

RÉINVENTONS
L'ÉNERGIE



Soltherm - Guidance énergétique pour les grand systèmes de chauffe-eau solaire

Référentiel pour les Bureaux d'études : Réaliser un Audit Solaire

Opérateur désigné par la Région wallonne :



3E sa
Rue de l'Association, 39
1000 Bruxelles

Contact

Bernard Huberlant
Tél. 02/229 15 16
Fax. 02/219 79 89
E-mail: bernard.huberlant@3E.be

Ministère de la Région wallonne

Direction Générale des Technologies, de la recherche et de l'Energie - DGTRE
Avenue Prince de Liège, 7
5100 Jambes

Division de l'Energie

Muriel Hoogstoel
Tél. 081/ 33 55 29
Fax. 081/ 30 66 00
E-mail : m.hoogstoel@mrw.wallonie.be

Toute l'information sur l'énergie (publications, services d'aide, outils techniques, actualités, séminaires, aides financières,...) en Wallonie sur <http://energie.wallonie.be>

Table des matières

Soltherm - Guidance énergétique pour les grand systèmes de chauffe-eau solaire	1
Référentiel pour les Bureaux d'études : Réaliser un Audit Solaire	1
Table des matières	2
Avant propos.....	4
Qu'est-ce qu'un audit solaire ?.....	5
Tableau synthétique des résultats de l'audit solaire.....	5
Tableau synthétique des hypothèses considérées pour l'audit.....	7
Méthode de réalisation de l'audit solaire.....	8
1 Présentation de l'établissement	9
1.1 Type d'établissement.....	9
1.2 Installation de production d'eau chaude	9
2 Intégration technique d'un chauffe-eau solaire dans l'installation existante	10
3 Détermination des consommations d'eau chaude et de combustibles associées	11
3.1 Définition des consommations d'eau chaude.....	11
3.2 Consommations annuelles et variations mensuelles.....	11
3.2.1 Choix de l'année de référence	11
3.2.2 Les variations hebdomadaire et journalière	11
3.3 Elaboration d'un profil type de consommation d'eau chaude	11
3.4 Détermination des consommations de combustibles correspondant à la production d'eau chaude.....	12
4 Pré-Dimensionnement à l'optimum économique du chauffe-eau solaire.....	13
4.1 Principe du dimensionnement à l'optimum économique	13
4.1.1 Le coût du chauffe-eau solaire par kWh de combustible économisé	13
4.2 Détermination du prix de référence pour le combustible utilisé par l'installation existante	14
4.3 Détermination des performances du chauffe-eau solaire.....	14
4.3.1 Simulation dynamique sur base annuelle.....	14
4.3.2 Schéma du chauffe-eau solaire simulé	15
4.4 Résultats du pré-dimensionnement	16
4.4.1 Détermination de l'optimum économique	16
4.4.2 Caractéristiques du chauffe-eau solaire à l'optimum économique	16
5 Impact du chauffe-eau solaire.....	17
5.1 Bilan énergétique.....	17
5.1.1 Economie de combustible.....	17
5.2 Bilan économique.....	17
5.2.1 Rappel des hypothèses	17
5.2.2 Coût d'investissement	18
5.2.3 Rentabilité.....	18
5.2.4 Gain annuel net sur la facture énergétique	19
5.3 Bilan environnemental.....	20
5.3.1 Economie d'énergie primaire	20
5.3.2 Emissions de CO ₂ évitées	20
6 Mesures de conservation d'énergie et aspects sanitaires	21
7 Conclusions.....	22
Annexe 1 : Subsidés aux installations solaires en Région wallonne.....	23
1 Subsidés "Énergie" octroyés par la Région wallonne	23
1.1 UREBA (Utilisation Rationnelle de l'Energie dans les Bâtiments du secteur public et assimilé)	23

1.2	AMURE (AMélioration de l'efficience énergétique et promotion d'une Utilisation plus Rationnelle de l'Energie du secteur privé)	23
1.3	SOLTHERM	23
2	Subsides "Infrasport"	24
3	Subventions destinées aux infrastructures et équipements des hôpitaux et des maisons de repos	24

Avant propos

Une récente étude¹ menée en Région wallonne montre que bon nombre d'établissements d'accueil ou d'hébergement de collectivités présentent un potentiel certain pour la production d'eau chaude au départ de l'énergie solaire.

Pour évaluer l'intérêt d'une installation solaire thermique de production d'eau chaude dans un établissement donné (piscine, hôpital, maison de repos, centre d'hébergement, immeuble de logement, etc.) il est presque toujours indispensable de réaliser une **étude de (pré-) faisabilité**, communément appelée **audit solaire**.

Le présent document est un référentiel d'information destiné aux bureaux d'études chargés de réaliser ce type d'étude. Il propose une structure d'audit qui permet au commanditaire de saisir les implications économiques et environnementales de l'installation d'un Chauffe-eau solaire dans son établissement et de décider de la poursuite du projet sur base de critères technico-économiques objectifs et quantifiés.

La méthode d'audit proposée est éprouvée depuis 2 ans dans le cadre des audits solaires Soltherm (une quarantaine d'études) réalisés pour le compte de la Région wallonne dans des établissements du tertiaire et dans l'habitat groupé.

L'objectif de ce référentiel est de donner aux bureaux d'études actifs dans le domaine de l'énergie solaire thermique une méthode, une approche et des outils pour évaluer au mieux la faisabilité d'une grande installation solaire thermique de production d'eau chaude.

La réalisation du présent document fait partie des missions du Facilitateur Energie Solaire Thermique désigné par la Région wallonne dans le cadre du plan d'action Soltherm pour le secteur tertiaire.

A noter que les études de pré-faisabilité, telles que les audit solaires sont subsidiées à hauteur de 50% pour les établissements publics dans le cadre du programme de subside UREBA et pour les sociétés privées dans le cadre du programme de subside AMURE. Les bureaux d'études effectuant des audits solaires dans le secteur privé doivent être agréés par la Région wallonne pour obtenir des subsides via AMURE.

¹ Cfr. "Aperçu du Potentiel pour la production d'eau chaude solaire dans le secteur tertiaire et l'habitat groupé en Wallonie" Rapport d'identification des secteurs d'activité les plus intéressants - 3E. Architecture & Climat-UCL. (Janvier 2003)



Qu'est-ce qu'un audit solaire ?

Un audit solaire est une étude de pré-faisabilité relative à l'installation d'un grand système solaire thermique de production d'eau chaude.

L'audit solaire est normalement effectué au stade de l'avant-projet, entre l'évaluation de la pertinence du projet et l'étude technique de la conception du système.

Au départ de données relatives à la consommation d'eau chaude et de caractéristiques techniques propres au bâtiment, l'auditeur détermine un profil de puisage de l'eau chaude et une série de contraintes ou opportunités ayant un impact sur l'installation d'un chauffe-eau solaire.

Il effectue ensuite un pré-dimensionnement de l'installation à l'aide d'un logiciel de simulation, permettant de déterminer la taille du système (surface de capteurs, volume de stockage,...) correspondant à un optimum technico-économique.

Le rapport d'audit analyse les modalités d'intégration des composants solaires dans le système de production d'eau chaude existant et fournit un bilan économique, énergétique et environnemental de l'opération.

Tableau synthétique des résultats de l'audit solaire

En début ou en fin du rapport, l'auditeur synthétisera les résultats de l'étude de pré-faisabilité afin que le commanditaire puisse saisir en un coup d'oeil l'ensemble des résultats chiffrés et des critères décisionnels. Ceux-ci sont de nature technique, économique et environnementale et doivent permettre au maître d'ouvrage de fonder sa décision de poursuivre ou non la réalisation de son projet d'installer un système solaire thermique de production d'eau chaude.

Ces critères sont illustrés ci-dessous par l'exemple du rapport d'audit Soltherm effectué pour la Piscine Hélios de Charleroi en 2003².

	Option 1 ECS	Option 2 Bassins	Option 3 ECS + Bassins
Consommation eau chaude sanitaire	19 310 m ³ à 40°C /an (673 597 kWh/an)	–	19 310 m ³ à 40°C /an (673 597 kWh/an)
Consommation eau de renouvellement	–	36 207 m ³ à 30°C /an (842 014 kWh/an)	36 207 m ³ à 30°C /an (842 014 kWh/an)
Consommation de gaz annuelle	79 836 m ³ /an	129 904 m ³ /an	210 123 m ³ /an
Facture de gaz	26 346 EUR	42 868 EUR	69 341 EUR
Pré-dimensionnement			
Superficie de capteurs plans	200 m ²	550 m ²	750 m ²
Volume de stockage solaire	5 000 litres	–	5 000 litres
Bilan Énergétique			
Économie de gaz	12 545 m ³ de gaz	28 459 m ³ de gaz	40 004 m ³ de gaz
Économie annuelle de gaz	16 %	22 %	20 %
Bilan Économique			
Coût du système HORS subsidie	109 078 EUR HTVA	255 750 EUR HTVA	364 828 EUR HTVA
Économie annuelle	4 140 EUR /an	9 391 EUR /an	13 531 EUR /an
Coût par kWh de gaz économisé, HORS subsidies	3.5 cEUR/kWh	3.6 cEUR/kWh	3.6 cEUR/kWh
Coût par kWh de gaz économisé, AVEC subsidies	0.7 cEUR/kWh (80 % de subsidie)	0.36 cEUR/kWh (90 % de subsidie)	0.36 cEUR/kWh (90 % de subsidie)
Bilan Environnemental			
Émissions de CO ₂ évitées par an	31 362 kg CO ₂ /an	71 147 kg CO ₂ /an	102 509 kg CO ₂ /an
Émissions de CO ₂ évitées sur 25 ans de durée de vie du système	784 tonnes	1 779 tonnes	2 563 tonnes

² Le rapport d'audit de la piscine Hélios est disponible intégralement sur le Site Portail de l'Energie en Région wallonne

Tableau synthétique des hypothèses considérées pour l'audit

En début de rapport, l'auditeur présentera les principales hypothèses considérées pour effectuer l'audit, en distinguant les hypothèses techniques, énergétiques, économiques et environnementales.

Les hypothèses de calcul utilisées seront «conservatrices», afin d'éviter de mauvaises surprises en cours de réalisation du projet. Les hypothèses et les raisons de leur choix seront explicitées de manière claire et transparente afin d'autoriser, le cas échéant, la comparaison avec d'autres solutions technologiques sur base d'hypothèses de calcul comparables ou identiques.

Hypothèses	Valeurs «conservatrices »
Techniques	
Caractéristiques de l'installation	Type de capteurs Nombre et emplacement des ballons de stockage et échangeurs
Energétiques	
Besoins en chaleur	Déduire la part des besoins en chaleur qui ne peut pas être produite par le système solaire
Rendement de(s) chaudière(s) / unité(s) de production d'eau chaude existante(s)	Considérer le rendement annuel moyen (préciser : rendement saisonnier, rendement d'exploitation) pour déterminer les besoins nets en chaleur
Economiques	
Durée de vie économique	25 ans (certains fournisseurs offrent jusqu'à 30 ans de garantie sur leurs capteurs, il ne s'agit donc pas de la durée de fonctionnement des capteurs)
Investissement	Montant "tout compris" (capteurs, stockage, échangeurs, régulation, génie civil, connexions, ...) + marge de sécurité éventuelle
Prix du combustible (achat)	Prix actuel, ristournes déduites
Evolution du prix du combustible	+ 3% par an (gaz naturel et mazout)
Prix des entretiens	Inclure une provision pour les réparations mineures (circulateur, vannes, ...)
Evolution du prix des entretiens (inflation)	+ 2% par an
Taux d'actualisation	+ 3% si pas d'emprunt + 6% si emprunt
Environnementales	
Coefficient d'émission de CO ₂ des différents combustibles	Valeurs utilisées par la CWAPE ³

³ Commission Wallonne Pour l'Energie

Méthode de réalisation de l'audit solaire

L'étude de (pré-)faisabilité d'un grand chauffe-eau solaire dans un établissement donnée a pour objectif d'évaluer **l'intégration technique du chauffe-eau solaire** dans le système de chauffage existant, de **caractériser le système technique** recommandé et d'en **estimer l'impact énergétique, économique et environnemental**.

L'intégration technique consiste à déterminer si, en fonction des caractéristiques de l'établissement (profil de demande en eau chaude, contraintes techniques et/ou architecturales, équipements existants, ...), l'installation d'un chauffe-eau solaire dans l'établissement considéré est envisageable. Les aménagements annexes éventuellement nécessaires seront pris en compte et inclus dans le calcul de la rentabilité.

Caractériser le système technique recommandé consiste à :

- dresser la liste des composants techniques à mettre en œuvre et décrire brièvement la configuration recommandée;
- déterminer la surface du champ de capteurs et le volume du stockage de chaleur correspondant à l'optimum économique

Le dimensionnement correspondant à l'optimum économique s'obtient en simulant le fonctionnement de plusieurs tailles de chauffe-eau solaires au départ des besoins en eau chaude de l'établissement, pour finalement retenir celle qui maximise les apports solaires pour un coût d'investissement minimum par unité de combustible économisé.

L'étude d'impact de l'installation d'un chauffe-eau solaire passe par le calcul des bilans énergétique, économique et environnemental du projet. Cette étape fournit au commanditaire des résultats chiffrés fiables, reposant sur des critères technico-économiques et environnementaux objectifs et quantifiés. Le résultat de ces bilans, doit permettre au responsable de l'établissement de fonder sa décision de poursuivre (ou non) la réalisation du projet.

Selon les règles de bonne pratique, il est conseillé de suivre les 3 étapes de cette méthode d'audit, reconnue par la Région wallonne, afin d'obtenir une étude de (pré-)faisabilité complète et cohérente. Le cas échéant, l'auditeur adaptera la méthode en fonction de la spécificité de l'établissement.

D'autres méthodes de réalisation d'audits solaires existent et peuvent se révéler adéquates également.

1 Présentation de l'établissement

Deux types d'informations relatives à l'établissement sont utiles en pratique :

- le type d'établissement ;
- les installations de production de chaleur existantes avec lesquelles le chauffe-eau solaire interagira.

1.1 Type d'établissement

L'auditeur précisera le type d'établissement étudié et détaillera :

1. L'affectation principale de l'établissement ainsi que les activités annexes ;
2. La taille et le nombre de bâtiments (superficie, nombre de chambres ou de lits, ...) ;
3. La fréquence d'utilisation des installations de production d'eau chaude (saisonnière, continue, en semaine, ...) ;
4. Les limites de l'audit (bâtiments concernés, usage(s) de la chaleur produite, ...) ;

1.2 Installation de production d'eau chaude

Pour l'installation thermique, on décrira :

1. Le système de production de chaleur utilisé pour l'eau chaude (chaudières classique/modulante/à condensation, résistance électrique, pompe à chaleur, ...) ;
2. La taille de l'installation de production de chaleur (nombre d'unités, puissance, ...) et le(s) régime(s) de température ;
3. La combinaison avec la production de chaleur pour le chauffage d'ambiance des locaux ;
4. Le(s) type(s) de combustible utilisé(s) (gaz naturel, mazout, bois, déchets, ...) ;
5. L'année de construction et les rendements saisonniers estimés (pas les rendements de combustion) ;
6. Le type de régulation (en cascade, coupure la nuit et/ou en été, fonctionnement continu,...) ;
7. Le système de gestion technique centralisée, le cas échéant ;
8. Les équipements annexes (équipements de mesure, vase d'expansion, chauffage urbain, pompe à chaleur, cogénération, ...) ;
9. Les caractéristiques de la boucle de distribution d'eau chaude (longueur, configuration, isolation des conduites, ...).

2 Intégration technique d'un chauffe-eau solaire dans l'installation existante

Sur base des besoins en eau chaude mesurés ou estimés et des caractéristiques de l'installation de production de chaleur existante, l'auditeur proposera l'installation solaire la plus appropriée. Il présentera un schéma de principe de l'installation.

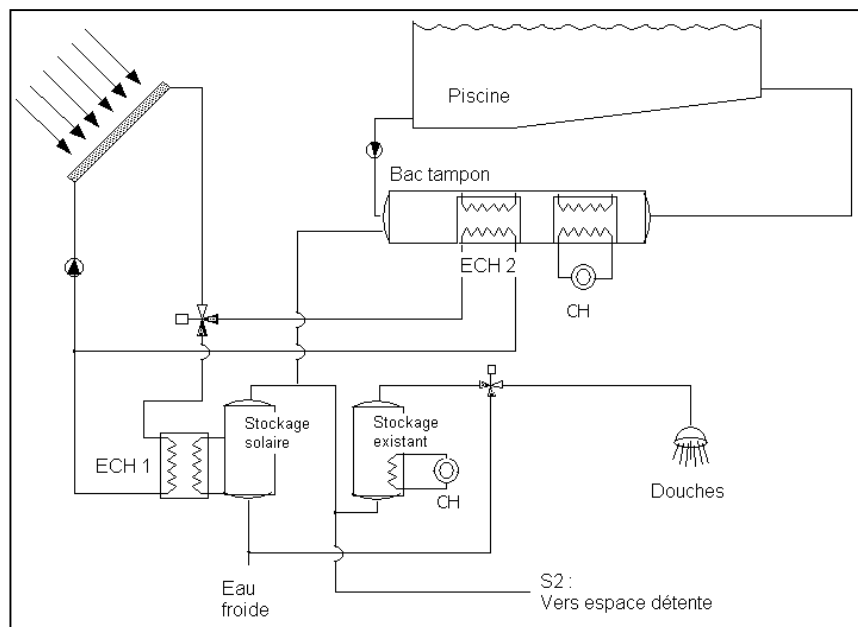


Figure 1 : Schéma de principe de l'installation solaire proposée

A cette fin, l'auditeur relèvera au cours de la visite de l'établissement, l'ensemble des contraintes et opportunités techniques susceptibles de compliquer ou faciliter l'intégration du chauffe-eau solaire.

Parmi les contraintes et opportunités, on notera généralement :

- La surface disponible en toiture pour poser les capteurs solaires ;
- L'encombrement des locaux techniques ou de l'endroit pressenti pour installer les ballons de stockage, conduites et échangeurs de chaleur ;
- La connexion hydraulique au réseau de distribution d'eau chaude ;
- La compatibilité entre le chauffe-eau solaire et les autres équipements (chaudière à condensation, pompe à chaleur, cogénération, réseau de chauffage urbain, ...).
- L'acheminement des composants du chauffe-eau solaire jusqu'à l'endroit pressenti pour leur installation.

La liste des contraintes et opportunités permet d'identifier les mesures et dispositifs annexes éventuellement nécessaires et d'évaluer les surcoûts qu'elles entraînent par rapport à une situation de référence.

Dans certains cas, les contraintes identifiées peuvent mener à la conclusion immédiate qu'installer un chauffe-eau solaire dans l'établissement étudié n'est pas envisageable d'un point de vue technique ou économique.

3 Détermination des consommations d'eau chaude et de combustibles associées

3.1 Définition des consommations d'eau chaude

L'eau chaude consommée peut-être de nature différente et à des températures différentes, par exemple :

- Eau chaude sanitaire à 55°C
- Eau de renouvellement pour les bassins de natation à 28°C

Un profil spécifique doit être établi pour chaque consommation.

3.2 Consommations annuelles et variations mensuelles

Les consommations annuelles (de combustible) et leurs variations mensuelles peuvent être déduites de relevés de facturation, dans certains cas elles font l'objet d'une comptabilité énergétique.

En revanche, la consommation annuelle d'eau chaude et à fortiori, les variations hebdomadaires et journalières de celle-ci ne pourra être obtenue de manière fiable et précise qu'après une campagne de mesures.

3.2.1 Choix de l'année de référence

Le dimensionnement d'un chauffe-eau solaire se fait sur base des consommations d'eau et de combustibles d'une année entière. Il est donc primordial de choisir l'année la plus représentative de l'activité de l'établissement au cours de la décennie qui suivra l'installation du chauffe-eau solaire.

- Soit une année de consommation faible, si l'activité est susceptible de diminuer et/ou si des mesures d'Utilisation Rationnelle d'Energie sont prévues ;
- Soit une année de consommation élevée, si l'activité est susceptible d'augmenter, suite à une extension de l'établissement, par exemple.

Une analyse des consommations d'eau chaude des dernières années permet de connaître la tendance (à la hausse ou à la baisse) pour les années à venir. Des facteurs correctifs peuvent être pris en compte afin de se rapprocher le plus possible de l'activité future.

3.2.2 Les variations hebdomadaire et journalière

Les relevés de facturation ne permettent pas de connaître les variations hebdomadaire et journalière de la consommation d'eau chaude. Or, la rentabilité du chauffe-eau solaire sera fonction du profil de puisage de l'eau chaude.

La seule manière de connaître ces profils de manière précise et fiable est de mesurer la consommation d'eau chaude par le placement d'un débitmètre ou d'un compteur d'eau qui sera relevé chaque jour durant une période correspondant à 40 jours d'occupation normale de l'établissement (soit six semaines minimum).

3.3 Elaboration d'un profil type de consommation d'eau chaude

Sur ces bases, on élabore un profil de consommation **nette** de l'eau chaude.

De ce profil, on déduit les volumes non concernés par la production du chauffe-eau solaire (par ex. les parties de l'établissement qui ne sont pas desservies par le chauffe-eau solaire).

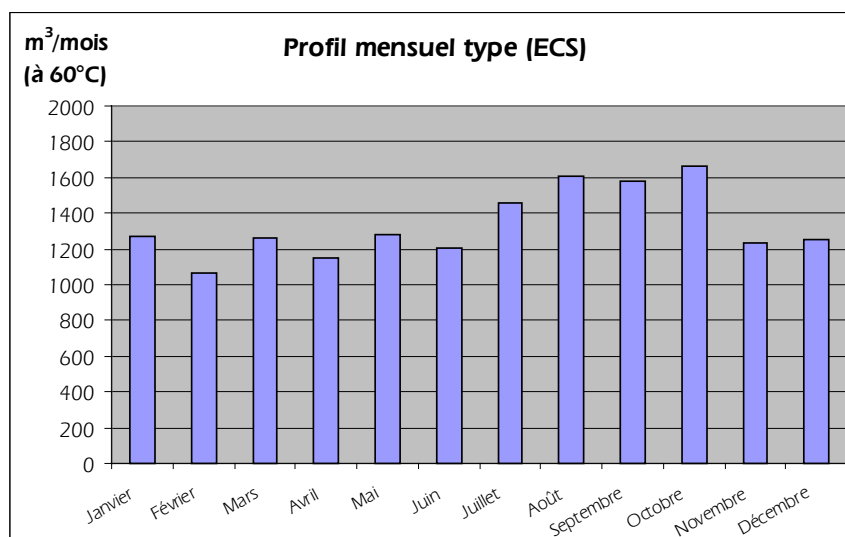


Figure 2 : Exemple de profil mensuel de consommation d'eau chaude

3.4 Détermination des consommations de combustibles correspondant à la production d'eau chaude

La consommation d'énergie correspondant à la production d'eau chaude est obtenue en divisant le contenu énergétique de l'eau chaude consommée par le rendement saisonnier de l'installation de production d'eau chaude existante.

Ce rendement saisonnier tient compte des pertes à l'arrêt des chaudières (au travers des parois et via la cheminée). A ne pas confondre avec le rendement de combustion, mesuré de manière instantanée et à pleine puissance. L'objectif est de connaître ce que permettra d'économiser "réellement" le chauffe-eau solaire.

Le rendement saisonnier d'une chaudière récente est de l'ordre de 90 %. Pour une chaudière au gaz à condensation, ce rendement peut atteindre 101 %. Par contre, pour une ancienne chaudière, ce rendement se situe plutôt entre 65 et maximum 85 %.

4 Pré-Dimensionnement à l'optimum économique du chauffe-eau solaire

4.1 Principe du dimensionnement à l'optimum économique

4.1.1 Le coût du chauffe-eau solaire par kWh de combustible économisé

Une manière correcte d'évaluer l'intérêt économique de l'investissement dans un chauffe-eau solaire consiste à calculer le coût de l'énergie solaire produite et à le comparer ensuite avec le coût de l'énergie normalement utilisée pour produire l'eau chaude.

Les données nécessaires pour calculer le coût de l'énergie solaire produite sont :

- L'investissement NET, hors TVA, subsidés déduits, frais d'étude et d'installation compris.
- La durée de vie escomptée du chauffe-eau solaire, soit 25 ans minimum ;
- Les apports solaires, exprimés en kWh/an .

La formule suivante donne le coût d'1 kilowattheure d'énergie solaire produit, ce qui constitue une première indication de l'intérêt économique de l'investissement :

$$COÛT = \frac{InvestissementNet}{Durée de Vie * ApportSol}$$

Pour pouvoir comparer ce coût avec celui de l'énergie consommée pour produire l'eau chaude dans la situation de référence (sans chauffe-eau solaire), l'auditeur calculera la quantité de combustible que le chauffe eau solaire permet d'économiser.

Connaissant le rendement d'exploitation annuel de la chaudière et la production solaire, on peut calculer l'énergie d'appoint économisée grâce au chauffe-eau solaire en divisant les apports solaires par le rendement d'exploitation de la chaudière :

$$EnergieEconommisée = \frac{ApportSolaire}{RdtAppoint}$$

Connaissant le rendement de l'installation existante de production de chaleur, on peut également calculer le **coût du chauffe-eau solaire par kWh de combustible économisé** ; soit le coût du kWh de chaleur solaire utile divisé par le rendement de l'installation existante de production de chaleur.

Cette notion de **coût d'investissement dans le chauffe-eau solaire par unité de combustible économisé** (exprimée en cEUR / kWh de combustible) permet la comparaison objective suivante :

- si économiser un kWh de combustible avec un chauffe-eau solaire "coûte" **moins cher** que le prix actuel de ce kWh de combustible, alors le maître d'ouvrage a un intérêt économique à installer un chauffe-eau solaire pour produire une partie de son eau chaude,
- si économiser un kWh de combustible avec un chauffe-eau solaire "coûte" **plus cher** que le prix actuel de ce kWh de combustible, l'intérêt économique est moindre.

Le coût du chauffe-eau solaire par kWh de combustible économisé se calcule de la manière suivante :

$$C_{CES} = \frac{INV}{n * (E_{Solaire} / \eta_{chaudière})} \times 100$$

Où :

- C_{CES} = coût du CES par kWh de combustible économisé (en cEUR/kWh de combustible)
- INV = investissement Net total dans le CES, subsides déduits (en EUR)
- n = durée de vie escomptée du chauffe-eau solaire (en année).
- $E_{Solaire}$ = apport énergétique solaire annuel utile (en kWh/an).
- $\eta_{chaudière}$ = rendement global annuel de l'installation existante de production de chaleur (en %).
- 100 = facteur de conversion EUR en cEUR.

En fonction des sources utilisées pour estimer le coût du chauffe-eau solaire (devis d'entrepreneur, tarifs des fournisseurs d'équipements, etc. l'auditeur considèrera une marge d'incertitude plus ou moins importante sur les montant considérés dans le rapport d'audit,

Cela étant, l'estimation du coût de l'investissement par unité de chaleur solaire produite est relativement simple, dans la mesure où :

- les coûts d'investissement de l'installation solaire peuvent être estimés avant mise en œuvre,
- les coûts d'exploitation (achat de combustible) sont pratiquement nuls (énergie solaire gratuite, maintenance supplémentaire limitée),
- la quantité de chaleur produite en moyenne par l'installation solaire peut être évaluée au départ des caractéristiques du chauffe-eau solaire et du système d'appoint).

4.2 Détermination du prix de référence pour le combustible utilisé par l'installation existante

Le coût de l'investissement dans un chauffe-eau solaire par kWh économisé présenté ci-dessus peut-être comparé directement avec le prix d'achat du combustible utilisé par l'installation de production de chaleur existante.

Ce prix est déterminé sur base de l'analyse des factures énergétiques de l'établissement. Les conditions tarifaires (forfait annuel, facteur proportionnel à la consommation, taxes) en vigueur pour l'établissement y sont en général reprises.

Lorsque les factures énergétiques de l'établissement ne sont pas disponibles, on se rabattra sur les prix publiés par le ministère des affaires économiques, en choisissant la catégorie tarifaire d'application pour l'établissement.

4.3 Détermination des performances du chauffe-eau solaire

4.3.1 Simulation dynamique sur base annuelle

Les performances du chauffe-eau solaire sont déterminées par simulation informatique dynamique sur une année entière. L'ensemble de l'installation de production de chaleur (tant la partie solaire que la partie appoint) est modélisé au moyen d'un logiciel approprié.

On évalue de cette manière, pour différentes tailles d'installation (caractérisées par une superficie de capteurs solaires et un volume de ballons de stockage), la quantité de chaleur utile produite et la quantité de combustible économisée.

Pour arriver à ces résultats, le logiciel évaluera donc tant les pertes de stockage que les pertes de distribution de la chaleur. Le coût de production de l'eau chaude est ensuite calculé en fonction d'un coût indicatif des composants, de la maintenance et de l'installation du chauffe-eau solaire, et des subsides disponibles pour l'installation d'un chauffe-eau solaire.

Dans le cas d'installations complexes (établissements présentant plusieurs unités de production d'eau chaude ou plusieurs températures de production d'eau chaude différente), plusieurs configurations d'installations devront être modélisées et simulées.

4.3.2 Schéma du chauffe-eau solaire simulé

Le(s) modèle(s) retenu(s) lors de l'étape de simulation est (sont) présenté(s) dans le rapport d'audit. Un (ou plusieurs) schéma(s) de principe sont inclus de manière à en faciliter la compréhension.

Les figures ci-dessous représentent deux modèles utilisés lors d'un même audit. La figure 2 décrit l'installation de production d'eau chaude sanitaire, la figure 3 l'installation de production de chaleur pour la piscine.

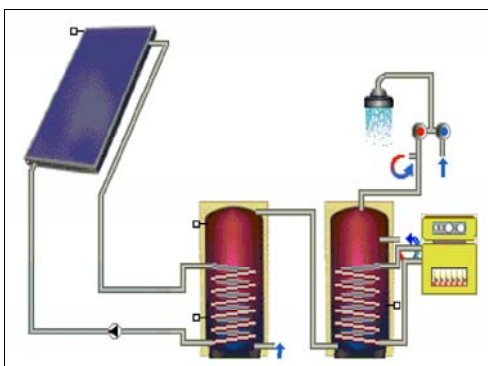


Figure 3 : Schéma de principe de l'installation solaire de production d'eau chaude sanitaire

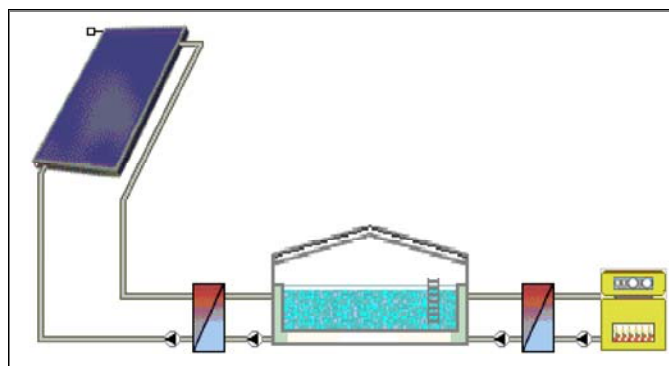


Figure 4 : Schéma de principe de l'installation solaire de chauffage de la piscine

4.4 Résultats du pré-dimensionnement

4.4.1 Détermination de l'optimum économique

Les résultats des simulations de pré-dimensionnement à l'optimum économique sont synthétisés sur un graphique tel que celui présenté à la Figure 5.

Pour chacune des tailles de chauffe-eau solaire simulé, le coût par kWh de combustible économisé est reporté sur le graphique. L'installation correspondant à l'optimum économique est celle pour laquelle ce coût sera minimum.

Dans l'exemple ci-dessous, ce minimum est atteint pour une installation combinant un champ de capteurs de 200 m² avec un volume de stockage de 5000 litres. Le graphique montre que des installations solaires combinant 175 m² et 4000 litres, voire 200 m² et 6000 litres présentent une rentabilité proche de l'optimum économique. Ces dimensions de chauffe-eau solaire peuvent donc également être proposées au maître d'ouvrage.

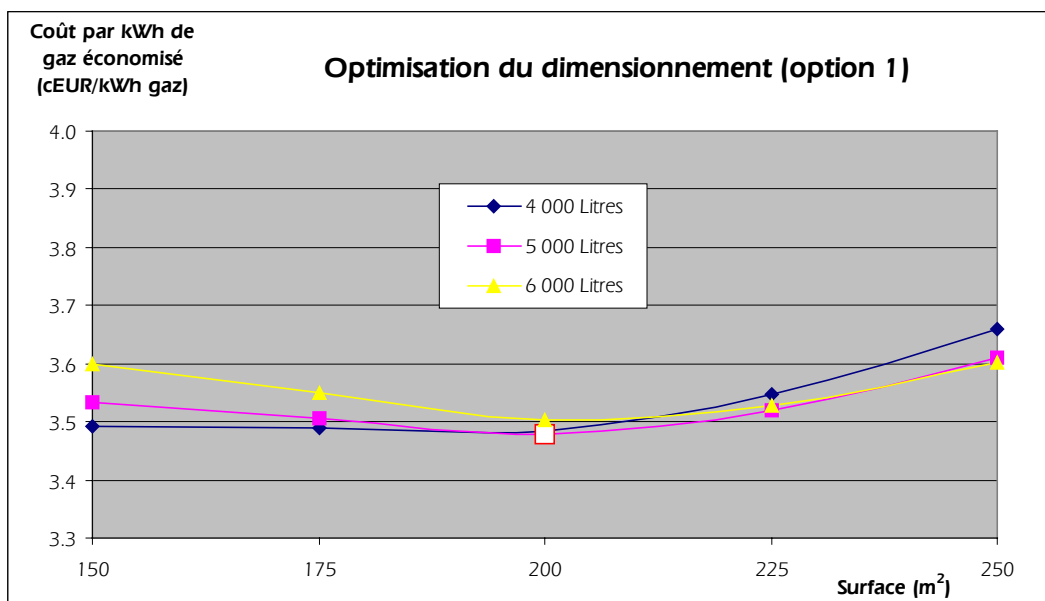


Figure 5 : Pré-dimensionnement de l'installation solaire contribuant à la production de chaleur pour l'eau chaude sanitaire seule

4.4.2 Caractéristiques du chauffe-eau solaire à l'optimum économique

Les caractéristiques des chauffe-eau solaires susceptibles de présenter un intérêt pour le maître d'ouvrage sont synthétisées dans un tableau (voir ex. Tableau 1.)

On y renseigne la taille de l'installation solaire, la quantité de combustible économisée par an et le coût du chauffe-eau solaire par kWh de combustible économisé.

Option	Superficie	Volume de stockage	Coût par kWh de gaz naturel économisé
Option 1 (ECS)	200 m ²	5 000 litres	3.5 cEUR / kWh de gaz
Option 2 (bassins)	550 m ²	Pas de stockage	3.6 cEUR / kWh de gaz
Option 3 (ECS+bassins)	750 m ²	5 000 litres	3.6 cEUR / kWh de gaz

Tableau 1 : Coût de l'installation solaire par kWh de combustible économisé – **HORS SUBSIDES**

5 Impact du chauffe-eau solaire

L'auditeur présentera un bilan énergétique, économique et environnemental dans son rapport afin d'apporter au maître d'ouvrage l'ensemble des éléments utiles à la décision. En effet, la motivation première pour installer un chauffe-eau solaire est généralement d'ordre environnemental, même si l'aspect économique s'avère souvent déterminant.

5.1 Bilan énergétique

5.1.1 Economie de combustible

Etant donné que la Wallonie importe la quasi-totalité de son énergie et que les ressources fossiles seront épuisées à terme, réduire notre consommation de combustibles fossiles est primordial.

L'installation d'un chauffe-eau solaire entraîne une réduction immédiate et parfois considérable de la consommation d'énergie fossile et des émissions associées de gaz à effet de serre, il n'est pas inutile de le rappeler.

Les économies d'énergie primaire occasionnées par le chauffe-eau solaire seront synthétisées dans un tableau (voir ex. Tableau 2.)

Ce tableau présente pour chacune des options retenues, l'économie de combustible totale et le taux d'économie de combustible. Ces économies prennent en compte tant les pertes de stockage que les pertes de la boucle de distribution.

Option	Superficie de capteurs	Volume de stockage total	Economie de combustible	Taux d'économie de combustible
Option 1	200 m ²	5 000 litres	125 447 kWh/an	16%
Option 2	550 m ²	-	284 588 kWh/an	22%
Option 3	750 m ²	5 000 litres	414 765 kWh/an	20%

Tableau 2 : Economie de combustible

Les chiffres les plus pertinents du tableau seront expliqués en une phrase simple, compréhensible par une personne non experte.

Le bilan énergétique est l'occasion de signaler, le cas échéant, l'importance des mesures de conservation de l'énergie à mettre en œuvre parallèlement ou préalablement à l'installation d'un chauffe-eau solaire pour réduire la consommation d'eau chaude de l'établissement (voir § 6).

5.2 Bilan économique

Divers aspects économiques (investissement initial, rentabilité, bénéfice annuel) sont abordés dans ce point. L'auditeur veillera à rappeler les hypothèses prises pour chacun d'entre eux.

5.2.1 Rappel des hypothèses

On synthétise ici les principales hypothèses concernant :

1. Le prix d'achat de l'installation solaire (incluant tous les coûts d'installation et d'adaptation de l'installation existante, généralement hors TVA) ;
2. Les coûts de maintenance (très fortement dépendants du type de maintenance en vigueur dans l'établissement considéré) ;

3. Les coûts de financement, pour autant que le maître d'ouvrage demande explicitement des les inclure dans l'étude et qu'il fournisse les données nécessaires.

5.2.2 Coût d'investissement

Le coût d'investissement d'une installation solaire thermique de production d'eau chaude est généralement élevé. Cependant, par rapport à un système de chauffage conventionnel, un chauffe-eau solaire offre l'avantage de convertir des frais de fonctionnement (achat de combustible) en coûts d'investissement **subsidiabiles**.

Il est utile de le rappeler au maître d'ouvrage et de lui soumettre la liste des différents subsides octroyés par les pouvoirs publics (les subsides "énergie" accessibles au secteur public et au secteur privé sont repris en annexe

Les coûts d'investissement seront synthétisés dans un tableau (voir ex. Tableau 3). On y retrouve, pour chacune des options considérées, le coût d'investissement avant et après subside «énergie» (DGTRE). L'accès éventuel à d'autres subsides (DGASS, DGPL, ...) sera signalé explicitement.

Option	Superficie de capteurs	Volume de stockage total	Coût d'investissement	
			Hors subsides	Avec subside AGEBA (30%)
Option 1	200 m ²	5 000 litres	109 078 EUR	76 355 EUR
Option 2	550 m ²	-	255 750 EUR	179 025 EUR
Option 3	750 m ²	5 500 litres	364 828 EUR	255 380 EUR

Tableau 3 : Coût de l'installation solaire

L'inclusion d'un commentaire reprenant les chiffres les plus significatifs du tableau aide généralement à la bonne compréhension de ce point par le maître d'ouvrage.

5.2.3 Rentabilité

Il a déjà été signalé plus haut dans le rapport d'audit que le coût de l'installation solaire par kWh de combustible économisé est le paramètre le plus adéquat pour évaluer la rentabilité d'un chauffe-eau solaire. Un tableau synthétique, accompagné d'un bref commentaire, reprendra donc ce coût, hors et avec subside(s) pour chacune des options retenues.

Tableau synthétique et commentaire :

Option	Superficie de capteurs	Volume de stockage total	Coût par kWh de combustible économisé	
			Hors subsides	Avec subside AGEBA (30%)
Option 1	200 m ²	5 000 litres	3.5 cEUR/kWh	2.45 cEUR/kWh
Option 2	550 m ²	-	3.6 cEUR/kWh	2.52 cEUR/kWh
Option 3	750 m ²	5 500 litres	3.6 cEUR/kWh	2.52 cEUR/kWh

Tableau 4 : Coût de l'installation solaire par kWh de combustible économisé

5.2.4 Gain annuel net sur la facture énergétique

Les maîtres d'ouvrage cherchent généralement à chiffrer l'économie annuelle que leur permettra de réaliser l'installation d'un chauffe-eau solaire. Cette économie financière (indépendante de toute forme de subside, mais liée au prix de l'énergie) est dès lors fournie pour chacune des options retenues.

Il est crucial de mentionner ici que cette économie financière évoluera en fonction du prix du combustible. Une augmentation moyenne de 50% du coût du combustible utilisé par l'établissement au cours des 25 prochaines années (soit une augmentation annuelle de moins de 3%, chaque année durant 25 ans), résulte en un accroissement de 50% de l'économie financière générée par le chauffe-eau solaire.

De la même manière, le temps de retour calculé en divisant simplement le coût de l'investissement dans le chauffe-eau solaire par l'économie financière qu'il engendre, est à réviser à la baisse à chaque augmentation du prix de l'énergie; à l'inverse du coût par kWh économisé, qui lui reste stable et garanti pendant toute la durée de vie de l'installation.

Option	Superficie de capteurs	Volume de stockage total	Réduction de la facture énergétique annuelle
Option 1	200 m ²	5 000 litres	4 140 EUR/an
Option 2	550 m ²	-	9 391 EUR/an
Option 3	750 m ²	5 500 litres	13 531 EUR/an

Tableau 5 : Réduction de la facture énergétique

5.3 Bilan environnemental

5.3.1 Economie d'énergie primaire

L'économie de combustible détaillée ci-dessous peut le cas échéant être convertie en économie d'énergie primaire. En effet, chaque kWh de gaz ou de mazout acheté par l'utilisateur final correspond à une consommation nettement plus élevée de ressources énergétiques lorsqu'on prend en compte l'énergie nécessaire à l'extraction, au traitement et au transport du combustible ainsi que les pertes de distribution. Il n'est pas inutile de le rappeler au maître d'ouvrage.

Note :

Les facteurs de conversion de kWh de combustible à kWh d'énergie primaire sont notamment disponibles auprès de la CWaPE.

5.3.2 Emissions de CO₂ évitées

Les émissions de CO₂ ont un impact négatif sur l'équilibre climatique de la planète. Connaissant les répercussions d'un tel bouleversement, tels qu'inondations, sécheresses, tornades, élévation du niveau de la mer, extension géographique des maladies infectieuses, pollution des réserves d'eau potable, etc, il est primordial de tout mettre en œuvre pour réduire au plus vite les émissions de CO₂. Le recours accru à l'énergie solaire permet de réduire ces émissions de manière significative.

Les émissions de CO₂ évitées grâce au chauffe-eau solaire dimensionné selon un optimum économique sont synthétisées dans un tableau (voir ex. Tableau 6). Ce tableau présente pour chacune des options retenues, les émissions de CO₂ évitées chaque année et le total des émissions évitées sur la durée de vie minimum de l'installation.

Option	Superficie de capteurs	Volume de stockage total	Réduction annuelle des émissions de CO ₂	Réduction sur 25 ans de durée de vie de l'installation solaire
Option 1	200 m ²	5 000 litres	31 362 kg CO ₂	784 tonnes CO₂
Option 2	550 m ²	-	71 147 kg CO ₂	1 779 tonnes CO₂
Option 3	750 m ²	5 500 litres	102 509 kg CO ₂	2 563 tonnes CO₂

Tableau 6 : Réduction des émissions de CO₂

Note :

Le facteur d'émission de CO₂ varie d'un combustible à l'autre. Les valeurs à retenir sont celles fournies par la CwaPE, incluant les émissions liées à la production et au transport du combustible, soit :

- 251 g. de CO₂ par kWh de gaz naturel
- 306 g. de CO₂ par kWh de mazout.

6 Mesures de conservation d'énergie et aspects sanitaires

La plupart des établissements visités dans le cadre d'un audit solaire présentent une installation de production d'eau chaude peu optimale (voir vétuste), tant du point de vue de la production, du stockage que de la distribution de chaleur.

Le bureau d'études a pour mission de recommander dans le rapport d'audit les mesures de conservation de l'énergie à mettre en œuvre parallèlement ou indépendamment de l'installation du chauffe-eau solaire.

Les recommandations les plus courantes en la matière concerne :

- la réduction des consommations d'eau chaude,
- l'isolation des ballons de stockage et de la boucle de distribution,

Par ailleurs, comme dans toute installation de production d'eau chaude de grande taille, il faut s'assurer que le temps de séjour et la température de l'eau sanitaire dans les ballons de stockage assure une protection suffisante contre le risque de prolifération des bactéries (légionelles et autres).

Les recommandations les plus courantes en la matière concerne :

- le temps de séjour et la température de l'eau dans le ballon d'appoint de chaleur,
- la température de l'eau dans la boucle de distribution (55°C minimum, 60°C maximum).

7 Conclusions

Les conclusions du rapport d'audit sont l'occasion de présenter de manière synthétique les avantages et inconvénients des différentes options s'offrant au maître d'ouvrage, à la lumière des résultats obtenus et des hypothèses "conservatrices" retenues.

C'est à ce stade que le bureau d'études préconise la dimension, le type de capteurs solaires et de stockage de chaleur pour l'établissement audité. L'option retenue pourra être adaptée en fonction de l'importance relative accordée par le commanditaire à l'un ou l'autre des critères de décision quantifiés dans le rapport (coût par kWh de combustible minimum, gain annuel maximum, réduction des émissions CO2 maximum, ...).

Les résultats chiffrés les plus significatifs seront repris dans la conclusion. Pour le détail des autres résultats chiffrés, le rapport renverra au paragraphe correspondant.

Annexe 1 : Subsidés aux installations solaires en Région wallonne

1 Subsidés "Énergie" octroyés par la Région wallonne

1.1 UREBA (Utilisation Rationnelle de l'Energie dans les Bâtiments du secteur public et assimilé)

En vigueur depuis	10 juin 2003
Pour qui ?	Le secteur public et assimilé, en Région wallonne.
Pour quoi ?	Pour toute amélioration réelle de la performance énergétique des nouveaux équipements. Sont subventionnés à hauteur de 50% l'installation d'une comptabilité énergétique.
Combien ?	50% pour les audits de bâtiments et les études de pré-faisabilité d'un équipement particulier (cogénération, chauffe-eau solaire, ... 30 à 40% % pour l'investissement dans une cogénération ou le recours aux énergies renouvelables pour les besoins énergétiques de bâtiments neufs ou à rénover 30% pour la rénovation énergétique de bâtiments neufs ou à rénover.
Où ?	Le dossier de demande est à introduire auprès de la division de l'Énergie de la DGTRE à l'attention de Michel Grégoire, Inspecteur général a.i., Direction Générale des Technologies de la Recherche et de l'Energie, Avenue Prince de Liège, 7 à 5100 Jambes. La demande doit être effectuée après rédaction du cahier des charges mais avant le lancement de l'appel d'offres.

1.2 AMURE (AMélioration de l'efficience énergétique et promotion d'une Utilisation plus Rationnelle de l'Energie du secteur privé)

Pour qui ?	Toute personne morale du secteur privé qui exerce des activités agricoles, industrielles ou de services en Région wallonne
Pour quoi ?	Pour réaliser des audits permettant d'évaluer la pertinence d'un investissement visant à utiliser plus rationnellement l'énergie ou à recourir à l'usage d'énergies renouvelables et à la cogénération de qualité, ou aboutissant à l'élaboration d'un plan d'action global visant à améliorer l'efficience énergétique. Pour la mise en oeuvre d'un système de comptabilité analytique énergétique
Combien ?	50 % des coûts éligibles déterminés dans le devis d'audit ou de comptabilité énergétique, dûment approuvé par le ministre.
Où ?	Le dossier de demande est à introduire auprès de la division de l'Énergie de la DGTRE à l'attention de Michel Grégoire, Inspecteur général a.i., Direction Générale des Technologies de la Recherche et de l'Energie, Avenue Prince de Liège, 7 à 5100 Jambes.

1.3 SOLTHERM

Pour qui ?	Toute personne physique ou morale, publique ou privée, à l'exclusion des demandeurs bénéficiant déjà d'un subside UREBA.
Pour quoi ?	Pour l'installation d'un chauffe-eau solaire en Wallonie, quel que soit son système d'appoint, pour autant que l'installation soit réalisée par un installateur agréé par la Région wallonne, sans préjudice de la demande éventuelle d'un permis d'urbanisme.
Combien ?	1500 € forfaitairement de 2 à 4 m ² plus 100 € par m ² supplémentaire avec un maximum de 6000 €. Une installation collective destinée à alimenter plusieurs logements individuels est considérée équivalente à autant d'installations individuelles qu'il y a de logements individuels desservis. Ce nombre ne peut en aucun cas dépasser la moitié de la surface optique de capteurs solaires installés
Où ?	Le formulaire de demande de prime est à introduire dans les 3 mois, à compter de la date de facturation des travaux, auprès de la division de l'Énergie de la DGTRE à l'attention de Muriel Hoogstoel, Direction Générale des Technologies de la Recherche et de l'Energie, Avenue Prince de Liège, 7 à 5100 Jambes.

2 Subsidés "Infrasport"

La Division des bâtiments et des infrastructures sportives (Infrasport) accorde également un subside pour tout équipement sportif, dont un système solaire de production d'eau chaude.

Le montant du subside est de **50 %** pour les investissements inférieurs à 133 320 EUR HTVA et de **60%** au-delà de cette limite.

La demande est à adresser à

Direction générale des pouvoirs locaux-Infrasport

Rue Van Opré, 95

5100 Jambes

Tél. : 081/32.36.70

E-mail : m.devos@mrw.wallonie.be

3 Subventions destinées aux infrastructures et équipements des hôpitaux et des maisons de repos

En vertu de l'Arrêté du Gouvernement wallon du 4 juillet 2002, fixant la procédure d'octroi des subventions destinées aux infrastructures et équipements des hôpitaux et des maisons de repos, la Direction Générale de l'Action Sociale et de la Santé peut, à certaines conditions, octroyer un subside à l'installation d'un système solaire thermique de production d'eau chaude.

Les conditions d'octroi sont spécifiées dans l'arrêté susmentionné.

La demande est à adresser à :

Direction Générale de l'Action Sociale et de la Santé

M. JOSEPH DERMIEN,

Inspecteur général

Adresse : Avenue Gouverneur Bovesse, 100 - 5100 NAMUR - JAMBES

Téléphone : 081/32.72.71

Fax : 081/32.72.72

E-Mail : dgass@mrw.wallonie.be