

Bibliothèque de schémas de principe

Pour l'eau chaude solaire collective
performante et durable



A. Systèmes "sous pression" et "autovidangeable"	3
Système sous pression	5
Système autovidangeable (aussi appelé gravitaire ou drain back)	7
B. Schémas Fonds Chaleur ADEME	11
Les CESC	13
1) CESC 1 – Un ballon solaire ECS - échangeur immergé	15
2) CESC 2 – Plusieurs ballons solaires ECS – échangeurs immergés	17
3) CESC 3 – Plusieurs ballons solaires ECS – échangeur externe	19
4) CESC 4 – Ballon de stockage d'ECS solaire bivalent	23
Les configurations en Eau Technique	25
1) ET 1 – un ou plusieurs ballon(s) solaire(s) en Eau Technique - échangeur immergé	27
2) ET 2 – un ou plusieurs ballon(s) solaire(s) en Eau Technique - échangeur externe	31
C. Schémas à proscrire	33
1) NON-CESC-a – ballon en ECS - arrivée d'eau froide sans précaution	35
2) NON-CESC-b – Retour de la boucle sur l'échangeur solaire	37
3) NON-CESC-c – Appoint intégré - échangeur trop proche de l'échangeur solaire	39
4) NON-ET-a – Stockage en eau technique - Appoint sur déstockage solaire	41
D. Schémas hors Fonds Chaleur : innovations et nouveaux procédés	42
Les schémas avec appoint individualisés	45
1) NEW - CESC I	47
2) NEW - CESC AI	49
Les CESC	51
1) NEW - CESC - a	53
2) NEW - ET - a	57
Les SSC	59
1) NEW - SSC - a	61
Les technologies "solaire et pompe à chaleur" (PAC solaire)	63
1) NEW - CEPS - a	67
2) NEW - CEPS - b	69
3) NEW - CEPS - c	71
4) NEW - CEPS - d	73
E. Les bonnes pratiques	74
F. Outils de dimensionnement et logiciels de simulation	75
G. Le suivi des installations	77
H. Liens et adresses utiles	79
Conclusion	80

Introduction

Des milliers d'installations de chaleur solaire collective fonctionnent pleinement en France et dans le monde, garantissant à la fois durabilité, performance et fiabilité aux maîtres d'ouvrage satisfaits. Cependant, la filière se voit aujourd'hui confrontée à une baisse de confiance et à la nécessité de redorer son image, ayant notamment souffert de l'apparition de "contre-références" ne répondant pas aux attentes des maîtres d'ouvrages en matière de performance, avec un effet négatif sur la perception globale de la chaleur solaire collective.

Les causes de ces dysfonctionnements sont aujourd'hui clairement identifiées et SOCOL a développé une série d'outils et de solutions permettant de s'assurer de la qualité et de la fiabilité des installations pour toute la vie de l'ouvrage : conception et dimensionnement adéquats par un bureau d'études RGE Etudes, mise en œuvre par un professionnel qualifié (Qualisol Collectif), mise en place d'un suivi adapté, exploitant impliqué en amont et formé, mise en place d'une démarche de commissionnement qui va jusqu'à une mise en service dynamique documentée...

Les erreurs de conception, surdimensionnements (souvent dus à l'utilisation de ratios de dimensionnement non appropriés au solaire thermique collectif - voir la fiche SOCOL : Ratios des besoins en eau chaude sanitaire pour le dimensionnement des installations en solaire thermique collectif), mauvaises régulations, mises en œuvre incorrectes, absence de suivi, maintenance inadaptée... peuvent toutes être évitées.

Le transfert et le stockage des calories solaires sont en général bien conçus, cependant leur transfert au circuit secondaire est souvent négligé, d'où la nécessité de faire le point sur ces schémas de décharge et d'utilisation de ces calories solaires.

En outre, des dérives importantes de coût entre le prix du matériel solaire et son coût « posé installé » sont régulièrement constatées. Une partie de ces surcoûts est liée à l'existence de schémas inutilement complexes qui rendent délicates les opérations de maintenance et la compréhension des dysfonctionnements.

Face à ces constats, l'ADEME et les professionnels du solaire réunis au sein de la plateforme SOCOL ont élaboré la première version de ce document support en 2013, regroupant un certain nombre de schémas d'installations solaires considérés comme "de base". La version révisée de 2016 cherche à affiner certains schémas et en intègre de nouveaux (série "NEW").

Les schémas sont classés par nature et accompagnés de commentaires visant à rappeler les bonnes pratiques de conception. En ouverture de la schémathèque (schémas du groupe A), sont rappelés les deux différents systèmes de fonctionnement au primaire, à savoir "sous pression" et "autovidangeable". Une fiche spécifique dédiée à l'autovidangeable est en outre disponible sur le site SOCOL (page "Les outils").

Cette "bibliothèque de schémas" ne se veut pas exhaustive et reprend des « schémas de principe » généraux, détaillant les points importants et notamment le transfert des calories solaires à l'eau sanitaire. Ce ne sont pas des schémas d'exécution ni des documents fabricants. Un chapitre est consacré à un certain nombre de schémas "à proscrire" ou "à éviter", qui soulignent les erreurs parfois constatées.

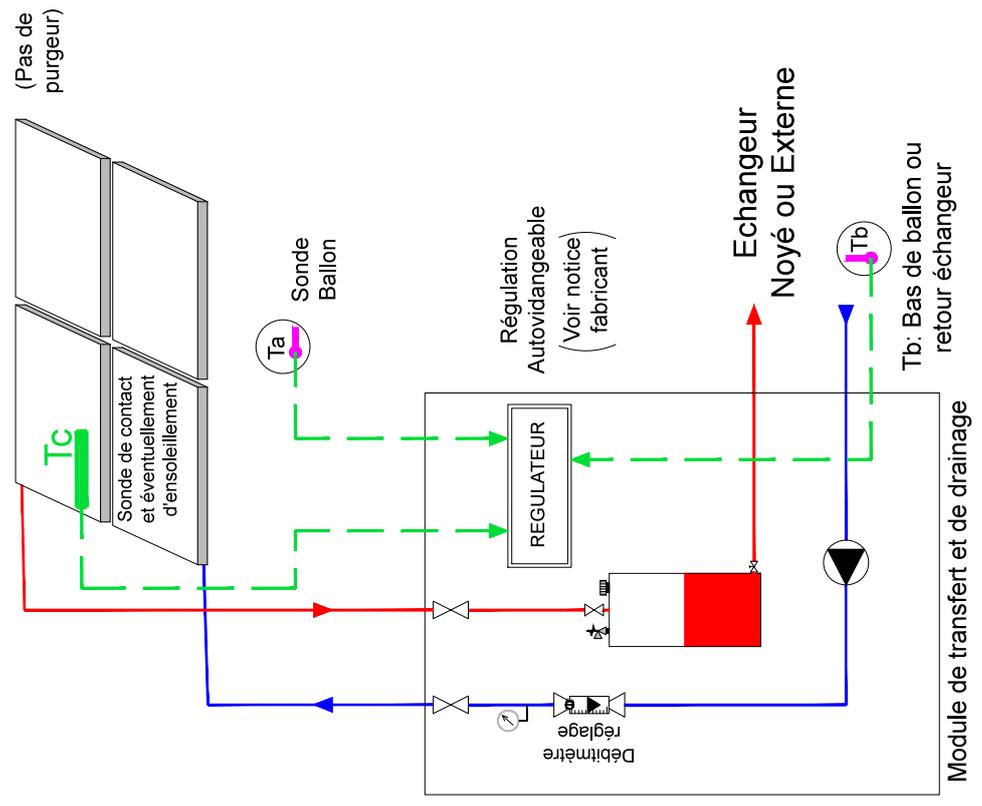
En conclusion de ce recueil, un accent particulier est porté sur l'importance du respect des bonnes pratiques.

A. Systèmes "sous pression" et "autovidangeable"

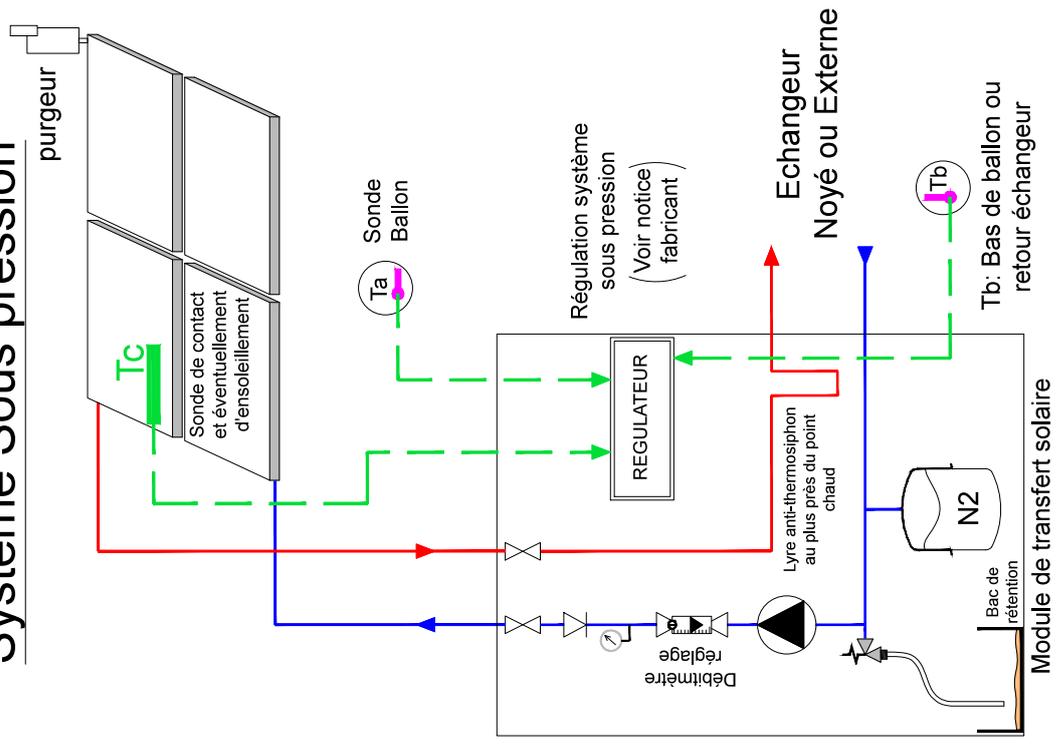
Référence		Groupe de schéma		No. d'article/Référence	
Dessiné par	Vérifié par	Approuvé par - date	A		
JC	FG	18/05/2015			
					
Systèmes solaires collectifs autovidangeable / sous pression					

	Purgeur		Vanne normalement ouverte
	Clapet Anti-retour		Vanne normalement fermée
	Circulateur		Vase d'expansion
	Sonde T° Capteur ou ensoleillement		Tb Sonde T° bas de ballon ou retour échangeur
	Ta Sonde T° Haut de ballon		

Système Autovidangeable



Système Sous pression



Système sous pression

Applications

Ce type de système représente la majorité des installations réalisées actuellement. Il n'y a pas de prescription particulière, et il peut être adapté à tout type d'installations où la consommation est régulière et continue.

Remarques générales

Dans ce type de configuration, le circuit est rempli de liquide/fluide caloporteur. Le système est mis sous pression pour éviter d'atteindre la température de vaporisation du liquide. Les efforts liés à la dilatation du liquide sont compensés par un vase d'expansion soigneusement dimensionné pour absorber les montées en températures liées au solaire.

La pompe du circuit solaire n'est activée que lorsque la température du fluide caloporteur à l'intérieur des panneaux est plus élevée que celle de l'eau contenue dans les ballons d'accumulation. Toutefois celle-ci peut parfois continuer à tourner de « nuit » pour évacuer les calories excédentaires. Cet usage doit cependant rester exceptionnel.

La circulation sous pression implique la présence nécessaire de divers éléments assurant notamment la sécurité et l'équilibrage de l'installation : purgeurs d'air, vannes d'isolement et d'équilibrage des batteries de capteurs, clapet anti-retour, piquage de vidange en aval de la pompe ...

Composition du module de transfert solaire

- circulateur(s)
- régulation adaptée (peut se limiter à 2 sondes pour les petits systèmes).
- soupape de sécurité
- vase d'expansion
- organe(s) de remplissage et de vidange
- organe(s) de réglage et de mesure du débit

Points forts

1. Le tuyautage entre les capteurs et l'échangeur peut se faire comme en chauffage, sans contrainte de niveau.
2. La régulation différentielle est simple.
3. Technologie courante

Précautions et attentions particulières

Quand les ballons d'accumulation ont atteint leur capacité de stockage de calories ou en cas d'incident (coupure de courant ou situation de défaillance), une surchauffe est possible. La régulation doit prévoir ces situations (dispositif de recirculation nocturne).

Le vase d'expansion peut être soumis à de fortes variations de températures et de pression (risque d'usure prématurée de la membrane). Dimensionnement à ne pas sous-estimer pour absorber la dilation du fluide.

En cas de surpression, prévoir de récupérer le liquide/fluide via la soupape de sécurité et le réinjecter dans le circuit. Présence d'un bac de rétention nécessaire et action de purge du circuit obligatoire par un opérateur sur place.

- **Le ou les clapets anti-retours montés sur les installations en pression permettent d'empêcher une circulation parasite (thermosiphon) du fluide caloporteur.**

Remarques particulières

Important : *l'emplacement des sondes doit se référer aux notices des fabricants de capteurs et aux notices de fabricants pour les systèmes livrés en kit ou selon les prescriptions du BE si celui-ci a déterminé le type de régulation.*

Les systèmes d'évitement de surchauffes doivent être particulièrement adaptés au contexte de fonctionnement et au dimensionnement de l'installation (taux de couverture solaire moyen mensuel lors du mois le plus favorisé (dit "mois de pointe"), ne devant pas dépasser 85%, absence éventuelle d'utilisation des calories, profil de tirage).

il est possible de prévoir des systèmes de refroidissement ou aérothermes en cas d'usage fortement intermittent des calories solaires.

Instrumentation et suivi

Pour rappel, l'instrumentation et le suivi de chaque installation est indispensable pour :

- assurer le bon fonctionnement sur toute leur durée de vie (outil utile pour l'exploitant),
- fournir au maître d'ouvrage et aux financeurs des informations objectives sur les performances.

Système autovidangeable (aussi appelé gravitaire ou drain back)

Applications

Cette technique est née en Europe du Nord, où elle s'est développée à l'origine car elle permettait de se passer d'antigel. En France, elle se développe de manière croissante ces dernières années, dans le but de mieux gérer la surchauffe dans les capteurs. Elle est adaptée à tout type d'installations, particulièrement conseillée lorsque l'installation est à usage intermittent.

Remarques générales

Le circuit primaire contient un liquide caloporteur (eau glycolée ou eau). Ce circuit est sans pression et étanche à l'air.

- au repos, le fluide caloporteur est dans la partie inférieure de l'installation et les capteurs solaires ne contiennent que de l'air ;
- au démarrage de l'installation, le système de transfert (pompe de circulation) envoie le fluide caloporteur dans la partie haute de l'installation. Le volume d'air contenu dans les capteurs (et dans les tuyauteries hautes) est chassé par le fluide arrivant vers la partie supérieure de l'installation. Cet air est recueilli dans un réservoir de récupération (un ballon tampon équivalent à un vase d'expansion sans membrane), qui va recevoir et isoler l'air du circuit. Après cette phase d'amorçage de quelques minutes, le système, alors entièrement en fluide dans sa partie opérationnelle, collecte l'énergie solaire pour la transmettre aux systèmes de stockage et de distribution.
- lorsqu'il n'y a plus d'énergie solaire récupérable (plus d'échange significatif au niveau de l'échangeur), la pompe primaire s'arrête. Par la simple gravité, le liquide caloporteur, jusque là maintenu en circulation en partie haute par la pression dynamique de la pompe, redescend en partie basse : l'air remonte dans les capteurs.

Composition du module de transfert solaire

- circulateur(s)
- régulation adaptée (peut se limiter à 2 sondes pour les petits systèmes)
- soupape de sécurité
- organe(s) de remplissage et de vidange
- organe(s) de réglage et de mesure du débit

Points forts

1. L'autovidangeable simplifie la maintenance préventive :

- Le vase d'expansion:

- L'autovidangeable permet la suppression de cet organe et sa maintenance associée.

- Le purgeur en point haut (ou séparateur d'air en ligne sur le réseau)

- La technique autovidangeable ne nécessite pas la mise en place de purgeurs.

- Les clapets anti-retours:

- Une installation autovidangeable ne requiert pas l'emploi de clapets anti-retour.

- La pression du système:

- L'absence de pression limite l'éventualité de fuites.

2. L'autovidangeable simplifie la maintenance curative :

- Le circuit, à l'arrêt, est hors pression, ainsi :
 - une intervention en partie haute de l'installation ne requiert pas la nécessité d'une vidange ou d'une mise hors pression.
 - une intervention en partie basse de l'installation ne requiert pas la nécessité d'une vidange totale de l'installation: un simple isolement du circuit considéré est souvent suffisant pour intervenir.
- Si une vidange de l'installation est nécessaire en maintenance, la remise en fluide se fait le plus souvent «par gravité» sans emploi de pompe ni de protocole de purge.

3. L'autovidangeable permet une maîtrise simple des excédents d'énergie :

- lorsque il n'y a plus d'apport solaire récupérable, le fluide caloporteur redescend par gravité : il reste alors au maximum 5% de reliquat de fluide dans les capteurs, donc sujet à vaporisation éventuelle.
- le système limite la détérioration de l'eau glycolée (polymérisation, etc..).
- on peut se passer de systèmes de refroidissement ou aérothermes

Précautions et attentions particulières

- précautions spécifiques au niveau de la tuyauterie (assurance d'une vidange complète) :
 - pente de 1 à 2% conseillée voire nécessaire (selon fabricant) entre les capteurs et le réservoir « liquide/air », surtout si le circuit est rempli en eau ;
 - niveau bas des capteurs situé au-dessus du point haut du réservoir ;
 - absence de point bas et de siphon entre les capteurs et le réservoir.
- réservoir de vidange devant être soit « associé » à l'ensemble pompe régulation (donc situé dans la chaufferie), soit « dissocié » et placé entre capteurs et chaufferie (dans la colonne ou sous les capteurs en terrasse) : le positionnement du réservoir est étroitement lié au choix de la pompe, sa position et sa régulation, pour assurer un bon fonctionnement et éviter tout risque de cavitation (voir notice fabricant ou conception BET spécialisé) ;
- système devant être étanche à l'eau et si possible un maximum étanche à l'air (étanchéité parfaite et totale à l'air complexe dans le temps). Utilisation de raccords coniques métalliques conseillée, soudage parfois recommandé par certains fabricants ;
- choisir des capteurs vidangeables, les batteries de capteurs devant être pleinement vidangeables, les capteurs eux-mêmes et les raccords inter-capteurs ne devant autoriser aucune rétention éventuelle de poche de fluide dans leur hydraulique interne à l'arrêt de la pompe (surtout si l'eau est utilisée comme fluide caloporteur).
- Toujours utiliser des joints spécifiques à l'autovidangeable.(qui supportent l'alternance sec/humide).

NB : on peut obtenir une amélioration des performances en cas de remplacement du fluide (glycolé) par de l'eau **MAIS ATTENTION** au risque de gel : mettre en œuvre uniquement si assurance d'une parfaite vidangeabilité de toutes les batteries de capteurs solaires.

Remarques particulières

Spécificités à la conception

Comme en système sous pression, le circuit primaire auto-vidangeable peut être relié au(x) ballon(s) solaire(s) par un échangeur noyé ou externe. Les schémas types représentés dans cette schémathèque sont identiques dans les deux techniques (seul le primaire diffère).

Le procédé auto-vidangeable peut réclamer une régulation spécifique distinguant les phases d'amorçage (chasse de l'air) et les phases de fonctionnement : voir notices fabricants ou indications conception BET spécialisé. Le dimensionnement général de l'installation (surface de capteurs, volume de stockage, échangeur, canalisations...) s'effectue strictement à l'identique des installations sous pression. Dans certains cas, il est cependant possible de réduire le rapport « volume de stockage d'eau / m² de capteur » sans risque de surchauffe, notamment quand on manque de place en chaufferie.

Le dimensionnement du réservoir de récupération du fluide est lié à la capacité des capteurs majorée du volume de dilatation (sécurité : volume capteurs + 50%).

Spécificités à la mise en œuvre

L'emplacement des sondes doit se référer aux notices des fabricants (des capteurs et systèmes livrés en kit) ou selon les prescriptions du BE si celui-ci a déterminé le type de régulation.

Le système (surtout les batteries de capteurs solaires) doit pouvoir se vidanger gravitairement dès que la pompe s'arrête.

Le système fonctionnant à pression atmosphérique ou en légère surpression, le risque de fuite hydraulique est plus faible. Il est cependant important de garantir une étanchéité à l'air sous peine d'oxyder le fluide quand il est utilisé. Se référer à la fiche SOCOL sur la technique autovidangeable.

Instrumentation et suivi

Il n'y a pas de différence d'instrumentation entre un système autovidangeable et un système sous pression.

B. Schémas Fonds Chaleur ADEME

Ces 6 schémas ont été sélectionnés par l'ADEME dans la schémathèque SOCOL comme ceux devant être utilisés pour les projets éligibles au Fonds Chaleur.

I. Les CESC

Parmi ces 6 schémas, 4 sont à stockage d'eau sanitaire (CESC1, CESC2, CESC3 et CESC4). Ceci signifie que ces ballons contiennent parfois de l'eau à moins de 50° C et sont considérés, vis-à-vis de la réglementation légionnelle, comme des ballons de préchauffage d'eau chaude sanitaire.

Pour rappel, la réglementation légionnelle en vigueur porte sur :

- le stockage avant distribution
- le réseau de distribution et de bouclage

L'arrêté du 30 novembre 2005 complété par une circulaire en date du 03 avril 2007 précisent les exigences pour le cas de production d'eau chaude sanitaire solaire avec ballon de stockage:

- *Les prescriptions liées à la légionellose sont valables sur l'équipement complémentaire aux ballons de préchauffage (donc sur l'appoint et non sur le générateur solaire)*
- *Lorsque le volume total de stockage de l'ECS (stockage solaire + appoint) est supérieur ou égal à 400 litres, la température de l'eau au point de mise en distribution doit être en permanence à 55 °C ou portée à une température suffisante au moins une fois par 24 heures (le niveau de température en fonction de la durée de l'exposition est précisé dans l'annexe de l'arrêté).*
- *Lorsque le volume entre le point de mise en distribution et le point de puisage le plus éloigné est supérieur à 3 litres, la température de l'eau en circulation doit être au minimum de 50 °C en tout point du système de distribution.*

D'où la nécessité de prévoir une boucle sanitaire (ou un traçage dans le cas d'un appoint électrique) dans la quasi-totalité des cas en distribution d'eau sanitaire collective (se référer à la réglementation en vigueur).

II. Les configurations en Eau Technique (ET1 et ET2)

Ce type de configuration est une application qui évite tout stockage (même provisoire) d'eau chaude sanitaire à température inférieure à 50° C. Les calories solaires ne sont plus stockées dans un ballon d'eau sanitaire, mais dans un ballon intermédiaire d'eau de chauffage en « eau technique ». On retrouve également souvent l'appellation "eau morte" pour déterminer ce type de configuration (*NB* : chez certains fabricants, on peut parfois rencontrer le terme "stockage *au primaire*" en référence à l'eau technique : à ne pas confondre avec le circuit primaire des installations en solaire thermique, c'est-à-dire le circuit du fluide caloporteur, entre les capteurs et l'échangeur destiné à chauffer l'eau).

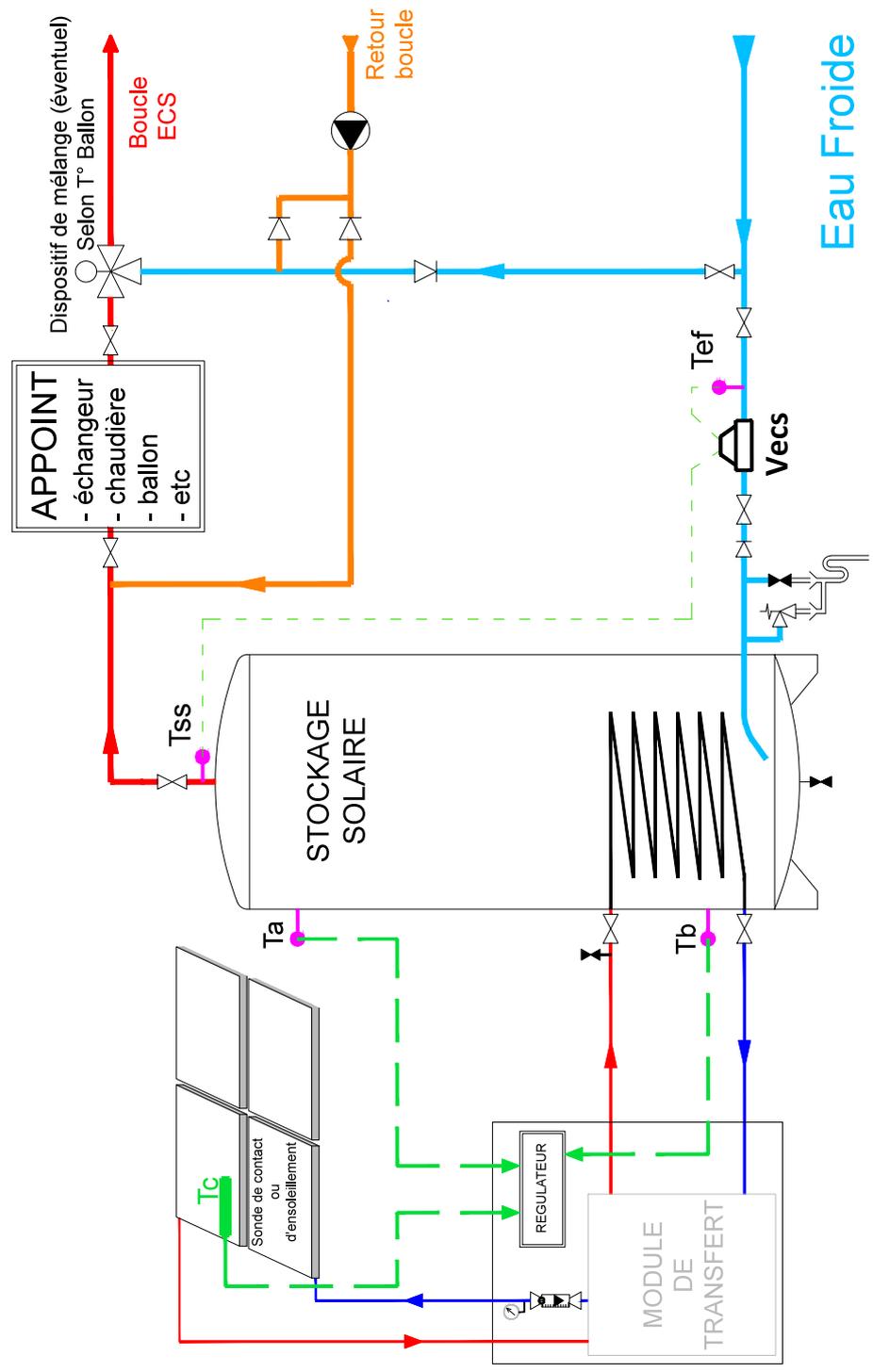
Dans les configurations en eau technique, les calories des ballons sont retransmises à l'eau sanitaire au travers d'un échangeur.

Ce type de configuration est principalement adapté aux maitres d'ouvrage qui ne souhaitent pas stocker de l'eau sous forme sanitaire et choisissent le transfert instantané ou semi instantané, notamment les établissements de santé, les installations sportives ou les hôtels.

Les CESC

Référence		Vérouillé par - date		Groupe de schéma		No. d'article/Référence	
Dessiné par JC		FG		B		Date 18/05/2015	
		1 Ballon solaire en ECS Echangeur immergé					
No. d'article/Référence: CESC 1							

	Purgeur		Mitigeur thermostatique
	Clapet Anti-retour		Vanne normalement ouverte
	Circulateur		Soupape de sécurité
	Robinet de réglage		Débitmètre ou Compteurs Energie
	Sonde de T°		Tef: T° Eau froide
	Vecs: Volume Eau Chaude Solaire		Tbf: T° retour boucle
			Tss: T° Sortie Solaire



1) CESC 1 – Un ballon solaire ECS - échangeur immergé

Applications

Ce type de configuration est une application de base, c'est la plus simple.

Remarques générales

L'énergie solaire est cédée par un échangeur de chaleur immergé, interne au ballon solaire de préchauffage d'eau sanitaire et installé en partie basse de ballon, afin d'optimiser le transfert de calories et le rendement des capteurs : la récupération d'énergie solaire fonctionne de façon optimum sur l'eau la plus froide. Les calories se stratifient naturellement dans le ballon au fur et à mesure de la chauffe et de l'apport d'eau froide ; **à condition** que le flux d'eau sanitaire se fasse à faible vitesse. L'appoint (ballon / échangeur instantané) est positionné **en aval** du solaire pour compléter l'apport calorifique si nécessaire.

Remarques particulières / précautions

Important : *l'emplacement des sondes de T° doit se référer aux notices des fabricants des capteurs / des systèmes livrés en kit aux prescriptions du BE si celui-ci a déterminé le type de régulation ; en général démarrage et arrêt de la pompe solaire sur simple différentiel de T° capteur-ballon – éventuellement avec variation du débit en fonction de l'écart de T° .*

La boucle sanitaire revient bien en amont de l'appoint et non pas sur le ballon solaire.

Instrumentation souhaitable

- un compteur d'énergie solaire utile, entre l'entrée et la sortie du stockage solaire
- un compteur totalisateur de la consommation d'eau chaude (qui peut être le débitmètre du compteur d'énergie solaire utile)

Nota : ces mesures peuvent être faite par un compteur d'énergie intégré ou à l'aide d'un débitmètre et de sondes de température. Dans ce cas les intégrations « consommation » et « énergie produite » sont faites par un calculateur indépendant.

Divers

Ce schéma est courant lorsqu'il y a un seul ballon de stockage, mais il est bien entendu possible de réaliser des installations avec un seul ballon et un échangeur à plaques externe sur le principe du schéma CESC 3 proposé avec plusieurs ballons solaires.

Voici quelques éléments permettant d'orienter son choix. Pour les arguments concernant les échangeurs externes, voir les commentaires accompagnant le schéma CESC 3.

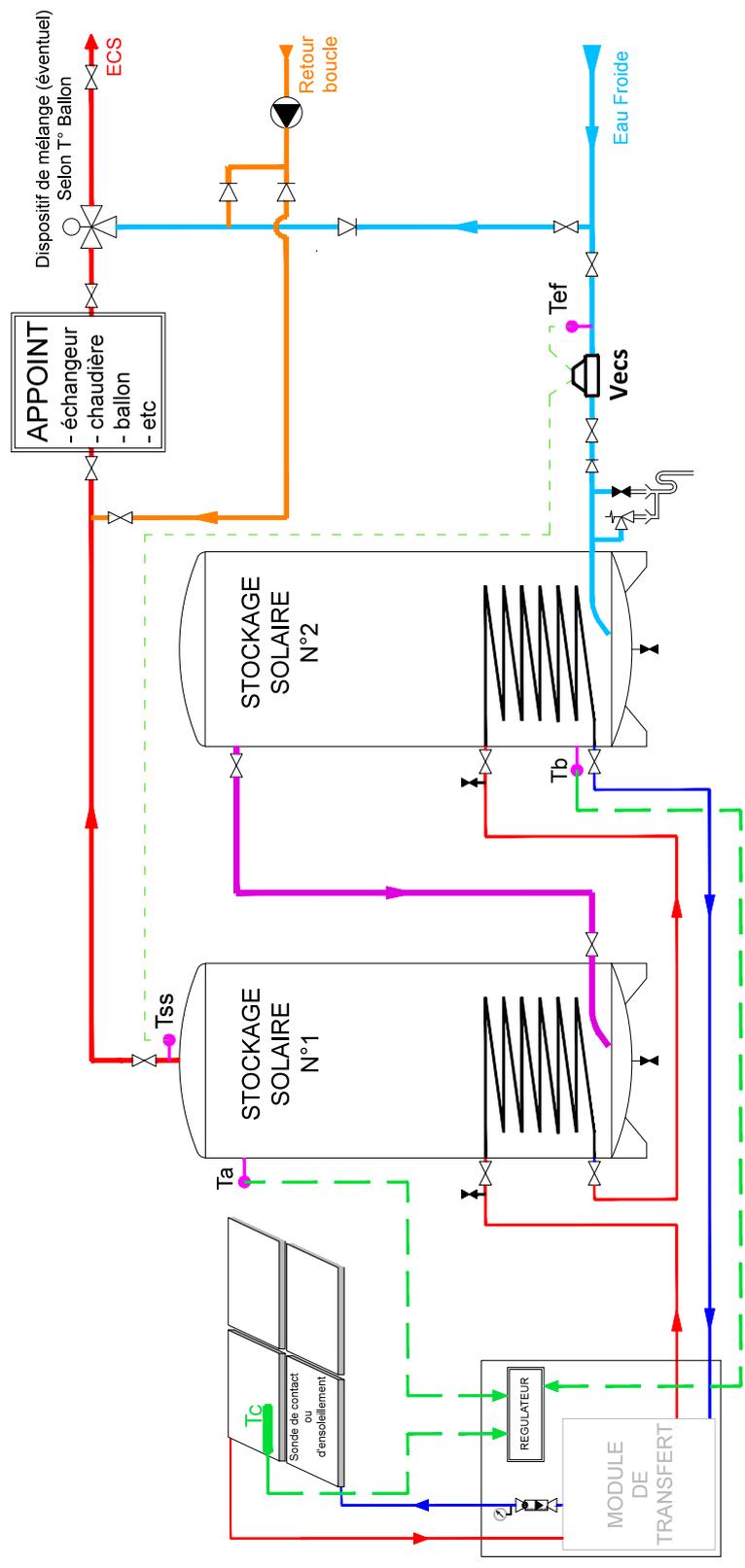
Echangeurs immergés/noyés	
Avantages	Précautions et attentions particulières
Pas de déperditions externes	Difficultés de maintenance accrue si échangeur non extractible
Une seule pompe – régulation très simple	Limite de puissance de certains échangeurs immergés (à étudier attentivement)

Plusieurs ballons solaire en ECS

Echangeur immergé



	Purgeur		Mitigeur thermostatique
	Clapet Anti-retour		Vanne normalement ouverte
	Circulateur		Vanne normalement fermée
	Robinet de réglage		Vanne 3 voies motorisée
	Sonde de T°		Vase d'expansion
	Tef: T° Eau froide		Tbf: T° retour boucle
	Vecs: Volume Eau Chaude Solaire		Tss: T° Sortie Solaire



2) CESC 2 – Plusieurs ballons solaires ECS – échangeurs immergés

Applications

Ce type de configuration est une des options (avec CESC 3) dès lors qu'il est nécessaire d'avoir plus d'un ballon solaire en ECS.

Il faut cependant restreindre au possible le nombre de ballons afin de limiter les pertes thermiques.

Remarques générales

Sur ce type de configuration, les ballons sont montés en série. Les échangeurs immergés fonctionnent à contre-courant de l'arrivée d'eau froide (le stockage se fait d'abord dans le premier ballon (gauche sur le schéma) alors que l'arrivée d'eau froide se fait sur le dernier ballon (droite sur le schéma)).

Remarques particulières / précautions

Important : *l'emplacement des sondes doit se référer aux notices des fabricants de capteurs et aux notices de fabricants pour les systèmes livrés en kit ou selon les prescriptions du BE si celui-ci a déterminé le type de régulation.*

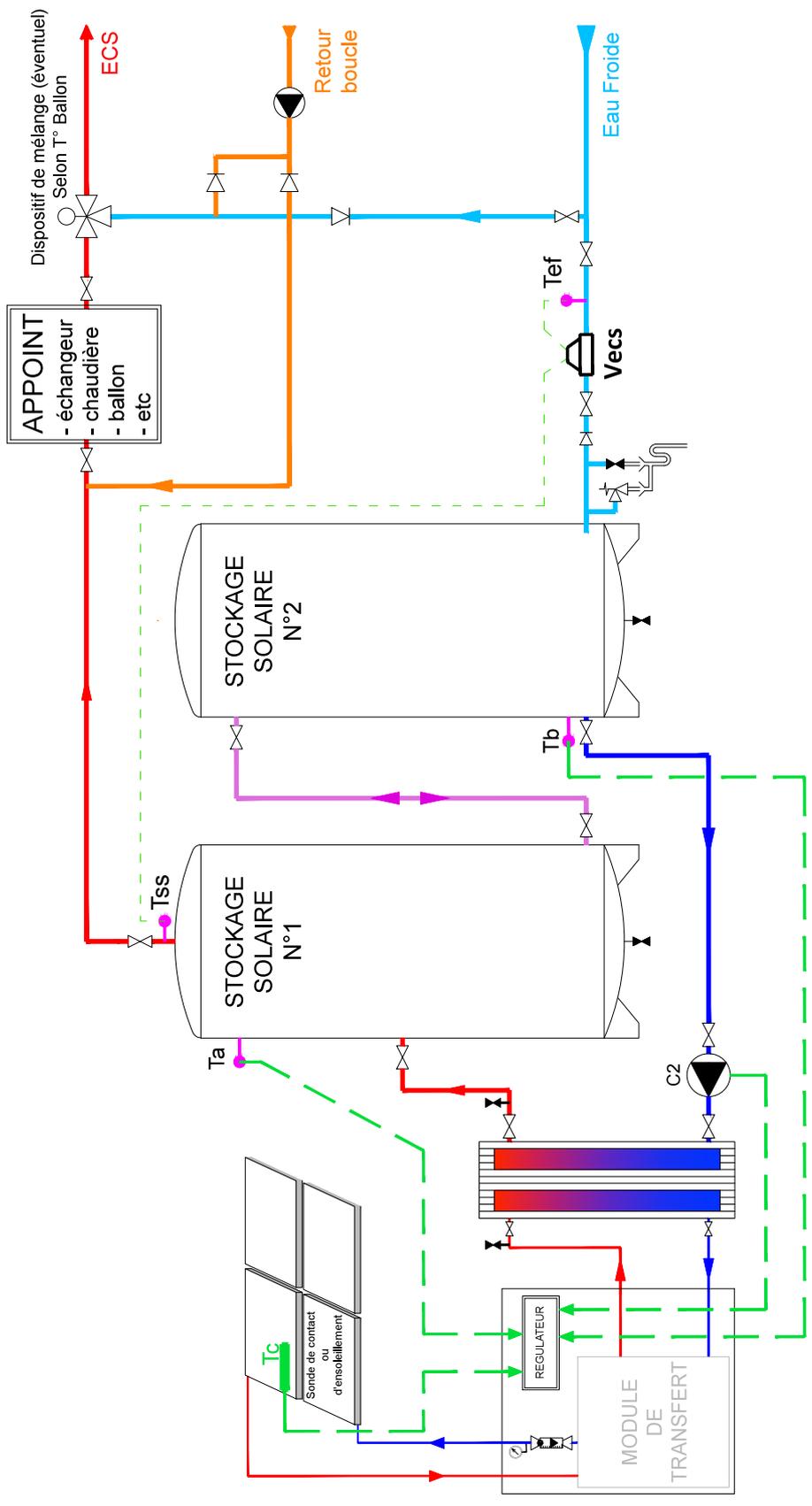
- ✓ L'appoint (ballon ou échangeur instantané) est soigneusement positionné en aval du solaire.
- ✓ La boucle sanitaire revient bien en amont de l'appoint et pas sur les ballons solaires.
- ✓ Le montage des ballons en **parallèle** (pour la charge ET la décharge), s'il est possible pour deux ballons, **est à proscrire** en raison d'un fort risque de passage préférentiel et donc de non utilisation réelle d'une partie du stockage.
- ✓ Les ballons sont la plupart du temps de taille identique, mais sans obligation particulière.

Instrumentation souhaitable

- un compteur d'énergie primaire et /ou un compteur d'énergie secondaire entre l'entrée et la sortie de ballon (entrée 2 et sortie du ballon 1)
- un compteur totalisateur journalier de la consommation d'eau chaude (si le compteur ne fait pas l'intégration propre du débit)

** Nota : ces mesures peuvent être faite par un compteur d'énergie « intégré » ou à l'aide d'un débitmètre et des sondes de température. Dans ce cas l'intégration « consommation » et « énergie produite » est faite par le calculateur.*

	Purgeur		Mitigeur thermostatique
	Clapet Anti-retour		Vanne normalement ouverte
	Circulateur		Vanne normalement fermée
	Robinet de réglage		Vanne 3 voies motorisée
	Sonde de T°		Vase d'expansion
	Vecs: Volume Eau Chaude Solaire		Tbf: T° retour boucle
			Tss: T° Sortie Solaire
	Groupe de sécurité		Sonde de contact ou d'ensoleillement
	Vanne normalement ouverte		Débitmètre ou Compteur Energie
	Soupape de sécurité		Tef: T° Eau froide



Légende

3) CESC 3 – Plusieurs ballons solaires ECS – échangeur externe

Applications

Ce type de configuration à échangeur externe est l'option la plus courante dès lors qu'il est nécessaire d'avoir plus d'un ballon solaire en ECS.

C'est une solution alternative au schéma CESC 2 (plusieurs ballons solaire en ECS - échangeurs immergés).

Il faut cependant restreindre au possible le nombre de ballons afin de limiter les pertes thermiques.

Remarques générales

Sur ce type de configuration, **les ballons sont montés en série.**

- Le ballon de droite est alimenté en eau froide et alimente l'échangeur externe
- le ballon de gauche est le plus chaud : il reçoit les calories venant de l'échangeur solaire et fournit la production d'ECS en eau préchauffée.

L'énergie solaire est cédée par l'échangeur de chaleur à plaques externe aux ballons de préchauffage d'eau sanitaire. Le régulateur compare la température du capteur avec la température du bas du ballon le plus froid.

Le circulateur du circuit secondaire sanitaire est asservi à celui du primaire solaire avec souvent une temporisation (double régulation différentielle) afin de permettre une homogénéisation des températures dans le circuit primaire (capteurs solaires et canalisations), avant le transfert au circuit secondaire.

Remarques particulières / précautions

- ✓ L'appoint (ballon ou échangeur instantané) est soigneusement positionné en aval du solaire.
- ✓ La boucle sanitaire revient bien en amont de l'appoint et pas sur le ballon solaire.

- ✓ Ce système nécessite une deuxième pompe de circulation de l'eau sanitaire sur l'échangeur externe, pompe asservie au fonctionnement du primaire :
 - Débit secondaire identique au débit primaire (donc présence d'organe de mesure et réglage)
 - Soit la pompe secondaire est mise en marche et arrêtée en même temps que la pompe primaire,
 - Soit les 2 pompes sont asservies plus finement :
 - Démarrage et arrêt primaire sur sonde d'ensoleillement ou différentiel de température capteurs-ballon ; démarrage secondaire lorsque la chaleur des capteurs est arrivée à l'échangeur, par différentiel de température entrée primaire échangeur-ballon
 - Arrêt secondaire sur différentiel de température échangeur-ballon.
- ✓ Il ne faut pas installer de clapet anti-retour entre les différents ballons solaires : la circulation peut se faire dans les 2 sens en fonction des débits respectifs dans l'échangeur et de soutirage.

Instrumentation souhaitable

- un compteur d'énergie primaire et /ou un compteur d'énergie secondaire entre l'entrée échangeur externe et la sortie ballon 1)
- un compteur totalisateur journalier de la consommation d'eau chaude (si le compteur ne fait pas l'intégration propre du débit)

** Nota : ces mesures peuvent être faite par un compteur d'énergie « intégré » ou à l'aide d'un débitmètre et des sondes de température. Dans ce cas l'intégration « consommation » et « énergie produite » est faite par le calculateur.*

Divers

Comme évoqué précédemment sur le schéma CESC 1, il est possible, qu'on soit en présence d'un ou de plusieurs ballons de disposer d'un échangeur immergé ou d'un échangeur externe. S'il n'existe pas à ce jour d'étude indépendante et rendue publique, voici quelques arguments permettant d'orienter son choix.

Echangeurs externes	
Avantages	Précautions et attentions particulières
Facilité de maintenance	Isolation nécessaire de l'échangeur
Technologie courante avec plusieurs ballons	Consommations d'auxiliaire supplémentaire
Surface d'échange potentiellement plus importante par unité de volume et maîtrise plus fine de la puissance d'échange sur des installations de taille moyenne à grande (environ >30m ²)	Risques de pertes thermiques plus importantes si mal calorifugé
Moindre coût de l'échangeur externe, (dépendant du nombre de ballons et de leur capacité) Mais nécessite une deuxième pompe, son tuyautage et une régulation propre de celle-ci

Le dimensionnement de l'échangeur externe est particulièrement important.

Celui-ci doit à la fois être en mesure "d'accueillir" des puissances solaires maximales de 700 W/ m² comme être aussi efficace à mi saison ou par soleil voilé, avec des puissances 10 fois inférieures. Ce qui suppose une efficacité élevée mais généralement assez facile à atteindre pour des échangeurs à plaques inox à plaques jointes correctement dimensionnés.

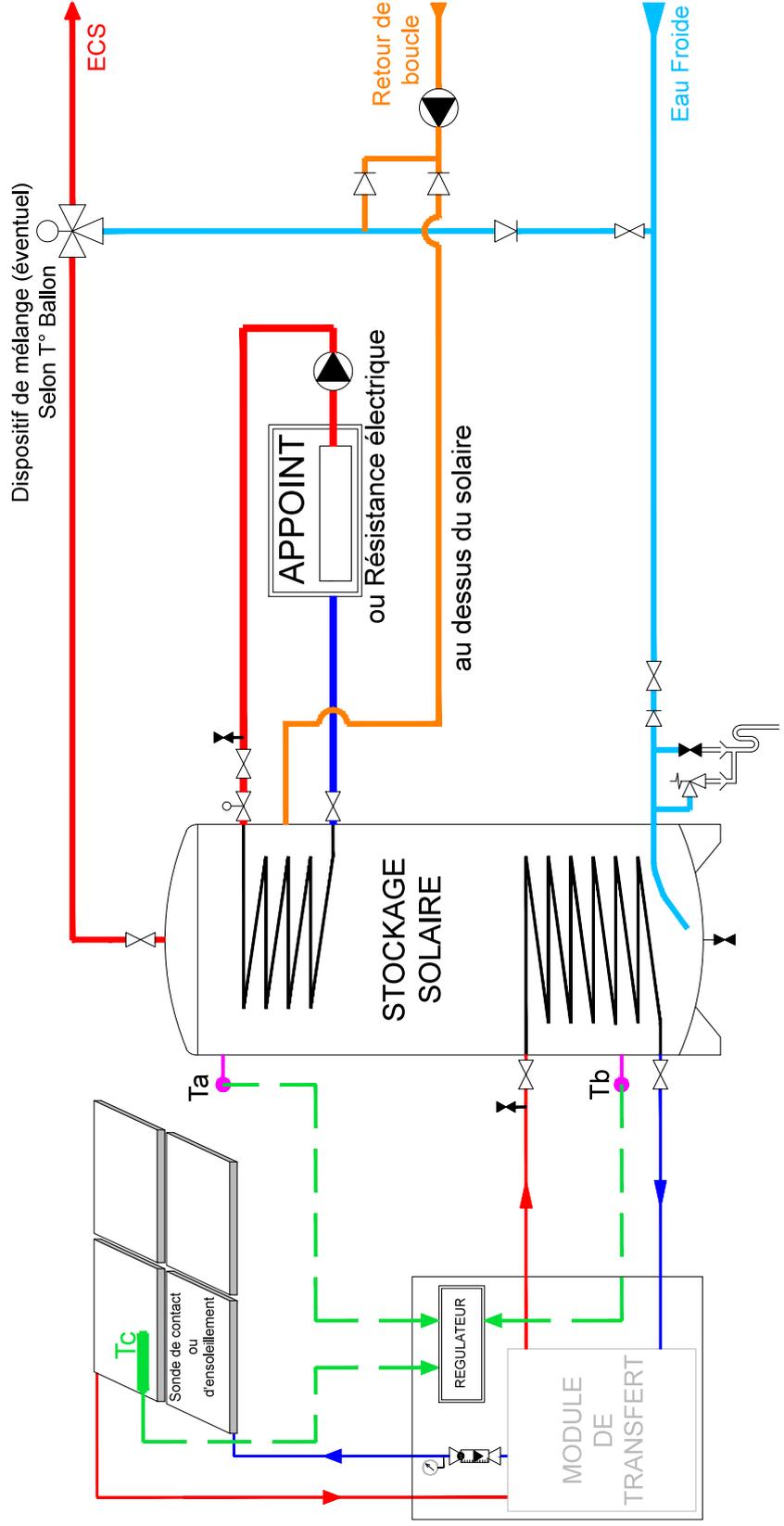
Référence Dessiné par JC	Vérifié par FG	Approuvé par	Groupe de schéma		No. d'article/Référence
			B		
			Date	N°	
			18/05/2015	CESC 4	

1 ballon solaire en ECS

Echangeur immergé et appoint intégré



	Purgeur		Mitigeur thermostatique
	Clapet Anti-retour		Vanne 3 voies motorisée
	Circulateur		Soupape de sécurité
	Robinet de réglage		Vanne normalement ouverte
			Vanne normalement fermée
			Vase d'expansion
			Sonde de T°



4) CESC 4 – Ballon de stockage d'ECS solaire bivalent

Applications

Ce type de configuration avec une production d'eau chaude bivalente (solaire + appoint dans le même ballon) est une solution compacte adaptée aux locaux exigus et aux champs de capteurs de petite taille (< 50 m² environ).

Remarques générales

L'utilisation d'un ballon unique réduit les pertes thermiques de stockage, par rapport à une configuration à plusieurs ballons. Cette solution offre également l'avantage de valoriser les excédents de chaleur estivaux éventuels en compensant une partie des pertes thermiques de la boucle d'ECS tout en limitant les surchauffes.

Ce type de configuration nécessite des ballons adaptés (stratification de température) afin d'améliorer la productivité solaire.

Remarques particulières / précautions

Dans ce type de configuration, le volume de stockage solaire nécessaire au dimensionnement de l'installation (ration V/S) correspond au volume situé au-dessous de l'appoint.

Afin de conserver une température en bas de ballon la plus basse possible, les précautions suivantes sont à prendre :

- le raccord eau froide doit se situer en-dessous de l'échangeur solaire
- l'eau froide ne doit pas créer de mouvements ascendants en pénétrant dans le ballon, afin de ne pas mélanger les strates de température
- le bas de l'échangeur d'appoint doit être suffisamment éloigné de l'échangeur solaire pour ne pas réchauffer le volume de stockage solaire
- le raccord bouclage ECS doit être situé plus haut que le bas de l'échangeur d'appoint et ne doit pas créer de mouvements ascendants
- pour favoriser la stratification, le rapport hauteur/ diamètre du ballon doit être supérieur à 2.
- de même, préférer un débit de la boucle solaire en mode Low Flow. Dès l'intersaison, une température de départ solaire supérieure à 60 °C permet d'exploiter la chaleur solaire pour l'ECS sans solliciter l'appoint. La température de retour plus basse évite du même coup de réchauffer le bas du ballon.
- Au regard de la réglementation, il est nécessaire de limiter la température de sortie par tout moyen (mitigeur ou régulation de pompe).

Ces remarques sont également valables pour les ballons avec appoint par résistance électrique immergée

Instrumentation souhaitable

- un compteur totalisateur journalier de la consommation d'eau chaude (si le compteur ne fait pas l'intégration propre du débit)
- Un compteur d'énergie de la boucle d'ECS
- Un compteur d'énergie de l'appoint

En première approche, la quantité d'énergie solaire produite peut être calculée comme étant la somme des compteurs de consommation d'ECS et de la boucle ECS moins l'énergie d'appoint.

En réalité, il faudrait déduire également les pertes de la partie du ballon dédiée à l'appoint (voir méthode de calcul dans la note Monitoring XnA Fonds Chaleur V1.0).

** Nota : ces mesures peuvent être faite par un compteur d'énergie intégré ou à l'aide d'un débitmètre et des sondes de température. Dans ce cas l'intégration « consommation » et « énergie produite » est faite par le calculateur*

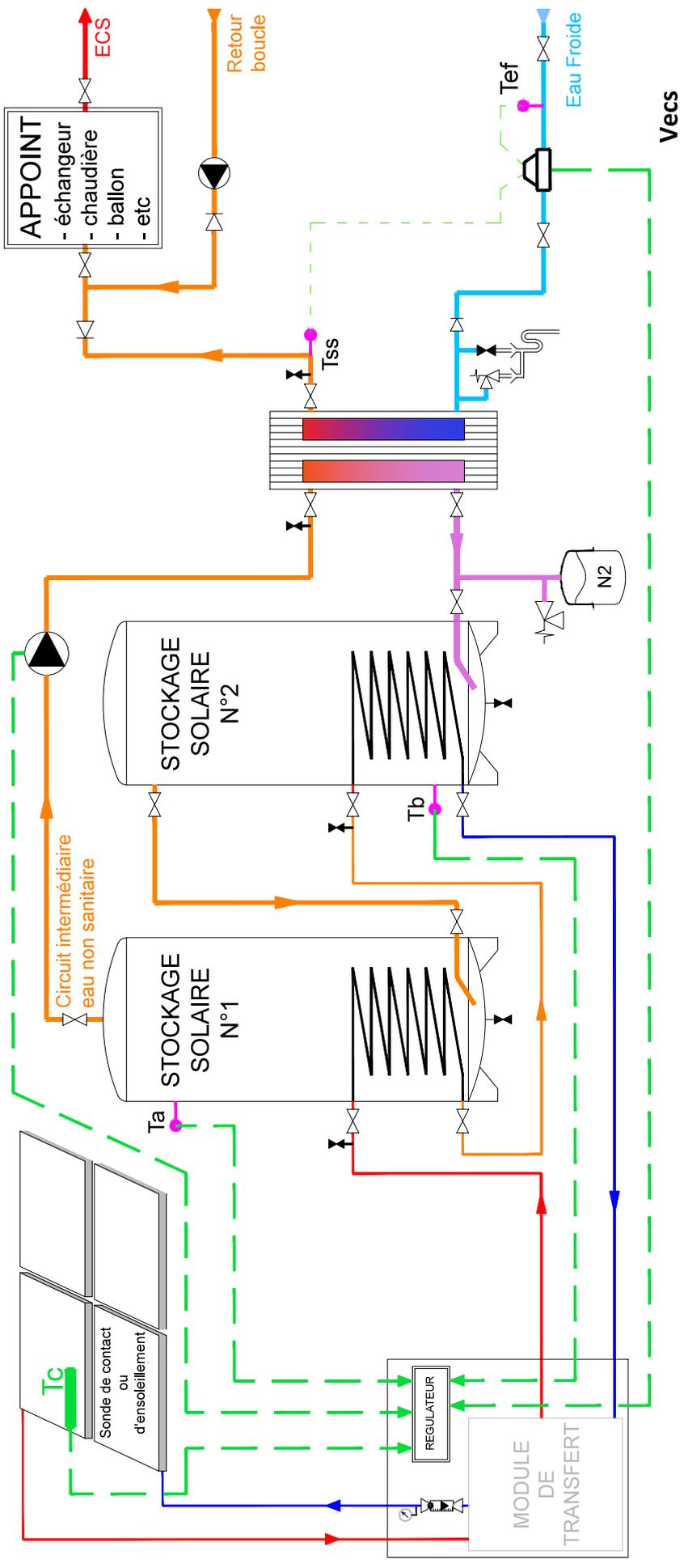
Les configurations en Eau Technique

Référence		Groupe de schéma		No. d'article/Référence	
Dessiné par JC		Vérifié par FG		Date 18/05/2015	
Approuvé par - date		B		N° ET1	
 Un ou plusieurs ballons en eau technique Echangeur immergé					

Légende	Purgeur	Groupe de sécurité	Mitigeur thermostatique
Clapet Anti-retour	Vanne normalement ouverte	Vanne normalement fermée	
Circulateur	Soupape de sécurité	Vanne 3 voies motorisée	
Robinet de réglage	Débitmètre ou Compteur Energie	Vase d'expansion	
Sonde de T°	Tef: T° Eau froide	Tbf: T° retour boucle	
	Vecs: Volume Eau Chaude Solaire	Tss: T° Sortie Solaire	

Pilotage de la pompe selon options choisies:

- Débit ECS
- Ecart de T° primaire Echangeur
- Température Ta
- Etc



Vecs

1) ET 1 – un ou plusieurs ballon(s) solaire(s) en Eau Technique - échangeur immergé

Applications

Ce type de configuration est principalement adapté aux maîtres d'ouvrage qui ne souhaitent pas stocker de l'eau sous forme sanitaire et choisissent le transfert instantané ou semi instantané, notamment les établissements de santé, les installations sportives ou les hôtels.

Cette configuration rend également possible l'utilisation de la chaleur solaire pour réaliser de manière simple un soutien au chauffage dans les locaux où les besoins de chauffage peuvent se substituer aux besoins d'ECS.

Remarques générales

Le chargement des calories se fait via un échangeur immergé dans chaque ballon, à contre-courant du circuit d'eau de stockage s'il existe plusieurs ballons branchés en série. Ces calories sont ensuite déchargées via un échangeur externe et en instantané sur l'eau froide sanitaire.

Le principe de circulation est identique à celui du schéma CESC2. La seule différence étant la suivante : l'arrivée d'eau froide est remplacée par le retour primaire de l'échangeur de décharge. Ce type de schéma présente un rendement légèrement moins important qu'un schéma classique mais reste une bonne réponse technique aux installations sans stockage ECS.

Le pilotage de la pompe solaire est effectué de la même façon qu'avec une installation avec stockage d'ECS, par exemple avec une sonde en sortie de capteurs avec une sonde en bas de ballon de droite, avec ou sans sonde d'ensoleillement.

Préférer un débit de la boucle solaire en mode Low Flow et/ou à débit variable. Dans ce cas, dès l'intersaison, une température de départ solaire plus élevée permet de monter le ballon de gauche plus haut en température. La majeure partie de l'échange sera réalisée dans le ballon de gauche, réduisant du même coup la montée en température du ballon de droite.

Remarques particulières / précautions

L'échangeur externe secondaire doit être soigneusement dimensionné et régulé, et l'isolation doit être correctement effectuée. Il doit permettre une élévation importante et immédiate de l'eau froide sanitaire entrant dans cet échangeur.

L'échangeur doit se situer le plus près possible du (des) ballon(s) de stockage afin de réduire les pertes thermiques et le temps de transfert de chaleur du ballon vers l'échangeur.

Le dimensionnement de cet échangeur doit permettre d'accepter le débit ECS de pointe et de transférer un maximum de chaleur vers l'eau sanitaire, tout en gardant un écart de température entre l'eau froide et le retour au ballon le plus faible possible, quel que soit le débit de puisage d'ECS.

L'obtention de cet écart de température peut être réalisée de différentes façons :

- par variation de vitesse de la pompe primaire ;
- par modulation d'une vanne mélangeuse sur le départ ;
- par combinaison des deux techniques précitées.

La régulation de ces composants doit être réalisée par la mesure d'au moins 2 valeurs de température et/ou de débit.

Pour éviter la dé-stratification du stockage solaire, il est primordial de s'assurer que la pompe primaire ne fonctionne pas lorsqu'il n'y a pas de puisage.

Instrumentation souhaitable

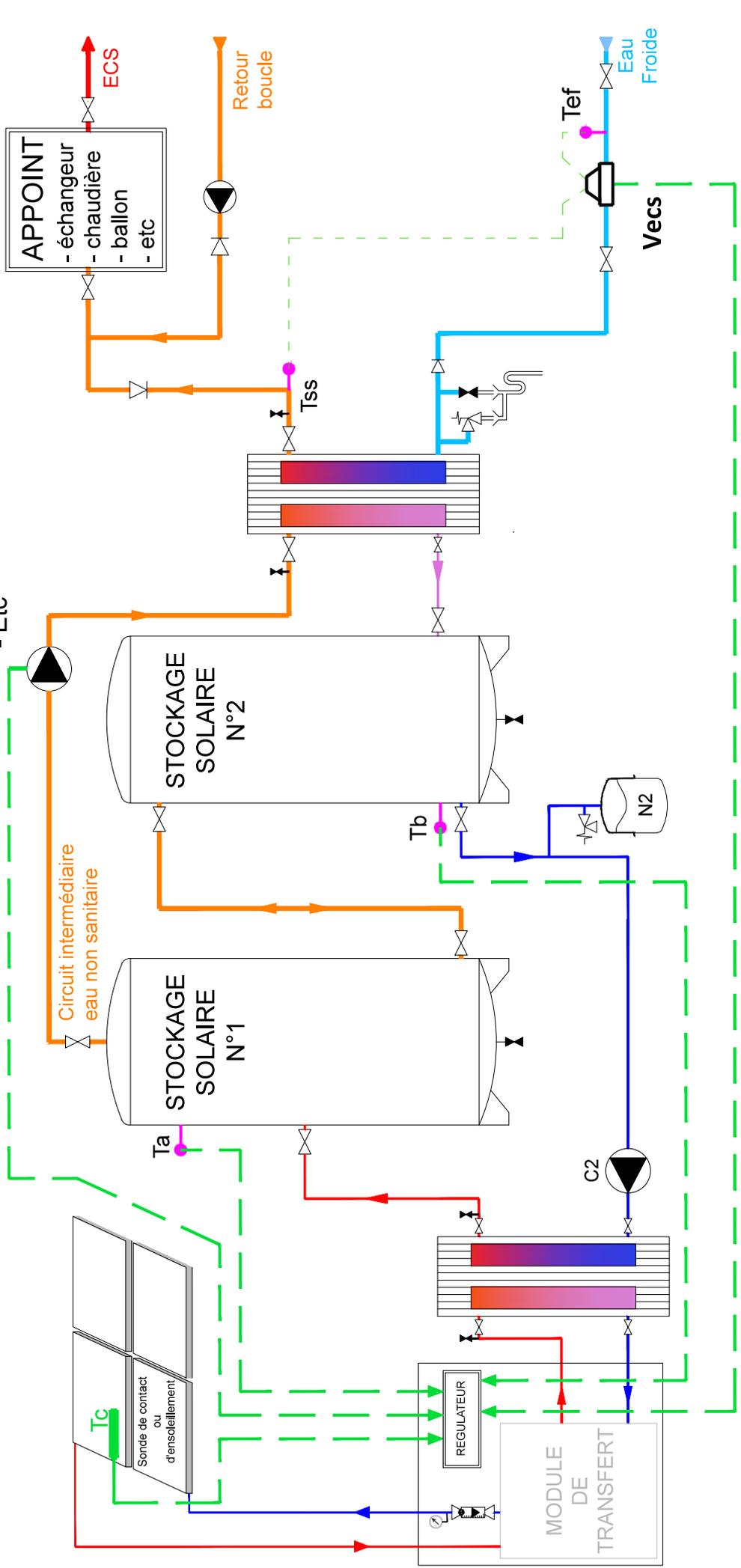
- rien sur le circuit intermédiaire eau technique
- un compteur d'énergie secondaire entre entrée et sortie échangeur ECS externe
- un compteur totalisateur journalier de la consommation d'eau chaude (si le compteur ne fait pas l'intégration propre du débit)

** Nota : ces mesures peuvent être faite par un compteur d'énergie intégré ou à l'aide d'un débitmètre et des sondes de température. Dans ce cas l'intégration « consommation » et « énergie produite » est faite par le calculateur.*

Légende	Purgeur	Mitigeur thermostatique
Clapet Anti-retour	Vanne normalement ouverte	Vanne normalement fermée
Circulateur	Soupape de sécurité	Vanne 3 voies motorisée
Robinet de réglage	Débimètre ou Compteur Energie	Vase d'expansion
Sonde de T°	Tef: T° Eau froide	Tbf: T° retour boucle
Vecs: Volume Eau Chaude Solaire	Tss: T° Sortie Solaire	

Pilotage de la pompe selon options choisies:

- Débit ECS
- Ecart de T° primaire Echangeur
- Température Ta
- Etc



2) ET 2 – un ou plusieurs ballon(s) solaire(s) en Eau Technique - échangeur externe

Applications

Ce type de configuration est une variante du schéma ET1 adapté aux mêmes applications.

Remarques générales

Ce type de configuration requiert **deux échangeurs externes** :

- celui du primaire solaire (travaillant ici sur de l'eau non sanitaire)
- celui entre le stockage de l'eau non sanitaire et l'eau sanitaire comme dans le schéma ET1.

Deux pompes indépendantes sont nécessaires sur le circuit eau technique:

- l'une pour le chargement des calories solaires,
- l'autre pour le déchargement sur échangeur ECS.

Remarques particulières / précautions

Compte tenu d'un éventuel fonctionnement simultanée des deux pompes, la circulation entre les ballons en série doit pouvoir se faire dans les deux sens. En conséquence, il ne faut pas installer de clapet anti-retour entre les deux ballons.

Le choix de l'échangeur solaire externe est soumis aux mêmes remarques que dans le schéma CESC 3 et doit prendre en compte les critères de perte de charge et de puissance (> 600 W/m² de capteurs solaires)

Le débit de la pompe de charge du(des) ballon(s) doit être adapté au débit de la boucle solaire (iso-débit), afin de conserver le même Delta T entrée-sortie que celui de la boucle solaire.

La vitesse de circulation de la pompe de charge n'a aucun lien avec le débit de puisage d'ECS, le(s) ballon(s) de stockage jouant ici le rôle de bouteille de découplage. De plus, les périodes de charge du ballon et les périodes de puisage sont décalées dans le temps.

L'échangeur externe secondaire doit être soigneusement dimensionné et régulé, et l'isolation doit être correctement effectuée. Il doit permettre une élévation importante et immédiate de l'eau froide sanitaire entrant dans cet échangeur.

L'échangeur doit se situer le plus près possible du (des) ballon(s) de stockage afin de réduire les pertes thermiques et le temps de transfert de chaleur du ballon vers l'échangeur. Le dimensionnement de cet échangeur doit permettre d'accepter le débit ECS de pointe et de transférer un maximum de chaleur vers l'eau sanitaire, tout en gardant un pincement de température entre l'eau froide et le retour au ballon le plus faible possible, quel que soit le débit de puisage d'ECS.

L'obtention de cet écart de température peut être réalisée de différentes façons :

- par variation de vitesse de la pompe primaire
- par modulation d'une vanne mélangeuse sur le départ
- par combinaison des deux techniques précitées.

La régulation de ces composants doit être réalisée par la mesure d'au moins 2 valeurs de température et/ou de débit.

Pour éviter la dé-stratification du stockage solaire, il est primordial que la pompe primaire ne fonctionne pas lorsqu'il n'y a pas de puisage.

La stratification dans le(s) ballon(s) de stockage a une influence sur le débit primaire : plus la température de départ primaire est élevée, plus le débit primaire est faible et moins on déstratifie.

Un débit de la boucle solaire en mode Low-Flow et/ou à débit variable offre une meilleure stratification sur les deux ballons.

Instrumentation souhaitable

- un compteur d'énergie au secondaire de l'échangeur ECS externe entre entrée et sortie
- un compteur totalisateur journalier de la consommation d'eau chaude (si le compteur ne fait pas l'intégration propre du débit)

** Nota : ces mesures peuvent être faite par un compteur d'énergie intégré ou à l'aide d'un débitmètre et des sondes de température. Dans ce cas l'intégration « consommation » et « énergie produite » est faite par le calculateur.*

C. Schémas à proscrire

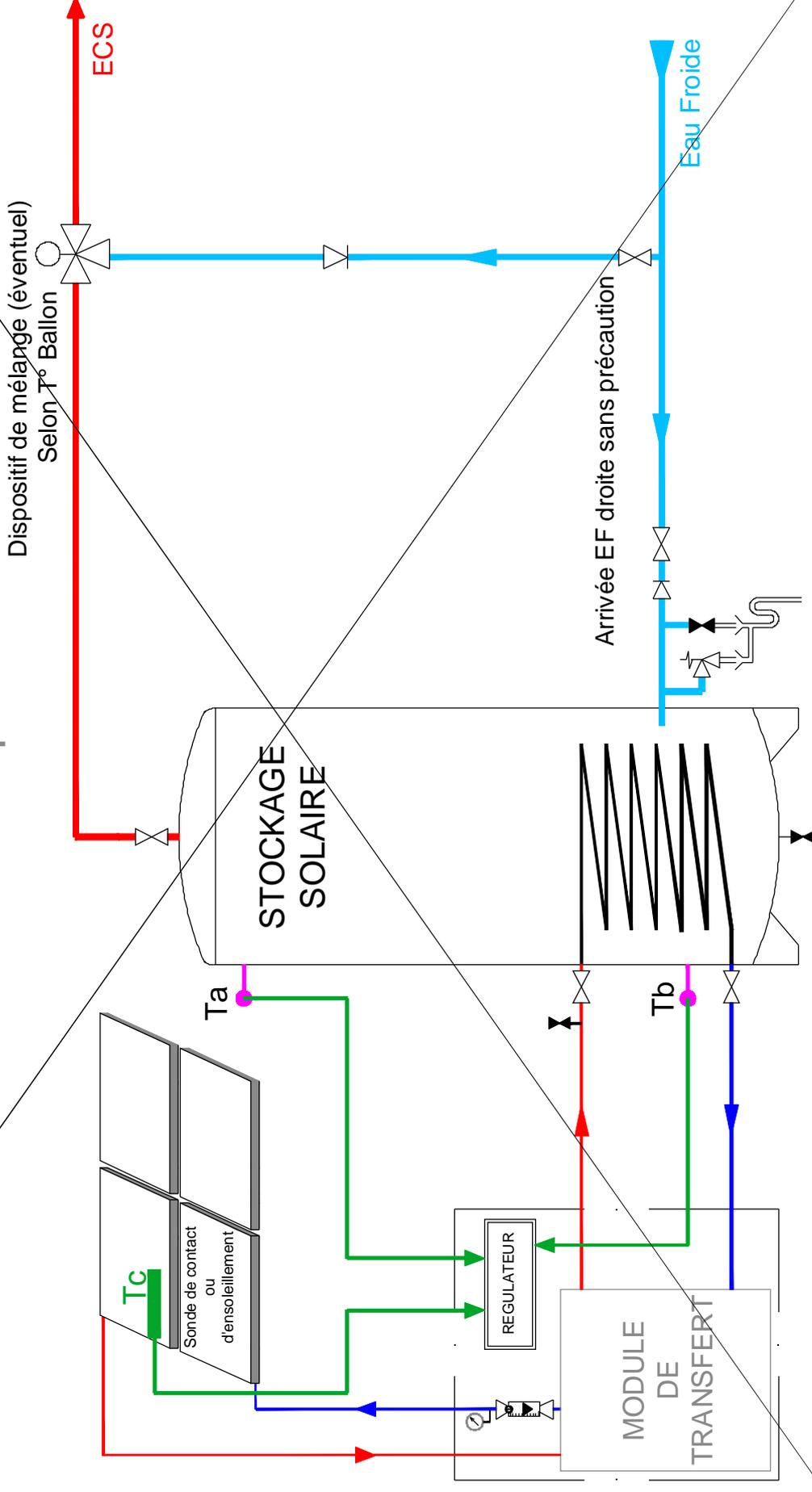
Les exemples listés ci-après font état d'erreurs observées sur le terrain à ne pas reproduire.

Référence Dessiné par JC	Véifié par FG	Approuvé C	Groupe de schéma No. d'article/Référence	
			Date 18/05/2015	N° NON-CEC-a

**Ballon en ECS –
arrivée d'eau froide sans précaution**



Schéma à proscrire



Arrivée d'eau froide droite sans précaution: Schéma à proscrire

1) NON-CESC-a – ballon en ECS - arrivée d'eau froide sans précaution

A proscrire

Sur ce type de configuration, l'arrivée d'eau froide se fait au mauvais endroit sans aucune précaution, au niveau de l'échangeur solaire. Ce cas de figure peut se retrouver sur le terrain du fait de la mise en œuvre de ballons non adaptés à la configuration.

Applications

Néant

Remarques générales

Néant

Remarques particulières / précautions

L'arrivée d'eau froide dans le ballon doit se présenter sous une forme recourbée orientée vers le fond du ballon. Cela permet de brasser le fond du ballon et éviter la stagnation et le dépôt de boues.

Attention toutefois à bien éviter que le brassage ne concerne que le fond du ballon afin d'éviter une dé-stratification du ballon solaire : prévoir soit la présence d'une plaque, soit un dispositif qui limite fortement la vitesse de l'eau, etc.

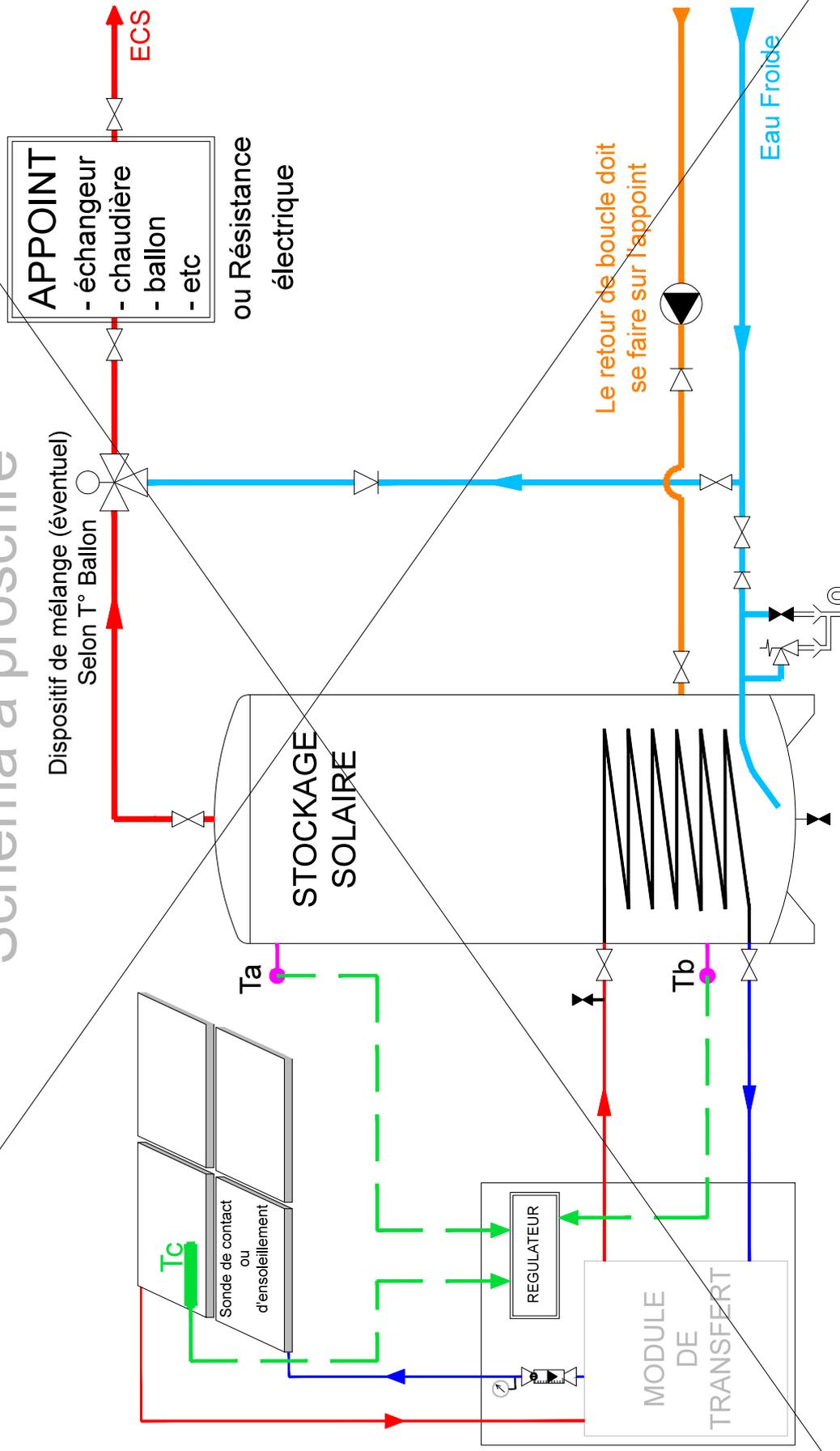
Instrumentation souhaitable

Néant

Référence	Approuvé par	Groupes de schéma	No. d'article/Référence
Dessiné par JC	Vérifié par FG	C	Date 18/05/2015
		NON-CES-C-b	
Stockage ECS - Retour boucle sur le solaire			

Légende	
	Groupes de sécurité
	Mitigeur thermostatique
	Vanne 3 voies motorisée
	Soupape de sécurité
	Sonde de T°
	Vase d'expansion

Schéma à proscrire



Le retour de boucle ne doit pas se faire en direct sur le ballon solaire

2) NON-CESC-b – Retour de la boucle sur l'échangeur solaire

A proscrire

Sur ce type de configuration, le retour de boucle se fait dans le ballon solaire, ce qui limite le fonctionnement et les apports du solaire (retour supérieur à 50°C).

Applications

Néant

Remarques générales

Néant

Remarques particulières / précautions

Néant

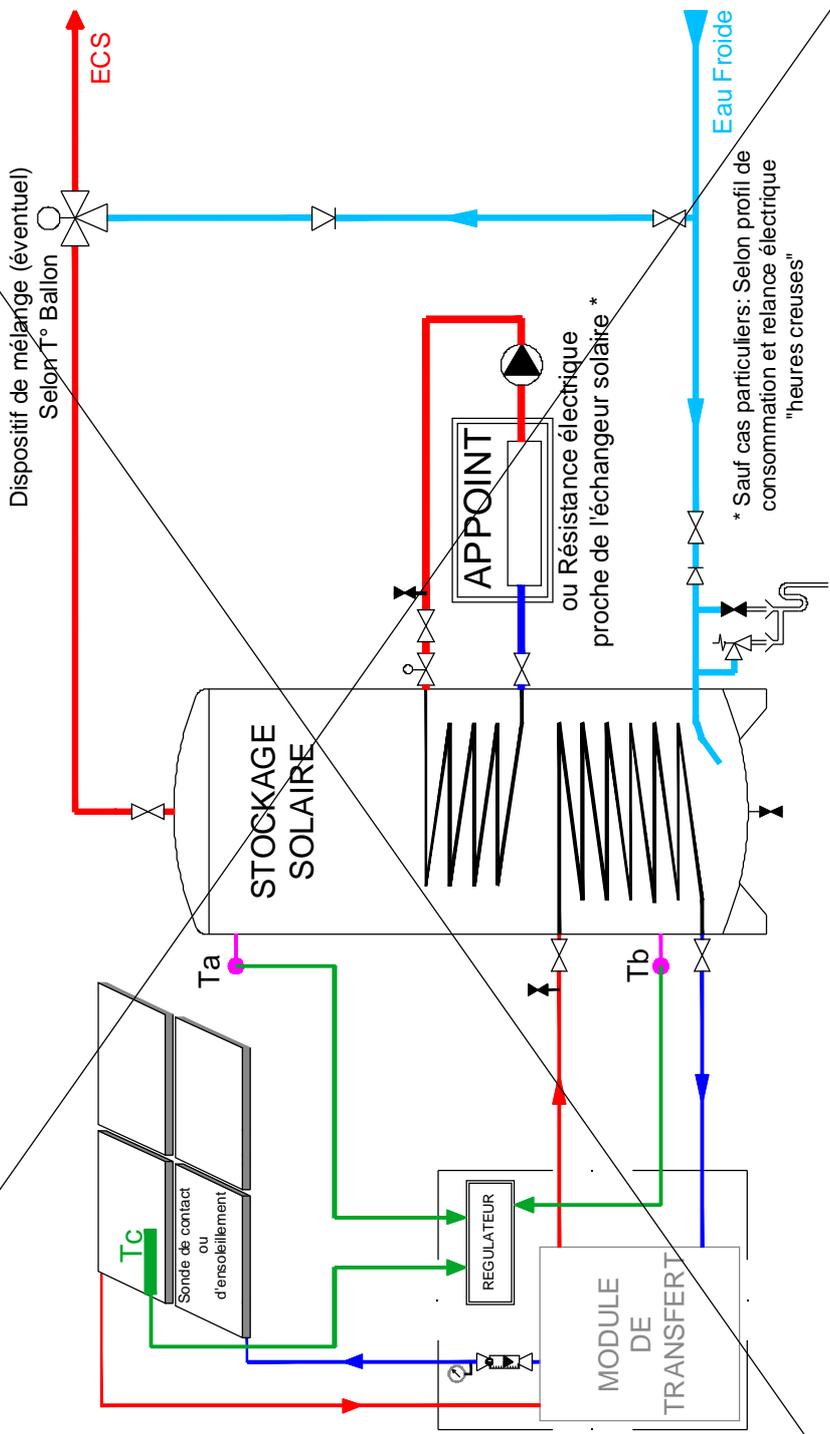
Instrumentation souhaitable

Néant

Référence	Vérifié par	Approuvé par	Groupes de schéma	Nb. d'article/Référence
Dessiné par J.C.	FG		C	N° NON-CES-C
Appoint intégré – échangeur trop proche de l'échangeur solaire				

	Groupes de sécurité	
	Vanne 3 voies motorisée	
	Soupape de sécurité	
	Sonde de T°	

Schéma à proscrire



Appoint trop près de l'échangeur solaire - Schéma à proscrire

3) NON-CESC-c– Appoint intégré - échangeur trop proche de l'échangeur solaire

A proscrire

Sur ce type de configuration, le positionnement de l'échangeur d'appoint est trop proche de l'échangeur solaire. Il doit se situer en partie plus haute, avec suffisamment d'espace entre les deux. Le piquage se fait au mauvais endroit, ce qui sous-entend l'emploi d'un ballon non adapté au schéma présenté.

Applications

Néant

Remarques générales

Un écart insuffisant entre les échangeurs solaires et appoints va limiter fortement les capacités d'apport de l'énergie solaire qui ne disposera pas de volume de stockage à basse température.

Remarques particulières / précautions

Néant

Instrumentation souhaitable

Néant

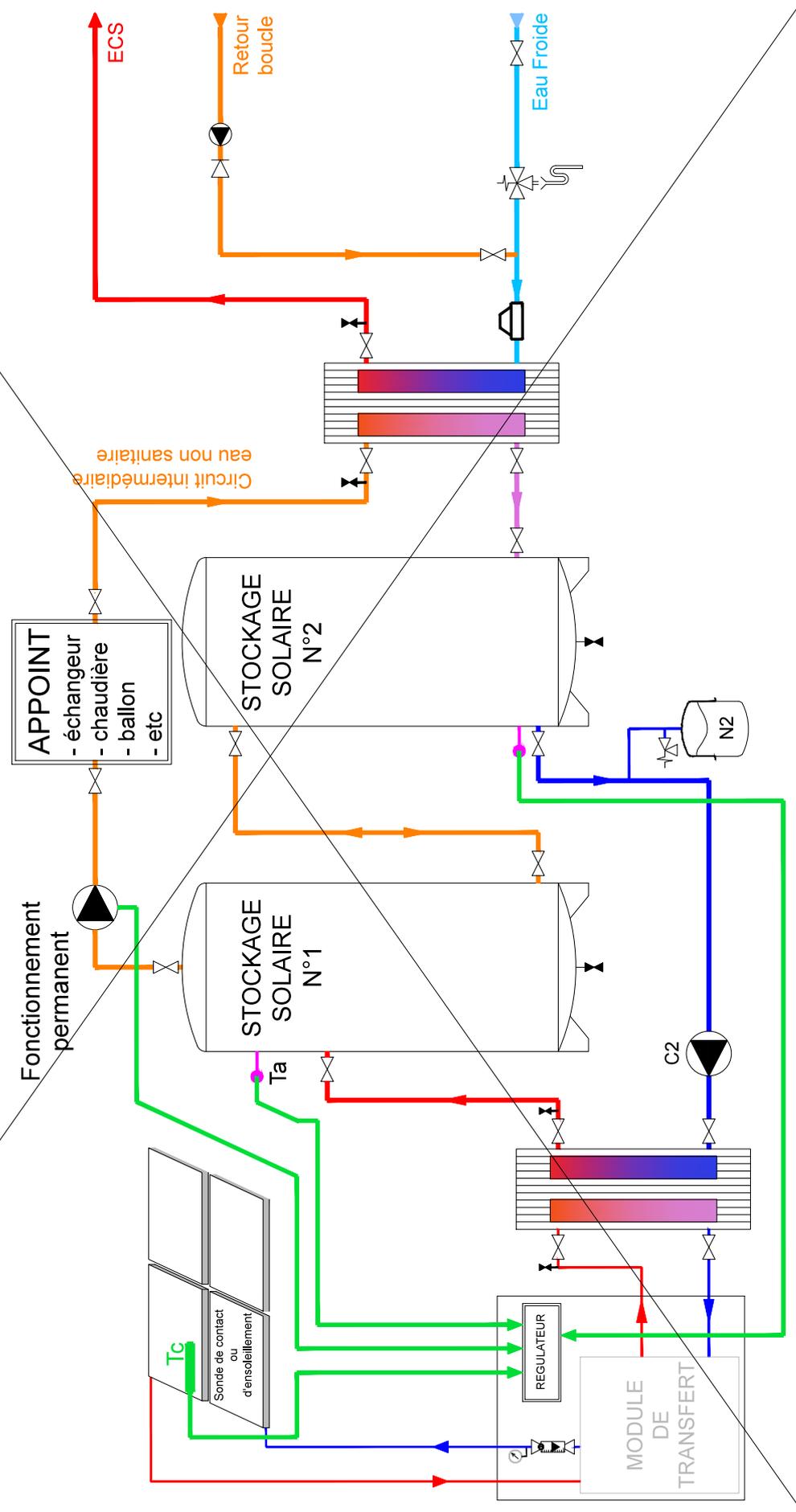
Référence Dessiné par JC	Vérifié par FG	Approuvé par - date	Groupe de schéma C	No. d'article/Référence N°
				Date 18/05/2015

Stockage eau technique
appoint sur déstockage solaire



Légende	Purgeur	Groupe de sécurité	Mitigeur thermostatique
Clapet Anti-retour	Vanne normalement ouverte	Vanne normalement fermée	Vanne 3 voies motorisée
Circulateur	Soupape de sécurité	Débimètre ou Compteur Energie	Vase d'expansion
Robinet de réglage	Tef: T° Eau froide	Tbf: T° retour boucle	Tss: T° Sortie Solaire
Sonde de T°	Vecs: Volume Eau Chaude Solaire		

Schéma à proscrire



Appoint trop près de l'échangeur solaire - Schéma à proscrire

4) NON-ET-a – Stockage en eau technique - Appoint sur déstockage solaire

A proscrire

Sur ce type de configuration, l'énergie d'appoint et le solaire sont présents sur le même circuit "eau morte". On cumule ici les inconvénients propres à l'absence de stratification, aux perturbations directes de l'appoint sur le stockage solaire qui doit pouvoir fonctionner avec des températures basses une bonne partie de l'année.

Applications

Néant

Remarques générales

Néant

Remarques particulières / précautions

Néant

Instrumentation souhaitable

Néant

D. Schémas hors Fonds Chaleur : innovations et nouveaux procédés

Ces schémas représentent des mises en œuvre particulières et / ou récentes, et / ou des nouvelles technologies, ayant pour point commun de ne pas pouvoir justifier d'un recul satisfaisant et / ou de relevés de mesure en nombre suffisant pour permettre de les intégrer aux schémas éligibles au Fonds Chaleur, mais bénéficiant d'assez de réalisations concrètes pour les prendre en compte dans la schémathèque SOCOL. Des projets d'installations basés sur ces schémas peuvent faire l'objet d'une demande dans le cadre du financement par l'ADEME des NTE (nouvelles technologies émergentes) - voir détails sur le site de l'ADEME.

Ils sont répartis en quatre catégories : les schémas avec appoint individualisés, les CESC, les SSC et les technologies "solaire et pompes à chaleur" (PAC solaires).

I. Les schémas avec appoint individualisés

Ces types de configurations, permettent d'individualiser les charges d'énergie liées à la production d'eau chaude sanitaire, (l'eau elle-même ainsi que les calories pour la chauffer). L'appoint est individuel.

Cette caractéristique est très appréciée par les bailleurs de logements collectifs qui n'ont pas à répartir, compter ou imputer des charges qui demeurent totalement individuelles. La consommation de l'énergie solaire est commune, mais gratuite (seule consommation de la pompe solaire qui s'apparente en valeurs de coûts à des dépenses d'éclairage des communs). Il existe deux variantes :

- le CESCO où la préparation d'ECS solaire et l'appoint sont individualisés.
- le CESCAl où seule l'énergie d'appoint est individualisée.

II. Les schémas CESC

Il s'agit ici de configurations particulières, constituant des variantes aux schémas Fonds Chaleur (CESC1 à CESC4 et ET1 à ET2).

III. Les schémas SSC

Ces schémas concernent les installations solaires qui fournissent de la chaleur à la fois pour l'eau chaude et le chauffage.

IV. Les schémas "solaire et PAC"

Une pompe à chaleur (PAC) sur capteur solaire est une PAC de type « eau glycolée-eau » dont la source froide est un capteur solaire ne disposant pas d'isolation thermique ni de vitrage. Le raccordement du capteur est réalisé en série avec l'évaporateur de la PAC.

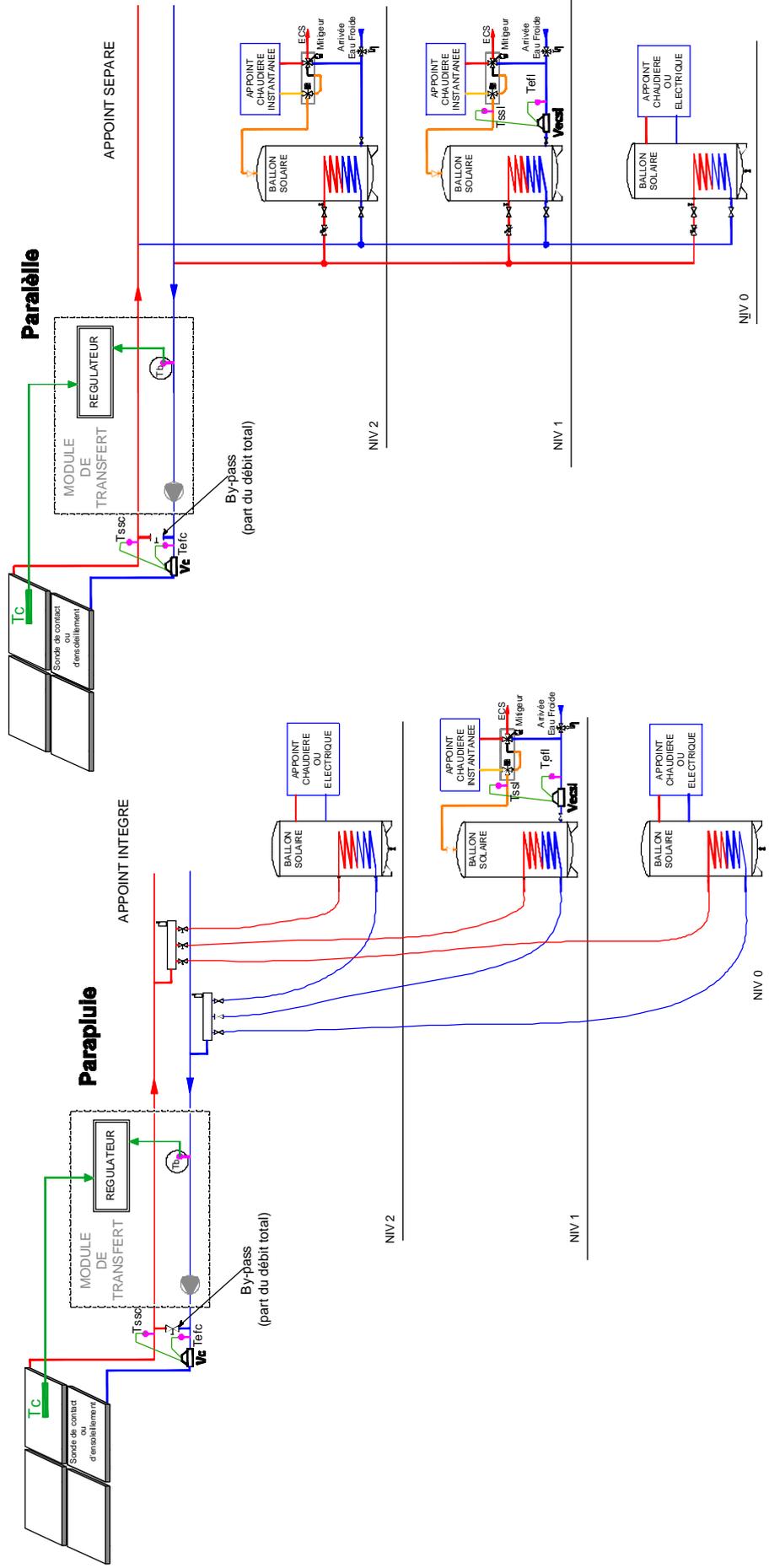
Pour les conditions sans ensoleillement, la boucle d'eau glycolée est à une température inférieure à la température extérieure et le capteur solaire échange avec l'air extérieur en convection naturelle et bénéficie de tous les apports de chaleur du milieu ambiant : vent, condensation, pluie...

Une PAC sur capteur solaire n'a besoin pour son fonctionnement ni de cycle de dégivrage, ni de ventilateur sur le capteur.

La PAC peut être associée à tout type de capteur solaire sans isolation thermique dont la température de stagnation est inférieure à sa température amont maximale admissible. Sinon, la PAC doit être équipée d'un dispositif la protégeant des températures trop élevées en provenance du capteur.

La surface de capteur est liée à la puissance de la PAC. Pour les conditions sans ensoleillement, cette surface doit être suffisante pour réchauffer la boucle d'eau glycolée d'une puissance égale à la puissance frigorifique de la PAC, tout en maintenant un faible écart de température entre la boucle et l'air extérieur afin de maintenir de bonnes performances.

Les schémas avec appoint individualisés



Légende	
	Purgeur
	Mitigeur thermostatique
	Vanne 3 voies motorisée
	Vanne normalement ouverte
	Vanne normalement fermée
	Soupape de sécurité
	Sonde de T°
	Vase d'expansion
	Tefi : température d'eau froide traitée dans un logement
	Tsssi : température de l'eau en sortie ballon dans un logement
	Tefcc : température du fluide entrée capteurs
	Tsssc : température du fluide sortie capteurs
	Vc : volume d'eau (glycolée ou non) circulant au primaire

1) Stockages solaires individuels, appoints individuels : Chauffe Eau Solaire Collectif à stockage et appoint Individualisés (NEW - CESCO)

Applications

Cette configuration s'applique surtout aux logements neufs/en réhabilitation lourde et permet la "répartition équitable" (suivant taille du logement) du bénéfice solaire pour produire l'ECS. Deux schémas sont associés à cette configuration : CESCO en configuration parapluie / CESCO avec deux variantes d'appoint : électrique ou chaudière individuelle

Remarques générales

Ce schéma ne comporte ni ballon de stockage collectif ni appoint collectif. Le circuit solaire distribue l'énergie solaire aux ballons de stockage solaire ou bi énergie individuels dans chaque logement par l'intermédiaire d'un échangeur incorporé dans chaque ballon. L'énergie d'appoint est fournie en partie haute des ballons de stockage solaire, soit via un échangeur noyé ou une résistance électrique, soit séparément par chaudière instantanée.

Avantages	Inconvénients
Surface local technique limitée à une station de pompage régulation	Equilibrage des distributions délicat (sauf en configuration parapluie), risque de mauvaise répartition des calories si mal équilibré
Suppression / forte diminution des pertes de distribution	Espace requis pour l'installation du ballon dans les logements
Individualisation des charges liées à l'eau et à l'énergie de production d'ECS	Prix des ballons solaires individuels élevés (plus maintenance)
Compensation des pertes de bouclage par le solaire	Suivi des performances plus délicat. contrôle sur le global
Existence d'un Titre V CESCO en configuration "parapluie"	Technologie adaptée aux bâtiments neufs ou en réhabilitation lourde

Remarques particulières / précautions

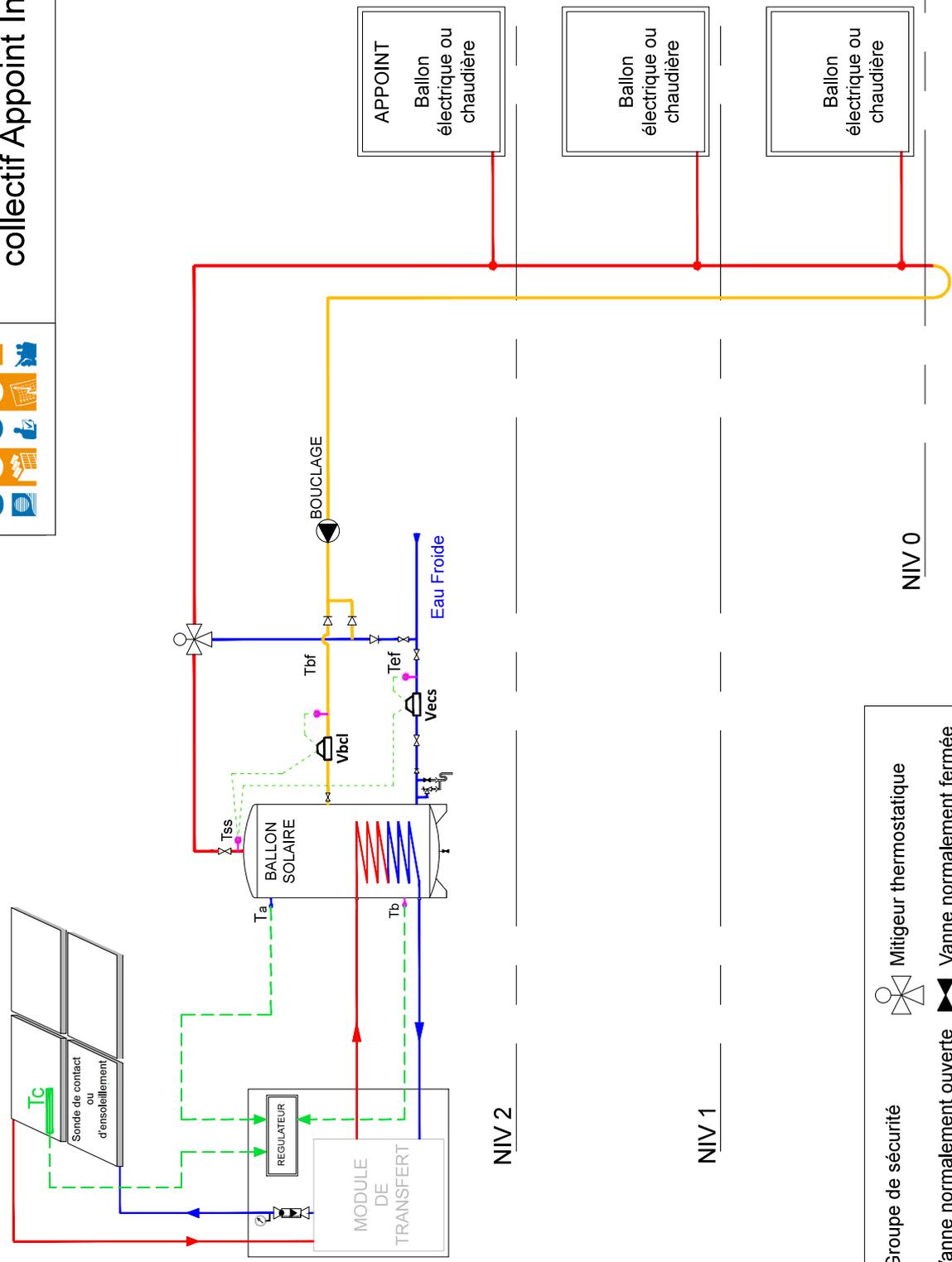
Attention à l'équilibrage du réseau primaire solaire pour assurer une bonne répartition des apports solaires aux différents ballons. La configuration parapluie permet de fortement faciliter cette opération d'équilibrage. Un by-pass peut être nécessaire sur le retour solaire pour augmenter les débits instantanés dans chaque échangeur des ballons individuels. Cette solution rend cependant plus complexe l'installation, de plus les organes d'équilibrage doivent être accessibles à la maintenance dans les parties communes. **Limiter l'accès** des utilisateurs à ces organes afin d'éviter des interventions inappropriées.

S'assurer de l'absence de points hauts sur le circuit primaire pour une purge aisée du système. **Ces deux précautions principales (purge et équilibrage)** sont réunies dans le cadre de la configuration dite «parapluie»/«pieuvre», qui devra être privilégiée par rapport à une configuration CESCO classique pour fiabiliser l'équilibrage et la purge d'un tel système.

Instrumentation souhaitable

- un compteur d'énergie primaire ;
- un compteur consommation d'ECS (secondaire) : une instrumentation par logement (consommation et énergie)

Chauffe-Eau solaire collectif Appoint Individualisé



Légende	
	Purgeur
	Clapet Anti-retour
	Circulateur
	Robinnet de réglage
	Sonde de T°
	Groupe de sécurité
	Vanne normalement ouverte
	Soupape de sécurité
	Débitmètre ou Compteurs Energie
	Mitigeur thermostatique
	Vanne normalement fermée
	Vanne 3 voies motorisée
	Vase d'expansion
	Tef: T° Eau froide
	Vbcl: Volume boucle
	Tbf: T° retour boucle
	Vecs: Volume Eau Chaude Solaire

2) Stockage solaire centralisé, appoints individuels : Chauffe Eau Solaire Collectif à stockage collectif et Appoint Individualisés (NEW - CESCAI)

Applications

Cette configuration est applicable aux logements. Elle permet la répartition des charges d'énergie liées à la gestion individuelle de l'appoint. (l'eau chaude consommée est en revanche dans les charges communes).

Remarques générales

Ce schéma comporte un ou plusieurs ballons collectifs de stockage de l'énergie solaire dont la taille peut être optimisée. L'eau chaude préchauffée solaire est distribuée dans chaque logement qui possède un appoint : soit à accumulation (ballon électrique) ou semi-instantané (chauffe-bain gaz, chaudière gaz à condensation double service).

Avantages CESCAI	Inconvénients CESCAI
Peut facilement se greffer sur une installation d'eau chaude sanitaire existante	Equilibrage des distributions délicat
Ne nécessite pas de local technique trop grand (cf. taille du ballon solaire)	Nécessite un espace pour l'installation de l'appoint dans chaque logement
Suppression / forte diminution des pertes de distribution	/
Mesure des performances globales facilitée	Pas de suivi des performances individuelles
Individualisation des charges liées à l'énergie de production d'eau chaude sanitaire	

Remarques particulières / précautions

Un bouclage sur la partie solaire est souvent nécessaire pour obtenir la même température d'entrée dans tous les appartements. Sinon il faut limiter la température du solaire à la température de distribution.

Instrumentation souhaitable

- un compteur d'énergie primaire et /ou un compteur d'énergie secondaire entre l'entrée et la sortie ballon solaire
- un compteur d'énergie (ou un débitmètre + sondes) sur le retour de boucle passant par le solaire. *Attention ce débit de boucle est différent de celui de consommation d'ECS.*
- le comptage de la consommation d'eau (chaude) sur le secondaire nécessite une instrumentation à chaque logement. (consommation et énergie).

Les CESC

1) NEW - CESC - a - Bouclage solaire

Applications

Un ou plusieurs ballons solaires en ECS - Echangeur immergé ou externe

Cette configuration est à réserver et limiter aux installations où les pertes de bouclage sont connues et / ou supposées importantes et lorsque les consommations d'eau chaude sanitaire ne sont pas constantes, voire très réduites durant des périodes importantes.

Ce sera le cas dans des configurations de bâtiments existants où les conduites ne sont pas ou mal isolées, et dans les cas de systèmes bouclés mis en œuvre dans des bâtiments dotés de périodes d'inutilisation d'ECS en période estivale. Les calories solaires inutilisées servent à limiter le démarrage de l'appoint pour le maintien de la température de la boucle.

Ce système n'a d'intérêt que si trois conditions sont remplies :

- le taux de couverture solaire doit être suffisamment important pour être utilisé en compensation de perte de bouclage ;
- les pertes de bouclage doivent être significatives ;
- la consommation d'eau chaude sanitaire est fortement réduite voire inexistante durant de longues périodes ;

Remarques générales

Ce type de configuration présente la possibilité de positionner une vanne trois voies, positionnée sur le retour de la boucle sanitaire. Si la température du ballon solaire est significativement supérieure au retour de boucle, (> 55°C par exemple pour un retour de boucle à 50°C), la vanne s'ouvre et oriente le retour vers le milieu du ballon solaire.

Remarques particulières / précautions

Les déperditions calorifiques de la boucle sanitaire peuvent représenter une part importante de la consommation énergétique totale. Afin d'optimiser au mieux la récupération de la ressource solaire, il est possible de compenser une partie des pertes de bouclage grâce à l'énergie stockée dans les ballons solaires, plutôt que de mettre en route la production d'ECS d'appoint.

Ceci ne peut s'effectuer que lorsque la température de l'eau sanitaire solaire stockée le permet (> 55°C par exemple pour un retour de boucle à 52°C). Pour ce faire, le débit de retour de boucle sera dévié pour utiliser en priorité l'eau des ballons solaires puis la production d'appoint si besoin.

Ce système est également possible avec une pompe asservie plutôt qu'une vanne trois voies (petite pompe suffisante puisque retour bouclage seulement). Cette solution permet de réduire les risques de fuites mais occasionne des consommations d'auxiliaires supplémentaires.

La position de la sonde de température dans le ballon solaire doit être située en bas de ballon et la position du bouclage sanitaire doit intervenir en partie haute du ballon. Cette configuration, dans tous les cas, conduira à un rendement de production solaire inférieur à celui d'une configuration solaire "standard (CESC1 à 4)" correctement dimensionnée et sans risque de surchauffe.

Critères de choix pour la présence d'une vanne trois voies :

Avantages vanne 3 voies	Inconvénients présence vanne 3 voies
Gain en performance dans certains cas particuliers	Coût de l'installation augmenté
	Risque de panne et/ou de fuite de la vanne (position fermée au repos vers l'appoint) non visible par l'exploitant Conséquences = - utilisation d'énergie d'appoint pour chauffer le ballon solaire erreur sur la mesure de l'énergie solaire utile qui en sera surestimée

Instrumentation INDISPENSABLE

Un compteur d'énergie sur le retour de boucle passant par le solaire **qui incrémente 2 index** :

- Un qui compte le solaire effectivement apporté au bouclage (cette énergie sera ajoutée à la mesure du solaire utile faite sur le soutirage ECS pour estimer les apports solaires à l'installation)
- Un qui comptera l'énergie apportée par erreur du bouclage vers le ballon solaire en cas de dysfonctionnement. Cet index supplémentaire a un double rôle :
 - o Sa valeur sera décomptée des apports solaires
 - o Si cet index est non nul sur une période c'est qu'il y a dysfonctionnement ; il faudra intervenir

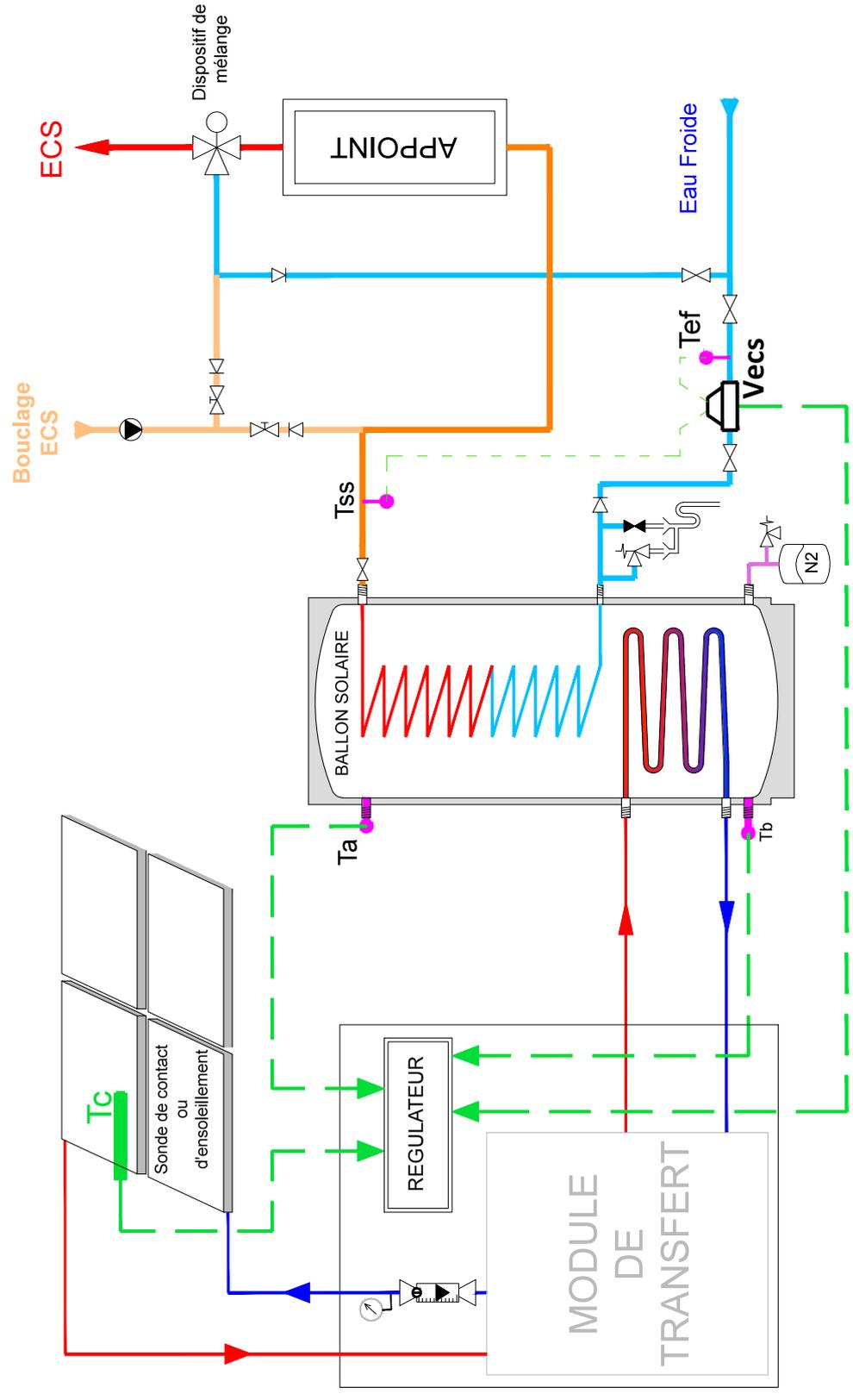
Un compteur d'énergie utile entre l'entrée et la sortie du ballon solaire

Un compteur totalisateur journalier de la consommation d'eau chaude (si le compteur d'énergie ne fait pas l'intégration propre du débit)

Nota : ces mesures peuvent être faite par un compteur d'énergie intégré ou à l'aide d'un débitmètre et des sondes de température. Dans ce cas l'intégration « consommation » et « énergie produite » est faite par le calculateur.

Légende	
	Clapet Anti-retour
	Circulateur
	Robinet de réglage
	Sonde de T°
	Purgeur
	Groupe de sécurité
	Vanne normalement ouverte
	Soupape de sécurité
	Débitmètre ou Compteur Energie
	Tef: T° Eau froide
	Mitigeur thermostatique
	Vanne normalement fermée
	Vanne 3 voies motorisée
	Vase d'expansion
	Tbf: T° retour boucle
	Tss: T° Sortie Solaire
	Vecs: Volume Eau Chaude Solaire

Référence	Approuvé par - date	Groupe de schéma	No. d'article/Référence
Dessiné par JC	Vérifié par FG	D	N° NEW-ET-a
 1 seul ballon solaire en eau technique Echangeur ECS immergé			



2) NEW - ET - a - Un seul ballon solaire en eau technique - Echangeur ECS immergé

Applications

Ce type de configuration est principalement adapté aux maîtres d'ouvrage qui ne souhaitent pas stocker de l'eau sous forme sanitaire et choisissent le transfert instantané ou semi instantané, (établissements de santé, installations sportives, hôtels...) et où le local chaufferie est exigü.

Cette configuration rend également possible l'utilisation de la chaleur solaire pour réaliser de manière simple, un soutien au chauffage dans les locaux où les besoins de chauffage peuvent se substituer aux besoins d'ECS. Ce type de configuration est plutôt destiné aux installations de petite taille (<50m²).

Remarques générales

Le chargement des calories se fait via un échangeur immergé en partie basse du ballon. Ces calories sont ensuite déchargées via un échangeur ECS immergé et dont la sortie se situe en partie haute du ballon.

Ce type de schéma présente un rendement légèrement moins important qu'un schéma classique mais reste une bonne réponse technique aux installations sans stockage ECS.

Le pilotage de la pompe solaire est effectué de la même façon qu'avec une installation avec stockage d'ECS, par exemple avec une sonde en sortie de capteurs avec une sonde en bas de ballon de droite, avec ou sans sonde d'ensoleillement.

Préférer un débit de la boucle solaire en mode Low Flow et/ou à débit variable.

Dans ce cas, dès l'intersaison, une température de départ solaire plus élevée favorise la stratification et permet de monter le ballon plus haut et plus vite en température.

Cette stratification pourra, le cas échéant, être améliorée par le biais d'un deuxième échangeur noyé en partie haute du ballon et d'une vanne 3 voies de stratification basculant de l'échangeur inférieur à l'échangeur supérieur si la température en sortie de capteurs le permet.

La stratification a un double avantage :

- maintenir le bas de ballon le plus froid possible pour augmenter la productivité solaire
- maintenir le haut de ballon le plus chaud possible pour réduire le risque de développement bactérien.

Remarques particulières / précautions

Le dimensionnement de l'échangeur ECS interne doit permettre d'accepter le débit ECS de pointe et de transférer un maximum de chaleur vers l'eau sanitaire.

Instrumentation souhaitable

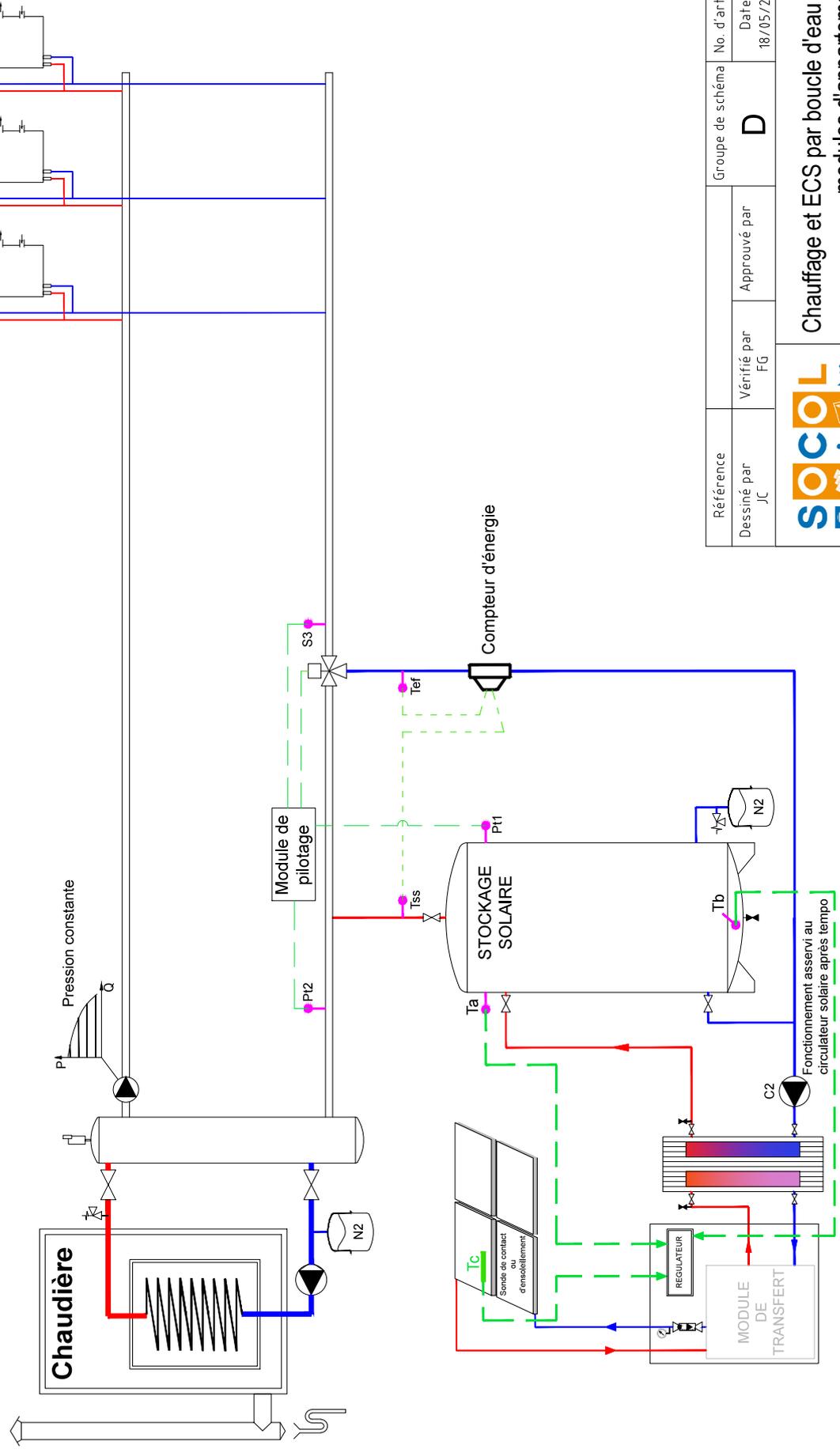
- un compteur d'énergie entre entrée et sortie échangeur ECS interne
- un compteur totalisateur journalier de la consommation d'eau chaude (si le compteur ne fait pas l'intégration propre du débit)

** Nota : ces mesures peuvent être faites par un compteur d'énergie intégré ou à l'aide d'un débitmètre et des sondes de température. Dans ce cas l'intégration « consommation » et « énergie produite » est faite par le calculateur.*

Les SSC

Légende

-  Purgeur
 -  Groupe de sécurité
 -  Mitigeur thermostatique
 -  Clapet Anti-retour
 -  Vanne normalement ouverte
 -  Vanne normalement fermée
 -  Circulateur
 -  Soupape de sécurité
 -  Vanne 3 voies motorisée
 -  Robinet de réglage
 -  Débimètre ou Compteurs Energie
 -  Vase d'expansion
 -  Sonde de T°
 -  Tef: T° Eau froide
 -  Tbf: T° retour boucle
 -  Tss: T° Sortie Solaire
- Vecs: Volume Eau Chaude Solaire



MODULES D'APPARTEMENT
CHAUFFAGE + ECS

Référence	Vérifié par	Approuvé par	No. d'article/Référence
Dessiné par JC	FG	D	
			Date 18/05/2015
			N° NEW-SSC-a

SO COL

Chauffage et ECS par boucle d'eau chaude unique et modules d'appartement

1) NEW - SSC - a - Chauffage et ECS par boucle d'eau chaude unique et modules thermiques d'appartement

Application

Ce type de configuration est principalement adapté aux immeubles d'habitation, donc résidentiel à basse consommation énergétique équipés de modules thermiques d'appartement type dit « retour primaire basse température » avec petit débit et grand différentiel de température au primaire (eau technique).

Remarques générales :

Le chargement des calories solaires se fait en amont du chargement de calories principal suivant la boucle hydraulique retour des Modules Thermiques d'Appartement (MTA). Un module de pilotage de fluide installé sur le retour de boucle chauffage autorise ou non l'utilisation du stockage solaire en fonction de l'écart de température entre le haut du ballon de stockage solaire et la température de retour des modules thermiques d'appartement. Une sonde additionnelle en aval permet le contrôle du mélange redistribué au réseau pour limiter les pertes thermiques en ligne réseau et éviter tout déclenchement intempestif d'alarmes chaudière ou autre. Le réglage « pression constante » de la pompe à variation de vitesse réseau permet d'adapter le débit aux consommations eau chaude sanitaire réelles sur les échangeurs ECS contenus dans les MTA. Le débit de fuite de maintien en température sur chaque échangeur ECS, permet de garantir un débit minimum sur la pompe réseau, ce qui offre l'opportunité d'installer éventuellement un compteur d'énergie additionnelle sur la boucle retour, pour facturation. Un comptage de débit permet de contrôler le bon fonctionnement du module de pilotage de fluide. Un compteur d'énergie additionnel pourra être installé sur la boucle chauffage retour, pour la facturation éventuelle de l'apport solaire, le débit y étant permanent.

Remarques particulières / précautions :

L'échangeur solaire de réchauffage du stockage solaire pourra être interne ou externe. Le facteur clef de succès de ce type d'installation vient de la capacité de la totalité des modules thermiques d'appartement à renvoyer du froid sur la boucle retour réseau (eau technique) :

Les échangeurs et régulations en places dans les modules thermiques d'appartement doivent tous deux permettre ce retour basse température. Il ne faut donc pas de systèmes Tout ou Rien sur les régulations chauffage, mais bien des systèmes régulés.

La température réseau ne doit pas s'effondrer, pour conserver une autorité minimum sur les vannes et systèmes de régulations des modules thermiques d'appartement.

La consigne moyenne d'appoint départ eau chaude réseau devra être au moins supérieure à 15°C à la consigne ECS des modules thermiques d'appartement. Explication :

+10°C de plus pour l'autorité de la vanne sur les Modules Thermiques d'Appartement.

+5°C de perte sur le bouclage.

L'échangeur ECS de chaque Modules Thermique d'Appartement devra avoir pour efficacité minimum : 65°C – 25°C / 10°C - 50°C 55 kW

La vanne de régulation de l'échangeur ECS de chaque module thermique d'appartement devra être plombée après réglage, ou sécurisée d'une manière ou d'une autre, pour éviter toute modification intempestive qui nuirait à l'efficacité globale de l'installation solaire.

Dans le cas d'un chauffage principal avec chaudière, la capacité de la chaudière ou de l'installation chaudière dans son ensemble, à accepter un retour de boucle basse température devra être vérifiée au préalable avec le fabricant. En fonction de ce choix, l'éventuelle bouteille de découplage pourra être avantageusement être changée par un ballon primaire de petite dimension pour procurer à l'installation une certaine inertie, éviter tout pompage chaudière qui nuirait au respect du maintien en température stable départ réseau : Condition essentielle pour un respect d'une bonne autorité sur les vannes de contrôle des modules thermiques d'appartement. Une adaptation, c'est-à-dire une réduction du différentiel de température de réglage chaudière avec une augmentation du débit de bouclage entre la chaudière et la bouteille de mélange peut aussi être envisagée.

Dans le cas d'un réseau de chaleur avec échangeur, le découplage devient inutile.

Les technologies "solaire et pompe à chaleur" (PAC solaire)

Applications

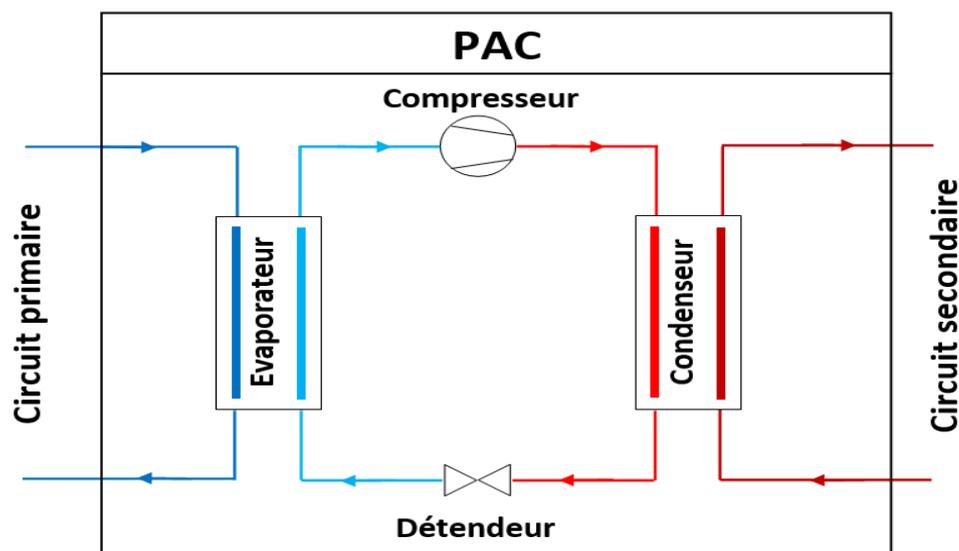
- Production d'eau chaude sanitaire collective. Applications nombreuses : logements collectifs, hôtels, établissements médicalisés, centres sportifs, crèches, lycées, restauration, abattoirs...
- Chauffage de piscine : Piscines municipales, piscines privées, bassins couverts et chauffés toute l'année.
- Tout autre projet ayant des besoins de chauffage entre 30 et 70°C. Exemple applications industrielles.

Remarques générales

La totalité des besoins liés à l'ECS (retour de boucle compris) peuvent être couverts par un système PAC solaire.

L'énergie récupérée dans le capteur est transférée aux groupes thermodynamiques de la PAC. La PAC assure alors le transfert de cette énergie dans le circuit primaire à « basse température » vers le circuit secondaire à « haute température ». Le circuit secondaire est connecté aux ballons de stockage d'ECS.

Schéma général d'un groupe thermodynamique de la PAC:



Le condenseur est un échangeur de type double parois afin d'éviter tout contact entre l'ECS et le fluide frigorigène (conformément à la circulaire du 26 avril 1982).

Remarques particulières

Les températures de stagnation des capteurs solaires non vitrés sont comprises entre 50 et 80°C. Par conséquent, contrairement au solaire thermique, pas de risque de surdimensionnement de la surface de capteur. Pas de risque de surchauffe estivale en absence de puisages.

Certains capteurs solaires dits « souples » ou « moquette » jouent le rôle de vase d'expansion.

Précautions

- Une bonne mise en œuvre et une bonne maintenance exige de maîtriser le remplissage d'un circuit en antigel :
 - Bien doser le mélange eau+antigel
 - Purger totalement l'air du circuit
 - Filtrer les impuretés générées lors de la pose des tuyauteries...
 - Equipements nécessaires : réfractomètre, pompe de remplissage avec flexibles, fût/bidon pour réaliser le mélange.
- Ne pas sous évaluer le diamètre des liaisons capteur, sinon le débit sera insuffisant, les performances chutent, et le compresseur peut se mettre en sécurité.
- Si eau dure, adoucisseur obligatoire. Sinon entartrage progressif échangeurs et vannes 3 voies.
- La PAC Solaire couvrant tous les besoins d'eau chaude, y compris le retour de boucle, un juste dimensionnement peut parfois se révéler insuffisant en cas de réseau de distribution mal réalisé et plus déperditif que prévu.

Instrumentation souhaitable

- Comptage de l'énergie calorifique produite par la PAC Solaire.
- Comptage de l'énergie électrique consommée par le compresseur et les auxiliaires.
- Volume d'eau froide puisé.
- Consommation de l'appoint électrique ou énergie calorifique injectée dans l'ECS par la chaudière d'appoint
- Température de départ ECS au point de puisage dans le stock. Histogramme souhaité.

Les pertes de boucle pourront être estimées par la formule :

$$E = m \times C_p \times DT \times h$$

Avec

E = Energie bouclage en kWh

m = débit d'eau en kg/s

Cp = Chaleur massique de l'eau à 60°C soit 4.185 kJ/kg/K

DT = Delta T (départ bouclage – retour bouclage)

h = heures de fonctionnement sur base 24h/24

La valeur du Delta T pourra être considéré constant sur une année. Il devra être mesuré avec des sondes en applique mises en œuvre de façon identique et dans les règles de l'art

Le débit pourra être considéré constant sur une année. Pour l'obtenir :

- soit le lire sur un compteur volumétrique installé de façon provisoire
- soit le déduire d'une mesure de différence de hauteur manométrique aux bornes du circulateur

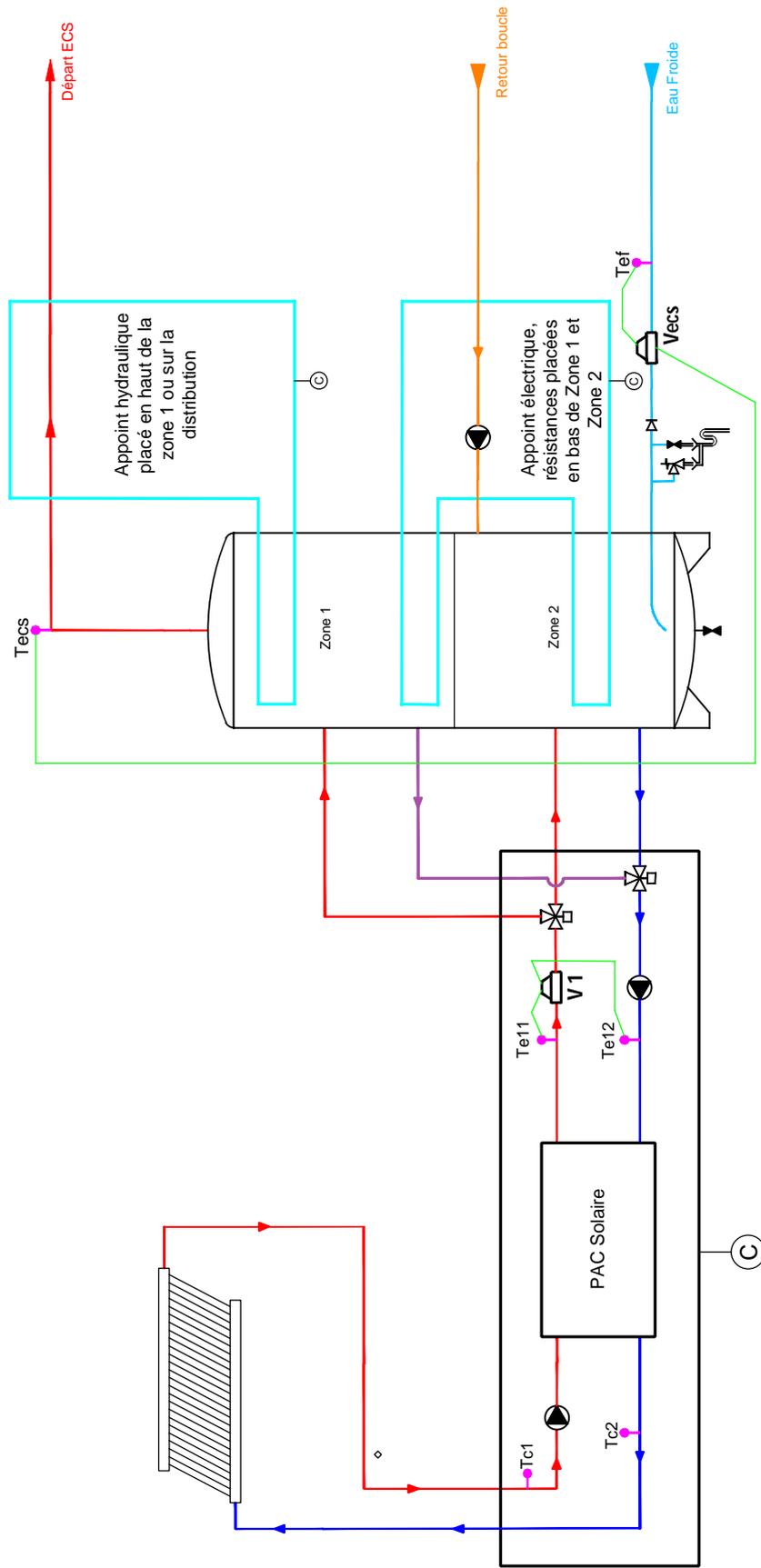
Référence	D		Approuvé	N°	
Dessiné par	JC	Véifié par	FG	Date	18/05/2015
NEW-CEPS-a			NEW-CEPS-a		

Groupes de schémas
 Groupe de schémas : d'article/Référence

Pompe à chaleur solaire – production ECS
Eau froide et retour de boucle sur ballon
Mode Thermodynamique seul





NB :

Le volume de stockage est divisé en deux zones et se répartit dans un ou plusieurs ballons positionnés en série.

Se référer aux spécifications du fabricant de la PAC Solaire pour les détails techniques des ballons : répartition des volumes, position des piquages...

La PAC solaire est composée d'un ou plusieurs modules thermodynamiques.

1) NEW - CEPS - a

Il s'agit d'un schéma de base pour la mise en œuvre d'une PAC solaire avec les éléments suivants:

- Le capteur solaire
- La PAC composé d'un ou plusieurs groupes thermodynamiques
- Les circulateurs primaires et secondaires
- 2 Vannes 3 voies (V3V) sur le circuit secondaire
- Un volume de stockage (pouvant être composé de plusieurs ballons alors montés en série) divisé en 2 zones

Le capteur est utilisé uniquement directement en tant que source d'énergie de la PAC.

Le système peut fonctionner quelles que soient les conditions extérieures (sauf en cas de température extérieure extrêmement basse), ainsi, sa mise en marche est seulement dépendante du besoin de chauffe du volume de stockage.

Lorsque la PAC Solaire fonctionne, les circulateurs des circuits primaire et secondaire sont en marche en même temps et la PAC assure le transfert d'énergie entre les 2 circuits.

Le principe de la régulation est de toujours maintenir l'ECS à une température supérieure à 55°C au départ des ballons de stockage. Le volume total du stockage est ainsi divisé en 2 zones : zone 1 = « zone Prioritaire » et zone 2 = « zone de Stockage » afin de garantir constamment la disponibilité d'ECS supérieure à 55°C au départ des ballons (c'est-à-dire dans la zone 1). Le volume de la zone 1 étant dimensionné de manière à ce que la puissance de la PAC permette de maintenir constamment ce niveau de température dans celle-ci.

C'est par l'intermédiaire des V3V sur le circuit secondaire que la PAC peut être reliée aux zones 1 et 2 et peut réchauffer l'ECS dans l'une ou l'autre de ces 2 zones.

Une fois que la zone 1 atteint une température supérieure à 55°C, les V3V basculent et l'ECS produite est envoyée vers la zone 2 jusqu'à ce que la totalité du volume de stockage soit amenée à 55°C.

Le retour de boucle est placé en haut de la zone 2 afin de limiter le refroidissement de la zone 1.

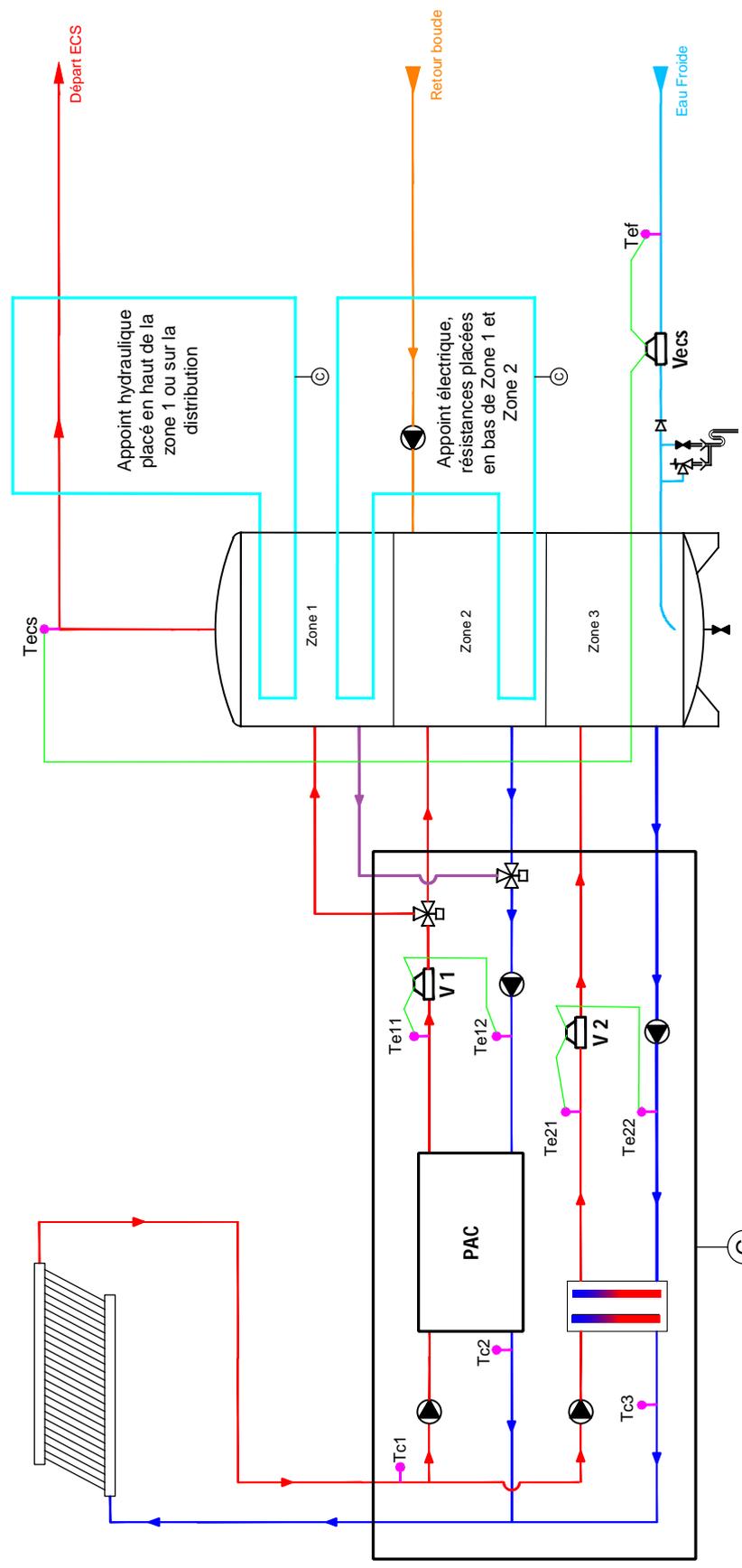
La chauffe de la zone 1 est toujours prioritaire devant celle de la zone 2.

L'appoint peut éventuellement prendre le relais si toutefois (conditions extérieures extrêmes par exemple) la PAC ne parvenait pas à maintenir la zone 1 supérieure à 55°C.

Référence		Groupe de schéma		No. d'article/Référence	
Dessiné par	Véifié par	Approuvé	Date	N°	
JC	FG	D	18/05/2015	NEW-CEPS-b	

Pompe à chaleur solaire – production ECS
Eau froide et retour de boucle sur ballon
Modes Thermodynamique et Solaire Direct

	Groupe de sécurité	
	Vanne 3 voies motorisée	Vanne normalement ouverte
	Soupape de sécurité	Vanne normalement fermée
	Sonde de T°	Compteur



NB :

Le volume de stockage est divisé en trois zones. Il se répartit dans un ou plusieurs ballons positionnés en série.

Se référer aux spécifications du fabricant de la PAC Solaire pour les détails techniques des ballons : répartition des volumes, position des piquages...

La PAC solaire est composée d'un ou plusieurs modules thermodynamiques.

2) NEW - CEPS - b

Ce schéma reprend les mêmes composants que le schéma de base « NEW-CEPS-a) » mais comporte les éléments supplémentaires suivants destinés à améliorer la performance globale du système :

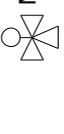
- Module de transfert solaire composé d'un échangeur et de circulateurs primaires et secondaires
- Une troisième zone de stockage

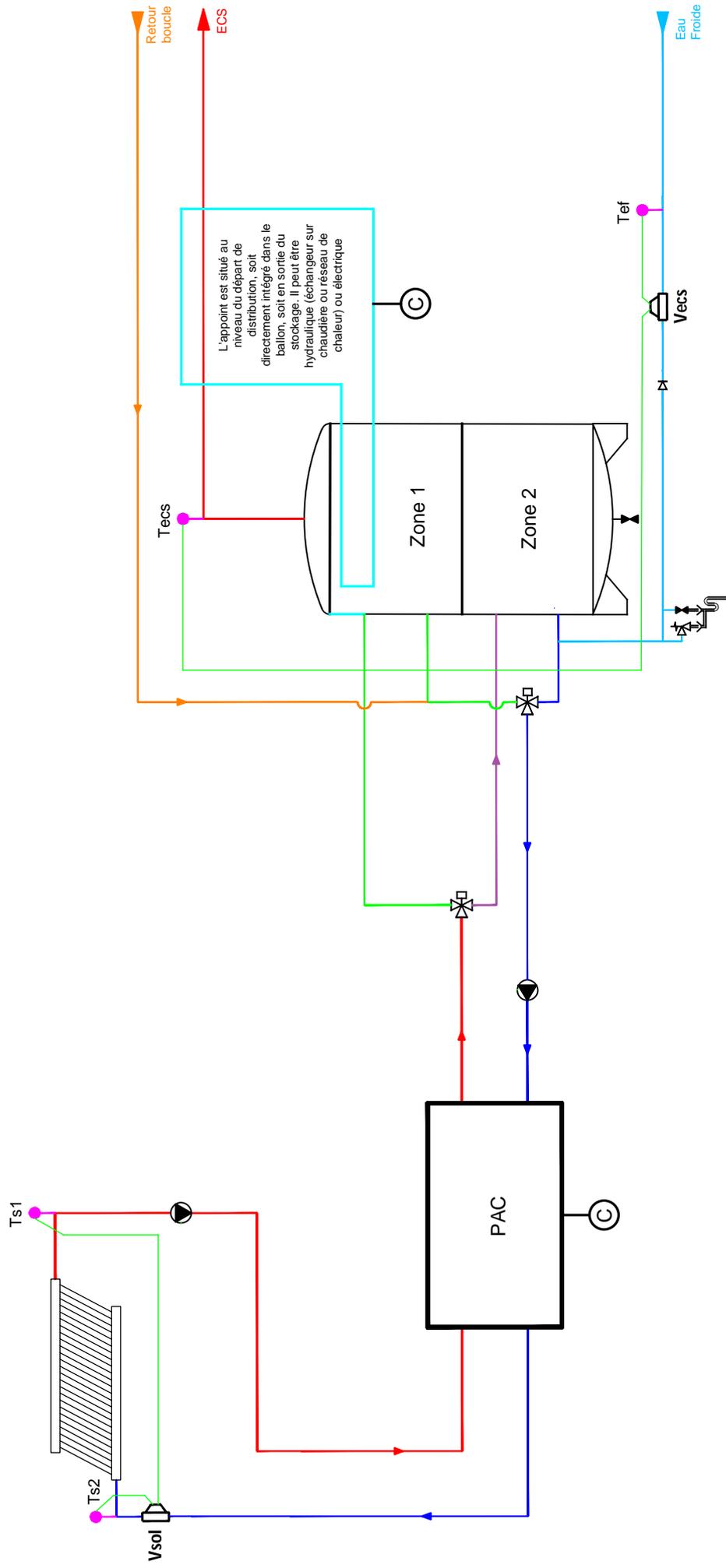
Le fonctionnement de base est identique à celui du schéma « NEW-CEPS-a) » mis à part la gestion d'une troisième zone (zone 3) dans le volume stockage. Cette zone 3 est utilisée en tant que zone de préchauffage dans laquelle l'énergie récupérée dans le capteur est transférée directement au stockage (sans passer par la PAC) par l'intermédiaire du module de transfert solaire (le capteur solaire est alors utilisé comme un capteur solaire thermique classique). Ce mode de fonctionnement de préchauffage (mise en marche du module de transfert solaire) est effectué lorsque les conditions entre, température de la zone 3, température extérieure, et ensoleillement sont favorables.

Le capteur solaire étant non vitré et sans isolation, la température de la zone 3 ne pourra pas être amenée à 55°C mais cette zone préchauffée située en amont des zones 1 et 2 permet de réduire l'énergie que doit apporter la PAC pour chauffer ces 2 zones à plus de 55°C.

Le reste de la régulation est identique à celui du schéma de base « NEW-CEPS-a) » afin de maintenir constamment le départ de l'ECS à la sortie du stockage supérieur à 55°C.

Référence		Groupe de schéma		N°	
Dessiné par JC	Véifié par FG	Approuvé	D	Date 18/05/2015	NEW-CEPS-C
					
Pompe à chaleur solaire – production ECS Eau froide et retour de boucle sur PAC et ballon Mode Thermodynamique seul					



NB :

Le volume de stockage est divisé en trois zones. Il se répartit dans un ou plusieurs ballons positionnés en série.

Se référer aux spécifications du fabricant de la PAC Solaire pour les détails techniques des ballons : répartition des volumes, position des piquages...

La PAC solaire est composée d'un ou plusieurs modules thermodynamiques.

3) NEW - CEPS - c

Schéma d'un système de production d'ECS par pompe à chaleur sur capteur solaire.

Le système comprend :

- Un capteur solaire
- Un ensemble PAC composé d'un ou plusieurs modules thermodynamiques
- Un ou plusieurs ballons de stockage
- Un circulateur primaire et un circulateur secondaire
- Deux vannes 3 voies de régulation

Remarques générales :

La PAC puise l'énergie collectée par le capteur solaire, utilisé ici uniquement comme source froide de la PAC, et chauffe l'eau du stockage.

La PAC peut assurer l'ensemble des besoins : utiles et déperditions (dont bouclage).

L'appoint n'assure le relais que lorsque la puissance de la PAC n'est pas suffisante pour assurer les besoins.

Remarques particulières / précautions :

Le volume de stockage est divisé en deux zones chauffées alternativement par la PAC grâce à un système de vannes 3 voies motorisées. Il se répartit dans un ou plusieurs ballons positionnés en série.

Zone 1

Zone située juste en amont de la distribution. La température doit y être constamment supérieure à 55°C. La pompe à chaleur chauffe prioritairement cette zone. Si la puissance de la PAC est insuffisante (température extérieure très basse, pic de puisage exceptionnel), un appoint prend le relais.

Zone 2

Cette zone, située en amont de la Zone 1, est chauffée par la PAC lorsque la Zone 1 a atteint sa température de consigne. Si la température de la Zone 1 passe sous la consigne, pendant que la PAC monte en température la Zone 2, le réchauffage de cette zone est stoppé au profit de la Zone 1.

L'appoint est situé au niveau du départ de distribution, soit directement intégré dans le ballon, soit en sortie du stockage. Il peut être hydraulique (échangeur sur chaudière ou réseau de chaleur) ou électrique.

Instrumentation souhaitable

Comptage de l'énergie renouvelable apportée à l'évaporateur de la PAC (débitmètre V_{sol} + sondes de température T_{s1} et T_{s2})

Un compteur électrique de l'énergie consommée par la PAC

Comptage de l'énergie consommée par l'appoint

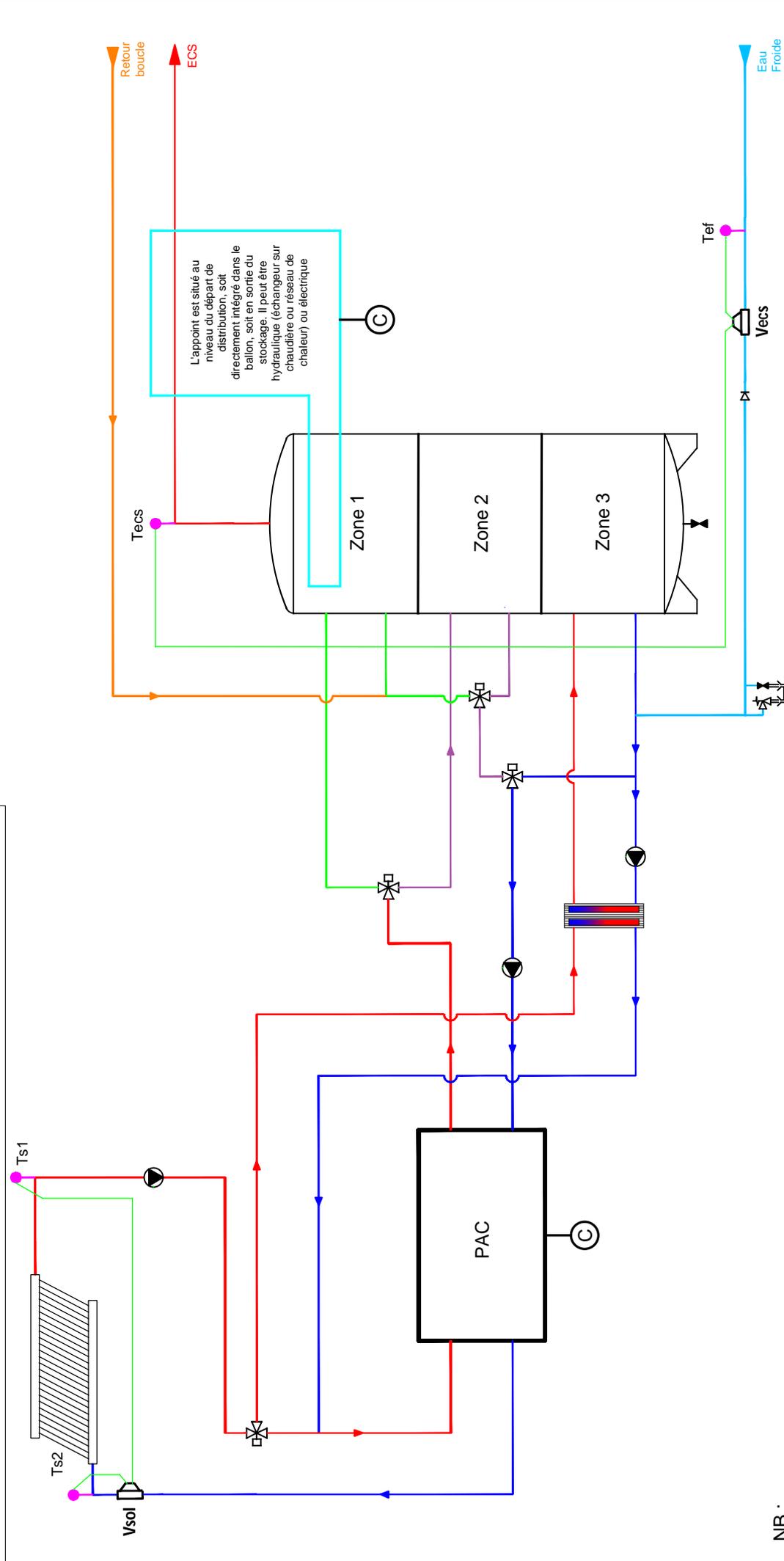
Un compteur d'énergie apportée pour le chauffage de l'ECS (débitmètre V_{ecs} + sondes de température T_{ef} et T_{ecs})

Référence		Groupe de schéma		N°	
Dessiné par	Véifié par	Date	Approuvé	NEW-CEPS-d	
JC	FG	18/05/2015	D		

Pompe à chaleur solaire – production ECS
Eau froide et retour de boucle sur PAC et ballon
Modes Thermodynamique et Solaire Direct

Légende

	Groupe de sécurité	
	Vanne 3 voies motorisée	
	Soupape de sécurité	
	Sonde de T°	



NB : Le volume de stockage est divisé en trois zones. Il se répartit dans un ou plusieurs ballons positionnés en série.
 Se référer aux spécifications du fabricant de la PAC Solaire pour les détails techniques des ballons : répartition des volumes, position des piquages...
 La PAC solaire est composée d'un ou plusieurs modules thermodynamiques.

4) NEW - CEPS - d

Schéma d'un système de production d'ECS par pompe à chaleur sur capteur solaire avec échangeur solaire direct.

Le système comprend :

- Un capteur solaire
- Un ensemble PAC composé d'un ou plusieurs modules thermodynamiques
- Un ou plusieurs ballons de stockage
- Un circulateur primaire et deux circulateurs secondaires
- Trois vannes 3 voies de régulation
- Un échangeur pour le solaire direct

Remarques générales :

La PAC puise l'énergie collectée par le capteur solaire et chauffe l'eau du stockage. La PAC peut assurer l'ensemble des besoins : utiles et déperditions (dont bouclage). L'appoint, intégré dans le stockage, n'assure le relais que lorsque la puissance de la PAC n'est pas suffisante pour assurer les besoins.

Cette version est une variante du schéma NEW-CEPS-c. Elle propose un système aux performances améliorées intégrant un échangeur solaire supplémentaire qui permet de préchauffer directement l'eau du stockage par le capteur solaire, lorsque la température de retour du capteur solaire est suffisamment haute.

Remarques particulières / précautions :

Le volume de stockage est divisé en trois zones chauffées par la PAC et/ou le capteur solaire directement grâce à un système de vannes 3 voies motorisées.

Le chauffage des **Zones 1 et 2** est effectué par la PAC selon les mêmes principes de régulation que ceux décrits dans le schéma « NEW-CEPS-c ».

Zone 3

Cette zone, située la plus en amont dans le stockage, est préchauffée directement par le capteur solaire lorsque les conditions d'ensoleillement le permettent, c'est-à-dire lorsque la température en sortie de capteur est supérieure à celle de la Zone 3. La manœuvre d'une vanne 3 voies permet d'aiguiller le fluide caloporteur en sortie de capteur vers l'échangeur primaire permettant le transfert de l'énergie dans la Zone 3. La manœuvre d'une dernière vanne motorisée permet de faire travailler la PAC sur cette zone 3 pendant la nuit.

L'appoint est situé au niveau du départ de distribution, soit directement intégré dans le ballon, soit en sortie du stockage. Il peut être hydraulique (échangeur sur chaudière ou réseau de chaleur) ou électrique.

Instrumentation souhaitable

Comptage de l'énergie renouvelable apportée au primaire (débitmètre V_{sol} + sondes de température T_{s1} et T_{s2})

Un compteur électrique de l'énergie consommée par la PAC

Comptage de l'énergie consommée par l'appoint

Un compteur d'énergie apportée pour le chauffage de l'ECS (débitmètre V_{ecs} + sondes de température T_{ef} et T_{ecs})

E. Les bonnes pratiques

La bonne conception d'une installation solaire thermique passe par le choix d'un schéma adapté aux besoins, tel que ceux qui précèdent ; **mais attention** : ce n'est pas une condition suffisante pour réussir une installation, d'autres aspects sont tout aussi importants.

En voici une liste non exhaustive avec, le cas échéant les documents SOCOL correspondants.

- Quel que soit le schéma retenu, le dimensionnement des composants commence par une bonne appréciation des besoins en eau chaude du bâtiment concerné. Pour les cas où aucune mesure n'est disponible, SOCOL propose des ratios à utiliser pour le dimensionnement de la partie solaire des installations (surface de capteurs, volume de stockage et dimensionnement des composants qui en découle), sans risque de sur dimensionnement.
→ *fiche "ratios de dimensionnement" SOCOL*
Attention, ce ne sont pas les soutirages de pointe nécessaires au dimensionnement de l'appoint et de la distribution.
- Il existe différentes qualités de fluide caloporteur, certains supportant les hautes températures et la vaporisation qui peuvent survenir lors de périodes de stagnation et d'autres pas. Il est important de bien se renseigner et de choisir un fluide adapté aux usages du solaire thermique. Il y a notamment des fabricants français très performants dans ce domaine.
- Le vase d'expansion du circuit primaire nécessite un dimensionnement particulier compte tenu des écarts de température très important entre les périodes de gel et les périodes à risque de stagnation. SOCOL propose une méthode de dimensionnement :
→ *fiche SOCOL sur le dimensionnement du vase d'expansion.*
- L'échangeur de chaleur du circuit solaire a également un dimensionnement spécifique du fait de la température variable de la source de chaleur que sont les capteurs. Il doit être capable de transférer la puissance crête des capteurs (700 W/m²) avec une efficacité élevée et un faible pincement en température.
- Choisir un schéma simple et adapté ; bien dimensionner les composants, OK ; mais le bon fonctionnement d'une installation solaire thermique (comme de toute installation technique) passe par une bonne transmission des infos entre les acteurs tout au long du projet, jusqu'à mise en service soignée et la mise en place d'un suivi permettant une exploitation efficace et peu onéreuse. Plusieurs outils sont mis à disposition par SOCOL sur ces aspects :
 - Pour un bon déroulement du projet → *Le commissionnement d'une installation d'eau chaude solaire collective*
 - Pour une mise en route efficace avec transmission à l'exploitant d'une installation dont a vérifier qu'elle fonctionne nominalement
→ *La mise en service dynamique*
 - Pour réduire le coût d'exploitation et s'assurer du bon fonctionnement dans la durée
→ *Le suivi des installations solaires thermiques*

NB : un groupe de travail SOCOL travaille sur la question du bouclage, qui correspond à une consommation d'énergie nécessaire à maintenir l'installation en T°, et à sa prise en compte éventuelle dans les calculs de dimensionnement.

F. Outils de dimensionnement et logiciels de simulation

Les outils de simulation actuels sont développés par différents éditeurs et sont essentiellement des outils de dimensionnement et de conception. Tous ne délivrent pas directement les grandeurs nécessaires au calcul des aides du Fonds Chaleur, et la notion même d'énergie solaire utile diffère d'un outil de calcul à un autre. A ce jour les logiciels fournissant directement la production d'énergie solaire utile nécessaire au calcul de la productivité solaire utile, y compris pour les installations en appoint intégré, sont : SOLO, SIMSOL, TRANSOL.

Les logiciels disponibles sur le marché :

- **SOLO 2000 (gratuit)**

Transcription informatique de la méthode SOLO développée par le CSTB avec le soutien de l'ADEME. Il est téléchargeable gratuitement mais ne dispose pas de mises à jour depuis de nombreuses années.

Cependant une version SOLO 2016 est en cours d'élaboration par l'INES et TECSOL. C'est un outil simple de calcul prévisionnel des performances (pré dimensionnement) par corrélation.

Définition du taux de couverture identique avec SIMSOL et TRANSOL : énergie solaire utile / besoins de soutirage

La méthode SOLO est utilisée très couramment, notamment pour du contrôle de bon fonctionnement ou de la Garantie de Résultat Solaire.

Limites :

- ne permet notamment pas la modélisation des CESC en eau technique, individualisé, à plusieurs échangeurs noyés ... mais permet la modélisation des CESC en configuration "classique" (avec échangeur externes ou noyés)
- Ne traite que de la partie solaire des installations ; ni de l'appoint, ni de la distribution
- Utilise les paramètres anciens B et K pour le rendement des capteurs

SOLO 2000 est téléchargeable sur le site internet de SOCOL.

Les logiciels suivants sont tous basés sur de la simulation dynamique et traitent des installations de production d'eau chaude complète, avec appoint et distribution.

- **SIMSOL (gratuit)**

Permet d'avoir une approche de simulation, basée sur Trnsys, au pas de temps horaire, sur le comportement des installations. Il permet de visualiser l'évolution de nombreux paramètres : consommations énergétiques du système d'appoint, des pompes ; pertes thermiques des différents composants de l'installation (capteurs, ballons, canalisations...) ; niveaux de température atteints en différents points (température de sortie du capteur, température de sortie du ballon solaire, température de l'eau au soutirage...).

Limites :

- Ne permet pas la modélisation des configurations CESC I et CESC A I, ni en eau technique
- Ne dispose pas de mise à jour depuis plusieurs années
- Quelques bugs, dont le calcul du coefficient de déperdition des tuyauteries à partir de la nature et de l'épaisseur de l'isolant : il faut calculer le coef par ailleurs et le rentrer directement

Utilise les paramètres anciens B et K pour le rendement des capteurs

- **TRANSOL (Payant – distribué en France par le CSTB)**

Successeur franco-espagnol de Simsol, également basé sur Trnsys, mais avec beaucoup plus de variantes de schémas hydrauliques ; y compris CESCO, CESCOI, eau technique, piscines, chauffage ou industrie.

Mécanisme de pré dimensionnement automatique basé sur des corrélations (surface des capteurs, volume des ballons, débits des pompes, etc.)... Mais la fiabilité reste incertaine...

- **T*SOL (payant - distribué en France par Fauconnet Ingénierie)**

Outil de simulation développé par la société Valentin Energy Software en Allemagne.

Nombreux schémas hydrauliques (plus de 200) dont des schémas de fabricants.

Importante base de données pour tous les composants.

Attention, le taux de couverture au sens de la norme et de SOLO ou SIMSOL n'est pas donné directement mais doit être calculé à partir des résultats fournis (facile en appoint séparé ; impossible en appoint intégré...)

- **POLYSUN (payant - distribué directement par Vela Solaris)**

Outil de conception et de simulation développé par la société Vela Solaris en Suisse ; existe en plusieurs versions plus ou moins sophistiquées.

Large bibliothèque de schémas, dont des schémas de fabricants.

La version la plus complète (POLYSUN Designer) permet de définir son propre schéma à partir d'une bibliothèque d'éléments, tuyaux, pompes, régulations vannes... Avec les risques que cela comporte en termes de capacités de calcul en fonction de ce que les concepteurs ont imaginé ou non.

Limites :

- Plus complexe que les précédents, notamment dans la présentation des résultats. Attention en particulier, le de taux de couverture au sens de la norme et de SOLO ou SIMSOL n'est pas donné directement mais doit être calculé à partir des résultats fournis (facile en appoint séparé ; impossible en appoint intégré...)
- Les consommations d'énergie pour la distribution ne sont pas calculées, mais fixées par l'utilisateur
- Le nombre de stations météo pour la France est assez limité (39 contre plus de 100 dans SIMSOL ou T*SOL)

- **Trnsys (payant - distribué en France par le CSTB)**

Outil de simulation dynamique non spécifique au solaire, qui demande certaines compétences pour créer ses propres assemblages ; plutôt destiné à la recherche. Cet outil est relativement onéreux.

G. Le suivi des installations

Le suivi des installations, sous ses différentes configurations, remplit a minima deux objectifs :

- assurer le bon fonctionnement des installations solaires sur toute leur durée de vie,
- fournir au maître d'ouvrage et aux financeurs des informations objectives sur les performances,

Sur la durée, ce suivi permet de limiter les opérations de maintenance et réduire les coûts associés à ce type de prestation.

L'ADEME exige un suivi systématique des installations solaires thermiques collectives pour lesquelles elle apporte une aide financière dans le cadre du Fonds chaleur. Les procédures sont consultables sur la dernière version de la Méthode Fonds Chaleur en cours. Cette volonté d'inscrire chaque projet dans une démarche qualité (efficacité, durabilité, fiabilité), implique le maître d'ouvrage dans l'instrumentation et le suivi du fonctionnement de ses installations solaires.

Les professionnels SOCOL insistent sur le fait que "le solaire" nécessite une instrumentation de suivi et d'alerte, et que les données demandées ne doivent pas peser en termes de complexité et de coûts.

Le rôle de l'instrumentation est de contrôler prioritairement la production solaire. Les pertes de distribution ou de boucle sanitaire sont indépendantes de l'énergie primaire utilisée et ne doivent en conséquence pas être rattachées au solaire.

L'objectif principal du recours à un suivi est de réduire la maintenance préventive et le temps de non performance.

On peut distinguer 3 types de fonctions concernant le suivi des installations en solaire thermique, qui répondent à 3 objectifs complémentaires.

Certains outils répondent un seul des objectifs, d'autres à plusieurs :

- 1- Etre alerté si l'installation n'est pas en état de fonctionnement normal (détection de non fonctionnement)
- 2- Faire des bilans énergétiques
 - pour connaître la performance - valeur absolue de productivité capteur par exemple, directement liée à la performance économique
 - pour connaître la qualité de fonctionnement - comparaison avec une valeur théorique calculée dans les conditions d'usage
- 3- Disposer de données permettant d'établir un diagnostic (causes du dysfonctionnement)

Dans les 3 cas détaillés ci-après, peut se poser la question de disposer des données localement ou à distance; et la réponse dépend de la taille des installations, de la présence d'un contrat de garantie...

1. Etat de fonctionnement de l'installation

Objectifs	Signaler automatiquement un arrêt ou un fonctionnement anormal
Effet sur la maintenance significativement la	Intervention au plus tôt en cas de panne - limite maintenance préventive
Information/alarme locale ou à distance ?	Locale : voyant rouge + libellé sur la régulation A distance : mail, SMS...
Fréquence d'historisation	Sur apparition de défaut

2. Bilan énergétique

Objectifs	Connaître la performance et/ou la qualité de fonctionnement de l'installation Satisfaire à la demande des financeurs (ADEME, régions...)
Effet sur la maintenance performance (vs la	Limite la maintenance préventive : on n'intervient que si la qualité de fonctionnement) se dégrade
Information/alarme ou interface locale ou à distance ?	Locale sur petites installations : écran de compteurs d'énergie graphique, régulateur/datalogger A distance : mail, SMS... éventuellement avec fichier joint type csv
Fréquence préalable ?) d'historisation	Mensuelle (hebdomadaire à envisager mais à étudier au préalable ?)

3. Données pour diagnostic

Objectifs	Pouvoir analyser le fonctionnement : les dysfonctionnements Affiner la mise au point
Effet sur la maintenance	Limite le temps de non performance ou de non fonctionnement
Information/alarme locale ou à distance ? directement	Locale : carte SD ou équivalent, directement sur la régulation A distance : base SQL alimentée quotidiennement soit soit via fichiers csv
Fréquence d'historisation	Quelques minutes (10 minutes en général)

Pour plus de détails sur le suivi, consultez les outils SOCOL sur le suivi des installations en chaleur solaire collective (consultables sur le site à partir de février 2016).

H. Liens et adresses utiles

Sites internet :

Tout savoir sur l'eau chaude solaire collective :

- <http://www.solaire-collectif.fr>

Télécharger la méthode Fonds Chaleur :

- <http://www.ademe.fr>

Les Directions Régionales de l'ADEME :

- <http://www2.ademe.fr/servlet/list?catid=12430>

Logiciels de dimensionnement :

Téléchargement du logiciel SOLO :

<http://www.solaire-collectif.fr/fr/les-outils.htm>

Téléchargement du logiciel TRANSOL :

http://boutique.cstb.fr/fr/logiciels/solar-energy/transol-3-0.html?_SID=U

Téléchargement du logiciel POLYSUN :

http://www.velasolaris.com/vs2/index.php?article_id=2&clang=2

Téléchargement du logiciel T*SOL :

<http://download.fisa.fr/PRODUITS/TSOL.htm>

Téléchargement du logiciel TRNSYS :

<http://www.trnsys.com/>

...

Conclusion

L'objectif de ce recueil est de présenter les solutions éprouvées les plus simples et performantes à la fois, et de mettre en évidence les erreurs à ne pas commettre.

Les configurations présentées dans cet ouvrage associées aux compétences des professionnels doivent permettre de disposer d'une installation bien conçue, instrumentée de façon à pouvoir en suivre les performances, participant ainsi à limiter les interventions futures, durant la phase d'exploitation.

Cette schémathèque est le fruit du travail des experts rassemblés au sein de l'équipe technique de SOCOL, elle respecte une procédure de contribution et de consultation bien établies, tant pour la révision de schémas existants que pour l'introduction de nouveaux schémas ("NEW"), basée sur la rigueur, le retour d'expérience et d'instrumentations, et exige le consensus du groupe de travail impliqué dans sa rédaction.

Depuis la parution de la première version de la schémathèque SOCOL en 2013, ce document a acquis une notoriété qui lui confère aujourd'hui un statut de référence pour la filière de la chaleur solaire collective. Les six premiers schémas (Groupe B) sont ceux qui font foi pour les dossiers du Fonds Chaleur de l'ADEME.

Selon le principe déjà retenu pour la création de la première version du document, les professionnels impliqués dans le groupe de travail sont représentatifs de la filière (fabricants, bureaux d'études, installateurs, organismes de contrôle, énergéticiens ...), afin de refléter les différents besoins et expériences. Les textes révisés s'adaptent également à l'évolution du marché.

Le travail sur la schémathèque continue en 2016 afin de s'assurer que le document reste à jour et évolue en même temps que la filière.

Cette bibliothèque de schémas est certes un outil de base dans la conception d'une installation en chaleur solaire collective, elle n'est cependant pas suffisante car un ouvrage solaire thermique performant et durable s'appuie également sur des professionnels formés et qualifiés, pour assurer un bon dimensionnement, une traçabilité et une indispensable communication entre les différents acteurs dès le début du projet (cf. le guide du commissionnement SOCOL), une mise en service documentée et formalisée ainsi qu'un suivi adapté de l'installation. Les outils appropriés sont disponibles en ligne sur le site SOCOL.

Enfin, il faut prévoir la remise d'un dossier technique regroupant les plans, les schémas de principe et les notices d'installations et d'entretien des différents matériels présents sur l'installation. Les éléments contenus dans ce dossier devront également être présents dans le local technique de l'installation pour pouvoir être consultés au besoin.

Durant la mise en service dynamique de l'installation, l'ensemble des acteurs devra être présent pour vérifier la conformité de l'installation au cahier des charges, ainsi que son bon fonctionnement. L'exploitant désigné pour assurer la maintenance devra ainsi disposer de tous les éléments nécessaires à une prise en charge immédiate de l'installation solaire.



SOCOL pour "Solaire Collectif" est une initiative d'ENERPLAN engagée en 2009 avec le soutien de l'ADEME, afin de regrouper les acteurs autour de cette technique spécifique, pour développer la chaleur solaire collective performante et durable.

SOCOL rassemble des milliers d'experts, professionnels et maîtres d'ouvrage.

En appui du fonds chaleur, SOCOL vise à structurer l'offre filière par la performance et la qualité et à dynamiser le marché.

Les principaux objectifs de SOCOL

- > Développer le savoir-faire des acteurs de la chaleur solaire collective en France
- > Structurer l'offre par la performance et la qualité
- > Consolider la confiance des maîtres d'ouvrage et développer de nouvelles opportunités (réseaux de chaleur, industrie...)
- > Poursuivre la baisse du coût global du kWh STColl

SOCOL : la filière en ordre de marche

À l'origine de l'initiative SOCOL, ENERPLAN anime et fait grandir ce collectif interprofessionnel, avec le soutien de l'ADEME depuis 2009 et de GRDF depuis 2013.

Ensemble, faisons avancer la chaleur solaire collective

SOCOL implique des partenaires de premier rang - COSTIC, GRDF, INES, Qualit'EnR, TECSOL et UNICLIMA - et les acteurs du marché (industriels, ensembliers, bureaux d'études spécialisés, installateurs). Il associe les principales organisations professionnelles concernées représentant les installateurs, les sociétés d'exploitation et de maintenance (CAPEB, FFB, FEDENE), ainsi que l'USH, les Régions et les directions régionales de l'ADEME.

