1 * 0,6 = 33 \text{ K}$.

Au démarrage, le débit est, par exemple, de 30% du débit nominal ; tant que la température au départ du secondaire de l'échangeur solaire n'a pas atteint 60°C, on va conserver ce débit mini.

Dès que possible (si $T_c > 60 + C$), la V3V de stratification bascule vers le ballon d'appoint; l'énergie solaire est ainsi immédiatement disponible pour l'ECS (et le bouclage).

Points de vigilance :

Les cas de figure suivants ont été observés et sont à l'origine de fortes contre performances car alors le ballon d'appoint va venir apporter des calories dans le stockage solaire.

- Erreur de mesure température – par exemple sonde sortie de son doigt de gant
- Vanne fuyante ou bloquée en position appoint

Principales recommandations :

- Pour optimiser la stratification, il est recommandé de fonctionner en low-flow ($Q_n = \text{env. } 25 \text{ l/h/m}^2$).
- Position des sondes de température dans les ballons
- Utiliser une V3V tout ou rien à ressort de rappel et surtout pas proportionnelle.
- Mise en place d'un comptage comme si les 2 ballons n'en faisaient qu'un seul :
 - Soit on ne compte que l'énergie solaire fournie au système (C0 fig. 9) ; le contrôle par rapport au théorique doit se faire avec la valeur équivalente d'un calcul, par exemple avec SOLO 2018
 - Soit on utilise 3 compteurs (C1, C2, C3 fig. 9) pour estimer l'énergie solaire utile

Valeur de l'énergie solaire utile : $E_{su} = C1 + C3 - (C2 - \text{pertes théoriques du ballon d'appoint})$

Pour une meilleure précision de mesure et un coût plus faible, on préférera utiliser la première solution (1 seul compteur, avec un ΔT suffisamment important)

Attention toutefois, dans ce cas l'énergie mesurée n'est pas l'énergie solaire utile – ne pas utiliser ce terme.