



Audit Solaire Thermique de la piscine communale de Herstal

Production d'eau chaude par l'énergie solaire (étude de pré-faisabilité)





Audit Solaire Thermique de la piscine communale de Herstal

Production d'eau chaude par l'énergie solaire (étude de pré-faisabilité)

Contractant : MRW

3E Référence : BST007

Auteurs : Ismaël Daoud, Roel De Coninck

Date : 22/04/02



Résultats de l'audit solaire

L'objectif de cet audit est d'évaluer la faisabilité, la pertinence et l'impact d'une installation solaire thermique pour la production d'eau chaude de la **piscine communale de Herstal**.

Le résultat montre qu'un système solaire thermique de production d'eau chaude est une option intéressante dans le cas présent, surtout en combinant le préchauffage de l'eau sanitaire avec celui de l'eau des bassins de la piscine.

L'audit a été effectué par le bureau d'étude Institut Wallon en collaboration avec le bureau d'études 3E, dans le cadre du Plan d'Action Soltherm. Pour toute information complémentaire, veuillez contacter l'auteur :

Ismaël Daoud (tél. : 081.25.04.80 - fax : 081.25.04.90 - e-mail : ismael.daoud@iwallon.be).

La synthèse des résultats de cet audit est présentée ci-dessous.

Projet	
Établissement	Piscine communale de Herstal. Rue Large Voie, 74 à 4040 Herstal
Contact	Michel Driesmans, agent technique. tél. : 04.240.64.51

Consommations (1998)	
Eau chaude sanitaire	3 996 m ³ d'eau à 40°C (soit 139 057 kWh)
Eau de renouvellement piscine	8 034 m ³ d'eau à 30°C (soit 186 389 kWh)
Energie totale pour la piscine	575 000 kWh (eau de renouvellement piscine + pertes thermiques)
Energie totale pour l'ECS et la piscine	714 057 kWh
Gaz (chauffage ECS et piscine)	88 808 m ³ de gaz (rendement annuel de la chaudière : 80 %)

Pré-dimensionnement du système	Eau chaude sanitaire seule	ECS + Eau chaude piscine
Superficie de capteurs plans	110 m ²	250 m ²
Vol. stockage solaire + appoint	2 000 + 2 000 litres	2 000 + 2 000 litres
Puissance chaudière d'appoint	1 750 kW	1 750 kW
Bilan Energétique		
Economie d'énergie primaire	6 396 m ³ de gaz (soit 63 960 kWh)	18 000 m ³ de gaz (soit 180 000 kWh)



Fraction de l'énergie utile non fournie par l'appoint	37 %	20.2 %
Bilan Economique		
Coût estimé du système (HTVA, hors subsides)	68 750 €	143 250 €
Economie annuelle	1 982 €	5 580 €
Coût du kWh solaire	0.048 € /kWh	0.040 € /kWh
Bilan Environnemental		
Émissions de CO ₂ évitées par an	15 926 kg CO ₂ /an	44 820 kg CO ₂ /an
Émissions de CO ₂ évitées sur 25 ans de durée de vie du système	398 tonnes	1 121 tonnes
Contraintes techniques	Résistance de la toiture	Résistance de la toiture



Table des matières

Résultats de l'audit solaire.....	3
Table des matières	5
1 Le Plan d'Action SOLTHERM.....	7
2 Méthodologie de l'audit solaire	8
3 Principe général d'une installation solaire thermique de production d'eau chaude	9
3.1 Pourquoi utiliser l'énergie solaire	9
3.2 Origine de l'énergie solaire	9
3.3 Principe de fonctionnement général.....	9
4 Présentation de l'établissement	11
4.1 Type d'établissement	11
4.2 Installation de production d'eau chaude.....	13
4.3 Inventaire des consommations d'énergie du bâtiment.....	13
5 Estimation de la consommation d'eau chaude.....	14
5.1 Méthodologie	14
5.2 Usages de l'eau chaude	14
6 Descriptif du système solaire proposé.....	19
6.1 Stratégie de conception de l'installation.....	19
6.2 Contraintes et opportunités	19
6.3 Schéma du système solaire optimal	20
6.4 Composants du système solaire.....	21
6.5 Fonctionnement du système solaire.....	24
7 Pré-Dimensionnement du système solaire.....	26
7.1 Méthodologie	26
7.2 Hypothèses de calcul et paramètres de simulation	26
7.3 Premier dimensionnement.....	28
7.4 Dimensionnement optimal pour la production d'ECS seule.....	29
7.5 Dimensionnement optimal pour ECS + bassins.....	32
8 Bilan de l'opération	33
8.1 Bilan énergétique.....	33
8.2 Bilan économique	34
8.3 Bilan environnemental.....	34
8.4 Autres Impacts	35



9	Contrôle des performances	36
9.1	Garantie de Résultats Solaires	36
9.2	Monitoring	36
10	Aide à la Concrétisation du projet	37
	Annexe 1 : Subsidés octroyés par la RW.....	38



1 Le Plan d'Action SOLTHERM

La Région wallonne a initié le Plan d'Action Soltherm afin de créer des conditions de développement durable du marché solaire thermique. L'objectif est d'installer 200 000 m² de capteurs solaires d'ici 2010. Les actions entreprises pour atteindre cet objectif concernent d'une part, l'amélioration de l'offre (qualité du matériel, formation des installateurs, ...) et d'autre part, l'amélioration de la demande (primes à l'installation, campagne de promotion, aide à la concrétisation de projets d'installation de systèmes solaires, ...).

Concernant les établissements du secteur tertiaire et les logements groupés, la Région wallonne a chargé le bureau d'étude 3E de mettre sur pied une méthodologie pour estimer la faisabilité technique des applications solaires thermiques collectives de production d'eau chaude. Le développement de ce service d'assistance technique au secteur tertiaire fait l'objet d'un partenariat entre 3E, l'Institut Wallon et le département Architecture et Climat de l'UCL. Il comprend plusieurs volets:

1. La réalisation d'une étude du potentiel de l'énergie solaire thermique active dans les établissements tertiaires et les logements groupés.
2. Le développement d'un outil informatique, baptisé Quickscan, permettant au responsable de projet d'évaluer lui-même (de manière simplifiée) le pré-dimensionnement d'une installation solaire thermique de production d'eau chaude.
3. La réalisation d'une vingtaine d'audits solaires selon la méthodologie élaborée par 3E, afin d'évaluer la pré-faisabilité, la pertinence et l'impact d'une installation solaire thermique de production d'eau chaude.

Parallèlement au plan d'action Soltherm, la Région wallonne soutient financièrement les projets visant à économiser l'énergie ou recourant aux énergies renouvelables. Les différentes **primes** accordées pour ces projets sont reprises en annexe 1.



2 Méthodologie de l'audit solaire

L'audit solaire a pour objectif d'évaluer la faisabilité et la pertinence d'une installation solaire thermique de production d'eau chaude, communément appelée "système solaire", dans l'établissement concerné.

La première étape consiste à caractériser l'établissement (affectation principale, contraintes techniques et/ou architecturales, consommation d'eau chaude, opportunités, ...). Le dossier de candidature et la visite sur site ont permis d'acquérir les informations nécessaires à cette fin.

La seconde étape consiste à concevoir et effectuer le pré-dimensionnement du système solaire en fonction des besoins en eau chaude et des contraintes techniques de l'établissement (place disponible, orientation de la toiture, ombrage, ...).

La troisième étape consiste à calculer l'optimum technico-économique. En effet, dans la plupart des cas, il est possible de trouver un système solaire adéquat. Mais, *in fine*, c'est le coût de production de l'eau chaude solaire qui déterminera la décision .

Le présent rapport suit la démarche indiquée ci-dessus pour aboutir aux résultats chiffrés qui donnent au maître d'ouvrage les éléments nécessaires pour prendre une décision fondée sur des données techniques et financières indépendantes des producteurs et vendeurs de matériel solaire.

Dans le cadre de Soltherm, une aide à la concrétisation est envisageable pour les maîtres d'ouvrage qui, à l'issue du rapport, décident d'entamer la réalisation du cahier des charges afin de réaliser le projet dans les meilleurs délais.



3 Principe général d'une installation solaire thermique de production d'eau chaude

3.1 Pourquoi utiliser l'énergie solaire

Le rayonnement solaire constitue une source d'énergie gratuite, abondante et renouvelable. La technologie permettant de capter cette énergie et de la transformer en chaleur utile est aujourd'hui à maturité.

3.2 Origine de l'énergie solaire

Le soleil émet, d'une manière uniforme, d'énormes quantités d'énergie dans l'espace. Le rayonnement qui arrive à la surface de la terre est de 1000 kWh (soit 100 litres de mazout) par an pour une surface horizontale de 1 m². Un capteur solaire thermique peut raisonnablement récupérer 40 à 60 % de cette énergie sous forme de chaleur.

Le **rayonnement global** qui atteint finalement la surface de la terre est de 2 types :

- Le **rayonnement direct**, provenant directement du soleil, visible par temps clair.
- Le **rayonnement diffus**, résultant de la diffusion de la lumière dans l'atmosphère, essentiellement par la couverture nuageuse.

En Belgique, la part d'énergie contenue dans le rayonnement diffus représente en moyenne annuelle 60 % du rayonnement global.

3.3 Principe de fonctionnement général

Une installation solaire thermique de production d'eau chaude est un **système complet** qui sert à pré-chauffer l'eau à partir du **rayonnement solaire global**. Ce système, représenté schématiquement à la figure 1, est constitué des éléments suivants:

- Les **capteurs solaires (1)**, qui transforment le rayonnement solaire en chaleur grâce à un **absorbeur**. Celui-ci transfère la chaleur vers le **fluide** qui le parcourt.
- Le **circuit primaire**, qui relie les capteurs au(x) ballon(s) de stockage.
- Le **ballon de stockage (2)**, qui permet d'accumuler l'eau chaude produite pour l'utiliser en temps voulu.
- Les autres composants tels le **circulateur (3)** et le dispositif de **régulation automatique (4)**, qui régulent le fonctionnement du système selon les conditions d'ensoleillement et la demande en eau chaude.
- Une **source d'énergie d'appoint (5)**, qui porte l'eau préchauffée à la température souhaitée, quelles que soient les conditions d'ensoleillement.



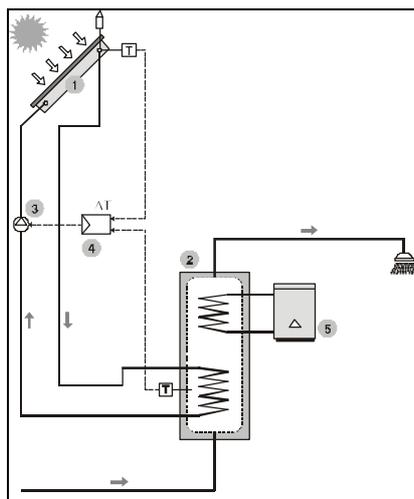


figure 1 : Schéma simplifié d'un système solaire de production d'eau chaude.



4 Présentation de l'établissement

4.1 Type d'établissement

4.1.1 Affectation principale

L'établissement audité est une **piscine couverte**, ouverte au public, aux écoles et aux clubs sportifs (natation et plongée).

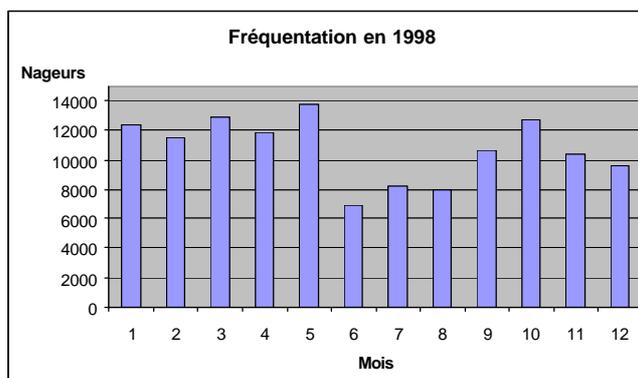
La piscine communale de Herstal possède deux¹ bassins : un grand bassin de 25 m de long (superficie de 375 m²) et un petit bassin de 15 m de long (superficie de 150 m²).

En annexe de la piscine, se trouvent une cafétéria, une conciergerie et un centre d'accueil, qui produisent leur eau chaude de manière autonome par rapport à l'installation de la piscine. Ces consommations ne seront donc pas prises en compte dans le pré-dimensionnement du système solaire.

4.1.2 Taux d'occupation

Chaque jour, le gestionnaire de la piscine de Herstal comptabilise le nombre de nageurs ainsi que le nombre d'abonnements vendus. De cette manière, il est possible d'obtenir la fréquentation exacte de la piscine.

La figure 2 illustre l'évolution de la fréquentation annuelle de la piscine de Herstal au cours de l'année 1998². Nous remarquons l'influence des vacances scolaires sur la fréquentation ainsi que celle de la fermeture annuelle (les deux premières semaines de juin). En 1998, il y a eu 128 900 nageurs (abonnements et clubs inclus).



¹ Le projet de rénovation de la piscine inclut la construction d'un troisième bassin de 9 m de long (superficie de 32.5 m²). Ce troisième bassin ne sera pas pris en compte dans le pré-dimensionnement de l'installation solaire.

² Suite à l'explosion d'une des deux chaudières le 13 septembre 1999, le petit bassin a été fermé ce qui a eu une mauvaise répercussion sur la fréquentation (chute de 43 % entre 1998 et 2000). Nous prendrons dorénavant comme référence l'année 1998, étant donné que les travaux de rénovation en projet permettront d'atteindre à nouveau une fréquentation normale de la piscine, semblable à celle d'avant l'explosion



figure 2 : Fréquentation annuelle de la piscine de Herstal en 1998



4.2 Installation de production d'eau chaude

4.2.1 Descriptif de l'installation

Actuellement, l'ECS est stockée dans un ballon de 500 litres, chauffé par un échangeur externe à plaques (de puissance égale à 464 kW), alimenté par l'eau chaude à 80°C du circuit primaire de l'unique chaudière en fonctionnement (de puissance nominale égale à 1750 kW).

En outre, un deuxième circuit primaire alimente deux échangeurs externes permettant de chauffer l'eau des bassins.

4.2.2 Combinaison avec le chauffage des locaux

La chaudière assure également le chauffage de la piscine par un système à air pulsé.

Les travaux de rénovation prévoient le remplacement complet de l'installation actuelle de production d'ECS et d'eau chaude, du chauffage et des filtres.

4.3 Inventaire des consommations d'énergie du bâtiment

4.3.1 Consommation de gaz

Pour l'année de référence (1998), 173 641 m³ de gaz ont été consommés pour le chauffage du bâtiment, le chauffage de l'eau des bassins et pour la production d'ECS. Le montant total de la facture s'élevait à 38 697.69 € TVAC, soit 0.22 €/m³. A titre de comparaison, en 2001, le montant de la facture était de 48 875.65 €, pour 155 490 m³ de gaz soit 0.31 €/m³, ce qui correspond à une augmentation du prix du gaz de 41 % par rapport à l'année 1998.



5 Estimation de la consommation d'eau chaude

5.1 Méthodologie

L'année 1998 est l'année de référence pour la consommation d'eau chaude. Nous distinguons deux usages principaux de l'eau chaude, à savoir : l'eau chaude sanitaire et l'eau de renouvellement des bassins de natation.

La consommation d'eau chaude sanitaire n'est malheureusement pas connue pour l'année 1998, elle doit donc être estimée. Cependant, la fréquentation de la piscine étant connue, l'estimation pourra se faire à l'aide d'un ratio de consommation d'ECS par nageur. Il suffit dès lors de multiplier ce ratio par le nombre de nageurs ayant fréquentés la piscine en 1998 pour déterminer la consommation finale d'ECS.

Ce ratio peut s'obtenir de deux manières : il est soit issu de la littérature, soit mesuré sur une période déterminée. L'installation d'un compteur d'eau à l'entrée du ballon d'ECS fin 2001 permet d'utiliser la deuxième méthode, plus fiable et plus précise.

La consommation d'eau chaude pour le renouvellement des deux bassins en eau fraîche est mesurée par un compteur placé à l'entrée du bac tampon. Cette consommation est relevée quotidiennement.

Outre l'eau de renouvellement chauffée à 30°C, une quantité importante d'énergie est consommée pour réchauffer l'eau de recirculation suite aux pertes par conduction et par évaporation. Celle-ci est estimée par simulation grâce au logiciel TRNSYS qui a permis de tenir compte des déperditions thermiques et de l'évaporation de l'eau des deux bassins.

Après détermination de la consommation d'eau chaude, il a fallu déterminer les variations de cette consommation au cours d'une année, d'une semaine et d'une journée. En effet, ces variations influencent fortement la rentabilité énergétique et donc économique du système solaire.

5.2 Usages de l'eau chaude

5.2.1 Estimation de la consommation d'eau chaude

5.2.1.1 Eau chaude sanitaire

L'eau chaude sanitaire est utilisée pour 2 blocs de 12 douches, les éviers et les robinets de nettoyage de la piscine.

Durant la période de relevé du compteur d'ECS (du 24 décembre 2001 au 24 janvier 2002) 153 m³ d'ECS à 40 °C ont été consommés et 4955 nageurs (abonnements et clubs inclus) ont été comptabilisés. Le ratio de consommation est donc d'environ **31 litres d'ECS à 40°C par nageurs**, 40°C étant la température de consigne du ballon actuel de stockage d'ECS.



Par extrapolation de ce ratio (mesuré en 2001) à l'année de référence (1998), nous obtenons une consommation *estimée* de **3996 m³ d'ECS en 1998** (soit 128 900 nageurs multipliés par 31 litres).

En 1998, la piscine de Herstal a consommé 14 194 m³ d'eau froide (annexes comprises), selon le relevé des compteurs gros débit et petit débit placés à l'arrivée générale d'eau froide. Ainsi, la consommation d'ECS aurait représenté **28 % de la consommation totale d'eau froide**.

5.2.1.2 Eau chaude des bassins

L'autre consommation d'eau chaude concerne l'alimentation des deux bassins de la piscine. Outre une recirculation de l'eau des bassins, un apport d'eau froide est nécessaire afin d'assurer un renouvellement suffisant. Cette consommation d'eau froide est mesurée par un compteur placé à l'entrée du bac tampon qui se remplit de manière discontinue. Cette eau froide se mélange directement à celle du bac tampon. Ensuite, l'eau du bac tampon est chauffée jusqu'à environ 30°C à l'aide de deux échangeurs externes, raccordés à la chaudière au gaz (circuit primaire à 80°C), avant de rejoindre le petit bassin (29°C) puis le grand bassin (27°C).

Durant l'année 1998, **8 034 m³ d'eau froide** ont été chauffés à 30°C et consommés pour assurer le renouvellement de l'eau des deux bassins. Pour cette année, l'apport d'eau fraîche à 30°C a été en moyenne de **62 litres/nageur**. Ce chiffre, plus élevé que le minimum conseillé de 30 litres d'eau fraîche par nageur, peut s'expliquer par une consommation importante d'eau des bassins pour le lavage des filtres (eau chaude non récupérée et jetée à l'égout) et par la prise en compte de la consommation d'eau lors du renouvellement annuel de l'eau des bassins.

En 1998, la consommation d'eau pour les deux bassins représentait **55 % de la consommation totale d'eau froide**.

5.2.2 Variations mensuelles des besoins en eau chaude

5.2.2.1 Eau chaude sanitaire

Par extrapolation, la consommation mensuelles en 1998 est illustrée à la figure 3.

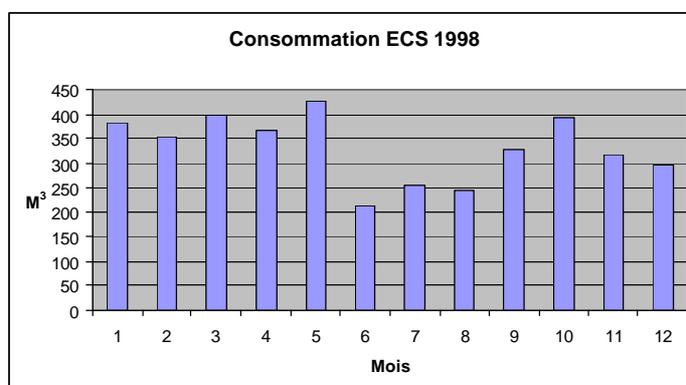


figure 3 : Consommation mensuelle d'ECS à 38 °C en 1998 par extrapolation (31 litres/nageurs).

Nous remarquons également l'influence des vacances scolaires et de la période de fermeture annuelle sur cette consommation, étant donné qu'il s'agit d'une simple multiplication des données de la figure 2 par un ratio constant (31 litres/nageur).

5.2.2.2 Eau chaude des bassins

La figure 4 illustre l'évolution annuelle de la consommation d'eau chaude pour les deux bassins, déduite du relevé du compteur du bac tampon en 1998.

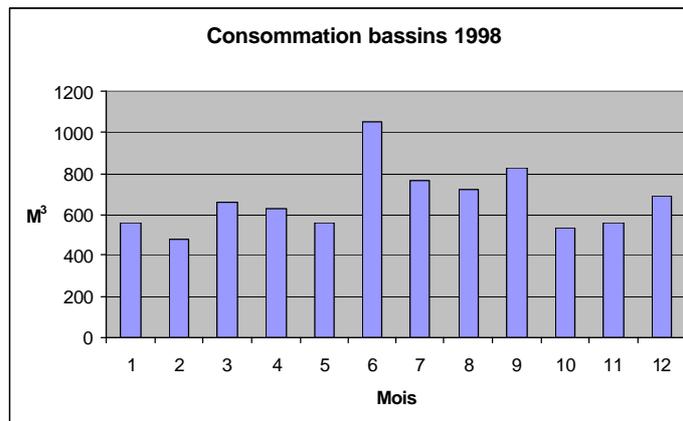


figure 4 : Consommation mensuelle d'eau chaude pour les bassins mesurée en 1998.

La consommation importante du mois de juin est due au renouvellement de l'entièreté de l'eau de la piscine (704 m³ durant les deux premières semaines de juin) par de l'eau fraîche.

5.2.3 Profil hebdomadaire des besoins en eau chaude

5.2.3.1 Eau chaude sanitaire

La piscine de Herstal est ouverte au public, aux écoles ainsi qu'aux clubs (natation et plongée). Le profil hebdomadaire des besoins en eau chaude sanitaire ne peut pas être déduit par extrapolation de la fréquentation durant une semaine type. Par contre, un compteur d'eau chaude sanitaire a été placé en décembre 2001, qui a permis d'établir un tel profil.

La figure 5 illustre le profil mesuré entre le lundi 24 décembre 2001 et le 24 janvier 2002.



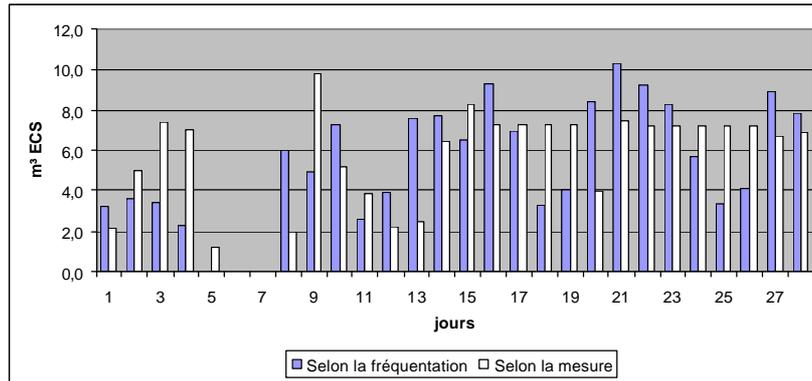


figure 5 : Profil hebdomadaire de consommation d'ECS mesuré entre le 24/12/2001 et le 24/01/2002).

Le profil mesuré ne varie pas tous les jours parce que les compteurs ont été relevés de manière irrégulière. Une moyenne a été prise pour les jours considérés. On peut constater que la consommation d'ECS ne suit pas tout à fait la fréquentation de la piscine. Ceci peut s'expliquer par des différences de comportement des nageurs vis-à-vis de la consommation d'ECS. Les écoles prendront par exemple moins de douches que les nageurs isolés. Nous remarquons la nette influence de la fréquentation scolaire sur le profil hebdomadaire de consommation d'ECS. En effet, le week-end et le mercredi après-midi, la consommation est moins importante. De même, le lundi, la piscine est fermée au public mais ouverte aux écoles l'après-midi et aux clubs de natation le soir. Le dimanche, la piscine est fermée l'après-midi.

5.2.3.2 Eau chaude des bassins

Les relevés du compteur montrent que l'apport d'eau fraîche dans le bac tampon est *discontinu*. La figure 6 indique l'écart entre deux relevés successifs.

Le profil de consommation tel que présenté sur cette figure ne reflète pas la réalité. En effet, le relevé ne se fait pas à heure fixe. En outre, aucun relevé n'est effectué le week-end, ce qui explique la consommation "anormale" du lundi, qui représente en fait l'écart entre le relevé de mesures du vendredi et celui du lundi ! Finalement, le lavage des filtres, important consommateur d'eau chaude, s'effectue de manière aléatoire (selon le degré d'encrassement des filtres). Par la suite, nous ferons l'hypothèse d'une consommation constante d'eau fraîche sur le mois.



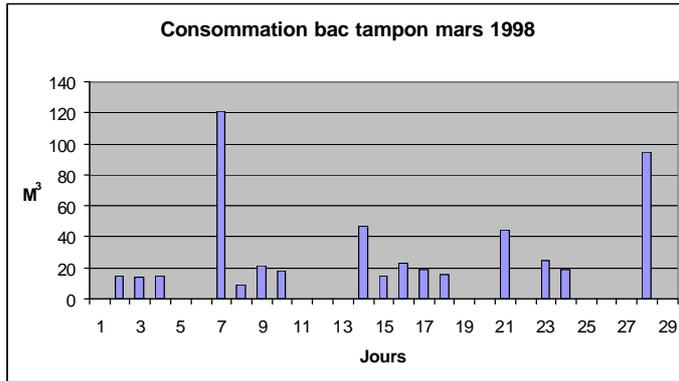


figure 6 : Profil hebdomadaire de consommation d'eau du bac tampon (mars 1998).



6 Descriptif du système solaire proposé

6.1 Stratégie de conception de l'installation

L'étape suivante consiste concevoir l'installation solaire thermique de production d'eau chaude en fonction des besoins en eau chaude déterminés au point 5.

Le système solaire proposé tient compte des contraintes techniques (place disponible, orientation toiture, ...) ainsi que des opportunités présentes pour l'intégration d'un système solaire dans l'installation existante (travaux de rénovations en cours, adéquation des besoins, ...).

6.2 Contraintes et opportunités

Les différentes contraintes et opportunités techniques et/ou architecturales concernent essentiellement :

- l'installation des capteurs (surface disponible, orientation, ombrage, accès, ...)
- l'installation des ballons de stockage (place disponible, accès, ...)

6.2.1 Installation des capteurs solaires

6.2.1.1 Contraintes

Étant donné que la structure du toit est en bois (lamellé-collé), il sera peut-être nécessaire d'effectuer un renforcement du toit. Ce renforcement ne pourra se faire que par travée (6 m de large et 21 m de long). Ainsi, la surface disponible pour la pose des capteurs en toiture est un multiple du nombre de travées à renforcer : 126 m² pour 1 travée, 252 m² pour 2 travées, 378 m² pour 3 travées, ... Généralement, la surface des capteurs qu'il est possible de poser sur un toit plat, en évitant l'ombrage des champs de capteurs entre eux, est égale à la moitié de la surface du toit. En terme de surface installée de capteurs, cette contrainte se traduit par un multiple de 63 m². Une solution pourrait être de répartir les champs des capteurs sur l'entièreté de la toiture, ceci permettant de répartir le poids sur l'ensemble de la structure portante. Une étude de stabilité devra être effectuée par un bureau d'étude spécialisé pour déterminer si un renforcement de la toiture s'impose.

6.2.1.2 Opportunités

Étant donné que la toiture est plate, il est possible de choisir l'orientation et l'inclinaison optimale. En outre, le toit n'est soumis à aucun ombrage.

6.2.2 Installation des ballons de stockage

6.2.2.1 Contraintes

Aucune contrainte pour l'installation des ballons de stockage n'a été inventoriée .



6.2.2.2 Opportunités

Étant donné l'explosion d'une des deux chaudières, le 13 septembre 1999, la vétusté de l'installation et le risque d'effondrement de la cloison séparant le local technique du petit bassin, un projet de rénovation est en cours. Le moment est donc opportun pour évaluer la pertinence d'un système solaire de production d'eau chaude.

Le local technique quant à lui va être entièrement réaménagé, il n'y a donc pas de problème de place pour poser les ballons de stockage. L'accès au local technique est aisé (porte d'environ 9 m de large sur 3 m de haut).

Étant donné que le pré-chauffage de l'eau d'une piscine se fait à basse température, l'opportunité d'évaluer la faisabilité d'un système solaire thermique répondant à ce besoin est présente également.

6.3 Schéma du système solaire optimal

Pour une piscine et selon la stratégie de conception adoptée, le schéma³ du système solaire le plus adéquat combine le chauffage de l'eau chaude sanitaire **et** celui de l'eau des bassins. En effet, comme nous le verrons plus loin, les calculs de rentabilité énergétique et économique montrent l'intérêt de combiner ces deux usages de l'énergie solaire dans le cas de la piscine de Herstal.

³ Les vannes, filtres, clapets,... qui ne sont pas strictement nécessaires à la bonne compréhension du principe de fonctionnement sont volontairement absentes de ce schéma simplifié.



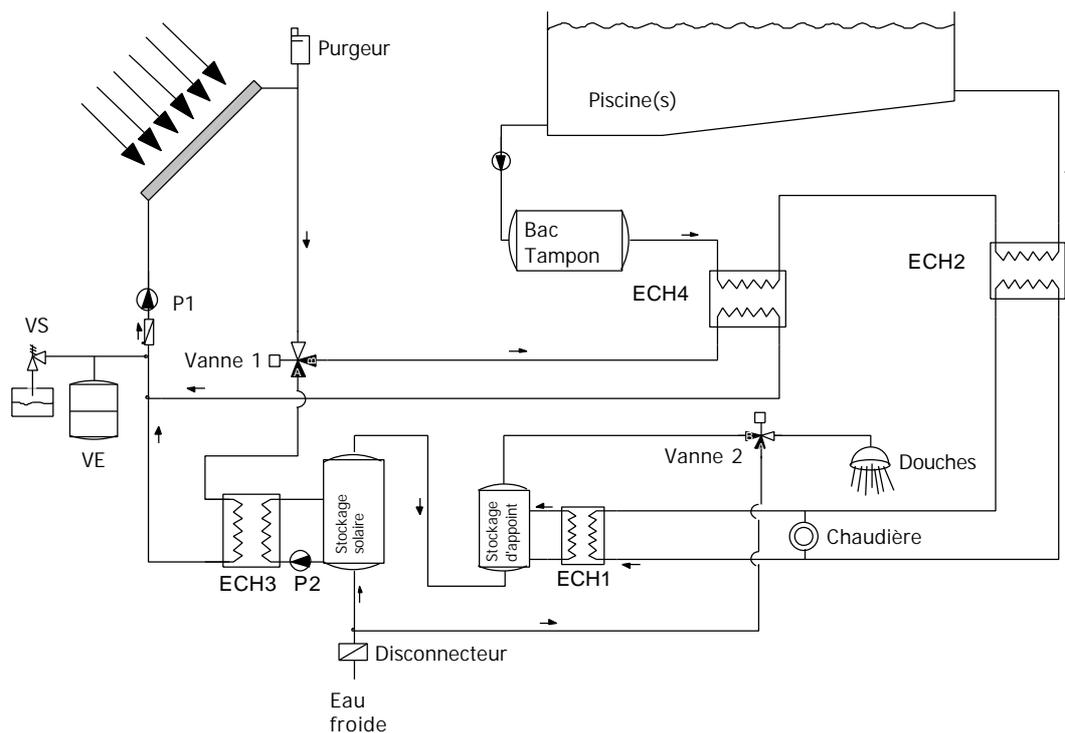


figure 7 : schéma de l'installation solaire thermique proposé pour la production d'eau chaude

Le schéma choisi pour l'installation solaire thermique combine les deux utilisations possibles de l'énergie solaire pour la piscine de Herstal. D'autres schémas sont possibles, mais celui-ci présente une approche couramment utilisée. Le schéma est expliqué en détail ci-dessous.

6.4 Composants du système solaire

Les composants du système solaire tel que représenté à la figure 7 peuvent être regroupés en 5 catégories.

6.4.1 Les capteurs solaires

Pour la production d'eau chaude sanitaire et le pré-chauffage de l'eau des bassins nous choisirons des capteurs plans atmosphériques. En effet, des capteurs solaires non vitrés ne conviennent bien souvent que pour des piscines *ouvertes*, généralement accessibles quelques mois par an.

6.4.2 Le circuit primaire

Le circuit primaire est un circuit fermé composé de tuyauteries, en acier ou en cuivre, qui relie le capteur à deux échangeurs de chaleur (ECH3 et ECH4) à contre-courant.



La vanne à trois voies (Vanne 1) dirige le fluide caloporteur vers un des deux échangeurs (ECH3 ou ECH4), selon les besoins.

L'échangeur ECH3 transfère la chaleur solaire au ballon de stockage de l'eau sanitaire. Pour les systèmes solaires de plus de 30 m² de capteurs, des échangeurs de chaleur externes sont généralement utilisés. En effet, les puissances importantes mises en jeu nécessitent de grandes surfaces d'échange. Il n'est cependant pas rare de rencontrer des ballons de stockage solaires à échangeur interne, même pour ces grands systèmes. Ce choix est à discuter avec le fournisseur.

L'échangeur ECH4 transfère la chaleur solaire vers le circuit de renouvellement d'eau de la piscine, auquel est également raccordé l'échangeur existant de la chaudière (ECH2). De cette façon, l'énergie solaire peut être utilisée pour compenser les pertes thermiques des deux bassins et celles liées au renouvellement de l'eau. Selon le schéma, le circuit primaire, sous pression, est totalement rempli d'un fluide caloporteur résistant au gel. On pourrait également travailler avec de l'eau pure non glycolée dans le cas d'un système à vidange. Dans ce cas précis, on peut omettre le vase d'expansion car le circuit primaire n'est pas mis sous pression. Le choix d'un système "sous pression" ou "à vidange" peut encore s'effectuer lors de la rédaction du cahier des charges ou même par adjudication.

Le circuit primaire est muni des accessoires suivants :

- une vanne de sécurité (VS) munie d'un manomètre destinée à évacuer les surpressions en cas de surchauffe de l'installation,
- cette vanne est raccordée à un réservoir de collecte du fluide caloporteur avec anti-gel pour éviter tout rejet toxique dans le réseau d'égout,
- un vase d'expansion (VE), placé du côté aspiration de la pompe de circulation, permet d'absorber les variations de volume et de récolter la totalité du fluide caloporteur expulsé des capteurs en cas de surchauffe,
- une pompe de circulation (P1) assurant la circulation du fluide caloporteur dans le circuit,
- un clapet anti-retour pour éviter la formation d'un contre-courant de thermo-circulation qui déchargerait le ballon de stockage solaire de sa chaleur.
- un purgeur permettant d'éliminer l'air en partie haute du circuit lors du remplissage et des entretiens,
- la vanne 1, qui dirige le débit primaire vers l'échangeur de chaleur ECH3 ou ECH4, en fonction des besoins.
- plusieurs vannes d'isolement pour isoler les composants principaux du système en cas d'entretien ou de remplacement. Ces composants ne sont pas repris dans le schéma hydraulique simplifié de l'installation solaire thermique.



6.4.3 Le circuit d'eau sanitaire

Le circuit d'eau sanitaire est doté d'un réservoir supplémentaire pour stocker l'eau préchauffée par le système solaire. Il est alimenté par le circuit de transfert avec la pompe P2. Ce réservoir est placé en amont du ballon existant qui stocke l'eau à la température souhaitée, quelles que soient les conditions d'ensoleillement.

Mis à part les composants classiques (vannes de sécurité et d'isolement, vase d'expansion, robinet de vidange, etc.), le circuit d'eau sanitaire est équipé d'une vanne thermostatique (vanne 2). En cas d'ensoleillement important (en été par ex.), l'eau chaude sanitaire peut sortir du ballon de stockage solaire à une température supérieure à la consigne (40°C pour la piscine de Herstal). Afin d'éviter tout risque de brûlure aux points de puisage, l'installation est donc munie d'une vanne thermostatique à 3 voies mélangeant de l'eau froide à l'eau chaude de façon à produire de l'eau à une température maximale égale à la consigne de 40°C.

Le risque de fuite de liquide caloporteur du circuit primaire au niveau de l'échangeur de chaleur externe ne pouvant être totalement exclu, le réseau d'eau froide sanitaire doit être protégé de toute contamination par le fluide caloporteur. L'alimentation en eau sanitaire est donc équipée d'un disconnecteur non contrôlable à zones de pressions différentielles, interdisant le retour de l'eau sanitaire du ballon de stockage solaire vers le réseau.

Pour les grands volumes de stockage solaire, le premier ballon est remplacé par plusieurs ballons en série.

6.4.4 Régulation

L'installation solaire thermique de production d'eau chaude est totalement automatisée. Le système de régulation agit sur les composants suivants :

- le circulateur du circuit primaire (P1) et celui du circuit de transfert (P2),
- la vanne 1
- la chaudière (CH) et son circulateur

Les paramètres de fonctionnement de ces 3 organes de régulation sont explicités au point 6.5.

6.4.5 L'appoint

Les capteurs solaires ne peuvent à eux seuls satisfaire l'entièreté des besoins en eau chaude. Un système solaire est donc toujours relié à un système de chauffage d'appoint. Dans le cas présent, l'appoint est assuré par la chaudière au gaz (CH) qui chauffe le ballon de stockage d'appoint via l'échangeur (ECH1) à contre-courant.



6.5 Fonctionnement du système solaire

6.5.1 Régulation du circuit primaire

La régulation du circuit primaire gère les deux besoins de chaleur (ECS et piscine) à l'aide des pompes P1 et P2, et la vanne 1 selon les règles énoncées ci-dessous.

Le principe sous-jacent au système de régulation vise à maximiser la production solaire des capteurs. A cette fin, la température d'entrée du fluide caloporteur dans les capteurs est maintenue la plus basse possible, ce qui accroît le rendement. Cette température est déterminée par la température du fluide dans l'échangeur de chaleur en fonction, respectivement ECH3 ou ECH4.

Le système de régulation agit sur la position de la vanne 1 pour minimiser la température d'entrée des capteurs, selon deux priorités de fonctionnement :

Priorité 1 : Energie solaire pour l'ECS

La vanne 1 est ouverte en A, les pompes P1 et P2 fonctionnent de concert. Le système s'enclenche lorsque la température des capteurs est supérieure à celle du ballon de stockage solaire.

Priorité 2 : Energie solaire pour la piscine

La vanne 1 est ouverte en B. La pompe P1 fonctionne et la chaleur solaire est transférée vers l'échangeur de chaleur du bac tampon ECH4. Ce dernier transfère l'énergie calorifique au circuit de renouvellement de l'eau de la piscine.

Quand la température dans le ballon de stockage solaire est plus basse que celle des conduites de circulation de la piscine (typiquement 28 °C, sauf en cas de remplissage du bac tampon), le système donnera priorité à l'ECS. Une fois que le stockage solaire est sensiblement plus chaud que l'eau de la piscine, la régulation positionnera la vanne 1 en B, pour donner priorité à l'eau de la piscine. Si après puisage d'ECS le stockage solaire refroidit, la régulation repasse en priorité 1. Quand la température des capteurs est trop basse pour chauffer le stockage solaire ou la piscine (si l'ensoleillement chute) la pompe P1 du système solaire s'arrête jusqu'à ce que la température dans les capteurs remonte.

De par sa conception, l'installation munie d'un circuit primaire sous pression peut atteindre des températures de fonctionnement supérieures à 100°C (jusqu'à 130°C avec une pression de 6 bars). De ce fait, certains constructeurs équipent leurs installations d'une sonde de température supplémentaire positionnée en tête de ballon de stockage solaire. Dans ce cas, la mise à l'arrêt en cas de surchauffe est commandée lorsque la température mesurée par cette sonde atteint 95°C.



6.5.2 Régulation des ballons de stockage

Les ballons de stockage ne nécessitent pas de régulation particulière, ils chauffent et refroidissent selon les apports et les soutirages d'eau chaude .

Une désinfection thermique des ballons est cependant prévue (notamment contre la légionellose). Les composants nécessaires à cette fin ne sont pas indiqués sur le schéma hydraulique pour ne pas l'alourdir mais le principe est le suivant : la désinfection thermique s'effectue en inversant les flux entre les ballons de stockage. Ainsi, de l'eau à haute température du ballon de stockage d'appoint, circulera dans le ballon de stockage solaire pour le désinfecter.

La manœuvre est commandée par la régulation raccordée à une horloge programmable. En effet, pour prévenir la prolifération de légionelles, il est recommandé de porter l'ensemble du ballon de stockage solaire à 60°C *toutes les 24 heures*.

6.5.3 Régulation de l'appoint

Le système d'appoint assure la fourniture constante d'eau à la température de consommation requise. La chaudière est également commandée par la régulation pour la désinfection thermique des deux ballons.



7 Pré-Dimensionnement du système solaire

7.1 Méthodologie

La méthodologie suivie pour le pré-dimensionnement du système solaire est la suivante :

- Détermination d'une dimension du système permettant de répondre aux besoins en tenant compte des contraintes techniques et architecturales.
- Recherche du dimensionnement optimal du point de vue économique. Les deux variables considérées sont la superficie des capteurs et le volume de stockage.

Cet ajustement est réalisé en effectuant plusieurs simulations avec le logiciel suisse Polysun 3.3 Plus (version 2001) et tient compte du coût des composants du système solaire.

Le paramètre calculé est le coût du kWh d'eau chauffée avec le système solaire (hors appoint). Le coût du kWh solaire le plus faible détermine le système solaire optimal.

Les deux options, à savoir la production d'eau chaude sanitaire uniquement, ou la production d'eau chaude sanitaire et des bassins, sont optimisées. Le logiciel Polysun, ne permettant de simuler que la production d'ECS, est utilisé pour la première option. La production d'eau chaude pour les bassins a été simulée par 3E à l'aide de TRNSYS, un logiciel de simulation modulaire reconnu par les normes européennes en matière de chauffe-eau solaire.

7.2 Hypothèses de calcul et paramètres de simulation

7.2.1 Hypothèses de calcul

Les hypothèses de calcul concernent essentiellement la consommation d'eau chaude.

7.2.1.1 Pour l'eau chaude sanitaire

- La piscine de Herstal consomme 3 996 m³ d'eau chaude sanitaire à 40°C par an, soit une énergie équivalente de 139 057 kWh.
- La consommation hebdomadaire se fait sur 6 jours au lieu de 7, étant donné les nombreux lundis de fermeture.
- La période de fermeture annuelle a été prise en compte (1^{er} au 14 juin).
- Nous avons considéré une consommation de 13 250 litres d'ECS à 40° par jour, soit 462 kWh par jour.
- La consommation connaît une diminution quotidienne moyenne de 3 000 litres en juillet par rapport à janvier.
- L'eau froide qui entre dans le système a une température égale à 10°C.



- L'existence d'une boucle d'ECS entraînant des pertes d'environ 1022 W (72 m aller à 0.49 de diamètre et 72 m retour à 0.27 de diamètre, delta T de 25°C, 20 mm d'isolation en coquilles de laine de verre) est considérée. Elle fonctionne de 8h à 22h, ce qui représente une perte annuelle de 4 500 kWh.

7.2.1.2 Pour l'eau chaude des bassins

- La piscine de Herstal consomme 8 034 m³ d'eau froide par an, chauffée à 30°C, soit une énergie équivalente de 186 389 kWh.
- A cela s'ajoute la consommation d'énergie pour chauffer l'eau de recirculation des bassins, compte tenu des déperditions thermiques de l'eau des bassins, par évaporation, pertes d'eau et conduction. Cette consommation a été évaluée grâce au logiciel TRNSYS.
- Au total, l'énergie équivalente à ces deux consommations d'eau chaude plus les pertes, est estimée à environ 575 000 kWh.

7.2.2 Paramètres de simulation

Les paramètres de simulation se rapportent au système solaire (les conditions d'ensoleillement, les capteurs, les ballons de stockage, la puissance de la chaudière d'appoint, ...)

7.2.2.1 Conditions d'ensoleillement

Les conditions d'ensoleillement correspondent à une année météorologique type en région Liégeoise (données fournies par le logiciel de simulation : Météonorme 95 valeur horaire).

7.2.2.2 Capteurs solaires

- Orientation optimale, plein sud.
- Inclinaison optimale de 40° par rapport à l'horizontale.
- Pas d'ombrage (par des arbres, bâtiments ou collines, ou par les rangées successives de capteurs)
- Capteurs plans atmosphériques: $\eta_0 = 0.8060$, $\eta_1 = 3.551 \text{ W/m}^2\text{K}$ et $\eta_2 = 0.013 \text{ W/m}^2\text{K}$ (moyenne de trois marques connues de capteurs, proposés sur le marché wallon).

7.2.2.3 Ballons de stockage

- Le ballon de stockage solaire possède un échangeur de chaleur externe et est isolé par 150 mm de laine de verre.
- Le ballon de stockage d'appoint possède un échangeur interne et est isolé par 150 mm de laine de verre.



7.2.2.4 Chaudière d'appoint

- Puissance nominale de 1000 kW
- Consigne de marche : 60°C, consigne d'arrêt : 65°C.

7.2.3 Schéma du système solaire simulé

Le schéma le plus ressemblant à celui proposé à la figure 7 proposé par Polysun est celui illustré à la figure 8, qui ne tient pas compte du chauffage de l'eau des bassins de la piscine. Les chiffres de surface de capteurs et de volume de stockage concernent la première option de dimensionnement pour la production d'ECS (voir ci-dessous).

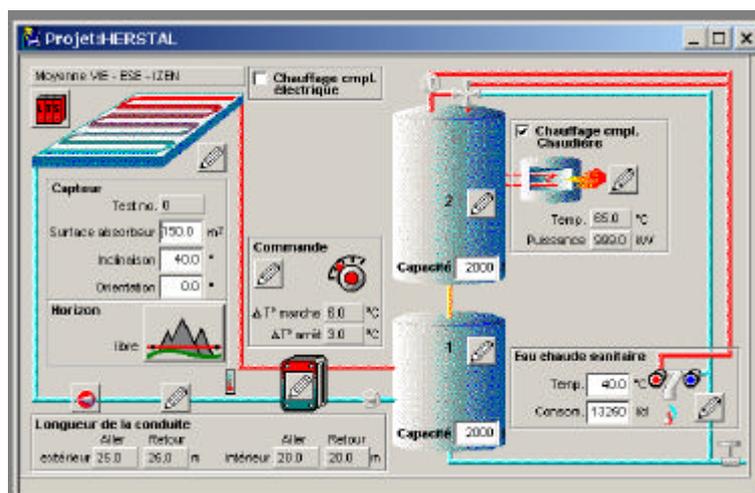


figure 8 : Schéma du système solaire simulé avec Polysun

7.3 Premier dimensionnement

7.3.1 Production d'ECS uniquement

Sur base des hypothèses de calculs et des paramètres de simulation considérés, la fraction d'énergie utile non fournie par l'appoint est de 46 % avec un système de 150 m² de capteurs couplé à un ballon de stockage solaire de 2000 litres et un ballon de stockage d'appoint de 2000 litres (voir figure 8). Ce qui correspond à une production solaire théorique de 63 498 kWh/an avec un rendement des capteurs de 423 kWh/m².

7.3.2 Production d'ECS et d'eau chaude pour les bassins

Un système solaire identique (150 m² de capteurs et 2000 + 2000 litres) auquel on ajoute un échangeur externe pour assurer le préchauffage de l'eau des bassins, fournit 92 000 kWh/an. La quantité d'énergie fournie pour l'ECS et l'eau des bassins est respectivement de 38 000 kWh/an et 54 000 kWh/an.



Dans cette option le système ne couvre plus que 27% des besoins en ECS contre 46% avec le premier système. En effet, les besoins globaux sont plus élevés puisque le système couvre également une partie des besoins nécessaires pour chauffer l'eau de la piscine.

La comparaison des deux options montre clairement l'intérêt de combiner les deux applications de production d'eau chaude. Le même⁴ type de système solaire permet de récupérer plus d'énergie dans la deuxième option. En effet, le rendement des capteurs solaires y est de 613 kWh/m² contre 423 kWh/m² dans la première option.

7.4 Dimensionnement optimal pour la production d'ECS seule

7.4.1 Estimation du coût du système

L'optimisation du dimensionnement s'effectuant selon une recherche du coût minimum du kWh solaire, il est nécessaire d'évaluer ce coût.

Pour ce faire, nous avons demandé à différents fournisseurs de réaliser un devis pour 4 dimensions différentes du même système solaire. Les coûts des composants repris dans ce rapport font la moyenne des prix proposés par deux fournisseurs ayant répondu favorablement.

Le tableau ci-dessous (Figure 9) indique un coût moyen par poste principal. Les prix sont exprimés en € et s'entendent hors TVA. La main d'œuvre pour le montage de l'installation est comprise dans le prix. Il s'agit d'un ordre de grandeur donné à titre d'information.

Superficie (m ²)	50	100	150	200
Volume (litres)	4 000	4 000	5 000	5 000
Capteur	18 822	37 569	56 453	75 124
Circuit primaire	5 899	7 284	8 030	9 071
Ballons	12 660	12 660	15 762	15 762
Régulation	2 042	2 042	2 042	2 042
Divers	6 025	6 025	6 025	6 025
Total (€)	45 447	65 578	88 312	108 023

Figure 9: Coût moyen d'un système solaire par poste principal

⁴ Du point de vue de la taille des capteurs solaires et du volume de stockage. Il faut en effet effectuer certaines modifications du schéma initial (ajout d'un échangeur, régulation plus complexe, tuyauteries plus longues, ...).



7.4.2 Surface optimale

Le tableau ci-dessus montre que la surface installée de capteur est le facteur qui influence le plus largement les coûts. Une première simulation de la surface de capteurs et du volume de stockage à installer donne les résultats suivants: la surface des capteurs correspondant à l'optimum économique est comprise entre 100 et 120 m² (voir figure 10).

Pour calculer le coût du kWh solaire, on considère une durée de vie du système de 25 ans, ce qui est réaliste. La formule permettant de calculer ce coût est la suivante :

$$C_{kWhSolaire} = \frac{INV}{n * A_{kWhSolaire}}$$

Où : $C_{kWhSolaire}$ = coût du kWh solaire (en € / kWh)

INV = Investissement total du système solaire (en €)

n = durée de vie escomptée du système solaire (en année)

$A_{kWhSolaire}$ = apport solaire annuel (en kWh / an)

Cette formule a été appliquée aux quatre surfaces de capteurs considérées (50, 100, 150 et 200 m²) pour lesquelles le coût moyen a été estimé. Nous avons rajouté un point près de l'optimum, à savoir 110 m² afin d'affiner le résultat.

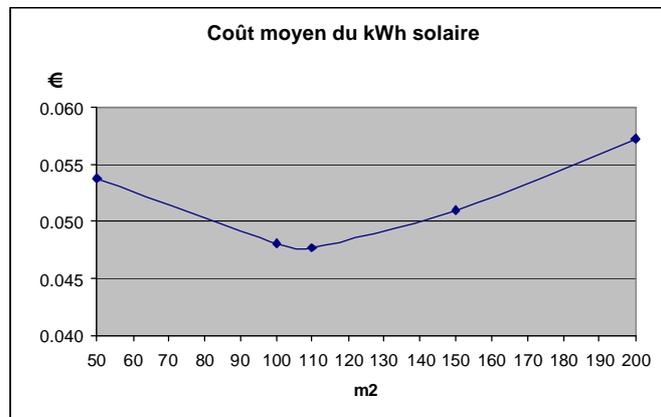


figure 10: Coût moyen du kWh solaire selon la surface de capteurs

A l'optimum, le coût du kWh solaire est d'environ 0.048 €.



7.4.3 Volume de stockage optimal

Nous allons à présent déterminer l'optimum économique du volume du ballon de stockage solaire pour une surface de 110 m² de capteurs. Nous ferons varier ce volume par incrément de 1 000 litres, le coût du système solaire variera quat à lui d'environ 3 200 € par 1 000 litres.

D'après les résultats de simulation, le volume du ballon de stockage solaire correspondant à l'optimum économique est d'environ 4 000 litres au total (voir graphique).

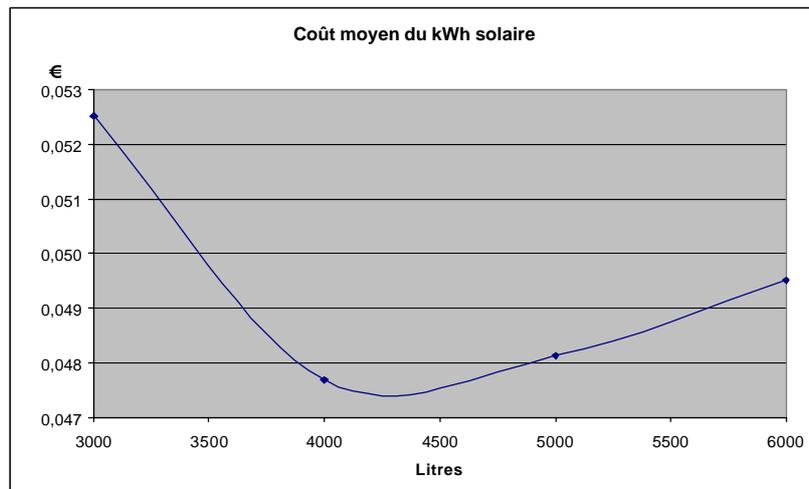


figure 11: Coût moyen du kWh solaire selon le volume total de stockage

7.4.4 Conclusion

Pour la production d'ECS uniquement, le système solaire optimal au point de vue économique est le suivant :

- surface installée de capteurs entre **100 et 120 m²**, ballon de stockage solaire d'environ **2 000 litres** et ballon de stockage d'appoint d'environ **2 000 litres**.



7.5 Dimensionnement optimal pour ECS + bassins

Le surcoût associé à l'extension du système précédent pour le préchauffage de l'eau des bassins est estimé entre 9 000 et 13 000 €, selon la taille du système. Ce surcoût est assez stable parce une grande partie est occasionnée par le système de régulation et la vanne 1, qui sont indépendants de la surface installée de capteurs. En adoptant la même démarche que précédemment, nous obtenons l'évolution du coût du kWh solaire moyen en fonction de la taille du système, exprimée en m².

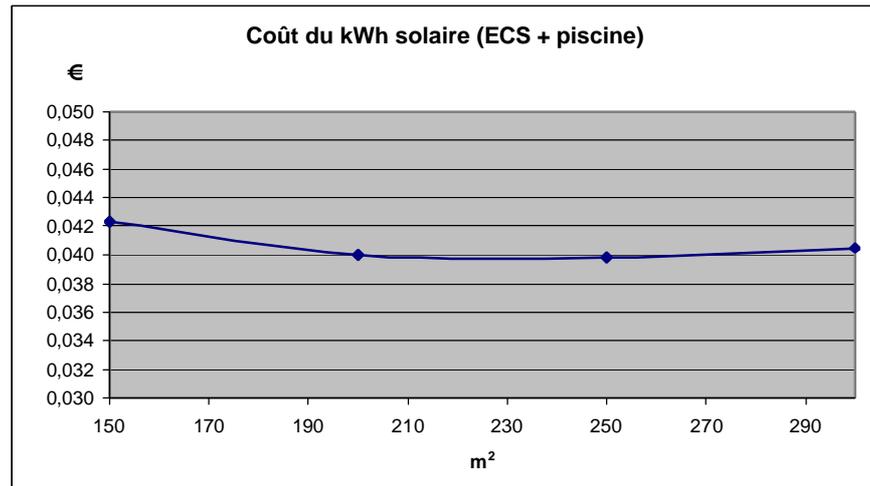


figure 12: Coût moyen du kWh solaire selon la surface de capteurs

7.5.1 Conclusion

Lorsque l'on combine les deux applications, production d'ECS et pré-chauffage de l'eau de la piscine, la dimension optimale du système se situe aux alentours de 250 m². Le coût du kWh est inférieur dans ce dernier cas, il est donc financièrement plus intéressant de préchauffer l'eau chaude sanitaire **et** l'eau de la piscine.

Cependant, une surface de capteurs de 250 m² nécessite une surface de toiture environ égale à 500 m². Or, comme mentionné au point 6.2. il sera peut-être nécessaire de renforcer la structure du toit (en lamellé-collé). Une autre solution serait de répartir le poids des champs de capteurs sur l'entièreté de la toiture.

Il est donc primordial que le bureau d'étude chargé de la réalisation du projet réalise le calcul de la résistance du toit, afin de confirmer que l'option retenue dans ce rapport constitue toujours l'optimum économique. En effet, le surcoût associé au renforcement d'une toiture est généralement important.



8 Bilan de l'opération

8.1 Bilan énergétique

8.1.1 Fraction de l'énergie utile non fournie par l'appoint (en %)

8.1.1.1 Eau chaude sanitaire uniquement

Selon les résultats fournis par Polysun pour le système optimal, "l'énergie solaire au réservoir" est de 56 640 kWh/an. Selon la notion "d'énergie utile non fournie par l'appoint" utilisée ici, l'apport solaire serait de 51 168 kWh, soit : 139 450 kWh (besoins de chaleur pour chauffer l'ECS consommée) – 88 372 kWh (énergie complémentaire totale). La fraction de l'énergie utile non fournie par l'appoint est donc de :

$$f_{sol,u} = \frac{51\,168\,kWh}{139\,450\,kWh} = 36.7\%$$

8.1.1.2 Eau chaude sanitaire et bassins

Pour le deuxième système, l'énergie utile non fournie par l'appoint est de 144 000 kWh. Malgré une quantité d'énergie utile produite nettement plus importante, la fraction solaire est plus petite parce que nous considérons l'eau sanitaire et la piscine.

$$f_{sol,u} = \frac{144\,000\,kWh}{(139\,450 + 575\,000)\,kWh} = 20.2\%$$

8.1.2 Économie d'énergie primaire

8.1.2.1 Eau chaude sanitaire uniquement

Cette énergie fournie chaque année par le rayonnement solaire ne doit pas être produite par la chaudière. S'agissant d'une chaudière au gaz à haut rendement dont le rendement annuel global est égal à 80 %, l'économie d'énergie réalisée est de :

$$E = \frac{51\,168\,kWh}{80\%} = 63\,960\,kWh$$

Un m³ de gaz ayant un PCI d'environ 10 000 Wh/Nm³, le système solaire permet d'économiser 6 396 m³ de gaz par an.

8.1.2.2 Eau chaude sanitaire et bassins

Pour le système combiné, cette économie est de :

$$E = \frac{144\,000\,kWh}{80\%} = 180\,000\,kWh$$

Soit environ 18 000 m³ de gaz économisés par an.



8.2 Bilan économique

8.2.1 Estimation du coût du kWh solaire

8.2.1.1 Eau chaude sanitaire uniquement

Comme mentionné précédemment, le coût du kWh solaire est d'environ 0.048 € avec une durée de vie du système estimée à 25 ans.

8.2.1.2 Eau chaude sanitaire et bassins

Pour le système combiné, le coût du kWh solaire est d'environ 0.040 €/kWh, ce qui est nettement moins que pour le système produisant de la chaleur uniquement pour l'eau sanitaire.

8.2.2 Gain économique

Au prix du gaz de 2001 : 0.31 €/m³, le gain économique annuel est d'environ 1 982 € pour le système ECS seul et de 5 580 € pour le système combiné ECS et piscine.

L'avantage économique majeur du système solaire réside dans le prix constant du kWh solaire. Alors que, pour les énergies fossiles, les scénarios les plus réalistes tablent sur une augmentation des prix de ces énergies. Comme nous l'avons constaté entre 1998 et 2001, le prix du gaz a augmenté de 41 % en 3 ans !

Il va de soi que si le prix du gaz double, l'économie réalisée est également doublée.

A noter que les éventuelles primes que la piscine de Herstal peut obtenir pour l'installation d'un système solaire de production d'eau chaude ne sont pas prises en compte dans les calculs de coût du kWh solaire ni du gain économique.

8.3 Bilan environnemental

8.3.1 Émissions de CO₂ évitées

8.3.1.1 Eau chaude sanitaire uniquement

Le facteur d'émission du gaz naturel est de 249 grammes de CO₂ par kWh d'énergie primaire. Ce facteur, issu du Décret du 12 avril 2001 relatif à l'organisation du marché de l'électricité en Wallonie, tient compte des émissions de CO₂ liées à la production du gaz naturel. Le système solaire dans l'option ECS seule permet une réduction de 15 926 kg de CO₂ chaque année, soit un total de 398 tonnes sur la durée de vie du système (25 ans).

Nous pouvons également calculer le coût des émissions de CO₂ évitées en divisant le coût total du système solaire par la réduction de CO₂. Le système solaire optimal (ECS seul) coûte 68 750 € et permet d'éviter l'émission de 398 tonnes de CO₂ sur 25 ans. Le coût des émissions de CO₂ évitées est par conséquent de 173 €/tonne.



8.3.1.2 Eau chaude sanitaire et bassins

Un système solaire thermique qui fournit de la chaleur pour l'eau chaude sanitaire et les bassins, permet d'économiser 44 820 kg de CO₂ par année, soit un total de 1121 tonnes sur la durée de vie du système (25 ans). Le coût des émissions de CO₂ évitées est par conséquent de 128 €/tonne.

8.4 Autres Impacts

Les autres impacts positifs d'un tel projet résident dans la visibilité éventuelle du système solaire rejaillissant sur l'image "durable" de la piscine de Herstal ainsi que l'aspect didactique de l'installation: les écoles n'enverront plus seulement leurs élèves pour nager mais le cas échéant aussi pour visiter l'installation et en comprendre le fonctionnement .

En outre, la piscine se situera parmi les premiers projets de piscine "solaire" de la nouvelle génération.



9 Contrôle des performances

9.1 Garantie de Résultats Solaires

Appliquée à la production collective d'eau chaude sanitaire, la **Garantie de Résultats Solaires** correspond à un engagement contractuel de fourniture d'énergie thermique d'origine solaire pour un besoin donnée d'ECS. Cette garantie permet à l'auteur de projet d'avoir un seul interlocuteur qui représente solidairement le fournisseur, le bureau d'études et l'installateur. Comme toute garantie, si le consortium ne respecte pas ses engagements, il devra dédommager l'auteur de projet. Cette garantie, d'ailleurs proposée par certains fournisseurs en Belgique, est vivement conseillée.

9.2 Monitoring

Les fournisseurs peuvent également assurer, en dehors de la garantie de résultats solaires, le monitoring du système solaire (mesures énergétiques, acquisition et transfert des données). Le monitoring a l'avantage de faire connaître avec précision l'apport solaire pour le pré-chauffage de l'eau mais également de déceler tout dysfonctionnement du système ou une consommation anormale de l'établissement.



10 Aide à la Concrétisation du projet

Si, compte tenu des résultats de l'audit, vous êtes décidé à réaliser le projet, n'hésitez pas à nous faire part de votre décision. Le cas échéant, vous bénéficierez d'une aide supplémentaire à la concrétisation, sous forme :

- d'une évaluation des offres des bureaux d'études et d'aide à la sélection de la meilleure offre,
- de la remise d'un cahier des charges type pour un chauffe-eau solaire collectif donné,
- d'une réunion de travail avec le bureau d'étude en charge de la réalisation du projet,
- d'un avis non contraignant sur la partie du cahier des charges spécifique au système solaire de production d'eau chaude,
- d'une guidance technique ponctuelle et limitée dans le temps, sur demande expresse,
- d'une intervention spécifique en cas d'innovation particulière du projet (notamment en matière d'intégration architecturale).

A noter que dans le cadre de la mission confiée à 3E par la Région wallonne, cette aide est limitée à la concrétisation d'une dizaine de projets chauffe-eau solaires pour lesquels le cahier des charges se réalise en 2002.

Annexe 1 : Subsidés octroyés par la RW

AGEBA (Appel pour la Gestion Energétique des Bâtiments publics)

- Pour qui ? Toutes les communes, provinces, centres publics d'aide sociale (CPAS), associations de communes (intercommunales, sauf distributeurs d'énergie), et autres pouvoirs locaux de la Région wallonne, pour les immeubles affectés à leurs propres services.
- Pour quoi ? Pour tout investissement économiseur d'énergie acquis à l'état neuf et réalisé en Région wallonne, en ce inclus les énergies renouvelables ou alternatives (**solaires**, éolienne, hydraulique, biomasse, ...). Les critères de réduction de CO₂ et SO₂ sont aussi pris en compte.
- Combien ? La subvention s'élève à 30 % des frais d'expertise préalable (audit énergétique), de matériel, de main-d'œuvre extérieure et TVA.
- Où ? La demande du formulaire de prime est à introduire au MRW, DGTRE – Division de l'Énergie, Avenue Prince de Liège, 7 à 5000 Jambes (Namur), tél. 081.33.55.06.
La demande doit être effectuée avant le commencement des travaux.

ECHOP (Subvention aux investissements URE dans les bâtiments scolaires, hospitaliers et médico-sociaux)

- Pour qui ? Les établissements scolaires (écoles libres, communales ou provinciales, excepté les écoles organisées par la Région wallonne ou par les Communautés française et germanophone) et les établissements hospitaliers ou médico-sociaux.
- Pour quoi ? **Idem** AGEBA. Une liste de 25 catégories est citée dans la brochure explicative.
- Combien ? A l'investissement : 20 % du matériel, de la main d'œuvre extérieure et TVA. Pour l'étude (énergétique) : 50 % des coûts de cette étude, plafonnée à 1250 €.
- Où ? La demande du formulaire de prime est à introduire au MRW, DGTRE – Division de l'Énergie, Avenue Prince de Liège, 7 à 5000 Jambes (Namur), tél. 081.33.55.06.
La demande doit être effectuée après les travaux et avant la fin de l'année qui suit celle de l'investissement (la date de facturation faisant foi).

SOLTHERM

- Pour qui ? Toute personne physique ou morale, publique ou privée.
- 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 entrepreneur enregistré, sans préjudice de la demande éventuelle d'un permis d'urbanisme. En outre, les capteurs doivent être orientés au sud jusqu'à l'est ou l'ouest et avoir une inclinaison comprise entre 15 et 60°. Le vendeur de matériel doit pouvoir attester des performances du système.

Combien ? 625 € forfaitairement de 1 à 4 m² plus 75 € par m² supplémentaire avec un maximum de 2500 €. Cependant, pour les installations collectives, se renseigner à l'adresse indiquée ci-dessous.

Où ? La demande du formulaire de prime est à introduire au MRW, DGTRE – Division de l'Énergie, Avenue Prince de Liège, 7 à 5000 Jambes (Namur), tél. 081.33.55.05. Cette demande doit se faire dans les 3 mois, à compter de la date de facturation des travaux.

