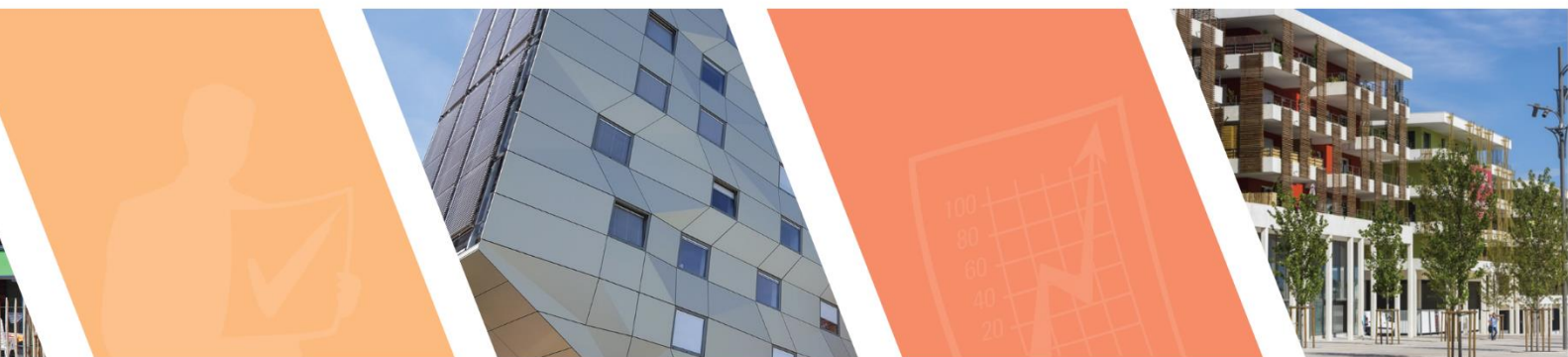




La chaleur solaire collective
performante et durable



Livret technique

Les installations en Eau Technique



Contributeurs

Ce livret a été réalisé par des membres de la **communauté SOCOL**.

Ont ainsi apporté leur contribution :

- **Philippe BAUDUIN**, Alturan
- **Pierre GERRER**, INES
- **Moran GUILLERMIC**, Atlansun
- **Guy LONG**, [Energy Concept](#) / [Sonnenkraft](#)
- **Jean-Paul LOUINEAU**, Directeur [Alliance Soleil](#) sarl
- **Patrick MILLIN**, ENGIE
- **Daniel MUGNIER**, TECSOL
- **Nicolas PEIFFER**, TECSOL
- **Arnaud SARZACQ**, SolarSeyne

La coordination a été assurée par

- **Edwige Porcheyre**, Enerplan
- **Philippe Papillon**, En butinant l'énergie

Table des matières

Introduction

4

| | | |
|---|--|----|
| 1 | Les éléments clés de la conception communs à toutes les solutions..... | 6 |
| 1.1 | Les débits de puisage à prendre en considération..... | 6 |
| 1.2 | Le circuit de charge des ballons de stockage | 7 |
| 1.3 | Quel système choisir ? | 8 |
| 1.4 | Mise en service dynamique | 10 |
| 2 | Les systèmes avec échangeur ECS immergé | 11 |
| 2.1 | Schéma type des installations | 11 |
| 2.2 | Domaine d'application | 11 |
| 2.3 | Dimensionnement des composants spécifiques | 12 |
| 2.4 | Mode de fonctionnement de la régulation de la boucle de décharge..... | 12 |
| 2.5 | Avantages/Inconvénients | 12 |
| 3 | Les systèmes avec échangeur ECS externe | 13 |
| 3.1 | Schéma type des installations | 13 |
| 3.2 | Domaine d'application | 14 |
| 3.3 | Dimensionnement des composants | 14 |
| 3.4 | Mode de fonctionnement de la régulation de la boucle de décharge..... | 15 |
| 4 | Les systèmes avec échangeur ECS externe et réchauffage solaire du bouclage | 21 |
| 4.1 | Schéma type des installations | 21 |
| 4.2 | Domaine d'application | 22 |
| 4.3 | Dimensionnement des composants | 22 |
| 4.4 | Mode de fonctionnement de la régulation de la boucle de décharge et du réchauffage du bouclage sanitaire | 22 |
| 4.5 | Avantages/Inconvénients | 23 |
| 5 | Les systèmes avec appoint intégré | 24 |
| 5.1 | Schéma type des installations | 24 |
| 5.2 | Domaine d'application | 25 |
| 5.3 | Dimensionnement des composants | 25 |
| 5.4 | Mode de fonctionnement de la régulation de la boucle de décharge..... | 26 |
| 5.5 | Avantages/Inconvénients | 26 |
| 6 | Les systèmes avec appoint intégré et réchauffage solaire du bouclage | 27 |
| 6.1 | Schéma type des installations | 27 |
| 6.2 | Domaine d'application | 28 |
| 6.3 | Dimensionnement des composants | 28 |
| 6.4 | Mode de fonctionnement de la régulation de la boucle de décharge et du réchauffage du bouclage sanitaire | 29 |
| 6.5 | Avantages/Inconvénients | 31 |
| Annexe 1 : Extrait de la circulaire DGS/SD7A/SD5C-DHOS/E4 n° 2002/243 du 22/04/2002 relative à la prévention du risque lié aux légionelles dans les établissements de santé. | | 32 |
| Annexe 2 : Dimensionnement du vase expansion du volume d'eau technique | | 33 |
| 1. | Choix de la pression de gonflage initial du vase (P_0) : | 33 |
| 2. | Volume utile du vase d'expansion (V_{ut}) : | 33 |
| 3. | Pression de remplissage à froid de l'installation (P_1) : | 33 |
| 4. | Calcul du facteur de pression du vase : | 33 |
| 5. | Volume nominal du vase (V_n) : | 34 |
| Annexe 3 : Calcul des puissances d'échangeur..... | | 35 |
| 1. | Cas des échangeurs immergés | 35 |
| 2. | Cas des échangeurs à plaques des stations de production d'ECS | 37 |
| Bibliographie | | 39 |



Introduction

Dans les établissements de santé (hôpitaux, EHPAD, ...) et afin de prévenir le risque de développement des légionnelles, les circulaires de la Direction Générale de la Santé ([1] et [2] notamment, et plus généralement on pourra se référer utilement à [11]) sur les équipements de production d'eau chaude sanitaire recommandent la suppression des ballons de stockage (préchauffé ou non) à une température inférieure à 55°C, dans la mesure où ces températures favorisent le développement bactérien. Ces circulaires recommandent les dispositifs par échanges thermiques.

Les installations solaires de production d'ECS tombent sous le coup de ces circulaires, ce qui a conduit à développer des solutions avec un stockage de l'énergie en eau technique, et une production d'ECS préchauffée en instantané via un échangeur alimenté à partir du stockage en eau technique.

Ces installations requièrent donc 3 boucles fluides :

- La boucle solaire ou boucle de charge qui assure le transfert de l'énergie solaire vers le stockage via un échangeur de chaleur (intégré ou non au stockage).
- La boucle « Eau technique » comprenant notamment le volume du stockage, et **les** éventuels circuits entre les échangeurs.
- La boucle ECS ou boucle de décharge où l'ECS est réchauffée via un échangeur de chaleur par l'eau technique.

Le Tableau 1 ci-dessous fournit une synthèse des avantages et inconvénients des installations avec stockage en eau technique vs les installations avec stockage en eau chaude sanitaire.

| | Stockage en eau technique vs stockage en eau chaude sanitaire |
|---------------|--|
| Avantages | <ul style="list-style-type: none"> • Suppression du risque de légionnelles • Réduction des coûts de maintenance par la limitation des opérations d'entretien sur les ballons de stockage d'eau chaude sanitaire (vidange, désinfection annuelle) • Ballon de stockage en acier sans revêtement sanitaire • Augmentation possible de la température de stockage (du fait de l'absence de revêtement sanitaire dans les ballons) |
| Inconvénients | <ul style="list-style-type: none"> • Impact sur les performances en raison d'un étage d'échange supplémentaire • Augmentation du nombre de composants de l'installation (en règle générale) • Nécessité d'un vase d'expansion et d'une soupape de sécurité supplémentaires sur la boucle « Eau technique » • Augmentation du coût d'investissement |

Tableau 1 : Synthèse des avantages et inconvénients du stockage en eau technique vs le stockage en eau chaude sanitaire

Ce livret a pour objectif de fournir des recommandations sur la conception des installations avec stockage en eau technique, au regard des récents développements.





1 Les éléments clés de la conception communs à toutes les solutions

L'objectif de ce chapitre est de fournir des éléments clés de la conception des installations avec stockage en eau technique.

1.1 Les débits de puisage à prendre en considération

En complément des consommations journalières, les débits de puisage ont un impact significatif sur le dimensionnement : l'échangeur de chaleur assurant le transfert entre l'eau technique et l'eau chaude sanitaire devra disposer d'une puissance suffisante.

Selon les typologies d'installation, on se référera au débit instantané ou au débit de pointe sur 10 min.

1.1.1 Le débit 10 min à 60°C : q_{10min}

Le « débit 10 min » est utilisé pour les installations ayant de faibles volumes, il correspond au volume d'eau soutiré sur 10 minutes ($l/10min$) ramenée à 60°C. Dans le cadre de la conception des installations de production d'ECS non solaire, ce « débit 10 min » est classiquement utilisé pour le dimensionnement des systèmes couplant ballon de stockage et échangeurs systèmes dits « semi-instantanés », il n'est pas applicable aux systèmes « instantanés » qui sont dimensionnés sur les débits de pointe instantanés.

Différentes sources bibliographiques permettent d'évaluer le « débit 10 min ».

Le guide [3] ADEME-COSTIC « Les besoins d'eau chaude sanitaire en habitat individuel et collectif » fournit ainsi une évaluation pour des logements. Cette évaluation est issue de suivis. La valeur proposée (avec une température d'eau chaude de 60°C et une température d'eau froide de 9°C) est :

En logement :

$$q_{10min} = 61 n^{0.503} \left[\frac{l}{10min} \right] = 6.1 n^{0.503} \left[\frac{l}{min} \right] = 0.37 n^{0.503} \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

Où n désigne le nombre de logements, et est valide pour plus de 10 appartements.

La recommandations 02-2004 Eau Chaude Sanitaire de l'AICVF [4] fournit également des valeurs : il est à noter que, selon [3], « les valeurs de besoins de pointe sur 10 minutes de la recommandation AICVF ... sont en moyenne 2.5 fois plus élevées » que les valeurs précédentes. On pourra trouver une comparaison plus détaillée sous la référence [13].

Le guide ADEME-COSTIC est dédié aux logements. Pour compléter ce guide, GRDF a missionné le Costic pour clarifier le réel besoin d'ECS sur tous les segments qui composent le tertiaire. Pour les établissements de santé [5], il ressort que les débits de pointe de 10 minutes se rapprochent de ceux observés en habitat collectif, où n désigne alors le nombre de lits.

En établissement de santé :

$$q_{10min} = 61 n^{0.503} \left[\frac{l}{10min} \right] = 6.1 n^{0.503} \left[\frac{l}{min} \right] = 0.37 n^{0.503} \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

Où n désigne le nombre de lits, et est valide pour plus de 10 lits.



Dans les cas rares où les débits 10 min ne sont pas connus, il sera possible d'approximer celui-ci considérant que la consommation d'ECS est concentrée sur 3 heures, avec un débit moyen. Dans le cadre des logements, et par rapport aux relations précédentes, cela conduit à sous-évaluer notablement le débit 10 min pour les ensembles avec un faible nombre de logements (ou de lits), et à le surévaluer pour des grands ensembles. On évitera autant que possible cette simplification.

1.1.2 Le débit instantané à 60°C : q_{inst}

Le débit instantané correspond au débit maximal soutiré exprimé en l/min. Ce débit est utilisé pour la conception des installations de production ECS en instantané.

En règle générale, ce débit est calculé en fonction du nombre d'équipements sanitaires installés et d'un coefficient de simultanéité : le DTU 60-11 P1-1[6] fournit ainsi les règles à retenir.

Dans le guide ADEME-COSTIC, ce débit instantané est évalué à 1.3 fois le « débit 10 min », soit :

En logements :

$$q_{inst} = 7.9 n^{0.503} \left[\frac{l}{min} \right] = 0.47 n^{0.503} \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

Où n désigne le nombre de logements, et est valide pour plus de 10 appartements.

1.1.2.1 Comparaison entre le DTU60-11 et le Guide ADEME-COSTIC

L'exemple suivant illustre les différences entre les deux références, pour un immeuble de 40 logements, disposant chacun d'un évier, d'un lavabo et d'une douche.

Selon [3], le débit instantané q_{inst} s'établit à 3 m³/h.

Selon le DTU60-11, le débit minimal à prendre en compte est de 0.2 l/s pour chaque équipement, soit 24 l/s. Compte tenu des 120 équipements, le coefficient de simultanéité est de 0.073. Le débit instantané vaut donc 1.76 l/s soit 6.3 m³/h.

Sur cet exemple, on constate ainsi un rapport du simple au double entre les deux références : une des difficultés imposées au concepteur sera de répondre aux contraintes réglementaires (DTU60-11) tout en maintenant une installation performante pour l'usage courant.

Ceci sera notamment vrai pour les installations de préparation d'ECS instantanée, où les plages de variations des débits de puisage sont importantes : une des solutions pourra alors être de disposer de systèmes en cascade pour couvrir au mieux l'ensemble de la plage de variations.

1.2 Le circuit de charge des ballons de stockage

Concernant le circuit de charge des ballons de stockage, les installations avec stockage en eau technique sont similaires aux installations avec stockage en eau sanitaire.

Les différentes variantes de la schémathèque SOCOL [7] sont applicables :

- Un seul ou plusieurs ballons de stockage
- Echangeur de chaleur pour le circuit de charge immergé ou externe
- Circuit sous pression ou auto-vidangeable [8]



| Echangeur | Circuit de charge | Avec 1 seul ballon | Avec 2 ballons |
|-----------|-------------------|--------------------|----------------|
| Immergé | Sous Pression | IS1 | IS2 |
| Externe | Sous Pression | ES1 | ES2 |
| Immergé | Autovidangeable | IA1 | IA2 |
| Externe | Autovidangeable | EA1 | EA2 |

Tableau 2 : Synthèse des circuits de charge (le vase d'expansion et la soupape de sécurité du circuit eau technique ne sont pas représentés)

1.3 Quel système choisir ?

Dans ce livret, plusieurs typologies d'installation sont recensées : elles sont résumées dans le Tableau 3 ci-dessous. En fonction du projet, certains schémas ne sont pas adaptés : il convient alors d'adapter la sélection.



Attention, les vignettes ci-après sur le circuit primaire sont fournis à titre d'exemple : les différentes variantes de circuit primaire pour chaque système sont indiquées dans les paragraphes correspondants.



| | | |
|--|---|---|
| <p>Système</p> <p>Echangeur ECS immergé</p> | <p>Adapté pour</p> <p>Stockage inférieur à 3000 litres sous réserve du dimensionnement de l'échangeur, et des profils de puisage diffus</p> | <p>Chapitre</p> <p>2</p> <p>page 11</p> |
| <p>Echangeur Externe Variante 1</p> | <p>Majeure partie des débits correspondent à des gros débits</p> | <p>3.4.1</p> <p>page 15</p> |
| <p>Echangeur Externe Variante 2</p> | <p>Profils de puisage bien maîtrisés, et sur une plage réduite de temps</p> | <p>3.4.2</p> <p>page 16</p> |
| <p>Echangeur Externe Variante 3</p> | <p>Adapté à la totalité des configurations</p> | <p>3.4.3</p> <p>page 18</p> |
| <p>Echangeur externe et du bouclage solaire</p> | <p>Prise en compte du réchauffage solaire du bouclage sanitaire</p> | <p>4</p> <p>page 21</p> |
| <p>Système avec appoint intégré</p> | <p>Installation avec gestion de l'appoint</p> | <p>5</p> <p>page 24</p> |
| <p>Système avec appoint intégré et du bouclage</p> | <p>Installation avec gestion de l'appoint</p> <p>Prise en compte du réchauffage solaire du bouclage</p> | <p>6</p> <p>page 27</p> |

Tableau 3 : Synthèse des circuits de décharge



1.4 Mise en service dynamique

La mise en service dynamique consiste à mettre en marche, mesurer et régler les paramètres de l'installation : débits, pressions conformément aux spécifications et aux calculs ; puis à faire fonctionner l'installation pendant une durée suffisante pour établir des bilans énergétiques conformes aux valeurs théoriques correspondant aux puisages effectués et à l'ensoleillement disponible.

La collecte de tous les résultats de mesure sur des bordereaux constitue un document précieux pour l'exploitation future de l'installation :

- il atteste que l'installation fonctionne conformément aux valeurs prescrites;
- il constitue une mémoire de tous les réglages effectués;
- il améliore la qualité d'exploitation car il sera possible de détecter les dérives concernant les paramètres essentiels de l'installation.

La mise en service dynamique se décompose donc en deux étapes : la mise au point et le comptage énergétique comparé à la théorie.

Dans ce cadre, la mise en service dynamique permettra de valider, et le cas échéant de corriger certains paramètres de fonctionnement de l'installation.

Pour en savoir plus sur la mise en service dynamique, se référer aux documents SOCOL, directement sur <https://www.solaire-collectif.fr/actu-socol/576/outils-socol-mise-en-service-dynamique-installation-solaire-thermique-collectif-projet.htm>.

2 Les systèmes avec échangeur ECS immergé

2.1 Schéma type des installations

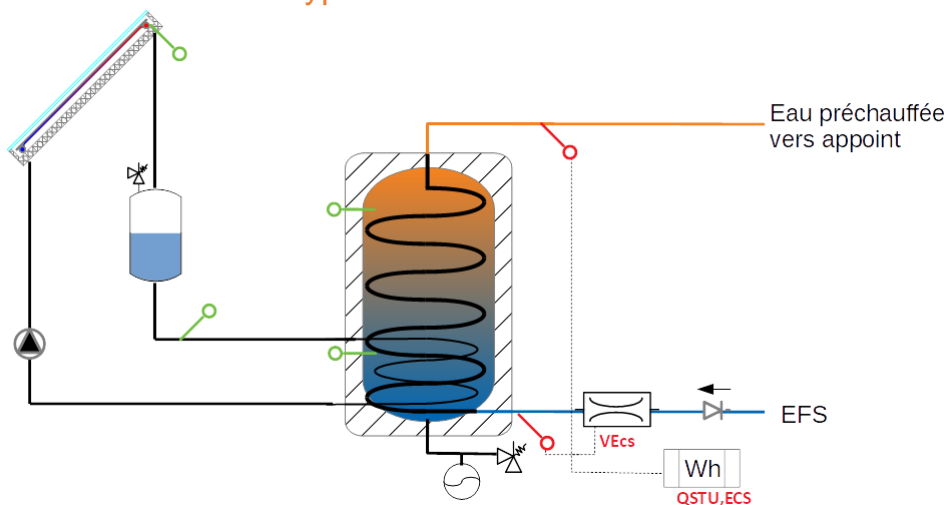


Figure 1 : Schéma de principe d'une installation avec stockage en eau technique et échangeur ECS immergé

NB : La boucle de charge figure à titre d'illustration. L'ensemble des boucles de charge avec 1 seul ballon présenté dans le Tableau 2 est applicable. Il n'est généralement pas possible d'avoir 2 ballons de stockage en série, compte tenu de la perte de charge de l'échangeur ECS immergé.

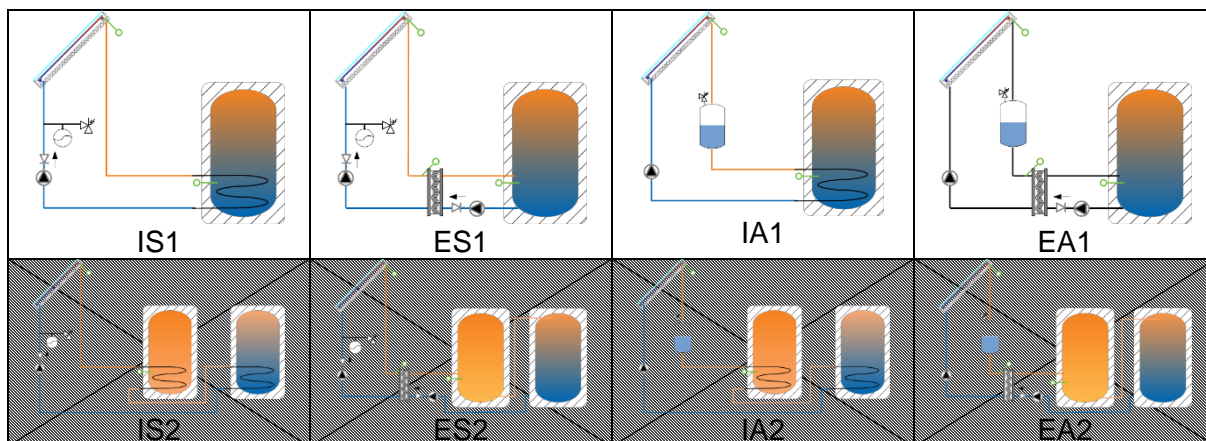


Tableau 4 : Circuits primaires utilisables avec ce schéma

2.2 Domaine d'application

Ce schéma est adapté aux installations de taille modeste, compte tenu de la spécificité des ballons avec échangeur serpentin immergé pour la production d'ECS (stockage < 2000 litres en général).

Retrouvez en exemple les fiches SOCOL :

[EHPAD Osmane de Guerry](#)

[Résidence Marpa Sourire d'Automne](#)

2.3 Dimensionnement des composants spécifiques

2.3.1 Le ballon de stockage et son échangeur de décharge immergé

Le volume du ballon de stockage est défini selon les règles usuelles :

- De l'ordre de 50 l/m² (au Nord) à 70 l/m² (au Sud) de capteurs
- Equivalent à la consommation journalière d'ECS

Les simulations pourront amener à des valeurs différentes en fonction des typologies d'installation (climat, profil de puisage, ...).

Le dimensionnement de l'échangeur de décharge immergé doit être réalisé selon les conditions suivantes :

- Température du volume de stockage : 50°C
- Température d'eau froide : 10°C
- Température d'eau préchauffée : 45°C
- Débit de puisage : Débit 10 min $q_{10\min}$ (voir 1.1.1)
- Perte de charge maximale : 3 mCE sous $q_{10\min}$

Généralement, les fiches techniques des constructeurs fournissent ces données pour une température de stockage de 60 ou 80°C, il y a donc lieu de convertir ces données pour une température de stock de 50°C avec une méthode DTLM (cf p 35)

A défaut de disposer des informations ci-dessus, il est possible de retenir l'approche alternative suivante :

Le dimensionnement de l'échangeur de décharge immergé doit être réalisé selon les conditions suivantes :

- Surface d'échange minimale : $(0.3 \times q_{10\min})$ m² (avec $q_{10\min}$ en l/min)
- Perte de charge maximale : 3 mCE sous $q_{10\min}$

2.4 Mode de fonctionnement de la régulation de la boucle de décharge

Compte tenu de leur simplicité, ces systèmes n'ont aucun système de régulation pour la boucle de décharge, et sont totalement statiques.

2.5 Avantages/Inconvénients

Le tableau suivant liste les avantages et inconvénients de cette variante.

| Avantages | Inconvénients |
|---|--------------------------------------|
| Solution très simple à mettre en œuvre et à exploiter | Choix limité des ballons de stockage |
| Pas de composant additionnel par rapport à une installation ECS en stockage ECS | |
| Pas de système de régulation sur le circuit de décharge | |
| Economie d'électricité (pas de circulateur sur le le circuit de décharge) | |



3 Les systèmes avec échangeur ECS externe

3.1 Schéma type des installations

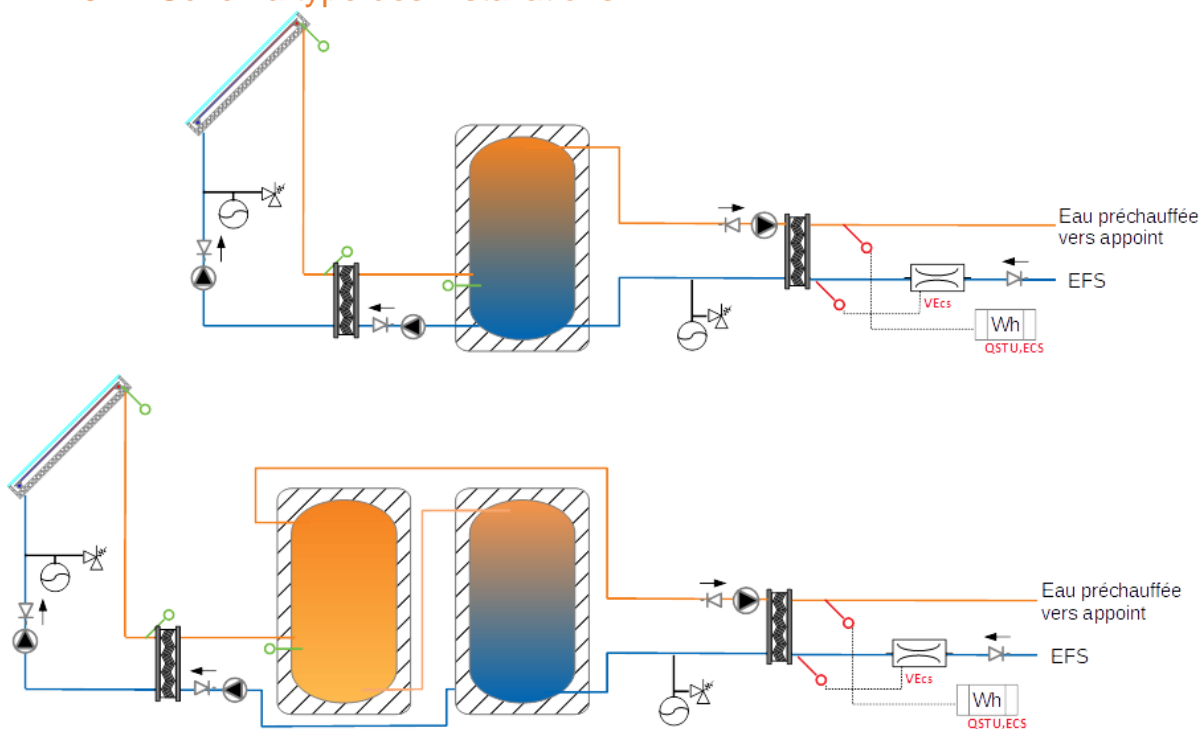


Figure 2 : Schéma de préchauffage d'eau chaude sanitaire en instantané par échangeur à plaques et circulateur de décharge

NB : La boucle de charge figure à titre d'illustration. L'ensemble des boucles de charge présenté dans le Tableau 2 est applicable.

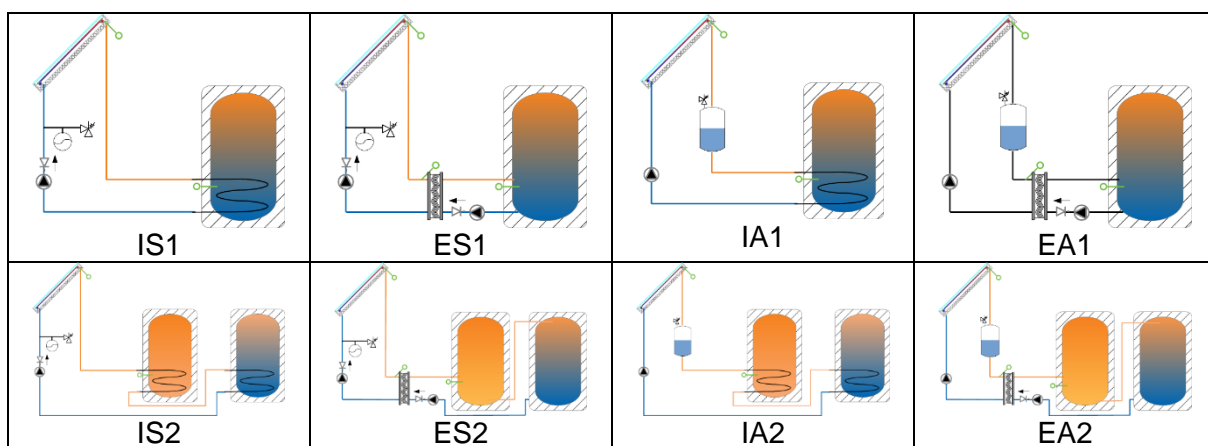


Tableau 5 : Circuits primaires utilisables avec ce schéma

Une partie des informations des paragraphes suivants est issue du projet Legiosol [10].

3.2 Domaine d'application

Ce schéma générique est adapté à la totalité des sites.

Retrouvez en exemple les fiches SOCOL :

Fiche [EHPAD La Llevantina](#) – Vidéo [EHPAD La Llevantina](#)
[EHPAD Résidence de Beaupré](#)

3.3 Dimensionnement des composants

3.3.1 Le ballon de stockage

Le volume du ballon de stockage est défini selon les règles usuelles :

- De l'ordre de 50 l/m² (au Nord) à 70 l/m² (au Sud) de capteurs
- Equivalent à la consommation journalière d'ECS

Les simulations pourront amener à des valeurs différentes en fonction des typologies d'installation (climat, profil de puisage, ...).

3.3.2 L'échangeur de décharge / réchauffage de l'ECS

Le dimensionnement de l'échangeur de décharge doit être réalisé selon les conditions suivantes :

| | Primaire (Eau technique) | Secondaire (ECS) |
|-----------------------------|--|---------------------------|
| Débit | Débit 10 min $q_{10\min}$ (voir 1.1.1) | Débit 10 min $q_{10\min}$ |
| Temp Entrée Echangeur | 50 | Température eau froide |
| Temp Sortie Echangeur | | 45 |
| Pertes de charge maxi (mCE) | | 3 |

Ce dimensionnement de l'échangeur de décharge est adapté aux installations solaires thermiques conçues pour atteindre un taux de couverture des besoins en période estivale (pour les logements notamment) de l'ordre de 80 à 90%.

Dans le cas où le champ de capteurs est sous-dimensionné (manque de place disponible pour l'implantation par exemple), le taux de couverture des besoins en période estivale sera réduit. En conséquence, le dimensionnement de l'échangeur de décharge pourra lui-aussi être réduit. En première approche, on pourra utiliser la formulation suivante :

$$P_{\text{échangeur décharge}_{\text{réduit}}} = P_{\text{échangeur décharge}_{\text{nominal}}} \frac{\text{Puissance champ capteurs}_{\text{sous-dimensionné}}}{\text{Puissance champ capteurs}_{\text{nominal}}}$$

3.3.3 Le circulateur de décharge

Le circulateur de décharge doit être à haut rendement, et de préférence à vitesse variable (la vitesse variable peut être indispensable pour certains modes de fonctionnement de la régulation – cf chapitre 3.4), et défini selon les conditions suivantes :

- Débit maxi : Débit 10 min
- Hauteur manométrique : définie à partir des pertes de charges du circuit.

Le pilotage du circulateur varie selon le mode de régulation retenu. Des détails sont présentés ci-après.



3.4 Mode de fonctionnement de la régulation de la boucle de décharge

Plusieurs variantes de fonctionnement associées à des équipements de contrôle spécifiques peuvent être utilisées avec ce schéma de principe.

- Variante 1 : Détecteur de débit
- Variante 2 : Horloge
- Variante 3 : Régulation par pilotage d'une vanne 3 voies et du circulateur en fonction d'une mesure de débit et de deux mesures de températures.

Dans les paragraphes suivants, nous passons en revue ces variantes en indiquant pour chacune d'elles les caractéristiques spécifiques, les recommandations, les avantages et les inconvénients.

3.4.1 Variante 1 : Détecteur ou mesureur de débit

Le circulateur de décharge est asservi par l'intermédiaire d'un dispositif de détection ou de mesure de soutirage (régulation symbolisée en vert). Le débit nominal est réglé sur le « débit 10 min ».

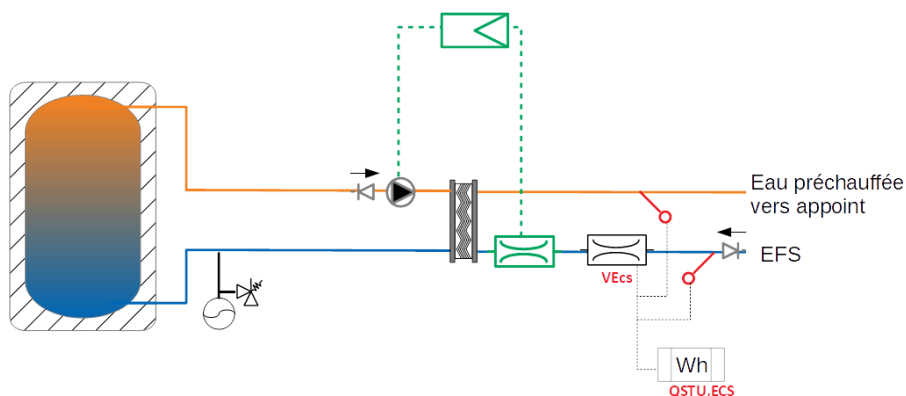


Figure 3 : Régulation par un dispositif de détection ou de mesure de débit

3.4.1.1 Domaine d'application

Cette typologie est adaptée lorsque la majeure partie des débits correspondent à des gros débits (vestiaires d'équipements sportifs, campings, prisons..., hôtel de montagne ou en bord de mer), mais pas à des installations où les puisages sont diffus.

Lorsque les profils de puisage ne sont pas maîtrisés ou qu'ils sont diffus, il y a lieu de s'orienter vers d'autres variantes.

3.4.1.2 Sélection du détecteur ou du mesureur de débit

Le détecteur ou mesureur de débit doit être soigneusement sélectionné afin :

- De détecter les faibles débits de puisage, avec une détection correspondant à 5% du « débit 10 min » q_{10min}
- Ne pas générer de pertes de charges trop importantes pour le débit maximal instantané q_{inst} défini en 1.1.2.

La dynamique des « flow-switch » traditionnel ne correspond généralement pas aux exigences, avec des seuils de détection correspondant à 10 ou 15% du « débit 10 min » q_{10min} . Il sera préférable de recourir à des sondes de débit à Vortex ou à des débitmètres à turbine, qui ont un seuil de détection plus bas. Dans le cadre de l'utilisation de sondes de débit, on

pourra prévoir un asservissement de la vitesse du circulateur à la valeur mesurée du débit de puisage.

3.4.1.3 Recommandations

Au-delà de la sélection du détecteur ou mesureur de débit, cette solution devra être mise en œuvre en minimisant les longueurs de canalisation entre le ballon de stockage et l'échangeur de décharge. En effet, compte-tenu que l'échangeur n'est pas maintenu en température, le temps de transport de la chaleur devra être le plus faible possible afin de valoriser la chaleur solaire.

La limite admissible est fixée à 10m de canalisation aller.

Dans le cas d'une eau calcaire, et en fonction du dimensionnement de l'installation, il peut exister un risque d'entartrage de l'échangeur dans la mesure où la température de l'eau technique n'est pas modulée afin de la limiter à 60°C. Des précautions doivent être prises en ce sens, telle l'installation d'un adoucisseur ou d'un dispositif de limitation de température avant l'entrée dans l'échangeur.

3.4.1.4 Avantages/Inconvénients

Le tableau suivant liste les avantages et inconvénients de cette variante.

| Avantages | Inconvénients |
|---|--|
| Solution simple à mettre en œuvre | Sélection délicate du détecteur de débit (ne pas « louper » les faibles débits, durabilité et fiabilité) |
| Investissement faible dans la solution de régulation | Nécessite des longueurs de liaison courte entre stockage et échangeur de décharge |
| Economie d'électricité (le circulateur ne fonctionne que lorsqu'il y a puisage) | Risque d'entartrage en fonction du dimensionnement |

3.4.2 Variante 2 : Horloge

Le circulateur de décharge est asservi en fonction d'une programmation horaire réglée à travers un dispositif type horloge (régulation symbolisée en vert). Le débit nominal est réglé sur le « débit 10 min ».

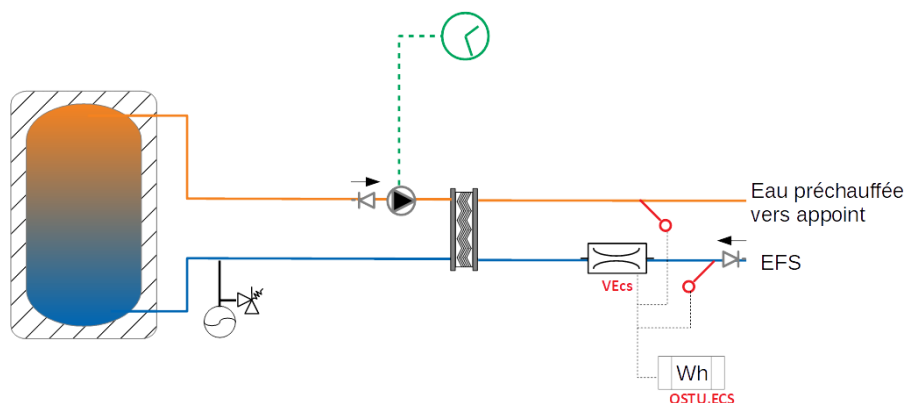


Figure 4 : Régulation par un dispositif d'horloge

3.4.2.1 *Domaine d'application*

Cette typologie est adaptée lorsque la majeure partie des débits de puisage sont répartis sur une partie de la journée, typiquement 8h-17h (maisons de retraite par ex, ...).

Par ailleurs, compte tenu de la destratification possible du ballon de stockage, ces installations ne sont pas recommandées avec des circuits de charge solaire en « low-flow »¹.

Lorsque les profils de puisage ne sont pas maîtrisés, ou que le circuit de charge solaire est en « low-flow », il y a lieu de s'orienter vers d'autres variantes.

3.4.2.2 *Sélection de l'horloge*

L'horloge devra disposer d'une réserve de marche afin de ne pas être dérèglée lors des coupures de courant.

3.4.2.3 *Recommandations*

Cette variante d'installation ne pourra être mise en œuvre que sous certaines conditions :

- Les profils de puisage d'eau chaude sanitaire devront être connus avec précision. Pour cela, une analyse horaire des puisages sanitaires est fortement recommandée.
- Les profils de puisage devront être similaires dans le temps, et ne pas subir de variations significatives au cours de l'année, et/ou de la semaine.
- La programmation de l'horloge devra être réalisée avec soin pour s'assurer que le circulateur fonctionne lors des périodes de puisage, et limiter le temps de fonctionnement du circulateur sur la journée.

Cette solution ne sera donc à mettre en œuvre que lorsque les profils de puisage sont bien maîtrisés. Lorsque les profils de puisage ne sont pas maîtrisés, il y a lieu de s'orienter vers d'autres variantes.

Dans le cas d'une eau calcaire, et en fonction du dimensionnement de l'installation, il peut exister un risque d'entartrage de l'échangeur dans la mesure où la température de l'eau technique n'est pas modulée afin de la limiter à 60°C. Des précautions doivent être prises en ce sens, telle l'installation d'un adoucisseur ou d'un dispositif de limitation de température avant l'entrée dans l'échangeur.

3.4.2.4 *Avantages/Inconvénients*

Le tableau suivant liste les avantages et inconvénients de cette variante.

| Avantages | Inconvénients |
|--|--|
| Solution simple à mettre en œuvre et à exploiter | Programmation délicate de l'horloge si le comportement du puisage n'est pas connu. |
| Investissement faible dans la solution de régulation | Consommation d'électricité plus importante |
| Echangeur irrigué lors des périodes de puisage | Risque d'entartrage en fonction du dimensionnement |
| Nombre de cycles du circulateur réduit | Risque de destratification |

¹ Les installations dites « low-flow » sont des installations solaires conçues pour fonctionner avec un faible débit sur la boucle primaire : typiquement 10 à 15 l/h.m² de capteurs. Cela permet de travailler avec une différence de température élevée aux bornes du capteur.



3.4.3 Variante 3 : Régulation par pilotage d'une vanne 3 voies et du circulateur en fonction d'une mesure de débit et de deux mesures de températures.

Cette solution est une solution standardisée par plusieurs fabricants de station de préparation ECS préfabriquées, spécifiquement dédiées au solaire. Elles conjuguent notamment trois fonctions majeures :

- Ajustement du débit du circulateur en fonction du débit de puisage et de la température d'eau préchauffée en sortie de l'échangeur ECS
- Limitation de la température du primaire chaud à l'entrée de l'échangeur de préparation ECS.
- Maintien de l'échangeur en température en dehors des puisages

En fonction des fabricants, quelques variantes et des fonctions additionnelles peuvent être rencontrées.

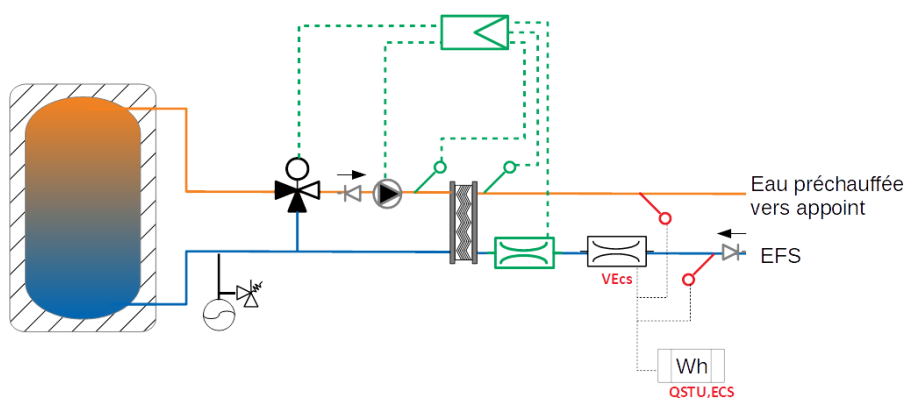


Figure 5 : Régulation par pilotage d'une vanne 3 voies et d'un circulateur à vitesse variable

3.4.3.1 Domaine d'application

Cette typologie est adaptée à la majeure partie des configurations.

3.4.3.2 Logique de fonctionnement

En fonction des stations ECS préfabriquées, la logique de fonctionnement de la régulation peut varier. Une logique de fonctionnement possible est la suivante :

- La vanne 3 voies module la température de l'eau technique à l'entrée chaude de l'échangeur, notamment pour limiter les risques d'entartrage de l'échangeur.
- Le circulateur de décharge est asservi en vitesse variable à la mesure du débit de puisage : cela permet de maintenir l'équi-débit entre le circuit primaire et le circuit secondaire. Des corrections à la vitesse du circulateur peuvent être apportées en fonction de la température de l'eau technique en entrée d'échangeur, et de la température d'eau sanitaire préchauffée.
- Le maintien en température en dehors des périodes de puisage est assuré au travers de la mise en service de la pompe de décharge à vitesse réduite, et avec la vanne 3 voies en recyclage, et est contrôlée par la mesure de la température sur le circuit chaud du primaire, qui permet ou non l'ouverture de la vanne 3 voies.

3.4.3.3 Recommandations

Cette variante d'installation pourra être mise en œuvre dans la plupart des contextes.

Par contre, cette solution sera très sensible à la sélection et à la mise en œuvre de la solution de régulation.

- Mise en œuvre des sondes de températures (notamment la sonde de température d'eau froide à l'entrée de l'échangeur de décharge, qui devra être le plus proche possible, voir incorporée dans ce dernier)
- Vitesse de réaction de la vanne 3 voies.

Des stations préfabriquées peuvent intégrer l'ensemble de ces composants y compris le module de pilotage, garantissant ainsi la bonne sélection des composants ainsi que leur mise en œuvre.

En fonction des stations disponibles sur le marché, il pourra être envisagé un montage en parallèle des stations avec un fonctionnement en cascade et un pilotage centralisé dans une logique maître-esclave. L'intérêt du montage en cascade est multiple :

- Augmentation de la dynamique de fonctionnement avec un seuil bas de fonctionnement abaissé
- Maintien d'une température de retour primaire basse quel que soit le débit de puisage
- Redondance des équipements en cas de panne de l'une des stations.

Des solutions préfabriquées pour le montage en cascade existent sur le marché.

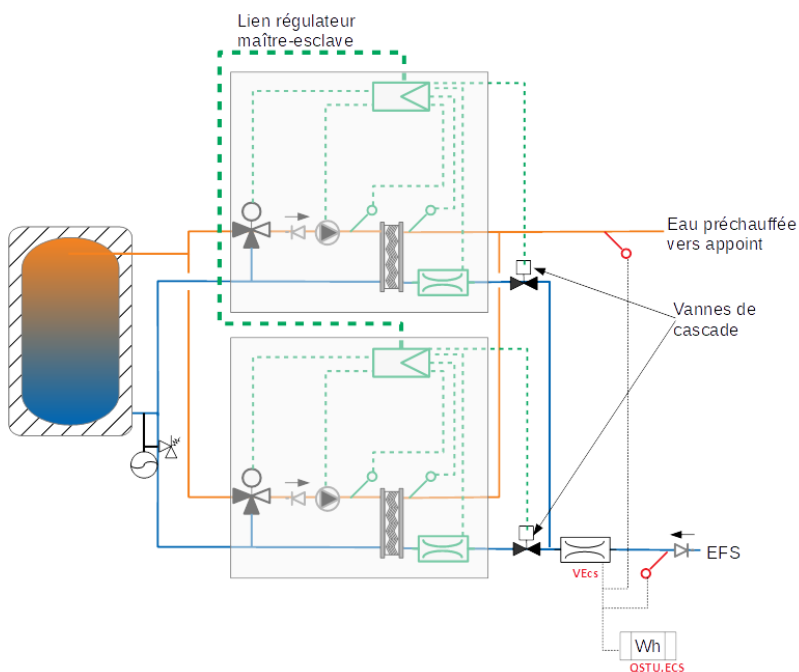


Figure 6 : Montage en cascade de stations ECS préfabriquées

3.4.3.4 Avantages/Inconvénients

Le tableau suivant liste les avantages et inconvénients de cette variante.

| Avantages | Inconvénients |
|--|---|
| Solution la plus performante | Solution plus complexe à mettre en œuvre et à exploiter (sauf s'il s'agit d'une station préfabriquée) |
| Echangeur irrigué | Investissement plus élevé dans la solution de régulation, mais surcoût pouvant être négligeable si stations préfabriquées |
| Nombre de cycles du circulateur réduit, et consommation électrique réduite | |
| Possibilité de réduire les risques d'entartrage en fonction du dimensionnement | |
| Disponibilité de solutions préfabriquées | |



4 Les systèmes avec échangeur ECS externe et réchauffage solaire du bouclage

4.1 Schéma type des installations

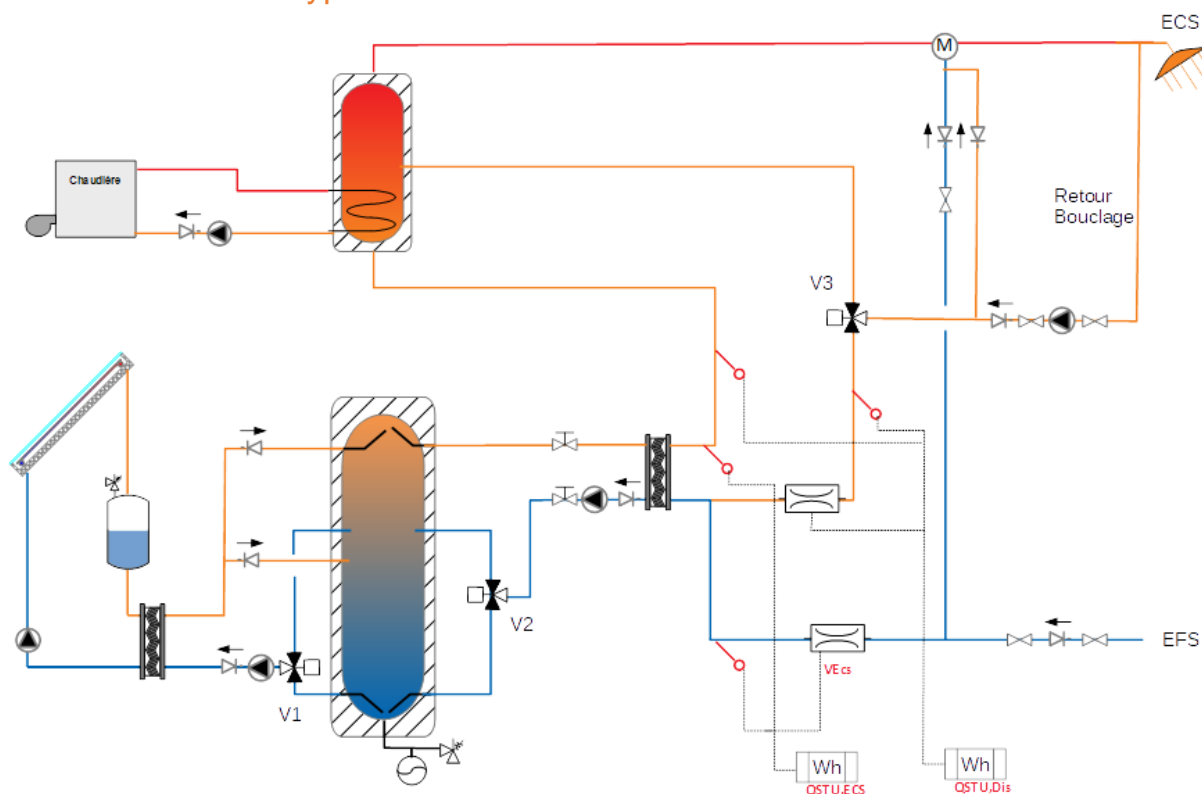


Figure 7 : Schéma de préchauffage d'eau chaude sanitaire en instantané par échangeur à plaques et circulateur de décharge avec possibilité de réchauffage solaire du bouclage sanitaire

NB : La boucle de charge figure à titre d'illustration. L'ensemble des boucles de charge avec échangeur externe présenté dans le Tableau 2 est applicable.

NB : La partie appoint de l'installation ne figure qu'à titre d'illustration.

NB : Ce schéma correspond au schéma BOUCL3 du Livret Bouclage SOCOL [12]

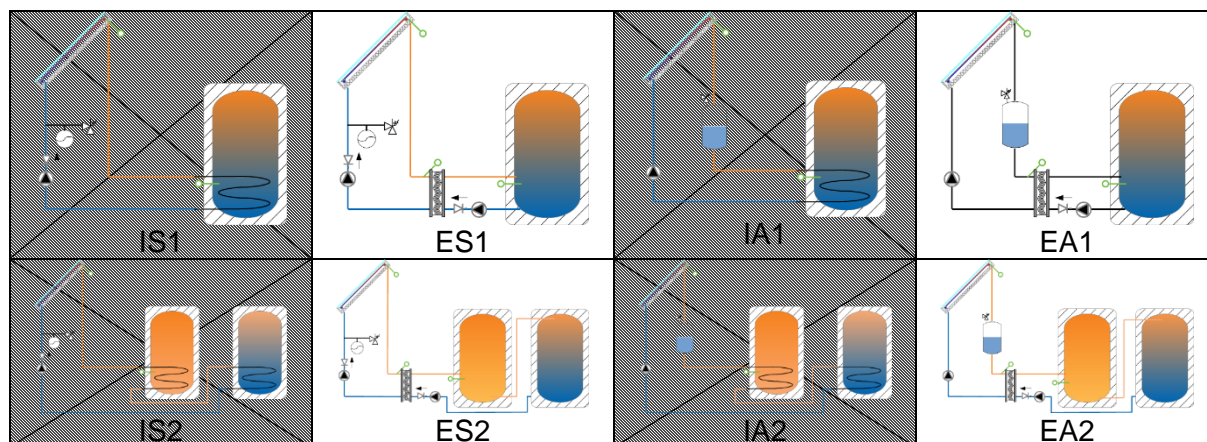


Tableau 6 : Circuits primaires utilisables avec ce schéma

4.2 Domaine d'application

Cette typologie est adaptée à la majeure partie des configurations où :

- Le champ de capteurs est dimensionné pour prendre en charge une partie des pertes de distribution du bouclage sanitaire
- La boucle de charge solaire est préférablement en « low-flow »

Retrouvez en exemple les fiches SOCOL :

[Résidence La Palisse](#)

4.3 Dimensionnement des composants

4.3.1 Le ballon de stockage

Le volume du ballon de stockage est défini selon les règles usuelles :

- De l'ordre de 50 l/m² (au Nord) à 70 l/m² (au Sud) de capteurs
- Equivalent à la consommation journalière d'ECS

Un surdimensionnement (de l'ordre de 10%) pourra éventuellement être envisagé si les besoins d'eau chaude sanitaire sont faibles au regard des besoins de bouclage (Etablissement de santé par exemple).

Les simulations pourront amener à des valeurs différentes en fonction des typologies d'installation (climat, profil de puisage, ...).

4.3.2 L'échangeur de décharge / réchauffage de l'ECS

Le dimensionnement de l'échangeur de décharge doit être réalisé selon les conditions suivantes :

| | Primaire (Eau technique) | Secondaire (ECS) |
|-----------------------------|---------------------------------------|--------------------------|
| Débit | Débit 10 min q_{10min} (voir 1.1.1) | Débit 10 min q_{10min} |
| Temp Entrée Echangeur | 50 | Température eau froide |
| Temp Sortie Echangeur | | 45 |
| Pertes de charge maxi (mCE) | | 3 |

4.3.3 Le circulateur de décharge

Le circulateur de décharge doit être à vitesse variable, et défini selon les conditions suivantes :

- Débit maxi : Débit 10 min
- Hauteur manométrique : définie à partir des pertes de charges du circuit.

4.4 Mode de fonctionnement de la régulation de la boucle de décharge et du réchauffage du bouclage sanitaire

4.4.1 Boucle de décharge

4.4.1.1 Circulateur

Le pilotage du circulateur sera en vitesse variable de façon à assurer un équi-débit entre primaire et secondaire.

Une mesure du débit au secondaire (sur le circuit eau sanitaire) est indispensable pour asservir le circulateur.



4.4.1.2 Vanne de modulation (optionnelle)

Non figurée sur Figure 7, une vanne 3 voies de modulation sur le circuit de décharge (à l'image de la vanne 3 voies de la Figure 5) peut être mise en œuvre : cette vanne 3 voies aura pour objectif d'assurer le maintien en température de l'échangeur en dehors des périodes de puisage, et de limiter la température du primaire chaud du circuit de décharge, afin de limiter les risques d'entartrage en période estivale.

4.4.2 Réchauffage du bouclage sanitaire

La vanne 3 voies V3 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 3 voies V3 dirige le retour bouclage vers le ballon d'appoint dans le cas contraire (fermeture quand l'écart repasse sous les 8°C environ)

En complément, les vannes 3 voies V1 et V2 permettent d'assurer une stratification du ballon.

4.5 Avantages/Inconvénients

Le tableau suivant liste les avantages et inconvénients de cette variante.

| Avantages | Inconvénients |
|--|---|
| Simple à mettre en œuvre si recours à des stations préfabriquées standardisées | Complexe à mettre en œuvre si pas de recours à des stations préfabriquées |
| Prise en compte du réchauffage solaire du bouclage sanitaire | |

5 Les systèmes avec appoint intégré

5.1 Schéma type des installations

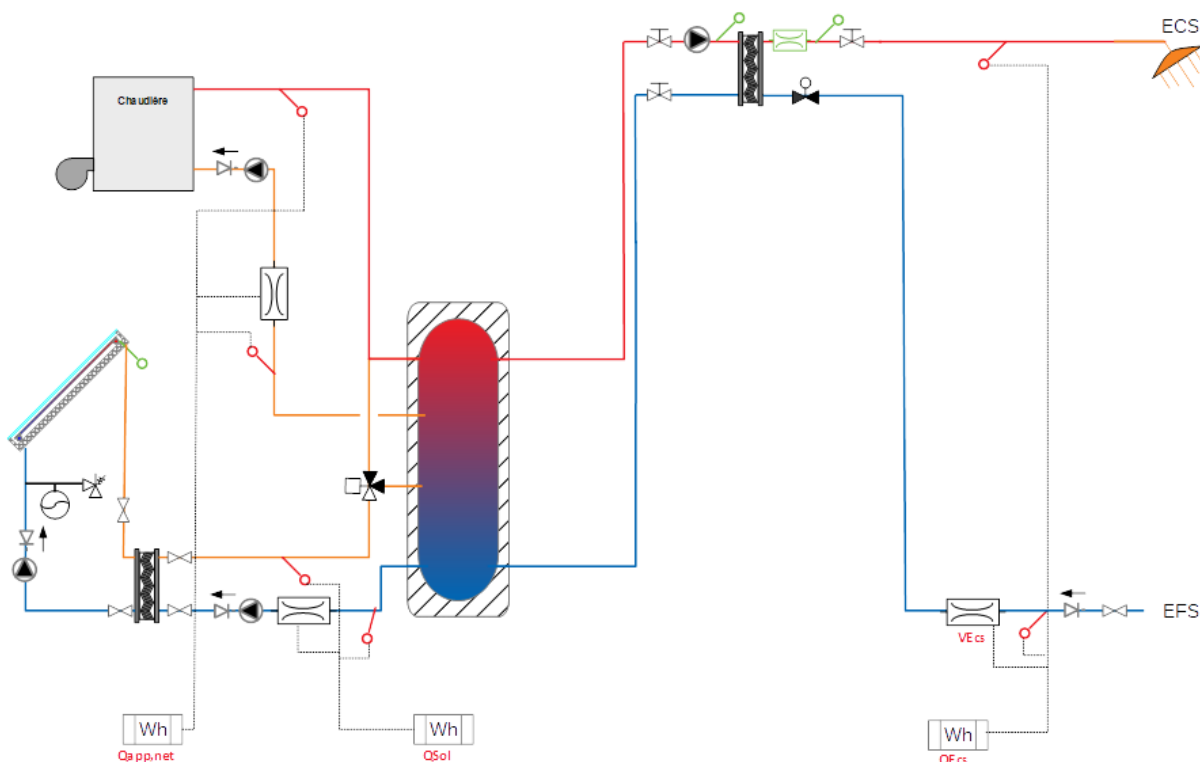


Figure 8 : Schéma d'une installation solaire+appoint de préparation d'eau chaude sanitaire en instantané par échangeur à plaques avec ballon de stockage solaire+appoint

NB : La boucle de charge figure à titre d'illustration. L'ensemble des boucles de charge avec échangeur externe présenté dans le Tableau 2 est applicable.

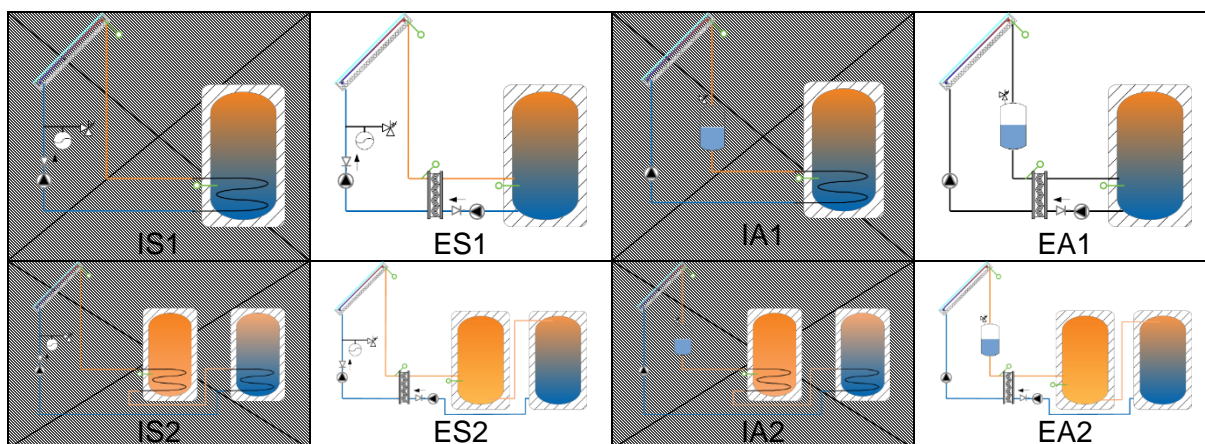


Tableau 7 : Circuits primaires utilisables avec ce schéma

5.2 Domaine d'application

Cette typologie est adaptée à la majeure partie des configurations où :

- La boucle de charge solaire est préférablement en « low-flow »
- Les installations sont relativement petites compte-tenu de la capacité des ballons « standard » et de leur géométrie, sauf si réalisation de ballons sur mesure ayant les piquages adaptés, ainsi qu'un ratio entre diamètre et hauteur de ballon de 2.5 minimum ou munis de dispositifs évitant la déstratification.

5.3 Dimensionnement des composants

5.3.1 Le ballon de stockage

Le volume dédié uniquement à l'énergie solaire du ballon de stockage est défini selon les règles usuelles :

- De l'ordre de 50 l/m² (au Nord) à 70 l/m² (au Sud) de capteurs
- Equivalent à la consommation journalière d'ECS

Les simulations pourront amener à des valeurs différentes en fonction des typologies d'installation (climat, profil de paysage, ...).

La performance de ces installations sera intrinsèquement liée à la qualité technique du ballon de stockage. Pour assurer un bon fonctionnement et une bonne stratification, celui-ci devra disposer impérativement :

- Du nombre de piquages de raccordement nécessaire au schéma, et ces piquages devront être positionnés correctement pour assurer un volume solaire et un volume appoint suffisant
- Le ratio entre diamètre et hauteur de ballon devra être de 2.5 minimum, ou le ballon devra être muni de dispositifs évitant la déstratification.

5.3.2 L'échangeur de décharge / réchauffage de l'ECS

Le dimensionnement de l'échangeur de décharge doit être réalisé selon les conditions suivantes :

| | Primaire (Eau technique) | Secondaire (ECS) |
|-----------------------------|---------------------------------------|--------------------------|
| Débit | Débit 10 min q_{10min} (voir 1.1.1) | Débit 10 min q_{10min} |
| Temp Entrée Echangeur | 70 | Température eau froide |
| Temp Sortie Echangeur | | 60 |
| Pertes de charge maxi (mCE) | | 5 |

Les pertes de charge du secondaire peuvent être plus élevées si la pression du réseau est suffisante, tout en veillant à maintenir une différence de pression entre EF et ECS ne compromettant pas le bon fonctionnement des mitigeurs thermostatiques centraux ou terminaux.

5.3.3 Le circulateur de décharge

Le circulateur de décharge doit être à vitesse variable, et défini selon les conditions suivantes :

- Débit maxi : Débit 10 min



- Hauteur manométrique : définie à partir des pertes de charges du circuit.

5.4 Mode de fonctionnement de la régulation de la boucle de décharge

5.4.1 Boucle de décharge

5.4.1.1 Circulateur

Le pilotage du circulateur sera impérativement en vitesse variable de façon à assurer un équi-débit entre primaire et secondaire.

Une mesure du débit au secondaire (sur le circuit eau sanitaire) est indispensable pour asservir le circulateur.

5.4.1.2 Vanne de modulation (optionnelle)

Non figurée sur Figure 8, une vanne 3 voies de modulation sur le circuit de décharge (à l'image de la vanne 3 voies de la Figure 5) peut être mise en œuvre : cette vanne 3 voies aura pour objectif d'assurer le maintien en température de l'échangeur en dehors des périodes de puisage, et de limiter la température du primaire chaud du circuit de décharge, afin de limiter les risques d'entartrage en période estivale.

5.5 Avantages/Inconvénients

Le tableau suivant liste les avantages et inconvénients de cette variante.

| Avantages | Inconvénients |
|--|--|
| Simple à mettre en œuvre si recours à des stations préfabriquées standardisées | Complexe à mettre en œuvre si pas de recours à des stations préfabriquées |
| Production intégrale de l'eau chaude sanitaire | Limitée à des installations de taille réduite compte-tenu de la géométrie des ballons (en général < 4000 litres de stockage), ou recours à des ballons réalisés sur mesure |
| En période estival, le solaire peut réchauffer le volume de stockage appoint | |
| | |

Le point de vigilance majeur est le dimensionnement des stations d'ECS instantanée. En effet ces dernières doivent être spécifiquement conçues pour la valorisation de l'énergie solaire, avec un dimensionnement de l'échangeur adapté, et un pilotage du circulateur spécifique. Des stations préfabriquées existent chez différents fabricants/distributeurs répondant à ces objectifs.



6 Les systèmes avec appoint intégré et réchauffage solaire du bouclage

6.1 Schéma type des installations

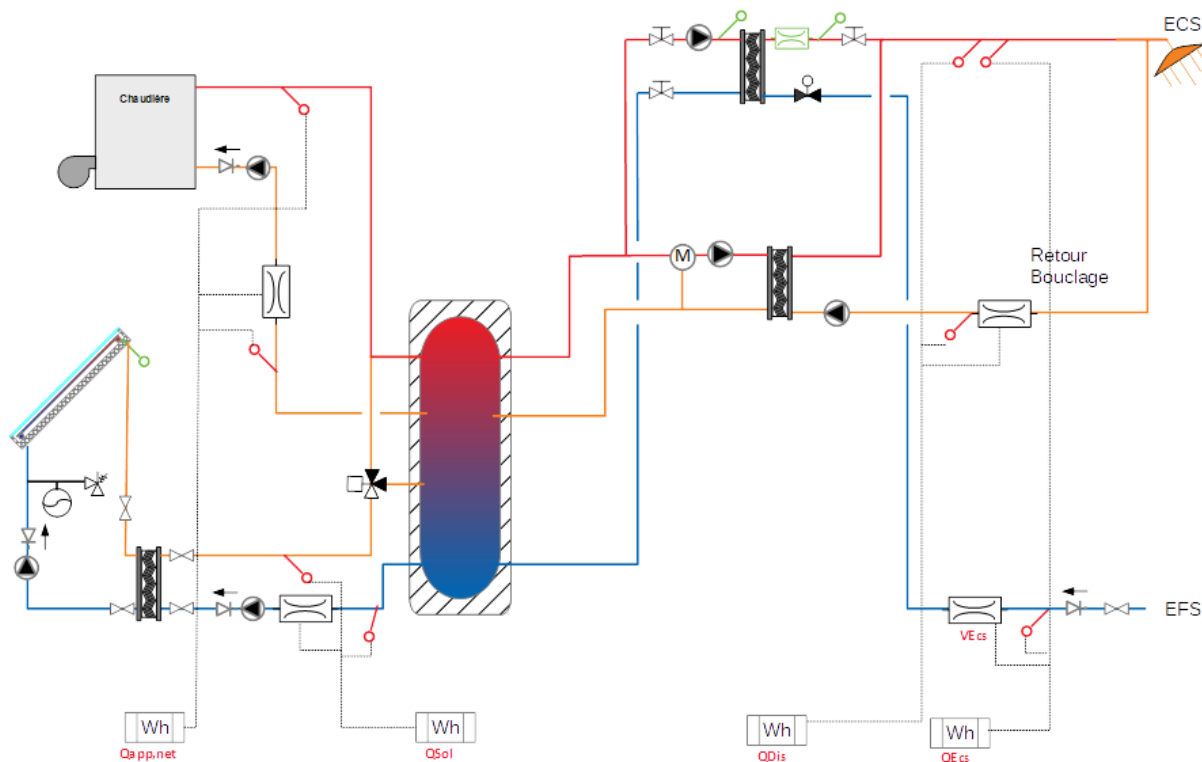


Figure 9 : Schéma d'une installation solaire+appoint de préparation d'eau chaude sanitaire en instantané par échangeur à plaques avec ballon de stockage solaire+appoint, et prise en compte du réchauffage du bouclage sanitaire

NB : La boucle de charge figure à titre d'illustration. L'ensemble des boucles de charge avec échangeur externe présenté dans le Tableau 2 est applicable.

NB : Ce schéma correspond au schéma BOUCL2 du Livret Bouclage SOCOL [12]

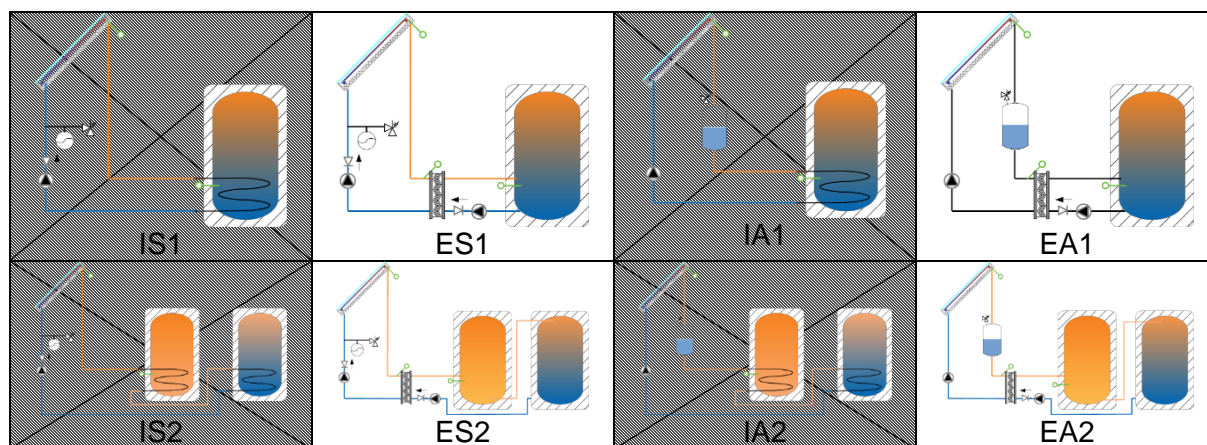


Tableau 8 : Circuits primaires utilisables avec ce schéma

6.2 Domaine d'application

Cette typologie est adaptée à la majeure partie des configurations où :

- Le champ de capteurs est dimensionné pour prendre en charge une partie des pertes de distribution du bouclage sanitaire
- La boucle de charge solaire est préférablement en « low-flow »
- Les installations sont relativement petites compte-tenu de la capacité des ballons « standard » et de leur géométrie, sauf si réalisation de ballons sur mesure ayant les piquages adaptés, ainsi qu'un ratio entre diamètre et hauteur de ballon de 2.5 minimum ou munis de dispositifs évitant la déstratification.

Retrouvez en exemple les fiches SOCOL :

[Résidence Terra Lumina](#)

6.3 Dimensionnement des composants

6.3.1 Le ballon de stockage

Le volume dédié uniquement à l'énergie solaire du ballon de stockage est défini selon les règles usuelles :

- De l'ordre de 50 l/m² (au Nord) à 70 l/m² (au Sud) de capteurs
- Equivalent à la consommation journalière d'ECS

Les simulations pourront amener à des valeurs différentes en fonction des typologies d'installation (climat, profil de puisage, ...).

La performance de ces installations sera intrinsèquement liée à la qualité technique du ballon de stockage. Pour assurer un bon fonctionnement et une bonne stratification, celui-ci devra disposer impérativement :

- Du nombre de piquages de raccordement nécessaire au schéma, et ces piquages devront être positionnés correctement pour assurer un volume solaire et un volume appoint suffisant
- Le ratio entre diamètre et hauteur de ballon devra être de 2.5 minimum, ou le ballon devra être muni de dispositifs évitant la déstratification.

6.3.2 L'échangeur de décharge / réchauffage de l'ECS

Le dimensionnement de l'échangeur de décharge doit être réalisé selon les conditions suivantes :

| | Primaire (Eau technique) | Secondaire (ECS) |
|-----------------------------|---------------------------------------|--------------------------|
| Débit | Débit 10 min q_{10min} (voir 1.1.1) | Débit 10 min q_{10min} |
| Temp Entrée Echangeur | 70 | Température eau froide |
| Temp Sortie Echangeur | | 60 |
| Pertes de charge maxi (mCE) | | 5 |



Les pertes de charge du secondaire peuvent être plus élevées si la pression du réseau est suffisante, tout en veillant à maintenir une différence de pression entre EF et ECS ne compromettant pas le bon fonctionnement des mitigeurs thermostatiques centraux ou terminaux.

6.3.3 Le circulateur de décharge pour la production d'ECS

Le circulateur de décharge doit être à vitesse variable, et défini selon les conditions suivantes :

- Débit maxi : Débit 10 min
- Hauteur manométrique : définie à partir des pertes de charges du circuit.

6.3.4 L'échangeur de décharge / réchauffage du bouclage sanitaire

Le dimensionnement de l'échangeur de décharge doit être réalisé selon les conditions suivantes :

| | Primaire (Eau technique) | Secondaire (ECS) |
|-----------------------------|-----------------------------|---|
| Débit | Débit de bouclage sanitaire | Débit de bouclage sanitaire |
| Temp Entrée Echangeur | 70 | 60 |
| Temp Sortie Echangeur | | 55 en établissement de santé 50 pour autres domaines |
| Pertes de charge maxi (mCE) | | 3 |

6.3.5 Le circulateur de décharge pour le bouclage sanitaire

Le circulateur de décharge peut être à vitesse fixe, et défini selon les conditions suivantes :

- Débit maxi : Débit de bouclage
- Hauteur manométrique : définie à partir des pertes de charges du circuit.

6.4 Mode de fonctionnement de la régulation de la boucle de décharge et du réchauffage du bouclage sanitaire

6.4.1 Boucle de décharge

6.4.1.1 Circulateur

Le pilotage du circulateur sera impérativement en vitesse variable de façon à assurer un équi-débit entre primaire et secondaire.

Une mesure du débit au secondaire (sur le circuit eau sanitaire) est indispensable pour asservir le circulateur.

6.4.1.2 Vanne de modulation (optionnelle)

Non figurée sur Figure 8, une vanne 3 voies de modulation sur le circuit de décharge (à l'image de la vanne 3 voies de la Figure 5) peut être mise en œuvre : cette vanne 3 voies aura pour objectif d'assurer le maintien en température de l'échangeur en dehors des périodes de puisage, et de limiter la température du primaire chaud du circuit de décharge, afin de limiter les risques d'entartrage en période estivale.

6.4.2 Réchauffage du bouclage sanitaire

Le réchauffage du bouclage sanitaire est réalisé au travers d'un échangeur dédié. Compte tenu de la stabilité des températures et du débit du circuit de bouclage, le mode de régulation est relativement simple avec un circulateur de charge dont le débit est réglé sur le débit de bouclage.



Un limiteur de température (vanne mélangeuse, mitigeur) sera préférablement mis en place sur le primaire du circuit de décharge bouclage afin de limiter les températures élevées du circuit primaire en période estivale.

6.5 Avantages/Inconvénients

Le tableau suivant liste les avantages et inconvénients de cette variante.

| Avantages | Inconvénients |
|--|--|
| Simple à mettre en œuvre si recours à des stations préfabriquées standardisées | Complexe à mettre en œuvre si pas de recours à des stations préfabriquées |
| Production intégrale de l'eau chaude sanitaire | Limitée à des installations de taille réduite compte-tenu de la géométrie des ballons (en général < 4000 litres de stockage), ou recours à des ballons réalisés sur mesure |
| En période estival, le solaire peut réchauffer le volume de stockage appoint | |
| Possibilité de réchauffage solaire du bouclage sanitaire | |

Le point de vigilance majeur est le dimensionnement des stations d'ECS instantanée. En effet ces dernières doivent être spécifiquement conçues pour la valorisation de l'énergie solaire, avec un dimensionnement de l'échangeur adapté, et un pilotage du circulateur spécifique. Des stations préfabriquées existent chez différents fabricants/distributeurs répondant à ces objectifs.

Un second point de vigilance concerne la séparation des fonctions « réchauffage de l'ECS » et « réchauffage du bouclage ». En effet, compte tenu des niveaux de température différents, un des gages de performances et de bon fonctionnement de ces installations est lié à la séparation des circuits.

Annexe 1 : Extrait de la circulaire DGS/SD7A/SD5C-DHOS/E4 n° 2002/243 du 22/04/2002 relative à la prévention du risque lié aux légionelles dans les établissements de santé.

| Dispositif technique concerné | Conception/ Ajout /suppression d'équipement | Entretien / Fréquence | Actions spécifiques relatives à la température de l'eau |
|--|--|---|---|
| Système de production d'eau chaude sanitaire Pour les installations neuves, la production instantanée d'eau chaude sanitaire est la plus appropriée. | | | |
| <i>Mode de production d'eau chaude sanitaire à partir d'un échangeur à plaques</i> | <ul style="list-style-type: none"> - Il est préférable, pour les nouvelles installations, de ne pas installer de ballons de stockage de l'eau chaude produite. Dans ce cas, l'installation devra être dimensionnée afin d'assurer le débit maximum requis. | <ul style="list-style-type: none"> - Contrôle annuel du disconnecteur sur l'alimentation en eau du réseau primaire. - Vérification périodique de l'étanchéité des joints de l'échangeur. - Lutte contre le tartre et la corrosion. La lutte contre l'entartrage nécessitera, dans bien des cas, le recours à des adoucisseurs qui, mal entretenus, peuvent favoriser la prolifération bactérienne. Les conditions d'emploi des résines échangeuses d'ions sont précisées dans les circulaires DGS/PGE/1.D n°1136 du 23 juillet 1985 et n°862 du 27 mai 1987. | <ul style="list-style-type: none"> - Réglage de l'échangeur à plaques de manière à délivrer en permanence une eau à une température supérieure à 50°C en tout point du réseau de distribution. - Il est nécessaire de connaître la qualité de l'eau afin de prendre en compte les risques liés à l'entartrage ou à la corrosion du dispositif de production d'eau chaude sanitaire. |
| <i>Mode de production d'eau chaude sanitaire à partir d'un ballon d'eau chaude (électrique, gaz ou autre)</i> | <ul style="list-style-type: none"> - Ajouter, en cas d'absence d'une vanne, une vanne de purge ¼ de tour au point bas du ballon. - Mettre en place sur l'évacuation des eaux de vidange une rupture de charge par surverse avant le raccordement au réseau d'eaux usées. | <ul style="list-style-type: none"> - Nettoyage, détartrage, et désinfection au moins une fois par an. (la conception du ballon doit prévoir ces opérations : présence de trou d'homme d'au moins 50 cm de diamètre pour les ballons supérieurs à 1000 litres) - Ouverture complète de la vanne de vidange toutes les semaines. | <ul style="list-style-type: none"> - La température de l'eau à la sortie du ballon doit être en permanence supérieure à 55°C. - Élévation quotidienne de la température du ballon au-delà de 60°C. |
| <i>Réservoir de stockage d'eau chaude (peut être préchauffée à partir d'un système de récupération d'énergie)</i> | <ul style="list-style-type: none"> - Le concept de récupération d'énergie doit être réétudié pour prendre en compte le risque lié aux légionelles. - Préférer les dispositifs par échanges thermiques. | <ul style="list-style-type: none"> - Entretien périodique : nettoyage, détartrage, et désinfection au moins une fois par an | <ul style="list-style-type: none"> - Suppression de tous les réservoirs de stockage d'eau préchauffés ou non à une température inférieure à 55°C. Ils favorisent le développement bactérien. |



Annexe 2 : Dimensionnement du vase expansion du volume d'eau technique

1. Choix de la pression de gonflage initial du vase (P_0) :

La pression de gonflage est la pression nécessaire pour combattre la hauteur statique H (m) entre le point le plus haut de l'installation en eau technique (généralement, il s'agit du haut du ballon de stockage, mais dans certaines configurations, par exemple dans le cas où l'appoint est raccordé directement sur le haut du ballon et que l'appoint assure également le chauffage, la hauteur statique est celle de l'installation de chauffage) et l'emplacement du vase. Elle est donnée par la relation suivante :

$$P_0 = \frac{H}{10} + P_{min} - 0.5 \text{ (bar)}$$

Cette valeur de 0,5 bar correspond à la nécessité que, lors du remplissage, une partie du vase soit remplie en fluide.

P_{min} est la pression minimale au point le plus haut de l'installation, généralement prise à 1 bar permettant d'avoir une pression résiduelle suffisante à l'irrigation des circuits.

2. Volume utile du vase d'expansion (V_{ut}) :

Le volume utile est déterminé pour compenser la variation de volume totale de l'eau technique entre 0 et la température maximale de l'eau technique (typiquement 90 à 95°C) :

$$V_{ut} = V_{total} * C_{exp} \text{ (l)}$$

| Température maximale du stockage | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Coefficient expansion : C_{exp} | 0.023 | 0.029 | 0.036 | 0.043 | 0.052 |

Tableau 9 : Coefficient d'expansion de l'eau pour différentes températures

3. Pression de remplissage à froid de l'installation (P_1) :

Lors du remplissage de l'installation (à froid), la pression de remplissage P_1 sera définie de telle sorte que la pression résiduelle en haut du stockage soit égale à P_{min} :

$$P_1 = \frac{H}{10} + P_{min} \text{ (bar)}$$

4. Calcul du facteur de pression du vase :

Le facteur de pression du vase est défini par :

$$F_p = \frac{P_s - P_1}{P_s + 1} \text{ (-)}$$

Où les pressions sont exprimées en pressions relatives.

P_s est la pression finale du vase fixée en général à 0,9 x pression de tarage des soupapes de sécurité (afin que celles-ci ne s'ouvrent pas en fonctionnement normal de l'installation)



5. Volume nominal du vase (Vn) :

$$V_n = V_{ut} / F_p * 1,5$$

$$V_n = \frac{V_{ut}}{F_p} * 1.5(\text{litres})$$

Ce facteur de sécurité de valeur 1,5 correspond à la marge prise pour intégrer :

- La différence entre la pression de gonflage du vase et la pression du fluide au remplissage de l'installation,
- Le vieillissement de la membrane du vase.



Annexe 3 : Calcul des puissances d'échangeur

Cette annexe fournit quelques éléments simplifiés pour calculer les puissances des échangeurs dans le cas de régimes de température différents de ceux fournis dans les documentations techniques des fabricants.

1. Cas des échangeurs immergés

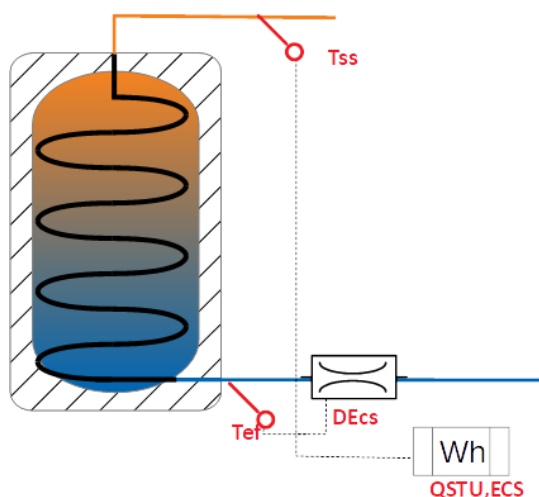


Figure 10 : Ballon avec échangeur ECS immergé

Généralement, les caractéristiques thermiques de l'échangeur de chaleur dans les documentations fabricants sont données au travers :

- De la température du stock T_{stock} (généralement 60°C, 70°C ou 80°C). Le stock est maintenu à température constante grâce à un appoint apportant la puissance suffisante.
- De la température d'eau froide T_{ef} (généralement 10°C)
- De la température d'eau chaude T_{ss} (généralement 45°C)
- D'un débit de puisage ECS constant DE_{cs}

Pour évaluer les performances de cet échangeur dans les conditions mentionnés au paragraphe 2.3.1, il y a lieu de convertir les performances.

Une hypothèse simplificatrice est de considérer que le coefficient de transfert UA de l'échangeur immergé est constant.

$$P = UA DTLM = De_{cs} * CP * (T_{ss} - T_{ef})$$

Dans les conditions « Fabricants », on a donc :

$$P_{FAB} = UA DTLM_{FAB} = De_{cs_{FAB}} * CP * (T_{ss_{FAB}} - T_{ef_{FAB}})$$

Dans les conditions « SOCOL » du paragraphe 2.3.1, on a donc :

$$P_{SOCOL} = UA DTLM_{SOCOL} = Decs_{SOCOL} * CP * (T_{SS_{SOCOL}} - T_{ef_{SOCOL}})$$

Avec l'hypothèse simplificatrice du coefficient UA constant, on a :

$$P_{SOCOL} = \frac{P_{FAB}}{DTLM_{FAB}} DTLM_{SOCOL}$$

Soit

$$Decs_{SOCOL} = Decs_{FAB} \frac{(T_{SS_{FAB}} - T_{ef_{FAB}})}{(T_{SS_{SOCOL}} - T_{ef_{SOCOL}})} \frac{DTLM_{SOCOL}}{DTLM_{FAB}}$$

Avec

$$DTLM_{FAB} = \frac{((T_{stock_{FAB}} - T_{SS_{FAB}}) - (T_{stock_{FAB}} - T_{ef_{FAB}}))}{Ln\left(\frac{T_{stock_{FAB}} - T_{SS_{FAB}}}{T_{stock_{FAB}} - T_{ef_{FAB}}}\right)}$$

Et

$$DTLM_{SOCOL} = \frac{((T_{stock_{SOCOL}} - T_{SS_{SOCOL}}) - (T_{stock_{SOCOL}} - T_{ef_{SOCOL}}))}{Ln\left(\frac{T_{stock_{SOCOL}} - T_{SS_{SOCOL}}}{T_{stock_{SOCOL}} - T_{ef_{SOCOL}}}\right)}$$

Dans le cas particulier où les températures Tef (10°C) et Tss (45°C) sont identiques, mais que seule la température Tstock est différente, on a les formules simplifiées suivantes :

- Avec Tstock_{FAB}=60°C $Decs_{SOCOL} = 0.57 Decs_{FAB}$
- Avec Tstock_{FAB}=70°C $Decs_{SOCOL} = 0.42 Decs_{FAB}$
- Avec Tstock_{FAB}=80°C $Decs_{SOCOL} = 0.33 Decs_{FAB}$

En réalité, ces coefficients sont encore plus pénalisants, car du fait du débit plus faible, le coefficient UA de l'échangeur est lui-aussi plus faible, mais cela permet, faute de données suffisantes, d'avoir une première approximation.



2. Cas des échangeurs à plaques des stations de production d'ECS

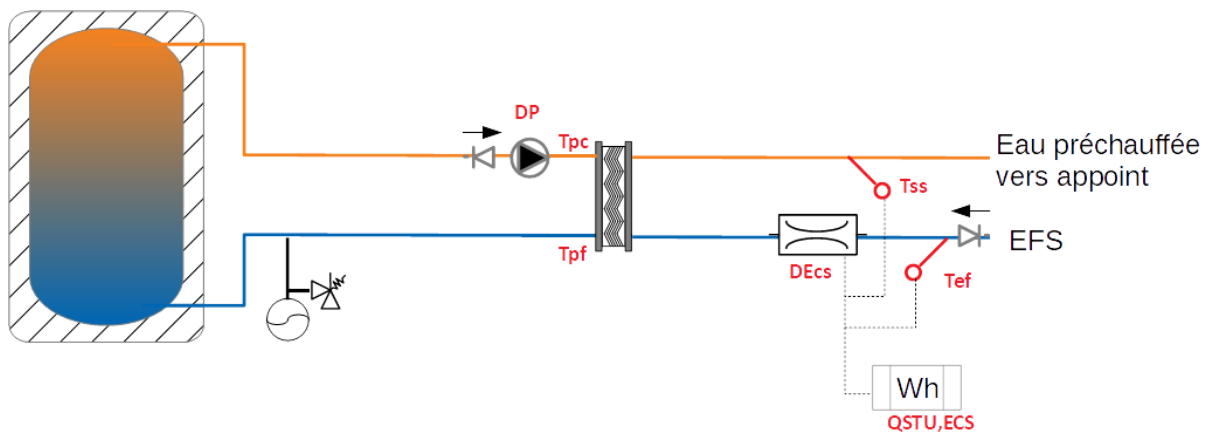


Figure 11 : Ballon avec production d'ECS par échangeur à plaques

Généralement, les caractéristiques thermiques des stations de production d'ECS dans les documentations fabricants sont données au travers :

- De la température du fluide primaire chaud T_{pc} (généralement 90°C, 80°C ou 70°C).
- D'un débit de fluide primaire chaud D_{pc}
- De la température d'eau froide T_{ef} (généralement 10°C)
- De la température d'eau chaude T_{ss} (généralement 55°C)
- D'un débit de puisage ECS constant D_{Ecs}

Pour évaluer les performances de cet échangeur dans les conditions mentionnées au paragraphe **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**, il y a lieu de convertir les performances.

Une hypothèse simplificatrice est de considérer que le coefficient de transfert UA de l'échangeur immergé est constant.

$$P = UA DTLM = D_{ecs} * CP * (T_{ss} - T_{ef}) = D_{pc} * CP * (T_{pc} - T_{pf})$$

Dans les conditions « Fabricants », on a donc :

$$P_{FAB} = UA DTLM_{FAB} = D_{ecs_{FAB}} * CP * (T_{ss_{FAB}} - T_{ef_{FAB}}) = D_{pc_{FAB}} * CP * (T_{pc_{FAB}} - T_{pf_{FAB}})$$

Dans les conditions « SOCOL » du paragraphe 2.3.1, on a donc :

$$P_{SOCOL} = UA DTLM_{SOCOL} = D_{ecs_{SOCOL}} * CP * (T_{ss_{SOCOL}} - T_{ef_{SOCOL}}) = D_{pc_{SOCOL}} * CP * (T_{pc_{SOCOL}} - T_{pf_{SOCOL}})$$

Avec l'hypothèse simplificatrice du coefficient UA constant, et en supposant que $D_{pc_{SOCOL}} = D_{pc_{FAB}}$ on a :

$$P_{SOCOL} = \frac{P_{FAB}}{DTLM_{FAB}} DTLM_{SOCOL}$$

Soit

$$D_{ecs_{SOCOL}} = D_{ecs_{FAB}} \frac{(T_{ss_{FAB}} - T_{ef_{FAB}})}{(T_{ss_{SOCOL}} - T_{ef_{SOCOL}})} \frac{DTLM_{SOCOL}}{DTLM_{FAB}}$$



Avec

$$DTLM_{FAB} = \frac{((T_{pc_{FAB}} - T_{ss_{FAB}}) - (T_{pf_{FAB}} - T_{ef_{FAB}}))}{Ln\left(\frac{T_{pc_{FAB}} - T_{ss_{FAB}}}{T_{pf_{FAB}} - T_{ef_{FAB}}}\right)}$$

Et

$$DTLM_{SOCOL} = \frac{((T_{pc_{SOCOL}} - T_{ss_{SOCOL}}) - (T_{pf_{SOCOL}} - T_{ef_{SOCOL}}))}{Ln\left(\frac{T_{pc_{SOCOL}} - T_{ss_{SOCOL}}}{T_{pf_{SOCOL}} - T_{ef_{SOCOL}}}\right)}$$

Un calcul itératif, par exemple sur $T_{pf_{SOCOL}}$, est nécessaire pour accéder aux résultats.

Une solution de calcul direct peut être obtenue en remplaçant le DTLM par la différence de température arithmétique, mais peut conduire à des erreurs significatives en fonction des niveaux de température.

Pour exemple, nous donnons ci-après les résultats obtenus pour une station ECS spécifique. Dans les données « Fabricants », nous avons :

$T_{pc_{FAB}}=90^{\circ}\text{C}$

$T_{ef_{FAB}}=10^{\circ}\text{C}$

$T_{ss_{FAB}}=55^{\circ}\text{C}$

$P_{FAB}=45 \text{ kW}$

$D_{p_{FAB}}=1.1 \text{ m}^3/\text{h}$

Dans ces conditions, nous pouvons calculer :

$Decs_{FAB}=0.86 \text{ m}^3/\text{h}$

$UA=1134 \text{ W}/^{\circ}\text{C}$

Transposé avec les conditions SOCOL ($T_{ef}=10^{\circ}\text{C}$, $T_{ss}=45^{\circ}\text{C}$, $T_{pc}=50^{\circ}\text{C}$ et $D_p=1.1 \text{ m}^3/\text{h}$), nous obtenons :

$P_{SOCOL} = 15 \text{ kW}$ (divisé par 3 par rapport aux données « Fabricants »)

$Decs_{SOCOL}= 0.37 \text{ m}^3/\text{h}$ (divisé par 2.3 par rapport aux données « Fabricants »)

$T_{pf_{SOCOL}}= 38.1^{\circ}\text{C}$

Outre la puissance et le débit ECS qui sont significativement réduits, la température du fluide primaire froid est relativement élevée, ce qui contribue à réduire les performances de l'installation solaire.



Bibliographie

- [1] Circulaire DGS/SD7A/SD5C-DHOS/E4 no 2002-243 du 22 avril 2002 relative à la prévention du risque lié aux légionelles dans les établissements de santé
- [2] Circulaire DGS/SD7A/DHOS/E4/DGAS/SD2 no 2005-493 du 28 octobre 2005 relative à la prévention du risque lié aux légionelles dans les établissements sociaux et médico-sociaux d'hébergement pour personnes âgées
- [3] ADEME – Guide technique : Les besoins d'eau chaude sanitaire en habitat individuel et collectif - juillet 2016 - 26 p. - Réf. 8809 – (<https://www.ademe.fr/besoins-deau-chaude-sanitaire-habitat-individuel-collectif>)
- [4] Recommandations 02-2004 Eau Chaude Sanitaire – AICVF
- [5] Le besoin d'eau chaude sanitaire dans les établissements de santé - – CEGIBAT – Mis à jour le 22 avril 2020 - <https://cegibat.grdf.fr/dossier-techniques/performance-equipements/besoin-eau-chaude-sanitaire-etablissements-sante>
- [6] NF DTU 60.11 - Règles de calcul des installations de plomberie sanitaire et d'eaux pluviales - Partie 1-1 : réseaux d'alimentation d'eau froide et chaude sanitaire - Août 2013
- [7] Schémathèque SOCOL Bibliothèque de schémas de principe pour l'eau chaude solaire collective performante et durable – Disponible sur <https://www.solaire-collectif.fr/fr/les-outils.htm>
- [8] La technique auto-vidangeable en collectif : avantages et contraintes – Disponible sur <https://www.solaire-collectif.fr/fr/les-outils.htm>
- [9] Le vase d'expansion d'une installation solaire thermique collective – Disponible sur <https://www.solaire-collectif.fr/fr/les-outils.htm>
- [10] Projet Legiosol : Intégration du solaire thermique dans le secteur médico-social : analyses et préconisations – TECSOL, COSTIC, CSTB, EDF. Projet soutenu par l'ADEME. Rapport final – 82 pages - 2019
- [11] Prévention de la légionellose : les obligations par type d'installation et d'établissement : <https://solidarites-sante.gouv.fr/soins-et-maladies/maladies/maladies-infectieuses/article/prevention-de-la-legionellose-les-obligations-par-type-d-installation-et-d>
- [12] Traitement du bouclage dans les installations de chaleur solaire collective – Prendre en compte et intégrer la boucle d'eau chaude sanitaire – SOCOL – Edition 2020 – 25 pages – https://www.solaire-collectif.fr/photo/img/2020//Bouclage/200127_bouclage_2020-VF.pdf
- [13] Evolution des besoins d'ECS en résidentiel – CEGIBAT – Mis à jour le 8 janvier 2020 - <https://cegibat.grdf.fr/dossier-techniques/performance-equipements/evolution-des-besoins-d-ecs-en-residentiel>

