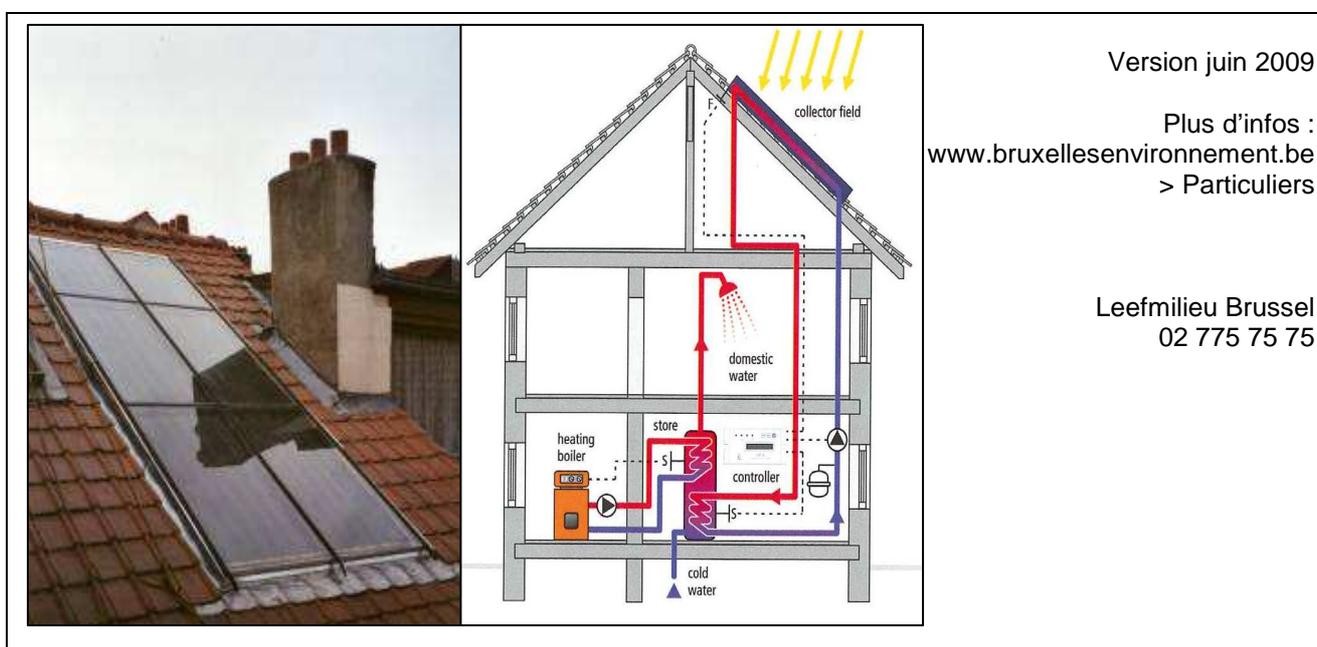


LE CHAUFFE-EAU SOLAIRE INDIVIDUEL

Guide d'entretien aux propriétaires d'un Chauffe-eau solaire



Version juin 2009

Plus d'infos :
www.bruxellesenvironnement.be
> Particuliers

Leefmilieu Brussel
02 775 75 75



LE CHAUFFE-EAU SOLAIRE INDIVIDUEL

Guide d'appui technique, pour un usage optimal, aux propriétaires d'un chauffe-eau solaire

SOMMAIRE

CHAPITRE I : INTRODUCTION	4
CHAPITRE II : LE FONCTIONNEMENT D'UN CESI.....	7
CHAPITRE III : LE SUIVI / LES PROBLEMES DU CESI	11
CHAPITRE IV : L'ENTRETIEN D'UN CESI	17
CHAPITRE V : AUGMENTER LA COUVERTURE SOLAIRE.....	20
CHAPITRE VI : CONCLUSION	24
TABLE DES MATIERES	25

CONTENU

Bruxelles Environnement vous propose ce guide comme soutien pratique et technique à un usage optimal du chauffe-eau solaire individuel (CESI),

Vous pourrez y trouver des réponses à diverses questions relatives au fonctionnement, ainsi que des informations concernant le suivi et l'entretien du CESI.

De plus, des conseils sont donnés afin de maximiser l'usage de l'énergie solaire tout en faisant des économies.

OBJECTIF

Ce guide a pour vocation d'aider les propriétaires à comprendre le fonctionnement de leur CESI et d'identifier le moment où une action est à entreprendre, que ce soit par lui-même ou par un professionnel.

PUBLIC-CIBLE

Les utilisateurs d'un chauffe-eau solaire individuel (CESI).

Les systèmes fournissant un appoint de chauffage ou préchauffant de l'eau collectivement ne seront pas abordés.



CHAPITRE I : INTRODUCTION

Quelques chiffres clés

La consommation énergétique pour la production d'eau chaude sanitaire représente environ 15% des consommations énergétiques totales d'un ménage standard. Plus une maison est isolée, plus cette proportion grandit et donc plus l'intérêt du CESI grandit par rapport aux dépenses énergétiques totales.

Il faut une quantité nette d'énergie équivalente à 1 kWh pour amener 20 litres d'eau de 12°C (température moyenne de l'eau distribution) à 55°C. L'énergie primaire dépend du rendement du système utilisé.

Il y a environ 10 kWh d'énergie primaire dans 1m³ de gaz ou dans 1 litre de mazout.

L'énergie fournie chaque année par le soleil, sur une surface horizontale d'1 m² est de 1000 kWh, soit 100 litres de mazout ou 100 m³ de gaz.

Selon que la dimension du CESI est bien harmonisée avec la façon de consommer l'eau chaude, il peut fournir de 50 à 70% des besoins en ECS d'une maison.

En région bruxelloise, les 5 dernières années, plus d'un millier de particuliers ont installé un CESI, dont environ un tiers en 2007.

1. L'ENERGIE SOLAIRE, UNE RESSOURCE NATURELLE RENOUVELABLE

L'usage de l'énergie thermique du soleil peut se comparer étroitement à l'usage d'une autre ressource naturelle renouvelable : l'eau de pluie.

- C'est une ressource **diffuse** ; elle a besoin d'être collectée par des surfaces de capteurs, comme l'eau de pluie est captée par le sol et y pénètre.
- C'est une ressource **moins dense que** les énergies traditionnelles et **intermittente** ; elle est accumulée pendant la journée, le stockage permettant un usage ultérieur. La pluie aussi est intermittente, mais l'exploitation des nappes phréatiques (réservoirs naturels constitués au gré des averses), nous donne un accès à l'eau toute l'année.
- C'est une énergie de **flux** ; elle se renouvelle indéfiniment, à son rythme. Si nos besoins sont plus importants que son renouvellement, elle ne suffit plus, tout comme il y a un épuisement des nappes d'eau souterraines lorsque l'on puise de l'eau plus rapidement qu'il n'y en pénètre.

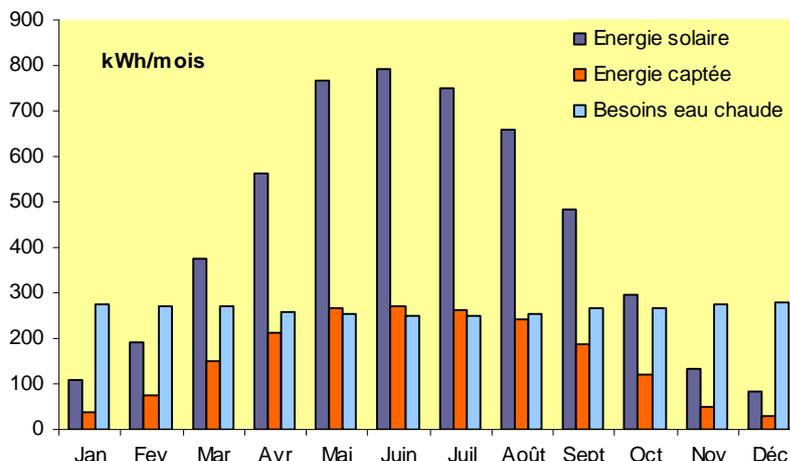


La comparaison s'arrête là car il y a une différence, importante dans notre pays, entre ces deux ressources naturelles :

- Les pluies sont réparties sur toute l'année (il n'y a pas de sécheresse en Belgique).

- Le soleil est insuffisant, à certaines saisons, pour couvrir nos besoins. Nous n'avons pas encore trouvé le moyen de stocker efficacement l'énergie, surabondante en été, pour l'utiliser en hiver (c'est justement un des défis de la recherche actuelle).

On note qu'à certains mois de l'année, l'autonomie est possible pour autant que la surface des capteurs et le volume de stockage soient adaptés à la consommation **et** que les utilisateurs aient un comportement raisonnable.



Comparaison entre l'énergie fournie par le soleil sur 4,5m², l'énergie captée par le CESI sur cette même surface (inclinaison 45° et orientation sud) et les besoins énergétiques moyens mensuels en ECS d'un logement. Sources IRM, ICEDD, APERe.

2. L'ENSOLEILLEMENT A BRUXELLES

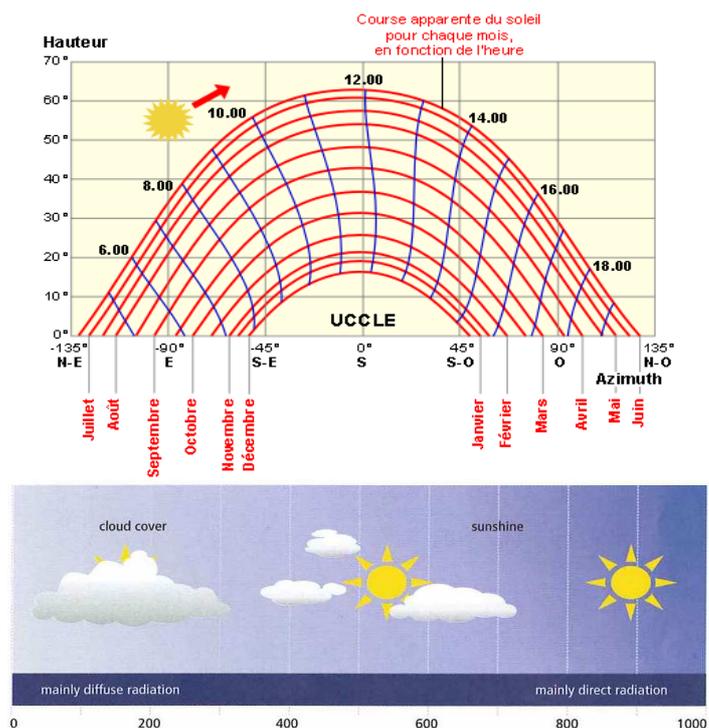
A Bruxelles nous recevons, en moyenne chaque année, 1000 kWh sur chaque m² de surface horizontale en provenance du soleil. Une surface mieux inclinée recevra plus d'énergie (voir point suivant « capter la lumière »).

Cet ensoleillement global annuel est réparti annuellement en 60% de rayonnement diffus (à travers les nuages et la brume) et 40% de rayonnement direct (ciel bleu, soleil directement visible).

La puissance de l'ensoleillement et la quantité d'énergie fournie par le soleil varient au cours de l'année en fonction de :

- La durée d'ensoleillement.
- L'heure.
- La couverture nuageuse.

Sources : IRM, Solar Thermal Systems



3. CAPTER LA LUMIERE

Les évolutions technologiques des absorbeurs et l'isolation poussée des capteurs permettent de transformer au mieux le rayonnement global en chaleur. Les capteurs peuvent dès lors fonctionner dès qu'il y a de la lumière, même s'il est évident que l'on capte une plus grande quantité d'énergie lors d'un ensoleillement direct.

Afin de tenir compte de la course du soleil dans le ciel et capter un maximum d'énergie, on incline les capteurs de 35 à 45° par rapport à l'horizontale. Dans ces conditions, on intercepte 10 % de plus que ce qui est reçu par une surface horizontale pour une orientation sud.

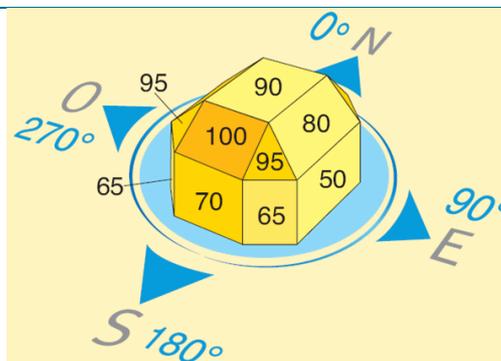
Impact de l'orientation et de l'inclinaison des capteurs

On définit des zones d'efficacité différentes en fonction de l'orientation (l'azimut par rapport au sud) et de l'inclinaison (90° = surface verticale) des capteurs.

On observe un optimum vers 35°-45° autour de l'azimut sud.

Avec une inclinaison de 35°, on aura encore une efficacité supérieure à 85% en étant orienté est ou ouest.

Il reste donc toujours pertinent d'installer des capteurs avec de telles orientations.



Zones orientation/inclinaison d'efficacité annuelle d'interception du soleil. Source photovoltaic systems

Il n'est pas possible de suivre la trajectoire du soleil avec des capteurs thermiques car ils ont des liaisons de tuyauterie hydrauliques trop rigides. Ils seront donc toujours fixes, que ce soit sur une toiture plate, une façade ou une toiture inclinée.

4. STOCKER LA CHALEUR

La chaleur fournie par le soleil est transférée dans un ballon de stockage volumineux et fortement isolé.

L'objectif du volume de stockage est de pouvoir assurer, au minimum, les besoins en ECS de 2 journées de consommation lorsque le ballon est chauffé au maximum de sa capacité.

L'isolation poussée (10 – 15 cm) permet de limiter les pertes et de rentabiliser au maximum l'énergie captée. D'avril à octobre, on peut réaliser sur une journée un stockage d'énergie pour plusieurs jours d'utilisation (de 2 à 4) sans avoir recours à l'usage de l'appoint.

Cela permet de dépasser les périodes de moins bon ensoleillement et de parler d'autonomie saisonnière (printemps – été).

Le stockage inter saisonnier n'étant pas encore possible pour une habitation, le recours à une énergie d'appoint est nécessaire à certaines époques de l'année. L'objectif de ce guide est d'apprendre à **maîtriser cet usage** en utilisant au mieux le CESI installé et de **valoriser** l'énergie solaire, gratuite, le plus de mois possibles sur l'année.

Les performances des systèmes de production d'eau chaude sanitaire fonctionnant à l'énergie solaire, de même que leur impact sur la réduction de l'usage d'énergie fossile, sont fonction de plusieurs aspects incluant :

- le matériel et la qualité de sa mise en œuvre,
- l'usage et l'entretien de l'installation,
- la consommation d'eau.

Ce guide donne, dans les chapitres suivants, plus d'information pour mieux gérer ces points.

CHAPITRE II : LE FONCTIONNEMENT D'UN CESI

1. LES COMPOSANTES D'UN CESI¹

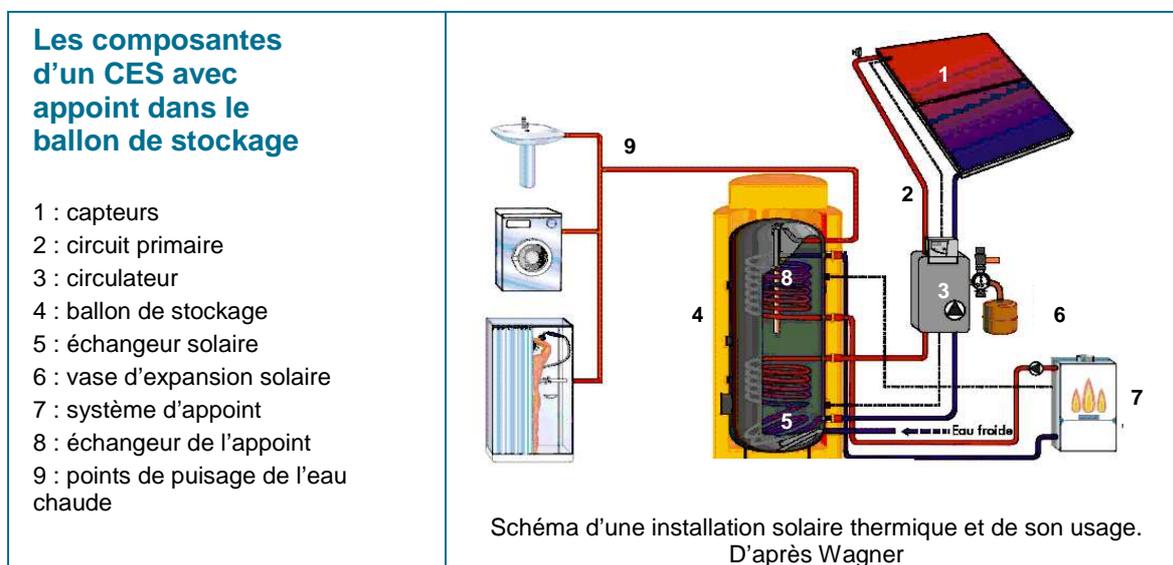
Le CESI a deux composantes principales :

- le capteur, qui transforme la lumière en chaleur,
- le ballon de stockage qui accumule l'énergie pour un usage ultérieur.

Dans les pays chauds, le ballon est directement au contact des capteurs sur le toit (on parle de thermosiphon).

A Bruxelles, on place le ballon dans la maison afin de le protéger du froid, ce qui nécessite d'ajouter un circuit de conduite de la chaleur entre les capteurs et le ballon. Une pompe y est incorporée afin de faire circuler le fluide caloporteur qui s'y trouve.

Le circuit de conduite reliant les capteurs et le ballon de stockage est appelé **circuit primaire**. La pompe est appelée le **circulateur**. Celui-ci fonctionne à l'aide d'électricité et possède donc une consommation d'énergie à minimiser.



Il existe des CESI **sous pression** et des CESI **à vidange**¹. Ce sont deux stratégies différentes pour lutter contre le gel et la surchauffe. Leurs performances thermiques sont semblables.

Dans un CESI, deux régulations sont nécessaires au bon fonctionnement :

- la régulation du système solaire,
- la régulation de l'appoint.

Les paramètres qui pilotent ces deux régulations (températures d'enclenchement, d'arrêt, de consigne - voir points 2 et 3 de ce chapitre) sont des éléments cruciaux pour le fonctionnement optimal du système.

¹ L'objectif de ce guide n'est pas de détailler ces éléments ni les différents systèmes existants plus d'information sur : www.apere.org. Par ailleurs il est important de lire et prendre connaissance la notice technique relative au CESI installé chez vous pour faire le lien entre les informations de ce guide et votre installation.



2. LA REGULATION SOLAIRE

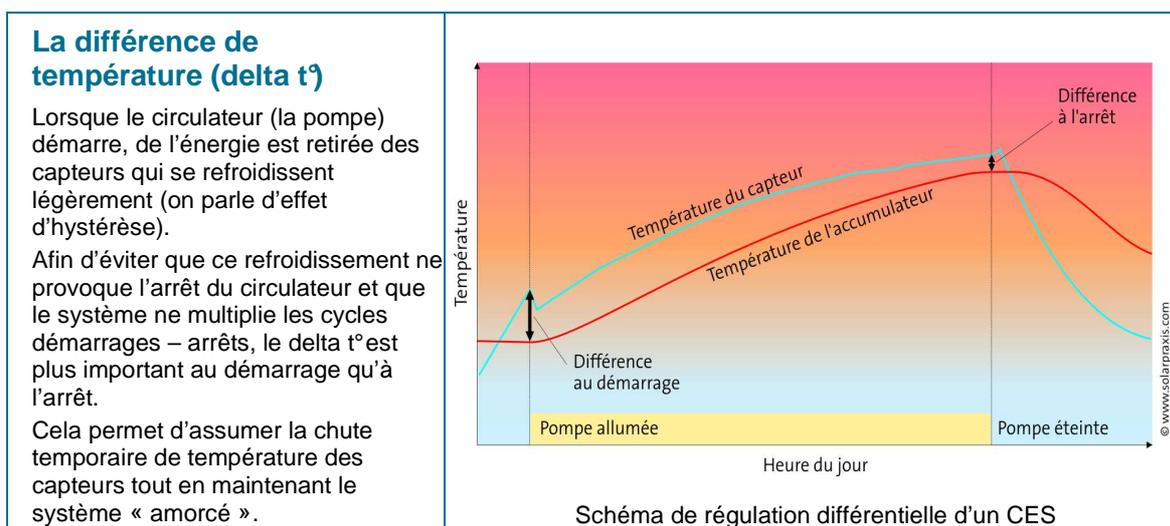
La régulation solaire est le système automatique qui pilote le fonctionnement du circulateur en comparant la température à la sortie des capteurs et la température dans le bas du ballon de stockage (de l'accumulateur dans la figure ci-dessous). Elle permet de maximiser l'apport solaire.

On parle de régulation différentielle car elle agit en fonction de la différence existante entre les deux températures mesurées.

- Si la température dans le capteur est supérieure à la température du bas du ballon, c'est qu'il y a de l'énergie disponible. Le circulateur démarre et permet le transfert de l'énergie des capteurs vers le ballon où elle réchauffe l'eau.
- Dès le moment où la température des capteurs et celle du bas du stockage sont proches, il n'y a plus de gain énergétique à réaliser et le circulateur s'arrête.
- Tant que la température des capteurs est inférieure à celle du ballon, le système est à l'arrêt (sinon l'énergie du ballon serait dissipée dans les capteurs).

La régulation considère toujours une différence de température (delta t°) plus importante pour démarrer le circulateur (entre 6° et 9°C) que pour l'arrêter (entre 1° et 3°C, schéma suivant).

Dans les deux cas, le delta t° est essentiellement déterminé par la longueur du circuit primaire.



Avec un delta t° de démarrage trop petit, le système pourrait consommer plus d'énergie électrique à sa mise en route qu'il ne gagne d'énergie thermique. Il est conseillé de toujours garder le delta t° d'usine, encodé et consultable dans la régulation, même si le système vous donne l'impression de ne pas être assez réactif lors d'un 'coup de soleil'.

3. LA REGULATION DE L'APPOINT

La régulation de l'appoint (et son entretien) est tout aussi importante que la régulation solaire car c'est elle qui permet de minimiser l'utilisation de l'énergie traditionnelle, payante et polluante, et donc de faire des économies d'argent et d'émissions de CO₂.

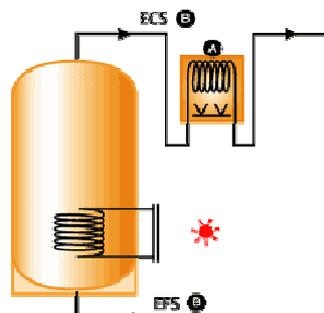
Cette régulation varie en fonction des types d'appoints utilisés :

- L'appoint est dit *en série* s'il est fait en dehors du ballon de stockage à l'aide, par exemple, d'un chauffe-eau instantané (souvent au gaz).

- Il est dit *en parallèle* s'il est réalisé au sein même du ballon de stockage. Une stratégie différente de régulation est définie lorsqu'il s'agit d'une énergie primaire (mazout, gaz, bois, huile de colza) ou d'électricité (voir cadre : « Quels réglages pour l'appoint ? »).

Types d'appoints possibles

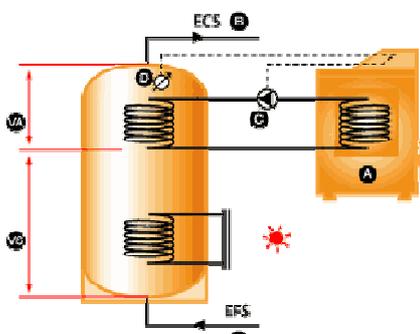
En série



- Appoint par chauffe-eau au gaz ou une chaudière murale :
- A appoint externe (chauffe-eau ou chaudière murale)
 - B eau chaude (ECS) et eau froide (EFS) sanitaire

Système le plus simple et le plus économe en énergie primaire. Nécessite le gaz.

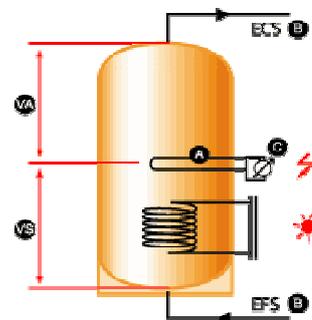
En parallèle, dans le ballon



- Appoint par chaudière :
- VB volume d'eau réservé pour le chauffage par l'énergie solaire
 - VA volume d'eau réchauffé ou chauffé par l'appoint
 - A appoint externe (chauffe-eau)
 - B eau chaude (ECS) et eau froide (EFS) sanitaire
 - C circulateur
 - D thermostat

Système nécessitant un ballon plus complexe (2 échangeurs) et une régulation horaire sur l'appoint.

En parallèle, électrique, dans le ballon



- Appoint électrique :
- VB volume d'eau réservé pour le chauffage par l'énergie solaire
 - VA volume d'eau réchauffé ou chauffé par l'appoint
 - A appoint interne (corps de chauffe électrique)
 - B eau chaude (ECS) et eau froide (EFS) sanitaire
 - C thermostat

Le volume chauffé par l'appoint est plus important car la puissance instantanée de la résistance électrique est limitée. Régulation horaire nécessaire.

Dans le cas d'un appoint en série, on placera un appoint instantané au gaz, équipé d'une **sonde** de température sur l'eau entrante, à puissance **modulante** (elle se règle automatiquement en fonction de la quantité d'énergie que l'appoint doit fournir) et avec un allumage **électronique** (une veilleuse permanente est un gaspillage énergétique important).

L'ajout d'un boîtier, qui permet à chaque utilisateur de définir la température de l'eau chaude qu'il souhaite (40 – 45 – 50°C en fonction des personnes), est possible et procure une économie d'énergie supplémentaire à l'usage (car l'eau n'est pas chauffée à une température supérieure à celle qui satisfait le consommateur).

Si l'appoint se fait dans le ballon, on prévoira une **régulation horaire** qui minimise son fonctionnement en journée (car du soleil peut être valorisé).

La durée de fonctionnement de l'appoint pourra être moins longue pour une chaudière (mazout, gaz, bois, ...) par rapport à un appoint électrique, car elle a en général une puissance importante qui lui permet de chauffer rapidement un volume d'eau suffisant.

Les résistances électriques ont des puissances plus faibles, il faudra donc les faire fonctionner plus longtemps pour satisfaire le même besoin (voir cadre : « Quels réglages pour l'appoint ? »).

Le point commun entre les 3 types d'appoints se situe au niveau de **vanne thermostatique** de sortie du ballon de stockage. Cette vanne est un organe de sécurité obligatoire qui limite la température de l'eau à la sortie du ballon de stockage, afin d'éviter les brûlures.

Elle peut être réglée à **50°C** maximum car c'est une température largement suffisante pour les différents usages tout en intégrant la gestion sanitaire (voir : « les légionelles », chapitre III point 4 dans le texte).

La température que l'on souhaite garantir à l'eau sanitaire via le recours à l'appoint est appelée **température de consigne** et sera aussi de 50°C.

Le choix de la température de consigne n'a pas d'impact sur la chaleur délivrée par le soleil, qui ne dépend que de l'ensoleillement et peut atteindre 90° - 100°C maximum dans le ballon de stockage.



Quels réglages pour l'appoint ?		
Appoint	T° de consigne	Régulation horaire
en série – chauffe eau gaz	50°C	Inutile, incluse du fait de l'appoint en série
en parallèle – mazout, gaz, pellets,...	50°C	Permettre l'appoint sur une courte période (de 18h – 21h par exemple) si la t° de consigne n'est pas atteinte. Le couper pendant les vacances.
en parallèle – électricité bi-horaire	50°C	Permettre l'appoint durant le tarif de nuit (entre 22h et 7h), si la t° de consigne n'est pas atteinte. Le couper pendant les vacances.
en parallèle – électricité tarif simple	50°C	Permettre l'appoint sur une courte période (de 17h – 23h par exemple) uniquement si la t° de consigne n'est pas atteinte. Le couper pendant les vacances.

L'appoint n'est nécessaire que pendant quelques heures par jour au maximum. En effet, le ballon de stockage est dimensionné pour que le volume d'eau que l'appoint peut chauffer corresponde à une journée d'utilisation d'eau chaude.

L'isolation importante du ballon permet de garder la chaleur délivrée le soir à disposition pour les douches du matin suivant. Il est donc inutile de solliciter l'appoint le matin s'il a fonctionné le soir précédent.

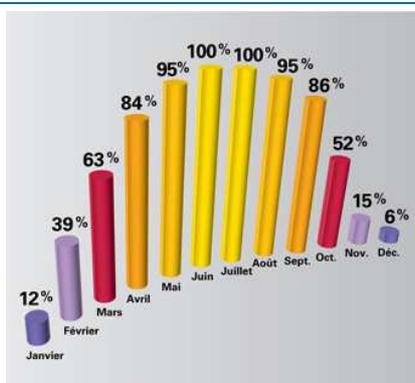
4. LA COUVERTURE SOLAIRE

La couverture solaire (ou fraction solaire) est la proportion des besoins énergétiques totaux qui sont couverts par le soleil. A Bruxelles une couverture solaire de 100% n'est envisageable que pendant certains mois de l'année.

$$COUVERTURE\ SOLAIRE = \frac{ENERGIE\ SOLAIRE\ CAPTEE}{ENERGIE\ SOLAIRE\ CAPTEE + ENERGIE\ DE\ L'\ APPOINT}$$

La couverture dépend donc de la dimension du CESI envisagé. Une fois le système installé c'est en diminuant les besoins totaux (en supprimant les gaspillages) que l'on a la possibilité de l'augmenter.

La fraction solaire mois après mois (4.5 m² de capteurs, 4 personnes)



Pour limiter les gaspillages, on jouera sur une bonne régulation du CESI et de l'appoint (voir point 2 et 3 ci-dessus), un entretien régulier (voir chapitre IV), et sur une utilisation rationnelle de l'eau chaude (voir chapitre V).

On remarque, sur l'image à gauche, que l'on est proche d'une couverture 100% pour les mois de mai jusqu'à août.

A Bruxelles, il est possible de couvrir entre 50 et 70 % des besoins annuels en eau chaudes, autrement dit : la couverture solaire est de 50 à 70%.

Il est intéressant de s'équiper de surfaces de capteurs et d'un volume de stockage permettant une **autonomie** durant les mois où **le chauffage de la maison n'est pas nécessaire**. Cela permet de **couper** totalement la **chaudière** qui, autrement, fonctionnerait avec un rendement très faible (donc en consommant excessivement).

CHAPITRE III : LE SUIVI / LES PROBLEMES DU CESI

Comme une chaudière, un CESI a besoin d'un suivi régulier² pour s'assurer que tout fonctionne bien et un maximum d'énergie solaire est utilisé.

- Les éléments présentés ci-dessous peuvent être **contrôlés par le propriétaire de l'installation de manière périodique**. Il est intéressant de noter ces observations dans un carnet (celui d'entretien par exemple).
- Dans tous les cas, le **passage de l'installateur pour réaliser l'entretien** devrait garantir un contrôle de base.

1. ISOLATION DES TUYAUX

Il est aberrant de perdre de la chaleur à cause d'une isolation non continue. Tous les tuyaux du circuit primaire (même ceux qui remontent vers les capteurs avec une eau moins chaude) ont besoin d'être **isolés** sur toute leur longueur.

Attention : l'isolation du circuit primaire (comme les tuyaux) doit résister aux **hautes températures (HT)**, jusque 160°C et plus à la sortie des capteurs. On utilise donc un isolant HT différent (souvent plus cher) de celui que l'on place sur les systèmes de chauffage et qui risquerait de fondre à la première montée en température.

Une bonne épaisseur d'isolation consiste à placer une épaisseur équivalente au diamètre des tuyaux à isoler.

De plus, en extérieur, l'isolation doit idéalement être résistante aux rayons ultraviolets (UV) et aux attaques d'oiseaux. Sujette à ces usures, elle aura tendance à s'abîmer plus vite et devra donc être contrôlée visuellement.

Isolation complète en toiture



Isolation complète en cave



2. NETTOYAGE DES CAPTEURS

Il n'est pas nécessaire de nettoyer les capteurs. Les vitrages sont prévus pour l'être automatiquement lorsqu'il pleut (comme les fenêtres de toit).

On s'assurera simplement, par un contrôle visuel rapide, qu'il n'y a pas de développement de mousses là où les alentours sont fortement humides (proximité d'un bois par exemple) où s'il y a un dépôt excessif de poussières. Si tel est le cas un nettoyage à l'eau claire + raclette est réalisable, préférentiellement au début l'automne.

² Les systèmes à pression et à vidange subissent les mêmes opérations d'entretien à l'exception des questions relatives à la pression (et les éléments concernés : vase d'expansion solaire, soupapes, ...) qui ne se posent pas pour les systèmes à vidange.



3. BUÉE SUR LA VITRE DU CAPTEUR

1) Dans le cas des capteurs plans, le buée est le signe de présence d'humidité dans l'air contenu dans le capteur. Si celle-ci disparaît rapidement avec l'apparition du soleil, c'est qu'il s'agit simplement de la condensation de la vapeur d'eau présente dans l'air, ce n'est pas problématique.

Si cette buée revient systématiquement et ne disparaît pas d'elle-même, c'est qu'il y a une infiltration d'eau à travers le joint de la vitre (défaut de fabrication). Celle-ci peut endommager l'isolation du capteur et donc ses performances, il doit être vérifié et l'infiltration colmatée.

2) Dans le cas de capteurs tubulaires (sous vide), si l'un d'entre eux semble avoir de la buée et devient blanc (même partiellement) c'est que le vide a disparu. Il n'est donc plus isolé et doit être remplacé.

Buée temporaire et non problématique sur capteurs plans



Tube sous vide (à gauche) dont l'étanchéité n'est plus bonne (apparence blanche)



Dans tous les cas, les opérations de remplacement ou de colmatage seront réalisées par un installateur.

4. LES NORMES DE SECURITE

Protection contre les brûlures

Lors d'une ou plusieurs journées de grand soleil, la température dans le ballon peut facilement atteindre 80 à 90 °C. Afin d'éviter les brûlures possibles à ces températures, il est obligatoire d'équiper la sortie du ballon solaire d'un limiteur de température (une vanne - mitigeur thermostatique) réglé sur 60°C au maximum.

Cette vanne permet de limiter automatiquement la température de l'eau distribuée à 60°C. Cette température est suffisamment basse pour éviter les brûlures importantes en cas de contact. Au-delà de 60°C, la peau serait brûlée avant qu'on ait le temps de retirer sa main du jet d'eau chaude.

Les légionelles

Les légionelles sont des bactéries naturellement présentes dans l'eau qui ont intégré le réseau de distribution. Elles peuvent se développer et infecter de l'eau lorsque plusieurs conditions sont réunies³ :

- Volume important d'eau stagnante (>400l),
- Température comprise entre 25 et 43°C,
- Présence de tartre.

³ Source : « Gestion du risque lié aux légionelloses », Conseil supérieur d'hygiène publique de France - 2001

Les milieux tels que les réseaux d'eau chaude stagnante, les boucles sanitaires (qui permettent de maintenir un volume d'eau chaude dans le système de distribution), les tours aéroréfrigérantes, les bains à bulles et les humidificateurs, apportent donc un risque accru par rapport à cette problématique.

Le risque lié aux légionelles n'est pas spécifique au chauffe-eau solaire, elle doit être envisagée dans toutes les installations de production d'eau chaude sanitaire.

Attention : le volume d'eau chaude sanitaire est parfois différent du volume de stockage. Si le ballon a un échangeur sanitaire instantané, le volume sanitaire est très petit (2 à 4 litres). Si le ballon comporte deux parties, l'une pour le soutien de chauffage, l'autre pour l'eau chaude sanitaire, c'est ce dernier volume qu'il faut considérer.

Le risque, uniquement lié au volume de l'eau chaude sanitaire, se trouve supprimé dans les cas où ce volume est inférieur à 400l.

Si elles sont développées et présentes en grande quantité, les légionelles peuvent provoquer la légionellose, une maladie grave, lorsque de l'eau contaminée et diffusée en aérosol est inhalée par des personnes à risque (diabétiques, fumeurs, personnes âgées, personnes cancéreuses,...). La contamination par ingestion n'a pas été démontrée.

Malgré qu'il n'y a pas de problèmes observés dans des installations de production d'eau chaude sanitaire de petite dimension (échelle du ménage), la précaution est de mise et les conseils de prévention⁴ suivants sont recommandés:

Mesures de précautions	
T° de consigne	Pas moins de 50°C
Retour d'absence prolongée	Chauffer le ballon 10 minutes à 60°C. Sauf si le ballon est très chaud suite à un ensoleillement important. Dans tous les cas, laissez couler un peu d'eau chaude avant de prendre la première douche.

La durée nécessaire pour supprimer les légionelles diminue avec la **température**⁵ :

- 20 minutes à 55°C
- 6 minutes à 57.5°C
- 2 minutes à 60°C

5. FORMATION DE CALCAIRE DANS LE BALLON

Le calcaire, présent dans l'eau de ville, se forme naturellement à partir de 60°C. Il se formera autour de l'échangeur solaire du ballon qui dépasse régulièrement cette température.

Ce n'est pas un problème pour la productivité du système à court terme car, le calcaire est régulièrement réduit en morceaux suite à la dilatation de l'échangeur (qui passe de 20°C à 40 – 60 – 80°C) et tombe en miettes dans le fond du ballon.

Cette formation est uniquement visible lors de l'ouverture du ballon de stockage, on veillera simplement à faire réaliser une vidange du ballon, lors d'un entretien, tout les 3 à 4 ans afin d'éviter une accumulation excessive.

Le calcaire se forme autour de l'échangeur. Il éclate avec la dilatation.



⁴ Source : « Gestion du risque lié aux légionelloses », Conseil supérieur d'hygiène publique de France - 2001

⁵ Idem



6. PERTE DE PRESSION DANS LE CIRCUIT PRIMAIRE

Si, dans un système sous pression, celle-ci (2 bars dans la figure ci-dessous) est plus faible que la pression mise initialement, le fluide caloporteur circule moins bien voir même plus du tout.

Un contrôle visuel permet de constater que l'aiguille de mesure de la pression (noire) est à un niveau égal ou supérieur que le niveau du trait de référence (rouge).

Deux origines de perte de pression sont possibles :

- Fuite du circuit primaire.
- Du fluide s'échappe par la soupape de sécurité.

Manomètre et soupape de sécurité



Soupape de sécurité (capuchon rouge)



Il y a lieu de contacter votre installateur afin qu'il trouve la cause de la perte de pression AVANT d'ajouter du fluide caloporteur.

7. FONCTIONNEMENT DE L'ANODE

L'anode est un système, présent dans les ballons émaillés, qui protège le ballon de la corrosion.

Sa vitesse de détérioration dépend du ballon (qualité de l'émaillage), de la dureté de l'eau (variable d'un endroit à l'autre), de la taille du ballon, de la quantité d'eau consommée, ...

Il n'y a aucune règle de vieillissement, donc un suivi régulier doit être fait car si l'anode ne fonctionne plus, il peut y avoir des risques pour la durée de vie du ballon.

Dans le cas d'une anode au magnésium, seul un installateur à la capacité de vérifier son fonctionnement. Si l'anode est à courant imposé, le témoin lumineux éteint ou rouge indique qu'il faut probablement la remplacer (contacter l'installateur).

Anode au magnésium



anode à courant imposé



8. COMPTEUR ENERGIE

Il n'est pas aisé de déterminer soi-même le bon fonctionnement quantitatif d'un CES qui n'est pas équipé d'un **compteur énergie**. Cet élément est le seul à permettre son monitoring réel et rapide. Il est donc **fortement recommandé** de l'inclure dans votre installation.

Un bon compteur d'énergie doit comprendre plusieurs composantes :

- Deux sondes positionnées en 'doigt de gant', sur l'aller et le retour du circuit primaire, de part et d'autre du ballon de stockage,
- Un débitmètre volumétrique à impulsion,
- Une station calcule et stocke les informations (intégrée dans la régulation, idéalement),
- Un compteur de passage placé sur l'alimentation en eau froide du ballon de stockage.

Lorsque la pompe tourne, une mesure du débit est faite à intervalle de temps régulier (30 secondes ou moins selon les systèmes) via une impulsion électrique. Simultanément, une mesure de la différence de température du liquide caloporteur est faite entre l'entrée et la sortie du ballon. La station calcule – et enregistre – la quantité d'énergie stockée au cours du temps.

Sondes sur l'aller et le retour



Débitmètre volumétrique



Par ailleurs le compteur de passage, placé sur l'eau froide alimentant exclusivement le ballon de stockage, comptabilise le nombre de litres (m³) d'eau chaude utilisée.

Cette combinaison de comptage (chaleur solaire et eau) permet, en toutes circonstances, de vérifier que la production du CESI est suffisante (contrôle des performances) en fonction de votre consommation. C'est donc un outil de monitoring indispensable qui permettra de calculer les économies d'énergie engrangées et, si le cas se présente, de détecter rapidement un dysfonctionnement du système.

De plus, le compteur d'eau vous permet de connaître précisément votre consommation d'eau chaude.

Ce genre d'équipement représente un surcoût, d'environ 150 à 200 € installé, qui sont également couverts par les primes et réductions fiscales car ils font partie du système global.

9. FONCTIONNEMENT DE LA POMPE

Voir chapitre II, point 2, dans le schéma.



Résumé des éléments quantitatifs et mesurables

Suivi (quoi ?)	Contrôle (Comment et quand?)	Contacteur installateur si... (action)
Isolation circuit primaire	Visuel, annuellement	- l'isolation se détache ou s'altère à l'extérieur.
Mousse ou poussières sur des capteurs	Visuel, annuellement	
Buée sur les capteurs	Visuel, mensuel	- la buée reste de manière permanente.
Formation de calcaire	Visuel, par ouverture du ballon. Tous les 5 ans.	- l'installation atteint 3 à 4 ans : prévoir un entretien de l'installation
Pression du circuit primaire	Manomètre : Pression doit rester constant (même valeur que lors de la mise en route), mensuel	- elle diminue de manière importante
Anode non fonctionnelle	Témoin lumineux (anode électrique) ou âge de l'installation (anode en magnésium), mensuel.	- le témoin est éteint ou rouge - où que l'installation atteint 3 - 4 ans : prévoir un entretien spécifique de l'installation
Production	- Le compteur énergie (si présent), semestriel	- vous n'observez pas une augmentation du compteur de minimum de 250 – 350 kWh par m ² installés et par an (pour une installation comprise entre 2 et 7m ²) : contacter l'installateur et évaluer votre consommation d'eau chaude (voir chap. 5).
	- La température du bas du ballon (en l'absence de compteur énergie), semestriel.	- par une journée ensoleillée (juin - juillet) on atteint pas 65 – 80 °C dans le bas du ballon de stockage, (avant les puisages du soir alors que la chaudière est coupée) : contacter l'installateur et évaluer la consommation d'eau chaude (voir chap. 5).
	- Le compteur d'heures de fonctionnement, semestriel.	- Un chauffe-eau solaire doit fonctionner entre 1.100 et 1.800 heures par ans. Un nombre d'heures anormalement bas est signe d'un problème (capteurs ou sondes, contacter l'installateur).
Fonctionnement de la pompe	- Delta t° entre l'arrivée des capteurs et le départ du ballon - fonctionnement de la pompe Mensuellement.	- la t° d'arrivée est inférieure à t° de retour (dé part ballon) : contacter installateur.
		- lors d'un grand soleil, t° arrivée > t° retour et la pompe ne tourne pas (le ballon n'étant pas saturé en chaleur par ailleurs).
		- la pompe tourne la nuit - la pompe tourne sans s'arrêter
Débit	Le débitmètre	- lors d'un beau soleil le débit est inférieur à celui prévu initialement (carnet d'entretien).

CHAPITRE IV : L'ENTRETIEN D'UN CESI

Une installation solaire fonctionne pendant 20 ans au moins, mais il y a des éléments d'usure à contrôler et éventuellement à remplacer.

Un CESI demande peu de maintenance, surtout si le fonctionnement est bien compris par l'utilisateur. Cependant, comme pour tout système, un entretien régulier par un professionnel est nécessaire.

1. FREQUENCE DES ENTRETIENS

Un entretien annuel consiste essentiellement en un contrôle rapide de l'installation (voir aussi chapitre précédent).

S'il n'y a pas d'action de nettoyage ou de remplacement à faire (voir point 2), cela peut prendre une dizaine de minutes.

Pour une intervention si courte, c'est plus rentable de faire venir un professionnel qui réalisera, simultanément, l'entretien de tous les systèmes de production de chaleur (CESI, chaudière, chauffe-eau, résistance électrique, cheminée,...).

Idéalement cet entretien est à planifier au début de l'automne, au moment où il est nécessaire d'allumer la chaudière pour chauffer la maison.

L'entretien annuel des chaudières au **mazout** (déductible fiscalement) est **obligatoire**. Pour les chaudières au **gaz**, il est conseillé tous les 2 ans.

2. ELEMENTS A CONTROLER

Les éléments essentiels à contrôler lors de l'entretien sont :

Chaque année :

- La densité et qualité de l'antigel (via le prélèvement d'un peu de fluide caloporteur):

La densité est vérifiée soit avec un réfractomètre soit avec un densimètre. On vérifiera que la densité réelle de l'antigel permet d'éviter le gel du liquide caloporteur à -25°C. La densité varie en fonction de la nature de l'antigel utilisé.

Sur la base du même prélèvement, on utilise une bande pH pour mesurer le niveau de dégradation du fluide caloporteur. La valeur doit se situer entre 7 et 9 et la diminution dépend du type de fluide présent et varie d'une installation à l'autre en fonction de son comportement. On notera la valeur observée dans le carnet d'entretien, le suivi régulier permet de se faire une idée de la vitesse de dégradation et de remplacer le fluide à temps.



- La pression du système:

Dans le cas d'un système sous pression, la pression est à comparer à la pression initiale de mise en service avec le manomètre. La pression constatée ne peut pas avoir diminué.



Tous les 3 à 4 ans :

- Le calcaire :

Le calcaire, présent dans l'eau de ville, se formera autour de l'échangeur solaire du ballon. Cette formation est uniquement visible lors de l'ouverture du ballon de stockage, on veillera simplement à faire réaliser une vidange du ballon, lors d'un entretien, tout les 3 à 4 ans afin d'éviter une accumulation excessive.

Le contenu en calcaire d'un ballon avant et après vidange.



- L'état de l'anode (au magnésium - Mg) :

L'anode est à vérifier dans les ballons émaillés (voir aussi chap. 3). Les ballons INOX ou synthétiques n'ont pas besoin d'anode de protection car leur matière n'est pas corrosive.

Le principe repose sur le fait qu'un métal moins noble (magnésium) jouant le rôle d'anode va protéger l'acier qui joue le rôle de cathode.

Lorsqu'une anode de protection contre la corrosion au Mg est utilisée, il convient de vérifier si celle-ci n'est pas totalement dissoute afin de garantir une protection cathodique des réservoirs en acier.

Anode Mg neuve (gauche) et attaquée par la corrosion (droite), mais contenant encore assez de matière pour protéger le ballon.



3. REALISER L'ENTRETIEN : ACTIONS A PRENDRE

Si un entretien des éléments essentiels est problématique, il est préférable qu'un **professionnel spécialisé** dans l'installation de chauffe-eau solaire et dans les systèmes de chauffage se charge de ces entretiens, car les actions à prendre nécessitent un minimum de matériel et de connaissances techniques.

Résumé		
	Quand ?	Action de l'installateur
Antigel dégradé	Densité trop faible pH \leq 7	Remplacer le liquide caloporteur (vidange + remplissage). Noter la date de remplacement.
Anode non fonctionnelle	Témoin éteint / contrôle positif avec multimètre ou visuel	Remplacer l'anode. Noter la date de remplacement car la vitesse de dégradation dépend de la qualité (dureté) de l'eau et de l'usage, elle varie donc d'un CESI à l'autre.
Pression	Pression constatée < pression initiale de mise en service	<ol style="list-style-type: none">1. Trouver la cause de la perte et la résoudre,2. Ajouter du liquide caloporteur dans le circuit primaire de manière à rétablir la pression initiale. Noter la pression obtenue.
Calcaire	Contrôle visuel positif (bas du ballon encrassé)	Ouvrir le ballon et vidanger (aspirer) les résidus de calcaire présents dans le fond.

La présence d'un carnet d'entretien mentionnant les données initiales de mise en route de l'installation (pression, type d'antigel,...), de même que les chiffres relevés lors des contrôles/entretiens, est indispensable pour suivre l'évolution des paramètres précités.



CHAPITRE V : AUGMENTER LA COUVERTURE SOLAIRE

Ce chapitre propose diverses pistes pour augmenter la couverture solaire. Ces solutions sont données en considérant que les régulations solaire et de l'appoint ont été préalablement optimisées (première étape dans les priorités d'action : voir chap. 2) et que votre installation est bien entretenue (voir chap. 3 et 4).

Les solutions proposées ci-dessous porteront sur des aspects matériels et des aspects comportementaux.

Il importe d'être attentif à avoir du matériel efficace mais également de prendre conscience de ses habitudes et de leurs coûts énergétiques.

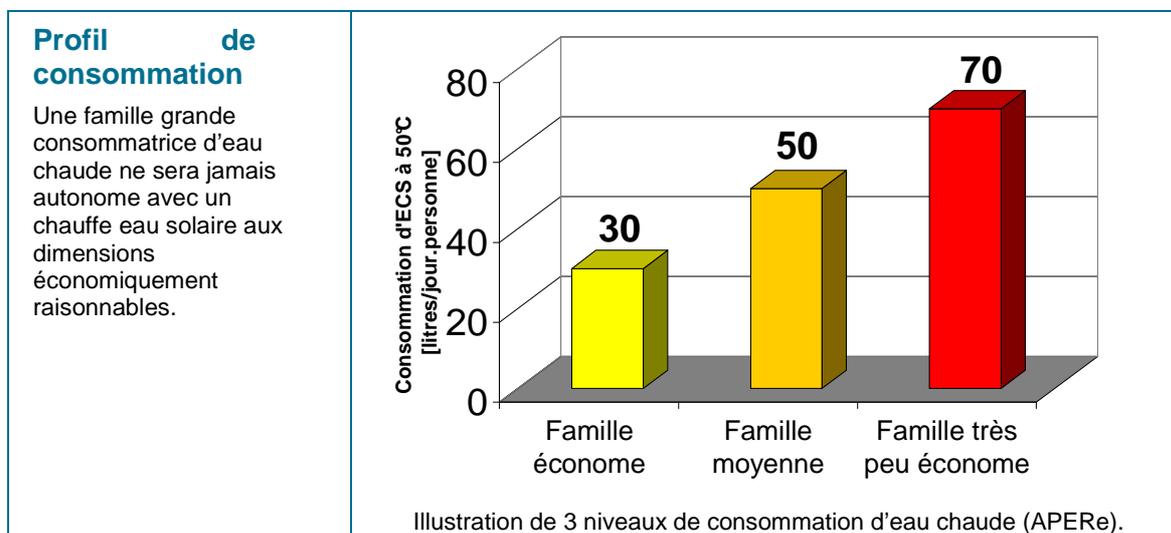
Dans ce chapitre il vous est donc proposé de choisir des routines quotidiennes qui ont l'avantage, une fois qu'elles sont prises, d'être parmi les plus intéressantes pour valoriser la couverture solaire.

Un ménage de 4 personnes, consommant **raisonnablement**⁶ l'eau chaude et équipé de 4 – 5 m² de capteurs orientés sud en toiture et d'un ballon de 300l, doit pouvoir être complètement **autonome 3 à 4 mois par an** (de mai à août).

1. CONNAITRE SA CONSOMMATION

Une fois le CESI installé, la couverture solaire ne dépend plus que de la consommation d'eau chaude de l'utilisateur.

La première étape est de connaître sa consommation, (en eau chaude) permettant de la maîtriser par la suite. C'est également l'étape la plus difficile, car elle nécessite de prendre du recul par rapport à des petits réflexes d'usage que nous ne voyons plus tellement ils sont habituels.



Les chiffres du tableau ci-dessous sont choisis en exemple, il est possible de réaliser son propre audit 'domestique' en indiquant les quantités.

⁶ Une consommation de 20 à 30 litres d'eau chaude à 50°C par personne et par jour est considérée comme raisonnable

Estimer ses consommations à 55°C (ménage moyen de 4 personnes)			
Puisage	Quantité (l)	Nombre/jour	Volume total
<i>Douche</i>	30	3	90
<i>Bain</i>	80	1	80
<i>Lavage évier</i>	4	4	16
<i>Lavage mains</i>	1.5	8	12
<i>Lavage vaisselle</i>	20	1	20
<i>Rinçage divers cuisine</i>	1.5	10	15
<i>Nettoyage</i>	10	0.5	5
Total	238		
Energie utile	11.9 kWh = Total / 20 (car chauffer 20 litres à 55°C = 1kWh)		

Certains éléments évidents apparaissent :

- une douche consomme beaucoup moins qu'un bain (économie potentielle 50 litres par jour),
- l'usage d'un lave-vaisselle 'triple A' et du programme le plus économe⁷ (~= 10 litres) permet encore d'économiser ~= 9 litres par jour,

D'autres gestes sont très gourmands en eau chaude sans rendre un réel service. Il s'agit de ces petits puisages rapides d'eau chaude pour lesquels l'énergie est principalement perdue dans les tuyaux et n'est pas vraiment utilisée :

- Le rinçage d'un couteau, d'une tasse, de l'évier,... : économie 15 litres si lavage à l'eau froide.
- La lavage des mains : économie 12 litres si utilisation d'eau froide.

Au total il est possible, simplement en modifiant ses habitudes de diminuer de presque 90 litres par jour (39 %) l'utilisation d'eau chaude de notre famille prise en exemple.

De ce fait, la couverture solaire peut passer de 50 à 70 % par an et les économies d'énergie augmenteront simultanément.

2. MAITRISER SA CONSOMMATION

L'utilisation rationnelle de l'eau chaude via nos habitudes est très efficace. Il est possible de s'équiper de petits éléments qui permettent de garder un confort d'utilisation tout en économisant l'eau.

Trucs pour changer le comportement

- Bien fermer les robinets (en position 'eau froide' en cas de présence de mitigeurs : voir cadre ci-dessous)
- Vérifier que les robinets ne gouttent pas
- Ne pas utiliser l'eau chaude pour les travaux ménagers qui ne le justifient pas (rinçage d'une fourchette ou d'un verre, mouillage d'une loque,...),
- Des enfants peuvent se partager le même bain
- Placer le chauffe-eau le plus près possible des points d'utilisations (à ne pas multiplier à l'excès),
- S'il y a une boucle de circulation d'eau chaude sanitaire, il faut l'isoler complètement et la réguler (à l'aide d'une minuterie programmable) afin qu'elle ne fonctionne pas durant les absences.

⁷ Il existe plusieurs programmes dans les lave-vaisselle et le programme « économique » n'est pas toujours celui qui économise le plus de kWh et d'eau. Il faut donc lire la notice et éviter de choisir le programme « ½ rempli » qui utilise, proportionnellement à la quantité lavée, plus d'eau et d'énergie.



Les mitigeurs

Pour une foule de petites tâches quotidiennes, l'eau froide suffit. Pourtant, les utilisateurs de mitigeurs actionnent souvent l'eau tiède car la position centrale de la poignée actionne également l'eau chaude.

En plaçant le mitigeur en position froide à chaque arrêt du robinet, on limitera la consommation accidentelle et inutile d'eau chaude.

On estime l'économie à 150 kWh, par an et par mitigeur.



Petit matériel

- Installer un pommeau de douche économique à faible débit (5 à 7l/minute) en place d'un pommeau traditionnel (10 à 18l/min) ou bien un réducteur de pression
- Isoler sur toute leur longueur (coudes inclus) les tuyauteries de conduite d'eau chaude
- Equiper les robinets de mousseurs, procurant un meilleur pouvoir mouillant pour une moindre quantité d'eau utilisée (voir cadre ci-dessous)
- Installer un mitigeur thermostatique à la douche ou au bain, si vous n'avez pas de douche

Les mousseurs

Très bon marché (de série sur les nouvelles robinetteries) et faciles à installer, ils se trouvent partout et réduisent la quantité d'eau consommée en améliorant le confort.

On estime l'économie à 50 kWh, par an et par robinet équipé.



3. VALORISER LE SOLEIL

L'existence d'un chauffe-eau solaire modifie la réflexion relative à la consommation de l'eau chaude et vous permet de réaliser des économies d'énergies supplémentaires tout en augmentant la rentabilité de votre installation, par exemple en été.

Pour aller plus loin, on peut utiliser le chauffe-eau solaire de manière encore plus efficace.

Le branchement du lave-linge sur l'eau chaude

Ce branchement est directement possible et permet de réaliser 50 à 60% d'économie sur la consommation électrique (80% de l'électricité utilisée par le lave-linge sert à chauffer l'eau) pour autant que 2 conditions soient remplies :

- Disposer immédiatement d'eau chaude (débit initial d'eau froide inférieur à 2l),
- S'équiper d'un pré mélangeur (une vanne mitigeuse), en amont de la machine afin d'éviter de laver à 60°C un vêtement délicat, sauf si la machine possède déjà une telle vanne.

Sachez également que des cycles de lavages de 90°C et plus sont inutiles de nos jours. Les températures de lavage classiques peuvent être de 30-40°C au quotidien.

Le branchement du lave-vaisselle sur l'eau chaude

De même que pour le lave-linge, ce branchement est facilement faisable pour les lave-vaisselle qui supportent une arrivée d'eau à 60°C (la plupart l'acceptent, voir notice du fabricant).

Pour le lave-vaisselle, le pré mélangeur n'est pas nécessaire, mais les conditions suivantes doivent être respectées afin de faire de réelles économies :

- disposer immédiatement d'eau chaude (débit initial d'eau froide inférieur à 2l),
- avoir un tuyau de raccordement de l'eau chaude supportant les températures jusqu'à 60° C minimum (se renseigner lors de l'achat).

Lave-vaisselle / linge

Le lave-linge et le lave-vaisselle peuvent être directement branchés sur l'eau chaude.

Cela maximise l'énergie solaire et diminue vos factures d'électricité.

Même en hiver, alors que le CESI produit peu, il reste financièrement et énergétiquement intéressant d'alimenter ces appareils directement en eau chaude.

La photo illustre le pré mélangeur nécessaire au raccordement du lave-linge.



CHAPITRE VI : CONCLUSION

Se brancher sur le soleil pour produire sa propre eau chaude gratuitement est très simple. Pour que cet usage reste simple et efficace, nous avons créé ce document en espérant qu'il vous sera utile, en tant qu'utilisateur, car un minimum de suivi est nécessaire.

Le respect des principes de ce guide, en terme de suivi et d'entretien de votre CES permettra d'en accroître considérablement la durée de vie et l'efficacité de fonctionnement...

Au-delà des aspects techniques, le simple fait de prendre des « douches solaires » et de se réapproprier l'énergie procurent un énorme plaisir dès que le soleil apparaît.



Pour savoir plus :

Les infofiches Bruxelles Environnement :

- Infofiche Energie : Chauffe-eau solaire (Energies Renouvelables n°4)
- Infofiche Chauffage : Réglage optimale d'une chaudière (Chauffage n°7)
- Infofiche Eau chaude :
 - o La production d'eau chaude sanitaire (Eau Chaude n°1)
 - o Sources d'énergie pour la production d'eau chaude (Eau Chaude n°2)
 - o L'entretien d'une installation sanitaire (Eau Chaude n°4)

Atelier de la rue Voot, Vade-mecum techniques solaires 2008.

Site web www.apere.org

Code de bonne pratique pour l'installation des chauffe-eau solaires, Note d'information technique (NIT 212), CSTC juin 1999.

TABLE DES MATIERES

CHAPITRE I : INTRODUCTION	4
1. L'ENERGIE SOLAIRE, UNE RESSOURCE NATURELLE RENOUVELABLE	4
2. L'ENSOLEILLEMENT A BRUXELLES.....	5
3. CAPTER LA LUMIERE	6
4. STOCKER LA CHALEUR	6
CHAPITRE II : LE FONCTIONNEMENT D'UN CESI	7
1. LES COMPOSANTES D'UN CESI.....	7
2. LA REGULATION SOLAIRE	8
3. LA REGULATION DE L'APPOINT	8
4. LA COUVERTURE SOLAIRE	10
CHAPITRE III : LE SUIVI / LES PROBLEMES DU CESI	11
1. ISOLATION DES TUYAUX	11
2. NETTOYAGE DES CAPTEURS	11
3. BUÉE SUR LA VITRE DU CAPTEUR.....	12
4. LES NORMES DE SECURITE.....	12
<i>Protection contre les brûlures</i>	12
<i>Les légionelles</i>	12
5. FORMATION DE CALCAIRE DANS LE BALLON	13
6. PERTE DE PRESSION DANS LE CIRCUIT PRIMAIRE	14
7. FONCTIONNEMENT DE L'ANODE.....	14
8. COMPTEUR ENERGIE.....	15
9. FONCTIONNEMENT DE LA POMPE	15
CHAPITRE IV : L'ENTRETIEN D'UN CESI	17
1. FREQUENCE DES ENTRETIENS.....	17
2. ELEMENTS A CONTROLER	17
3. REALISER L'ENTRETIEN : ACTIONS A PRENDRE	19
CHAPITRE V : AUGMENTER LA COUVERTURE SOLAIRE	20
1. CONNAITRE SA CONSOMMATION	20
2. MAITRISER SA CONSOMMATION.....	21
<i>Trucs pour changer le comportement</i>	21
<i>Petit matériel</i>	22
3. VALORISER LE SOLEIL.....	22
<i>Le branchement du lave-linge sur l'eau chaude</i>	22
<i>Le branchement du lave-vaisselle sur l'eau chaude</i>	23
CHAPITRE VI : CONCLUSION	24
TABLE DES MATIERES	25



INFOS



02 775 75 75
www.bruxellesenvironnement.be

Rédaction : APERe asbl

Comité de lecture : APERe asbl, An VERSPECHT, Cédric Nathanaël HANCE

Editeurs responsables : J.-P. Hannequart & E. schamp – Gulledelle 100 – 1200 Bruxelles

Autres renseignements : www.apere.org