

ENERGIE
SOLAIRE

SWISS SOLAR ENERGY PRODUCTS
SINCE 1973

Projet P&D N° 100503

INSTALLATION SOLAIRE THERMIQUE

Complexe sportif de la piscine de Guillamo

RAPPORT FINAL



Construit en 1978, rénové en 2005, propriété de la commune de Sierre, le complexe sportif de Guillamo abrite aujourd'hui une piscine couverte, des salles de fitness, un centre wellness et un bar.

Une installation solaire de 591 m² a été réalisée en 2005 afin de couvrir une partie des besoins d'énergie pour le chauffage des piscines et la production d'eau chaude sanitaire. Cette réalisation a bénéficié du soutien financier du Service de l'Energie du canton du Valais et de l'Office Fédéral de l'Energie, dans le cadre du programme P&D (Pilotes et Démonstration).

Projet P&D N° 100503
Complexe sportif de la piscine de Guillamo
Rapport final

1	Le bâtiment et les installations	3
1.1	Consommation énergétique effective	3
1.2	Répartition de la consommation par procédé	4
2	Déroulement du projet.....	4
3	L'installation solaire	5
3.1	Le champ de capteurs.....	6
3.2	Le circuit primaire.....	6
3.3	Le circuit eau chaude sanitaire	6
3.4	Le circuit chauffage de l'eau des bassins	7
3.4.1	Grand bassin	7
3.4.2	Petit bassin	7
3.4.3	Bassin extérieur (patageoire)	7
3.4.4	Jacuzzi	7
3.5	Principe de régulation.....	7
3.5.1	Préchauffage de l'eau chaude sanitaire	7
3.5.2	Chauffage des bassins	8
3.6	Extension future (ventilation)	8
4	Eléments financiers	8
5	Performances de l'installation	9
6	Economie d'énergie	9
7	Analyse des performances	9
7.1	Performances globales	10
7.2	Eau chaude sanitaire.....	10
7.3	Chauffage des bassins	10
8	Mesures correctives possibles	11
9	Conclusions	11

1 Le bâtiment et les installations

Le complexe sportif de Guillamo, construit en 1978, rénové en 2005, propriété de la commune de Sierre, est utilisé par les écoles, les clubs



et le public en général. Il compte deux piscines intérieures, soit un bassin semi-olympique (337.5 m² / 675 m³) chauffé à 27°C et un bassin non nageurs (113.4 m² / 120 m³) chauffé à 31°C ainsi qu'un petit bassin extérieur (pataugeoire). Dans sa forme rénovée et agrandie inaugurée en septembre 2006, le bâtiment abrite, en outre, un fitness (avec 2 salles d'aérobic et une salle de spinning), un centre wellness (sauna, bain de vapeur, jacuzzi) et un bar.

Les installations techniques existantes ont été conservées, partiellement rénovées et complétées pour la partie solaire .

1.1 Consommation énergétique effective

Avant les travaux de transformation, la consommation de gaz pour le chauffage des locaux, le chauffage des bassins et la production d'eau chaude sanitaire était la suivante:

2002 :	1'295'371 kWh
2003 :	1'394'634 kWh
2004 :	1'724'968 kWh

En 2005 et 2006 l'activité de la piscine a été réduite du fait des travaux de rénovation, les consommations de ces deux années ne sont donc pas significatives.

Après transformation, soit avec l'adjonction du fitness et du centre de wellness, la consommation totale (gaz + solaire) est la suivante:

2007 :	1'552'262 gaz + 61'375 solaire = 1'613'637 kWh
2008 :	1'525'765 gaz + 59'563 solaire = 1'585'328 kWh

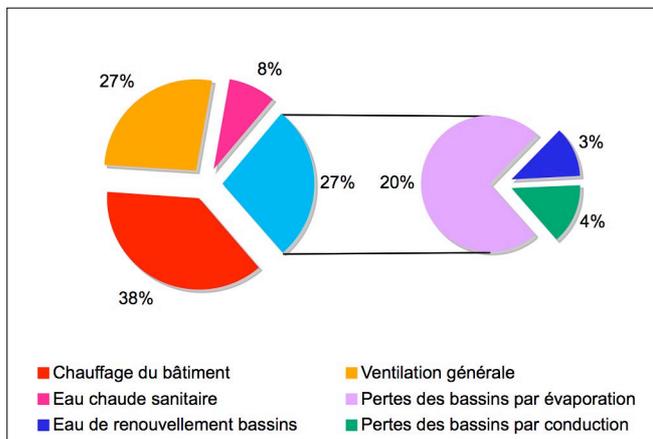


1.2 Répartition de la consommation par procédé

Les paramètres principaux qui déterminent la consommation énergétique de cette construction sont les suivants :

- Une enveloppe du bâtiment construite en 1978, selon les normes de cette époque, dont les performances ne sont pas connues,
- entre 80'000 et 100'000 visiteurs par année qui utilisent les douches à raison d'environ 30 litres par visiteur,
- un bassin de natation de 675 m³ à 27°C,
- un bassin non-nageurs de 113 m³ à 31°C,
- un renouvellement minimum de l'eau des bassins de 30 litres par visiteur, soit environ 7 m³/jour
- une installation de chauffage et de ventilation, datant de la construction, permettant le maintien d'une température ambiante de 30°C et d'une humidité relative de 40% dans l'enceinte des bassins,
- Une installation moderne de ventilation pour les nouveaux locaux.

Un calcul de la consommation énergétique basé sur ces paramètres fournit la répartition indicative suivante:



- 38% de la consommation totale est utilisée pour le chauffage du bâtiment,
- 27% pour la ventilation,
- 8% pour la préparation de l'eau chaude sanitaire,
- le solde de 27% est utilisé pour le maintien des bassins en température avec une eau de qualité suffisante.

2 Déroulement du projet

A l'origine, il avait été envisagé l'installation de capteurs solaires montés sur socles béton, sur le toit plat ainsi que l'optimisation des installations techniques existantes. La transformation du bâtiment et l'extension de ses équipements ont été décidés par la suite. D'autre part, il s'est avéré que l'étanchéité de la toiture existante était défectueuse, ce qui a conduit à opter pour un système ayant la double fonction de capteur solaire et de couverture étanche, la TOITURE SOLAIRE AS.

Les discussions préliminaires ont pris place de 2001 à fin 2003, date à laquelle une requête d'aide financière P&D a été déposée, sur la base d'un avant projet.

Initiée en 2004, la réalisation de l'installation solaire n'a effectivement été entreprise qu'en 2005 afin de coïncider avec les transformations de l'ensemble du bâtiment.

La mise en service a eu lieu en octobre 2006.

3 L'installation solaire

L'installation solaire de la piscine de Guillamo (*figure 1*) comprend un circuit primaire avec 591 m² de capteurs sans vitrage et deux circuits secondaires, l'un pour le préchauffage de l'eau chaude sanitaire et l'autre pour le chauffage de l'eau des bassins et du jacuzzi. Une chaudière à gaz fournit l'énergie complémentaire. Elle assure, en outre, le chauffage des locaux ainsi que de l'air du système de ventilation. La ventilation des piscines sera, dans une étape ultérieure, également raccordée au solaire.

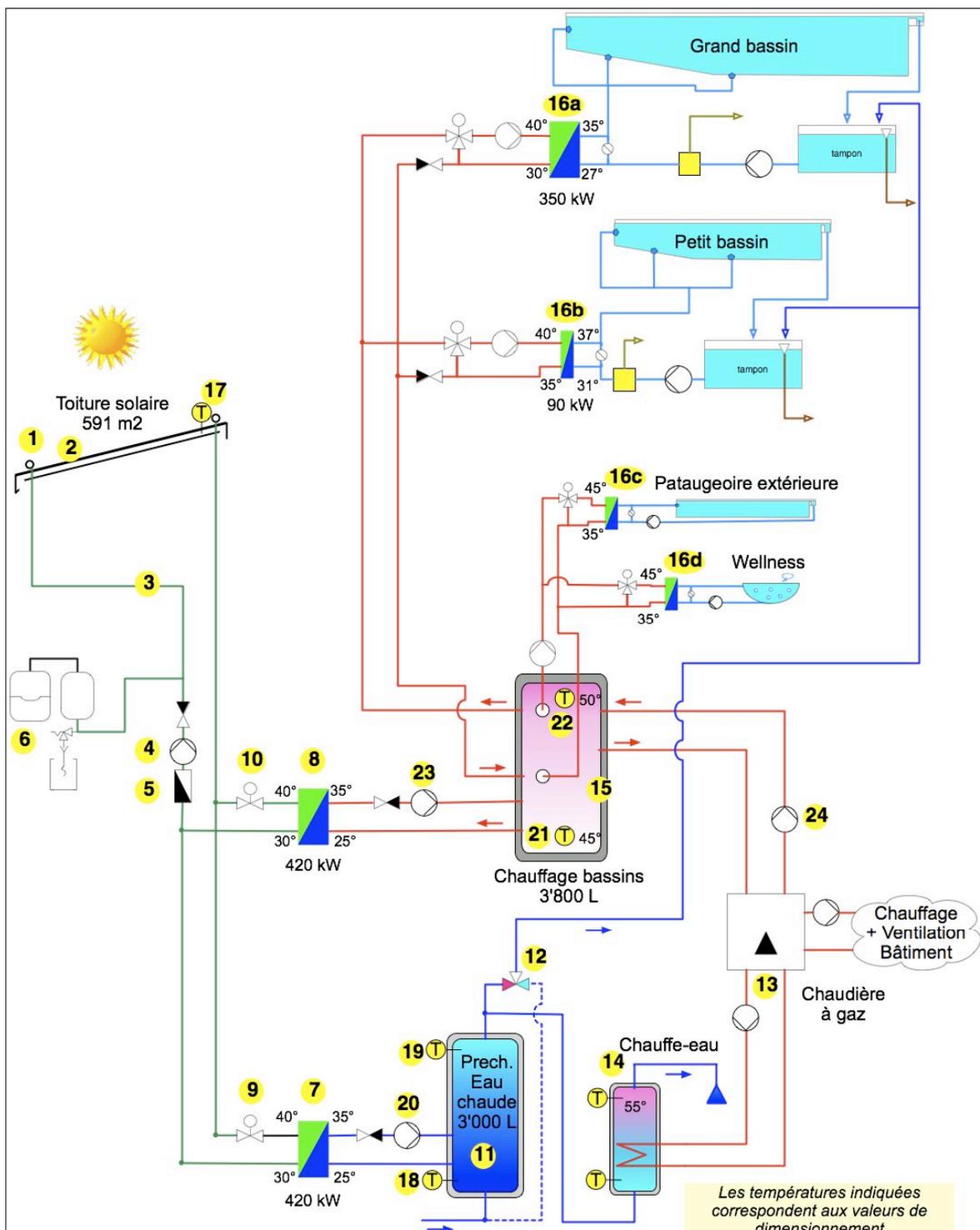


Figure 1 – Schéma de principe de l'installation

3.1 Le champ de capteurs

Le champ de capteurs sélectifs sans vitrage est réalisé avec le système TOITURE SOLAIRE AS et fait office de couverture étanche. La



TOITURE SOLAIRE AS d'une surface totale de 600 m², dont 591 actifs, est montée en deux champs, sur une structure en bois lui donnant une pente de 5°, les eaux d'écoulement étant recueillies dans des chéneaux en cuivre. Les ferblanteries latérales, sur les parties verticales de la structure en bois, sont également réalisées en cuivre. Les parties inférieures de la TOITURE SOLAIRE AS qui sont fréquemment dans l'ombre portée de l'acrotère ou du champ de capteurs voisin sont inactives.

3.2 Le circuit primaire

Le circuit primaire comprend les collecteurs (1) permettant la répartition du débit dans les groupes d'absorbeurs solaires (2), une

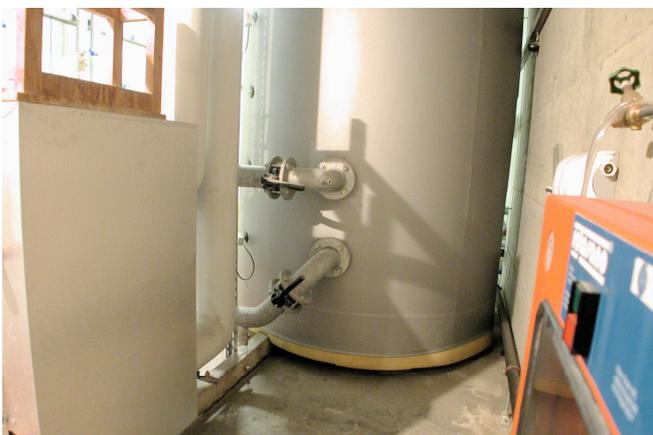


double conduite isolée (3) entre la toiture et le local technique, une pompe de circulation (4), un compteur de chaleur (5), un système d'expansion (6), et deux échangeurs à plaques (7 et 8) de 420 kW ($\Delta T=5K$) avec une vanne de passage (9 et 10) sur chacun d'eux.

Le circuit est rempli avec un mélange d'eau déminéralisée et d'éthylène-glycol. Le débit nominal est de 40 l/h/m².

3.3 Le circuit eau chaude sanitaire

L'un des échangeurs (7) est utilisé pour le préchauffage de l'eau chaude sanitaire dans un accumulateur de 3'000 litres (11). L'eau de renouvellement des bassins est également prélevée sur cet accumulateur, un mitigeur thermostatique (12) limitant la température à 40°C.



Le complément éventuel de température de l'eau chaude sanitaire est assuré par la chaudière à gaz (13) et son chauffe-eau existant (14).

3.4 Le circuit chauffage de l'eau des bassins

Le second échangeur (8) transfère la chaleur solaire au circuit de chauffage de l'eau des bassins dans la partie inférieure d'un accumulateur de 3'800 litres (15). La partie supérieure de cet accumulateur est maintenue en température par la chaudière à gaz (13). L'énergie de chauffage est transférée au circuit de filtration d'eau des différents bassins par des échangeurs de chaleur (16a à 16d). Ceux-ci nécessitent une température d'entrée de 40 à 45 °C selon les bassins pour une température de sortie de 30 à 35°C.



3.4.1 Grand bassin

Nouvel échangeur à plaques (16a), démontable, isolé, d'une puissance de 350 kW pour un ΔT de 3.5°C. Une partie (10.5 l/s) de l'eau du circuit de filtration à 27°C est déviée à travers l'échangeur dans lequel elle est réchauffée à 35°C par le circuit primaire à 40/30°C.

3.4.2 Petit bassin

Nouvel échangeur à plaques (16b), démontable, isolé, d'une puissance de 90 kW pour un ΔT de 3.5°C. Une partie (4.3 l/s) de l'eau du circuit de filtration à 31°C est déviée à travers l'échangeur dans lequel elle est réchauffée à 37°C par le circuit primaire à 40/35°C.

3.4.3 Bassin extérieur (pataugeoire)

Installation existante avec échangeur (16c) qui permet de tempérer la pataugeoire pendant la période estivale. La température requise du circuit primaire est de 45/35°C.

3.4.4 Jacuzzi

Ce nouvel équipement du Wellness est également maintenu à une température de 35 à 36°C par un échangeur de chaleur (16d). La température requise du circuit primaire est de 45/35°C.

3.5 Principe de régulation

Une seule sonde de température a été prévue sur le circuit solaire, au haut du champ de capteurs. La température du circuit solaire à l'entrée des échangeurs n'est pas mesurée. La régulation ne gère qu'un seul consommateur à la fois: priorité absolue est donnée à la préparation de l'eau chaude sanitaire.

3.5.1 Préchauffage de l'eau chaude sanitaire

La température des capteurs (17) est comparée avec la moyenne des températures du bas (18) et du haut (19) de l'accumulateur de préchauffage de l'eau chaude sanitaire. Si l'écart est supérieur à 5 K, la pompe de circulation (4) du circuit solaire, la vanne d'alimentation de l'échangeur (9) et la pompe de charge (20) sont enclenchées.

3.5.2 Chauffage des bassins

Lorsque les températures du bas (18) et du haut (19) de l'accumulateur de préchauffage de l'eau chaude sanitaire sont supérieures à 60°C et si la température des capteurs (17) est supérieure à 55°, la charge de l'accumulateur de préchauffage de l'eau chaude sanitaire est interrompue (vanne (9) et pompe (20) déclenchées). Le circuit solaire charge alors l'accumulateur de chauffage (vanne d'alimentation de l'échangeur (10) et la pompe de charge (23) enclenchées). Simultanément la pompe de charge de la chaudière (24) est arrêtée.

Si la température au haut (22) de l'accumulateur de chauffage (15) est inférieure à 45°C, la charge par le circuit solaire est interrompue (vanne (10) et pompe (23) déclenchées) et la chaudière prend le relais pour amener la température à 50°C. Sauf si les conditions pour le préchauffage de l'eau chaude sanitaire ne sont pas réunies, la pompe (4) est également arrêtée.

La régulation de la température de l'eau des différents bassins est prévue par mesure de la température de retour du circuit de filtration et ajustement du débit primaire dans les échangeurs. Actuellement, cette régulation ne fonctionne pas à la satisfaction du responsable technique de la piscine qui effectue le réglage manuellement.

3.6 Extension future (ventilation)

La ventilation de l'enceinte des bassins date de la construction du bâtiment. Les batteries de chauffage nécessitent de l'énergie à haute température (90°C) par grand froid. Un projet de remplacement de ces équipements par des monoblocs modernes avec récupération de chaleur et batteries de chauffage à basse température a été réalisé. Sa mise en oeuvre permettrait, pour autant que le dimensionnement soit fait correctement, d'utiliser également la TOITURE SOLAIRE AS pour fournir une partie de cette énergie. Des prises sont déjà en place sur l'accumulateur de chauffage pour cette extension.

4 Eléments financiers

Coûts liés à la réalisation de l'installation solaire (selon informations fournies par la Commune de Sierre le 12.05.2006) et détail du financement public:

Toiture Solaire AS, actif	248'335.70
Toiture Solaire AS, non actif	30'272.15
Chauffage	198'051.00
Installations sanitaires	25'874.35
Charpente bois (sous toiture solaire)	40'690.00
Ferblanterie	40'743.70
Ferblanterie - Isolation	52'630.15
Electricité	6'995.85
Serrurerie et divers	14'076.15
Maçonnerie	3'731.30
Honoraires architecte	27'400.00
Honoraires ingénieur CVS / climatisation / électricité	33'033.00
Total	721'833.35
Economie sur la réfection de l'étanchéité de la toiture *	-134'880.00
Coût solaire effectif avant subventions	586'953.35
Suivi P&D	14'526.00
Devis demande P&D	630'285.00
Subventions cantonales	-80'000.00
Subventions fédérales phase 1	-30'000.00
Subventions fédérales phase 2	-15'000.00

*Il faut relever que, du fait de la double fonction de la TOITURE SOLAIRE AS, ces coûts incluent une part des frais de réfection de l'étanchéité de la toiture existante. Cela représente environ Fr 134'880.-, soit 843 m² à Fr 160 par m².

5 Performances de l'installation

Les relevés du compteur de chaleur, installé sur le circuit primaire, donnent les valeurs de production brute suivantes:

2007 (octobre 2006 à octobre 2007) 60'217 kWh
2008 (octobre 2007 à octobre 2008) 58'180 kWh

Ces valeurs, de l'ordre de 100 kWh/m²/an, sont anormalement basses.

6 Economie d'énergie

Il n'y a pas de compteur de chaleur sur les circuits des bassins, ni sur le préchauffage de l'eau chaude sanitaire. Il n'est donc pas possible de connaître précisément l'apport solaire, ni de balancer la production solaire par consommateur. En admettant un rendement des échangeurs de 95% et un rendement de la chaudière de 80% les économies de gaz réalisées du fait de l'installation solaire sont:

pour 2007 71'508 kWh ou 14.7 t de CO₂
pour 2008 55'271 kWh ou 14.2 t de CO₂

La représentation graphique de la signature énergétique (*figure 2*) fait cependant clairement ressortir que la consommation de base de la piscine a augmenté depuis la

transformation (+ 11% par température extérieure de 0°C) et que l'apport solaire réduit significativement la demande d'énergie (-25% par température extérieure de 20°C).

La commune de Sierre avait, en outre, prévu, en 2003, "la réalisation d'une étude énergétique approfondie concernant la piscine". étude reportée à 2004 "afin de l'englober dans le cadre des travaux de rénovation de la piscine de manière à coordonner une mise en application directe et concrète de (ses) résultats". Cette étude, si elle a été réalisée, n'a pas été portée à la connaissance des auteurs du présent rapport.

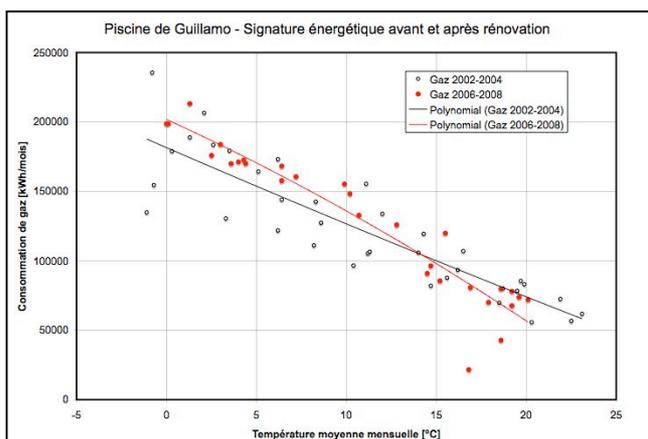


Figure 2 – Signature énergétique

Toutefois, en reprenant la répartition théorique par procédé expliquée dans le chapitre 1, il est possible d'estimer que 65% de la consommation totale de gaz de 1'540'000 kWh est consacrée au chauffage et à la ventilation du bâtiment, 8% à la préparation de l'eau chaude sanitaire et 27% au chauffage des bassins. Seule une partie de l'énergie de l'eau chaude et du chauffage des bassins peut être actuellement produite par l'installation solaire, car les autres installations n'y sont pas connectées. Le potentiel maximal de production d'eau chaude sanitaire par le solaire (en admettant un rendement de chaudière de 80%) est ainsi de 98'400 kWh/an et celui du chauffage des bassins de 332'800 kWh/an, soit un total de 431'200 kWh/an. Le taux de couverture solaire (60'469 kWh capté, rendement 95%) est ainsi de 13.3%.

7 Analyse des performances

Même avec des capteurs sans vitrage, une production solaire de 100 kWh/m²/an est le signe évident d'un mauvais fonctionnement et/ou d'une mauvaise conception de l'installation solaire.

7.1 Performances globales

Les modifications partielles de la régulation et de l'installation hydraulique réalisées fin 2007 ne font pas apparaître une amélioration des performances. Cela est, sans doute,

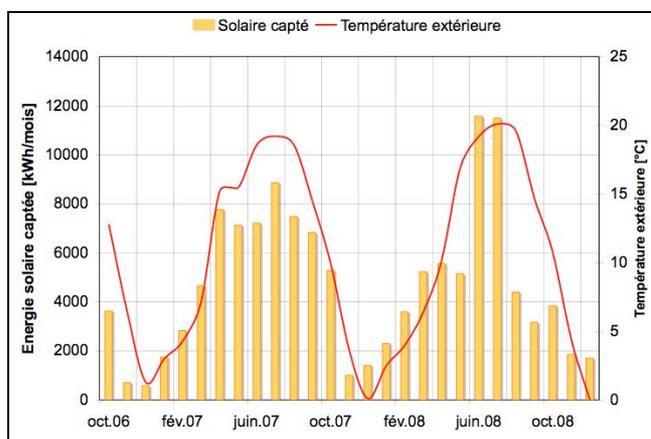


Figure 3 – Corrélation énergie captée / T ext.

Il s'agit, entre autre, de fuites de liquide caloporteur non immédiatement détectées. Celle survenue sur les collecteurs principaux en août-septembre 2008 est particulièrement mise en évidence sur le graphique (figure 3) qui fait cependant ressortir une amélioration des performances durant les mois d'été, amélioration certainement due à l'élévation des limites de températures maximales admises dans les accumulateurs.

Néanmoins, il faut considérer qu'actuellement le préchauffage de l'eau chaude sanitaire est le seul procédé réellement exploitable, le concept de régulation imposant une température de l'accumulateur sanitaire dépassant 60°C avant d'autoriser une participation au chauffage des bassins. De plus, le volume de l'accumulateur sanitaire n'est que de 3'000 litres alors que la consommation journalière d'eau chaude des douches est estimée à 7'000 litres par jour.

7.2 Eau chaude sanitaire

L'existence d'un seul compteur de chaleur sur le circuit solaire et l'absence de compteur d'eau chaude sanitaire ne permettent pas une analyse précise de l'apport du préchauffage solaire. L'absence de mitigeur sur la sortie vers le chauffe eau existant impose une limitation de la température de l'accumulateur de préchauffage à 60°C et empêche des apports solaires à des températures supérieures. De plus, il aurait probablement été possible de préchauffer l'eau chaude sanitaire avec le retour des échangeurs de chauffage des bassins, mais le fait qu'un seul consommateur soit traité simultanément et l'absence de contrôle de la température du circuit solaire à l'entrée des échangeurs interdisent cette possibilité.

7.3 Chauffage des bassins

Du fait de sa taille réduite, de la disposition des piquages et des débits en jeu, l'accumulateur pour le chauffage des bassins ne remplit pas sa fonction. Il se comporte plus comme un collecteur/distributeur que comme un volume de stockage. Dans ces conditions et vu la consigne donnée à la chaudière de le maintenir à 50°C, aucun apport solaire à une température inférieure n'est possible alors que les températures de fonctionnement (27 et 31°C) le permettraient.

Il faut cependant relever que la faiblesse des débits dans le circuit du grand bassin impose d'alimenter son échangeur à une températures élevée (45°C) pour le chauffer à 27°C.

Enfin, si le seul contrôle de la température sur le retour des circuits des bassins donne une bonne indication sur leurs températures, il ne permet pas de réguler et d'optimiser les températures de départ.

8 Mesures correctives possibles

Le potentiel de fourniture d'énergie solaire aux différents procédés de cette installation pourtant existe bel et bien. Cependant pour en tirer parti au maximum, une adaptation relativement légère de certains circuits serait nécessaire.

- Le procédé le plus important est le chauffage de l'eau des bassins dont la consommation est estimée à 27% du total du site. Il devrait donc logiquement être considéré comme prioritaire par la régulation. La température moyenne de sortie des échangeurs est de 32°C, niveau de température idéal pour la toiture solaire. Ce fluide devrait en aucun cas être introduit dans l'accumulateur de chauffage dont la température minimale est de 45°C. Il devrait être directement réchauffé par l'échangeur solaire et seulement ensuite être amené à la température finale requise de 40°C (pour autant que le débit secondaire du grand bassin ait été augmenté).
- Le préchauffage de l'eau chaude sanitaire, dont la part de consommation est estimée à 8% du total du site, devrait pouvoir intervenir en cascade après le réchauffage des bassins.
- Le chauffage de la pataugeoire extérieure et du Jacuzzi qui nécessite une température plus élevée pour une faible consommation ne devrait être effectué que par la chaudière.
- Enfin le circuit solaire, d'une installation de taille aussi importante, doit pouvoir travailler "à vide" si les écarts de température entre capteurs et consommateurs sont suffisants afin de déterminer, selon les températures effectives mesurées en amont des consommateurs, si la fourniture de chaleur à ces derniers est possible.

Cet ensemble de mesures permettrait d'augmenter considérablement la productivité de l'installation solaire.

9 Conclusions

Le principe de base essentiel qui veut que les apports solaires soient utilisés aux plus basses températures possibles n'a, ici, pas été respecté. Il n'a pas, non plus, été appliqué de hiérarchie pour les producteurs d'énergie (solaire / chaudière) et seulement dans une moindre mesure pour les consommateurs.

Il n'est certes pas aisé, dans le cas de la transformation d'équipements existants, de concevoir une installation qui remplisse de façon optimale toutes les conditions requises; l'espace pour les volumes de stockage peut être insuffisant, les installations hydrauliques existantes doivent être, dans la mesure du possible, réutilisées et des contraintes économiques doivent être respectées. Cependant, dans le cas de la piscine de Guillamo, sans augmentation majeure des coûts, une conception hydraulique différente ainsi qu'une logique de régulation un peu plus adaptée aux contraintes du solaire auraient pu considérablement améliorer la part d'énergie renouvelable dans la consommation d'énergie thermique de ce complexe sportif.

Sierre, le 9 janvier 2008

Energie Solaire SA