



Le chauffage solaire des piscines d'extérieur

Guide à l'attention des propriétaires,
gérants et installateurs de piscines



Intelligent Energy  Europe





SOMMAIRE

1.	Introduction	4
1.1	Pourquoi utiliser l'énergie solaire ?	4
1.2	Intérêts du solaire pour le chauffage des piscines	6
2.	Le projet SOLPOOL	6
2.1	Le but et les personnes ciblées	6
2.2	Le consortium	7
2.3	Les actions prévues	7
3.	Systèmes solaires thermiques des piscines	8
3.1	Les composants	8
3.1.1	Les capteurs	8
3.1.2	Pompes	11
3.1.3	Echangeurs de chaleur	12
3.1.4	Autres éléments	12
4.	Systèmes	13
4.1	Systèmes de pré-chauffage uniquement solaires	13
4.2	Systèmes solaires avec chauffage d'appoint	15
5.	Planification et dimensionnement	16
5.1	L'outil « Impact Advisor »	16
6.	Installation	18
6.1	Capteurs solaires non vitrés	18
6.1.1	Fixations mécaniques	18
6.1.2	Fixation par collage	20
6.1.3	Autres aspects de l'installation de capteurs solaires	21
6.2	Le réseau de collecte et de distribution	22
6.2.1	Tuyaux de collecte et de distribution	22
6.3	Circuit solaire	23
6.4	Exploitation et entretien	25
7.	Coûts et rendements	26
8.	Exemples de piscines collectives	28

1. Introduction

1.1 Pourquoi utiliser l'énergie solaire ?

L'énergie nécessaire au développement de la faune et de la flore n'est autre que le rayonnement solaire.

Directement ou indirectement, toute l'énergie que nous utilisons provient également du soleil, comme le pétrole, le gaz et le charbon qui sont le résultat de la décomposition anaérobie des plantes et des animaux il y a des millions d'années. Il en est de même pour l'énergie nucléaire : l'uranium utilisé a été produit lors de l'explosion d'une étoile (nova).

En d'autres termes, l'énergie fossile dont nous percevons les limites aujourd'hui est de l'énergie solaire, stockée il y a bien longtemps.

Cependant, le soleil irradie 15 000 fois plus d'énergie que ce que l'Homme ne consomme réellement; comment peut-on la valoriser ?

Le soleil produit de l'énergie sous deux formes : lumière et chaleur. Depuis des siècles, les hommes ont utilisé l'énergie du soleil afin d'éclairer et de chauffer les habitations. Aujourd'hui, les avancées technologiques nous permettent d'employer cette énergie bien plus efficacement pour les mêmes usages. Nous pouvons désormais rendre notre habitat plus confortable tout en bénéficiant des avantages de l'énergie solaire : une moindre dépendance aux énergies fossiles dont le prix ne fera qu'augmenter jusqu'à épuisement des ressources, l'amélioration de la qualité de l'air, la réduction des émissions de gaz à effet de serre et la création d'emplois dans le domaine de la recherche et de l'installation de systèmes solaires. Et, très important, le Soleil ne vous enverra pas de facture à la fin du mois : une fois l'équipement installé, l'énergie solaire est gratuite.

Note : Nous percevons aujourd'hui les limites des ressources d'énergie fossile (voir Figure 1 ci-contre). Leurs prix ne feront qu'augmenter globalement, et ce de manière exponentielle en raison de la croissance de la demande.

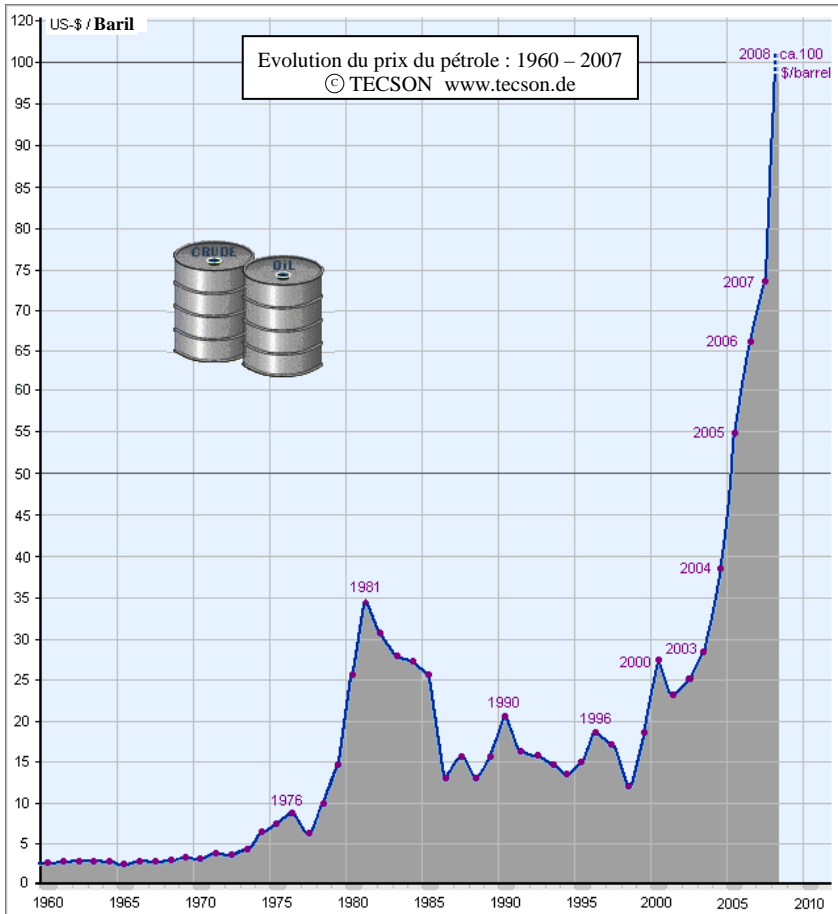


Fig.1 L'augmentation du prix du pétrole

1.2 Intérêts du solaire pour le chauffage des piscines

Le chauffage solaire des piscines d'extérieur est très pertinent du fait de ses caractéristiques :

- La température de l'eau : dans le bassin, la température requise se situe entre 18°C et 27°C, ce qui est relativement bas. Cela permet l'utilisation de capteurs en caoutchouc (EPDM) peu coûteux, avec un bon rendement.
- Le rayonnement solaire durant la période d'utilisation : cette période correspond à la période d'insolation la plus élevée. En Europe, les piscines d'extérieur sont utilisées de début/mi-mai à mi-septembre. Or, durant cette période, nous disposons d'environ 65 à 75 % de l'énergie solaire annuelle reçue.
- La simplicité du procédé : les capteurs sont raccordés sur le système de filtration. Lorsque la température dans les capteurs dépasse celle du bassin, l'eau de la piscine circule directement dans les capteurs. Les ballons de stockage habituellement nécessaires pour les systèmes d'énergie solaire ne sont pas requis car la piscine assure elle-même cette fonction.

Le chauffage solaire des piscines découvertes est utilisé depuis plusieurs décennies, c'est maintenant une technologie bien établie. Cependant, cela ne signifie pas que cette application thermique de l'énergie solaire ait déjà atteint ses limites.

2. Le projet SOLPOOL

2.1 Le but et les personnes ciblées

L'objectif du projet SOLPOOL est d'augmenter de 10% minimum le nombre d'installations solaires pour les piscines d'extérieur dans chacun des pays partenaires de ce programme européen.

Les personnes concernées par la campagne d'information mise en place sont aussi bien les propriétaires et les gérants de piscine que les installateurs et, si possible, les utilisateurs.



2.2 Le Consortium

L'Agence Locale de l'Energie de l'agglomération lyonnaise (ALE Lyon) met en œuvre le projet SOLPOOL au niveau français. Les autres partenaires européens sont la Slovénie (ApE), la République Tchèque (CZREA), l'Italie (Lecce), la Hongrie (SAVEREMA), la Grèce (CRES) et l'Allemagne (DGS, TTZ) dont l'agence allemande pour l'énergie solaire DGS est le coordinateur européen du programme.

2.3 Les actions prévues

Le projet SOLPOOL est réalisé avec la même démarche dans tous les pays participants. Un site web avec une newsletter a été créé (www.solpool.info), afin de permettre des échanges d'informations et d'expériences entre les régions et les participants au projet.

Les actions suivantes sont programmées :

- Un état de l'art et une évaluation des besoins (liste des piscines existantes, des installateurs, des fabricants de matériel pour les piscines et de systèmes solaires, des subventions etc.)
- Des campagnes de promotion pour les propriétaires, gérants et installateurs
- La mise en place de centres régionaux d'information
- Le développement d'un outil de pré-dimensionnement d'une installation solaire : l'Impact advisor.
- La réalisation d'ateliers/visites de sites à destination des propriétaires, gérants et installateurs
- La mise à disposition de panneaux d'information pour les gérants des piscines

Le suivi des actions sera réalisé par chaque partenaire européen sur le site internet, dans les pages nationales : www.solpool.info.

3. Systèmes solaires thermiques des piscines

3.1 Les composants

3.1.1 Les capteurs

Un système de chauffage solaire de l'eau des bassins de piscines utilise des capteurs solaires spécifiques à cet usage. Ce type de capteur « moquette » ou « plaques » est caractérisé par l'absence de couverture transparente vitrée, de support et de couche d'isolation thermique. Cette simplicité de système est possible car il fonctionne avec un faible écart de température entre l'eau du capteur et l'air extérieur, et avec une température de retour de l'eau relativement uniforme (10°C – 18°C). Ce type de capteurs solaires pour piscine est généralement en matière plastique, caoutchouc ou métallique.

Si des capteurs solaires avec tuyauterie en cuivre sont utilisés pour le chauffage des piscines, il y a un risque de corrosion : une boucle solaire séparée de la boucle principale est nécessaire (i.e. système indirect).

Les capteurs « moquette » sont répartis en deux catégories (sauf exception) :

- Les capteurs « tubes » (nappe de petits tubes en caoutchouc)
- Les capteurs « plats » (rigides en polyéthylène, métal etc.)

Les capteurs « tubes » ont la forme la plus simple : des tubes lisses ou striés de faible diamètre sont disposés en parallèle. Suivant la conception du système ils sont reliés entre eux par des réseaux intermédiaires ou par un soutènement, avec un espacement donné (fig 2). La longueur des capteurs peut atteindre 100 mètres et les obstacles de toiture (cheminées, éclairages) sont facilement contournables.

Les capteurs « plats », également appelés capteurs plaques ou couches, ont leurs canaux reliés entre eux dans la structure (fig 2). Ceci permet de produire des plaques de dimensions variables avec une surface lisse. Ce système présente également l'avantage de ne pas avoir de rainures dans lesquelles les poussières ou feuilles peuvent s'accumuler et se solidifier. L'effet auto-nettoyant de la pluie est alors meilleur.

L'influence de la conception des capteurs sur le facteur de conversion de l'énergie suivant les différents angles d'inclinaison est minime. Pour les capteurs plats, les variations d'angle d'incidence entraînent de faibles



différences du facteur de conversion. Dans le cas de capteurs tube striés, elles conduisent à des variations plus importantes.

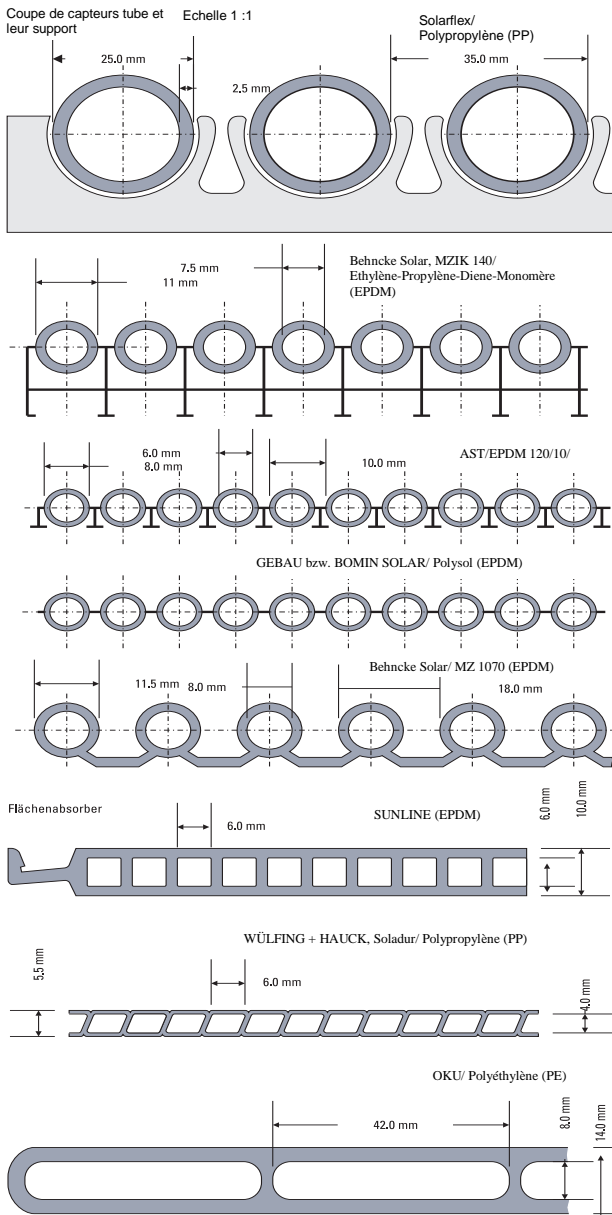
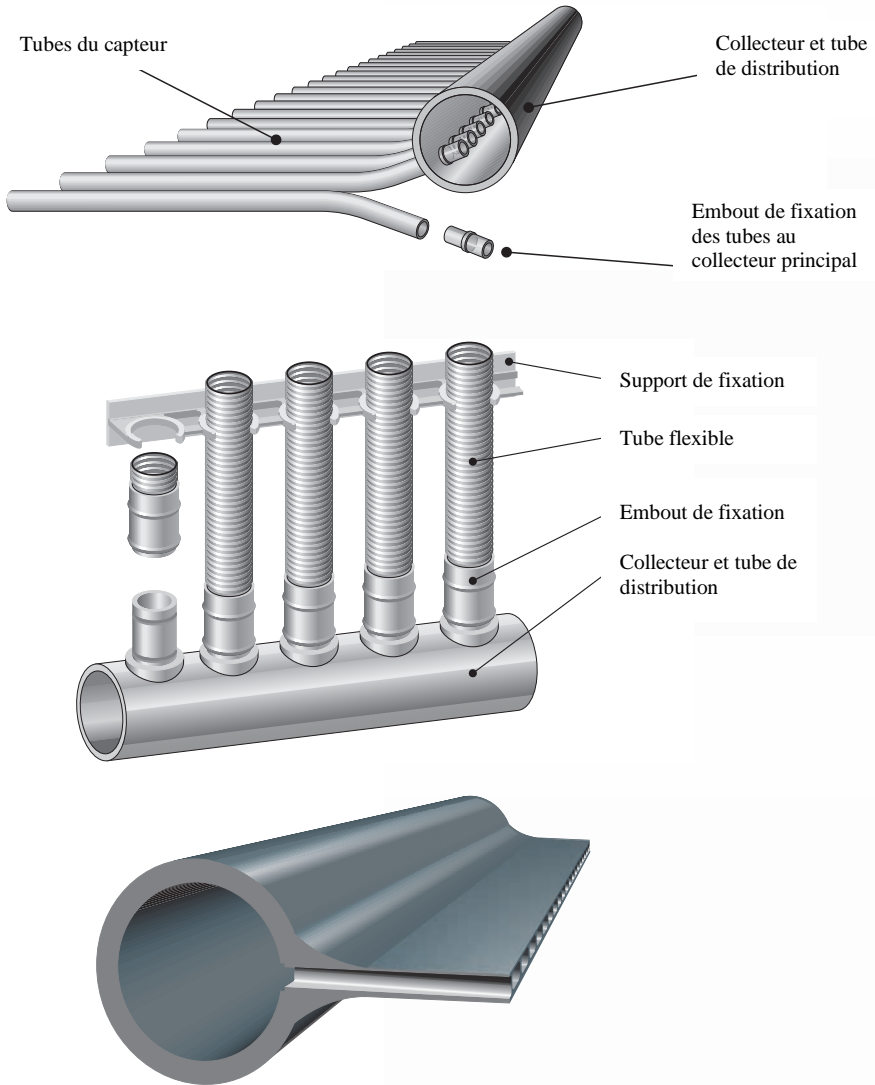


Fig. 2 :

Vue en coupe de différentes formes de capteurs.

Les capteurs sont tous très faciles à manipuler (voir le chapitre « installation ») ; il est possible de marcher sur certains modèles.

Fig. 3 : Différents systèmes de connexion entre les capteurs et les tubes de collecte et de distribution.



3.1.2 Pompes

Les pompes doivent remplir les conditions requises de protection pour éviter la corrosion. Il n'est pas possible habituellement d'utiliser des pompes sans métal, il faut donc des métaux résistants à la corrosion ou d'autres matériaux assez solides.

Le rotor par exemple est généralement en bronze coulé et l'arbre en acier nickel chrome. Le corps de pompe est souvent réalisé avec de la fonte grise coulée, mais du plastique peut aussi être utilisé. Certains fabricants proposent des pompes en plastique pour piscine, renforcées avec la fibre de verre PP (Polypropylène) ou POM (Polyoxyméthylène).

On trouve également sur le marché des pompes dont l'arbre n'est pas directement en contact avec l'eau de la piscine, grâce à sa forme.

Si la capacité des pompes de filtration existantes n'est pas suffisante pour pomper l'eau de la piscine à travers le système additionnel de capteurs, une pompe supplémentaire doit être utilisée.

Contrairement aux systèmes solaires domestiques qui ont un débit d'eau faible, le débit élevé des piscines recevant du public par rapport au diamètre des capteurs avec tubes entraîne un dimensionnement des pompes d'une puissance de plusieurs kW, voire plus.



Fig. 4 :

Pompes de circulation d'une boucle solaire : logement en fonte, arbre en acier chrome-nickel et rotor en acier ou métal à canon (Herbomer, Herborn)

3.1.3 Echangeurs de chaleur

Les systèmes solaires standard de chauffage des piscines d'extérieur ont un principe de fonctionnement simple (voir § 1.2), qui ne nécessite pas d'échangeur de chaleur. Si un deuxième système de chauffage est requis, des échangeurs de chaleur seront alors nécessaires.

L'échangeur doit naturellement répondre aux mêmes exigences matérielles que les pompes par rapport à l'eau de la piscine : l'acier inoxydable est souvent utilisé (V4A or St.1.4571). Toutes les sources de chaleur (chaudières gaz, pompes à chaleur etc.) peuvent être connectées à ces systèmes et contrôlées par des sondes de température.

Certaines configurations de systèmes solaires nécessitent cependant l'utilisation d'échangeurs de chaleurs (voir § 4.2).



Fig 5 : Echangeurs de chaleur

3.1.4 Autres éléments

Suivant le système de connexion, des pompes et/ou des vannes motorisées de contrôle sont nécessaires pour le fonctionnement d'un système solaire (les vannes peuvent être en plastique). Ces éléments de fonctionnement des piscines sont disponibles dans le commerce en PVC, PE



ou matériaux similaires. La circulation de l'eau étant régulée par ces vannes motorisées, certains fabricants d'équipements de contrôle proposent des systèmes équivalents pour les équipements solaires. Il faut aussi installer des clapets anti-retour, des robinets d'arrêt ou vannes coulissantes et des ventilateurs (également disponibles comme accessoires standard pour les piscines).



Fig 6 : Vannes motorisées de contrôle à 3 voies en PVC (Resol, Hattingen)

4. Systèmes

4.1 Systèmes de pré-chauffage uniquement solaires

Les systèmes solaires des piscines publiques d'extérieur fonctionnent généralement avec une boucle solaire séparée, ou avec la pompe du circuit de capteurs. Le système hydraulique est plus complexe que pour les piscines privées à cause des exigences hygiéniques.

Un système pour les piscines d'extérieur de taille importante fonctionne d'après les principes suivants (voir fig. 7) :

- L'eau usée des bassins est dirigée vers un réservoir de stockage central. Celui-ci joue un rôle d'« affichage du niveau de l'eau » pour tout le circuit de circulation de la piscine. L'eau évaporée est alors renouvelée. Elle est ensuite pompée à travers le filtre du réservoir. Suivant la configuration, il y a un ou plusieurs filtres disposés en parallèle. Ensuite l'eau retourne dans la piscine via le système de traitement.

- Le champ de capteurs solaires est connecté au circuit de traitement de l'eau par un système de by-pass. La pompe de la boucle solaire détourne une partie du flux d'écoulement à travers le champ de capteurs. Le volume détourné dépend de la taille du champ de capteurs. L'eau pré-chauffée par le système solaire est ensuite dirigée vers le circuit d'écoulement principal et retourne dans la piscine.
- Une vanne motorisée doit être installée sur le circuit d'alimentation des capteurs, et une autre vanne anti-retour après la pompe du système solaire. Ces deux éléments empêchent le champ de capteurs de se vider lorsque le système de fonctionne pas.
- Les caractéristiques d'hygiène sont fixées avant que l'eau ne rejoigne la piscine. Du chlore et des produits chimiques sont ajoutés pour réguler la valeur du PH si nécessaire. Le point d'injection de chlore devrait toujours être situé après le champ de capteurs puisque la concentration de chlore dans le circuit des capteurs ne doit pas dépasser 0.6 mg/l. Si il y a un pic de chlore (suivant certaines circonstances, > 10 mg/l) les capteurs peuvent être endommagés.

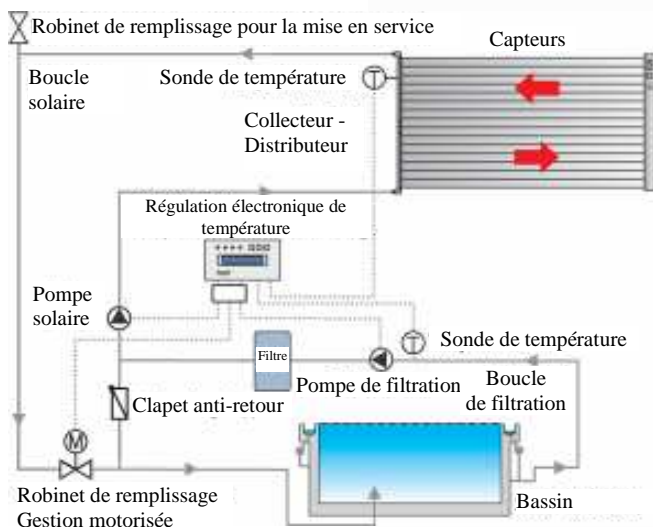


Fig. 7 : Schéma de filtration d'une piscine avec ajout d'un système solaire.



4.2 Systèmes solaires avec chauffage d'appoint

Habituellement, les chauffages d'appoint sont nécessaires si l'eau de la piscine doit être maintenue à température constante.

Certaines piscines d'extérieur souhaitent offrir à leurs visiteurs de l'eau chaude indépendamment du soleil, ce qui nécessite un chauffage d'appoint si le rayonnement solaire est insuffisant.

Le chauffage d'appoint peut être un système conventionnel (par exemple un chauffage au gaz), il nécessite un échangeur de chaleur.

Lorsqu'il y a deux systèmes de chauffage, celui d'appoint doit toujours être situé après le système solaire. Si la température demandée n'est pas atteinte après circulation dans le circuit solaire, l'appoint apporte les degrés manquants.

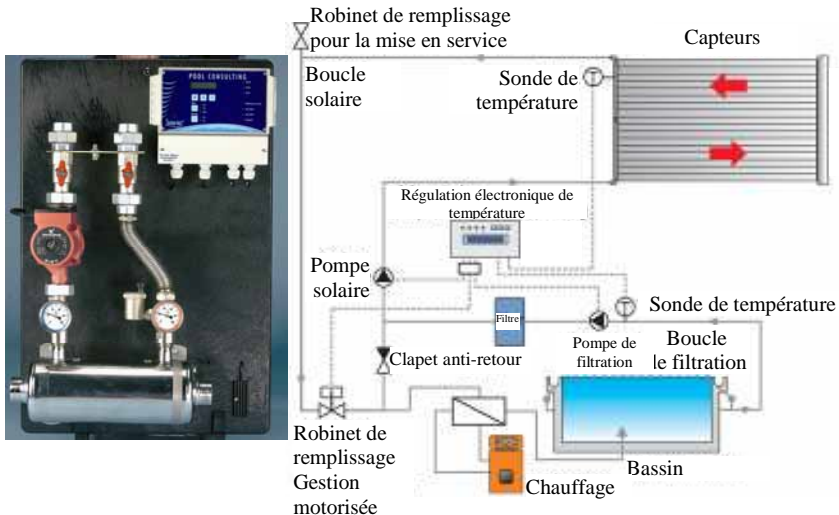


Fig 8 : Diagramme présentant l'intégration du chauffage d'appoint

5. Planification et dimensionnement

Les conditions de rayonnement solaire et la consommation de chaleur sont d'une grande importance pour le dimensionnement des systèmes solaires de pré-chauffage des piscines. La consommation de pré-chauffage d'une piscine est déterminée par la surface de celle-ci, sa profondeur, sa couleur, la température désirée de l'eau et les conditions météorologiques ambiantes (température de l'air et vitesse du vent).

Concernant les piscines d'extérieur, l'eau peut être en partie ou totalement chauffée avec un bon dimensionnement du système. La légère variation de température résultante n'affecte généralement pas les visiteurs, qui pour la plupart viennent par temps ensoleillé plutôt que dans les périodes de mauvais temps. Dans ce cas, le volume d'eau sert de stockage, qui amortit les variations de température. Lors de longues périodes de mauvais temps, les quelques nageurs réguliers doivent toutefois patienter et accepter une plus faible température de l'eau par rapport à une piscine chauffée de manière conventionnelle.

5.1 L'outil "Impact Advisor"

L'outil « **Impact Advisor** » a été développé grâce au programme Solpool. C'est un outil de décision d'installation d'un système solaire de pré-chauffage des piscines. Il offre aux propriétaires / exploitants, ainsi qu'aux installateurs, les principales informations pour la réalisation d'un projet. Il est téléchargeable gratuitement sur le site internet SOLPOOL : www.solpool.info. Les partenaires du projet peuvent vous accompagner pour son utilisation.

Paramètres d'entrée de l'"Impact Advisor":

- Localisation
- Consommation d'énergie sur la période de fonctionnement
- Coûts de l'énergie pour cette consommation
- Température de consigne

Paramètres de sortie de l'«Impact Advisor » :

- Surface de capteurs nécessaire
- Estimation du coût d'investissement
- Estimation de la part d'énergie économisée
- Temps de retour sur investissement

L'outil est basé sur les calculs du logiciel **T*SOL**, version expert 2.2.



Hypothèses de base du calcul :

- Le début et la fin de la période chauffage sont principalement déterminés par la température de l'air. Comme l'expérience le montre, la valeur seuil est de 20 °C. Par conséquent, la période de simulation porte sur les mois où cette température aura été principalement atteinte.
- Une corrélation quasi linéaire a été faite entre le ratio surface de capteur/surface de piscine et la température moyenne de l'eau.
- Le mode de fonctionnement du chauffage des piscines d'extérieur est monovalent, sans système de préchauffage à énergie fossile.

Les calculs ont été réalisés pour une piscine en plein air sans couverture, avec une surface de 1000 m², une profondeur moyenne de 2 m, 50 clients par jour, et 14 000 litres d'eau douce renouvelés par jour.

SOLPOOL - IMPACT ADVISOR	
Select language	French <input type="button" value="Langue"/> Français
Propriétaire/gestionnaire de la piscine	
Nom	DURAND
Prénom	Alain
Rue	8 rue Béranger
Code postal/commune	69006 LYON
Données basiques	
Système chauffage	Electricité
Consommation énergie	200 000,00 kWh/a
Coût énergie	20 000,00 €/a
Prix énergie	0,10 €/kWh
Radiation globale référente à la commune	Fr - Lyon - 1.300 kWh/m ² a
Longueur piscine	50,00 m
Largeur piscine	20,00 m
Surface piscine	1 000,00 m ²
Température cible eau	22,00 °C
Resultats	
Type de capteur	Capteur non vitré
Ratio surface absorbeur/ surface piscine	0,41
Surface capteur	409,09 m ²
Rendement solaire	330,00 kWh/m ² a
Quantité économisée	135 000,00 kWh/a
Coût économisé	13 500,00 €/a
Coût système spécifique	120,00 €/m ²
Coût investissement	49 090,91 €
Temps de retour	3,64 a
Valeur émissions	180,00 g/kWh

Fig. 9 : Outil « Impact Advisor »

6. Installation

6.1 Capteurs solaires non vitrés

Les différents types de capteurs solaires non vitrés peuvent être installés sur une toiture inclinée ou une toiture-terrasse. Il est également possible de les installer au niveau du sol. Puisque la principale période d'utilisation correspond aux mois d'été, pendant lesquels l'inclinaison du soleil est supérieure à 50 ° (azimut), l'installation sur un support incliné afin d'optimiser le rendement n'est pas nécessaire. Si la surface est inclinée, alors un alignement vers le sud de -45° à +45° est avantageux.

L'installation de capteurs dépend de leur type (capteurs tubes ou plats) et des propriétés de la surface sur laquelle ils sont. Une bonne résistance de la structure de toit ne joue qu'un rôle mineur ici, en effet le capteur « rempli » a un faible ratio de poids par rapport à sa surface, de 8 à 12 kg / m² selon sa conception. Des dalles de béton sont utilisées pour sécuriser le champ de capteurs contre le risque de soulèvement dû au vent. Ce système a une charge superficielle considérablement plus élevée que les capteurs, il faut alors vérifier la résistance de la structure du toit.

Chaque fois que des trous de fixation sont réalisés dans le toit, il est essentiel de les boucher ensuite pour les rendre imperméables. Il est préférable d'avoir des fixations qui ne nécessitent pas que la peau du toit soit pénétrée, par exemple une installation en toiture-terrasse sur dalles de béton (mentionnée ci-dessus).

6.1.1 Fixations mécaniques

Dans de nombreuses applications, le capteur est installé sur un toit plat ou sur un toit légèrement incliné. Les fixations mécaniques des capteurs sont appropriées sous forme de sangles ou de rails en acier. L'aspect essentiel est de sécuriser le champ de capteurs par rapport au vent.

Dans le cas d'installations sur un toit plat pour des piscines d'extérieur publiques, la solution la plus simple et la moins chère de sécurité au vent reste des dalles de béton. Celles-ci doivent reposer sur un tapis de protection de la surface du toit. Comme l'illustre la fig. 10, le système d'installation peut être monté sur les dalles de béton. Les capteurs sont ensuite fixés entre deux dalles de béton en utilisant des rails en aluminium



ou des sangles. Les sangles semblent être la solution la moins chère et la plus polyvalente pour ce système. Les capteurs sont fixés avec une ceinture composée d'une sangle supérieure et d'une sangle inférieure, perpendiculairement à la direction de l'écoulement. La distance d'une ceinture à l'autre ne devrait pas être supérieure à 1,5 m. À intervalles réguliers (environ 1,5 m) les ceintures supérieures et inférieures doivent être fixés avec des câbles résistant aux UV.

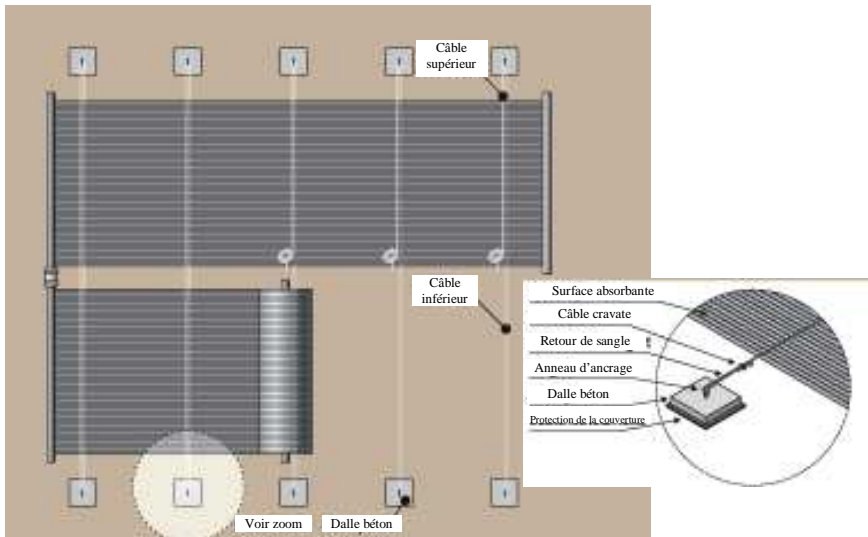


Fig. 10 : Fixation des capteurs avec des sangles en ceinture sur des dalles de béton à la surface d'une toiture terrasse.

Le montage des capteurs avec les ceintures de tension est également adapté aux toits pentus. Cependant dans ce cas un autre type de point de fixation doit être choisi (variable selon le type de toit). C'est également vrai pour les rails en acier qui sont plus fréquemment utilisés pour les toits pentus. Dans le cas de toits de tuiles, la fixation peut être réalisée par exemple avec des crochets de toit.

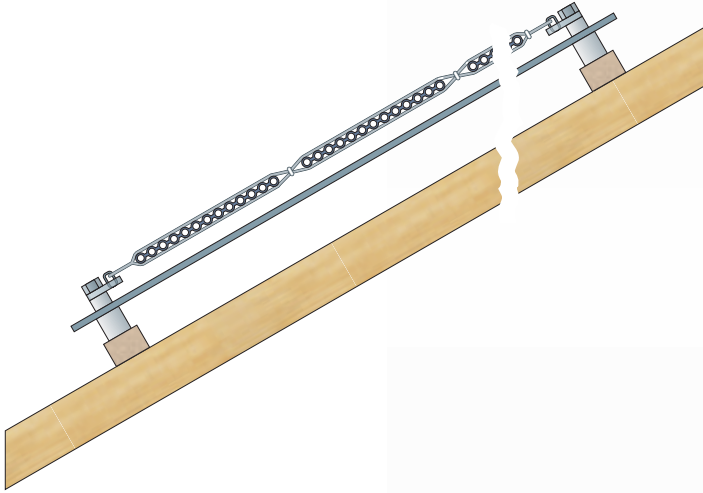


Fig. 11 : Immobilisation des capteurs avec des ceintures sur un toit incliné.

6.1.2 Fixation par collage

La surface de la plupart des types de couvertures de toit (tuiles, tôles, bitume etc.) est assez lisse pour être en mesure de fixer les capteurs avec une colle spéciale, disponible auprès des fabricants (possibilité de coller des rails de fixation intermédiaires entre les capteurs et le toit).

Selon le fabricant du système et l'inclinaison du toit, l'application des couches adhésives se fait tous les 30 à 100 cm. Certains types de capteurs ont des pièces croisées à l'arrière (voir Fig. 2), qui non seulement fournissent un coussin d'air isolant, mais aussi une surface supplémentaire de fixation.

Dans le cas d'une inclinaison du toit de plus de 30°, il est nécessaire de veiller à ce que les capteurs ne glissent pas jusqu'à ce que la colle ait durci. C'est pourquoi des bandes adhésives double-face posées à proximité de la colle peuvent être utilisées. La technique de fixation des capteurs par collage nécessite de veiller à ce que le support soit toujours sec, sans graisse et propre.

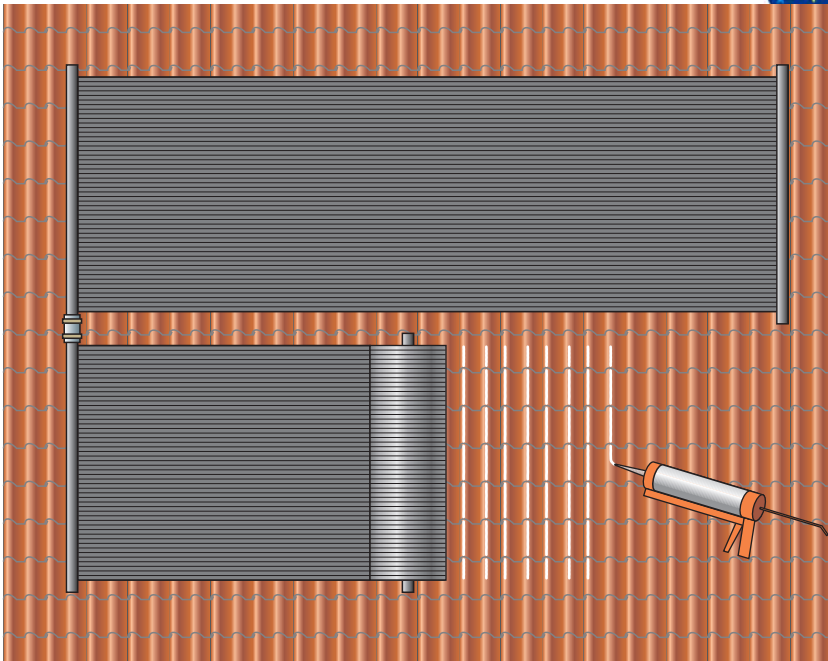


Fig. 12 : Fixation par collage de rouleaux de capteurs sur un toit de tuiles incliné

6.1.3 Autres aspects de l'installation de capteurs solaires

Installation au sol

Comme il a déjà été indiqué dans la section conception de ce chapitre, il peut arriver que la surface de toit disponible soit insuffisante - en particulier dans le cas des piscines publiques où plus de 100 m² de capteurs sont nécessaires.

Dans certaines circonstances, il est possible d'installer le système au niveau du sol. La sécurité au vent peut être assurée de la même manière que pour une installation sur un toit plat. Il est également essentiel que le champ de capteurs soit protégé contre les plantes ou la croissance des mauvaises herbes. Pour ce faire, la surface la plus plane possible doit être préparée, ce qui permet à l'eau de pluie de s'infiltrer plus facilement et qui empêche la croissance des plantes à long terme. Il

est important de poser un lit de gravier afin de ne pas endommager la couche supérieure avec des pierres lorsqu'on marche sur le système.

Afin d'augmenter le niveau de protection, la surface des capteurs peut être clôturée. Une haie vive à une distance convenable protège le champ de capteurs du vent et par conséquent réduit les pertes de chaleur par convection.

6.2 Le réseau de collecte et de distribution

Les règles techniques telles que la norme EN 805 doivent être appliquées pour des travaux d'installation.

En outre, les longueurs de tuyaux entre le champ de capteurs et la piscine devraient toujours être choisies les plus courtes possibles.

En raison des faibles températures de fonctionnement, les tubes ne sont pas isolés. Une attention particulière devra être accordée à la longueur de l'extension des tuyaux en plastique en raison des différences de température.

6.2.1 Tuyaux de collecte et de distribution

En général, le type de fixation dépend fortement du système de capteurs utilisé et du type de couverture du toit. Le réseau de tubes de collecte et de distribution est fixé sur le toit avec des vis de serrage ou des crochets similaires à ceux utilisés pour l'assemblage sur le toit de collecteurs plats.

Puisque les tubes de distribution et de collecte sont généralement en PE-HD ou en PVC, l'augmentation relative de leur température doit être prise en compte. Les tubes individuels peuvent par exemple être reliés par des manchons en caoutchouc qui compensent l'augmentation relative de leur température, si les tuyaux à connecter ne sont pas directement placés bout à bout (voir fig. 13).

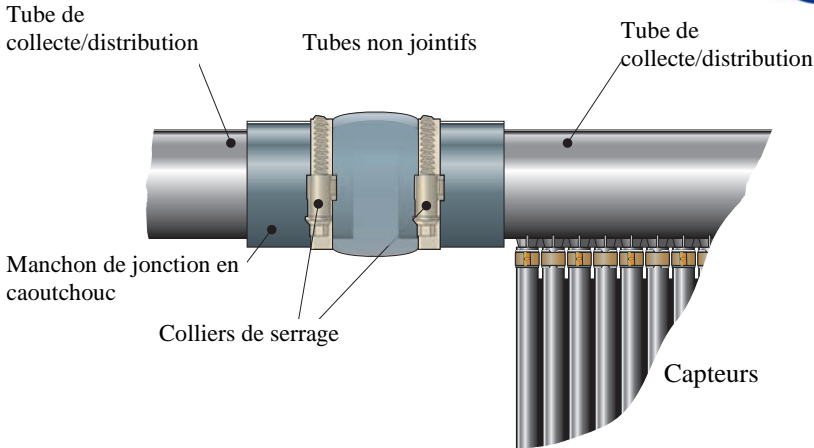


Fig. 13 : Connexion de deux tubes collecteurs avec un manchon en caoutchouc, afin de compenser l'augmentation relative de température le long des tubes.

6.3 Circuit solaire

Le circuit solaire se compose de tubes en plastique. Ceux en PVC sont souvent utilisés, mais les tubes en PE ou PP devraient être généralisés pour des raisons environnementales.

Les tubes sont fixés sur les bâtiments avec des vis de fixation. Entre le bâtiment et la piscine, les tubes doivent être enterrés si possible. Ceux en PVC sont reliés entre eux avec un adhésif. Les tubes habituels en PVC gris ne doivent pas être soumis aux rayons UV et doivent donc être sous le toit, enterrés ou avoir un revêtement protecteur. Ceux en PVC noirs et les raccords correspondants sont toutefois résistants aux UV.

Les tuyaux en PE et PP peuvent être reliés entre eux avec une technique de soudage au chalumeau (pour le soudage « bout à bout »). Puisque cette méthode est sensiblement plus chère que le collage des tuyaux en PVC, elle est principalement utilisée dans les piscines municipales et requiert le savoir-faire d'un spécialiste. L'extrémité des tubes doit cependant avoir une surface de coupe lisse et perpendiculaire à l'axe du tuyau, afin de réaliser une bonne connexion sans fuite. Un élément avec la forme d'un disque mince est chauffé puis guidé entre les tubes qui vont être reliés, dont il réchauffe les extrémités. Lors de cette opération, les tubes sont immobilisés dans une retenue afin de s'assurer que leurs axes correspondent (maintient de l'alignement). L'élément

chauffant est ensuite retiré et les extrémités des tubes sont jointes sous pression.

Les tubes longs doivent être attachés à un point fixe, dans un système coulissant, pour permettre leur expansion sur toute la longueur des rails de fixation.

Ce système résiste à des températures allant de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ en hiver à $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ lorsque la pompe des capteurs est éteinte (stagnation).

Avec un coefficient de dilatation thermique de $0,2\text{ mm/mK}$ (à titre de comparaison celui du cuivre est de $0,016\text{ mm/mK}$) et un tube de 30 m , on obtient une variation de longueur de 540 mm . Les tubes devraient donc être montés sur des supports à glissière (fig. 14). En outre des sections flexibles et des virages d'expansion devraient être installés à intervalles réguliers sur des points fixes ($10\text{-}15\text{ m}$).



Fig. 14 : Exemple de conduite d'installation coulissante avec des pinces d'ancrage



6.4 Exploitation et entretien

Les systèmes solaires pour piscines de plein air fonctionnent normalement automatiquement. L'appareil de gestion prend en charge le fonctionnement et pilote les pompes des capteurs. Après une nouvelle installation une intervention peut être nécessaire pour vérifier la stratégie de contrôle, elle peut être effectuée par un professionnel.

Au début de la saison, la surface des capteurs devrait être examinée pour vérifier sa propreté et brossée ou pulvérisée pour la nettoyer si nécessaire. L'utilisation de nettoyeurs à haute pression n'est pas recommandée en raison du risque de dommages. Le coût de ce nettoyage peut être conséquent, et sera fonction de la main d'œuvre nécessaire, de la taille et du nombre de capteurs.

Dans le cas des piscines publiques, il est recommandé que le personnel ait des connaissances de base du fonctionnement du système solaire. Cela signifie que le personnel peut vérifier les paramètres d'exploitation à intervalles réguliers et devrait être en mesure de reconnaître les erreurs de fonctionnement. Un système de contrôle, qui acquiert les données, rend ce travail plus facile. Ces chiffres peuvent alors être utilisés pour des contrôles réguliers et valorisés pédagogiquement à travers des panneaux d'affichage à destination du grand public

Les dommages individuels des capteurs peuvent être corrigés très simplement. Un tube peut être partiellement ou complètement remplacé entre les collecteurs et la distribution. La pièce endommagée est découpée et réparée avec un nouveau tube absorbeur, les manchons et les colliers de serrage nécessaires.

À la fin de la saison, le champ de capteurs doit être vidé. Même si des capteurs EPDM peuvent survivre sans dommages au gel, des germes peuvent se former dans l'eau stagnante sur une longue période. Les capteurs PP doivent également être vidés, car ils ne sont pas résistants au gel. De l'air comprimé est normalement utilisé pour la vidange. Le collecteur, le circuit de distribution et la boucle solaire sont vidés par les robinets de décharge.

7. Coûts et rendements

Le rendement moyen d'un système solaire par saison de natation (de mi-Mai à mi-Septembre) est d'environ. 250 - 350 kWh / m² de capteur, c'est-à-dire que le système fonctionne avec un rayonnement solaire d'environ 650-700 kWh / m² par saison, le système étant actif de 40 à 50% du temps.

Un des avantages de l'exploitation de l'énergie solaire pour les piscines d'extérieur provient du fait qu'une seule source de chauffage est utilisée.

Tableau 1 : Exemple de comparaison entre un chauffage conventionnel et un chauffage solaire sur un bassin olympique extérieur en région lyonnaise (2007)

Données de base :

- Taille du bassin : 1 000 m²
- Surface des capteurs solaires : 600 m²
- Besoins thermiques : 200 000 kWh/an

	Solution gaz naturel (€ HT)	Solution capteurs solaires appoint gaz naturel (€ HT)
Coût comparatif		
Travaux (capteurs moquettes)	40 000	112 000
Ingénierie	4 000	11 200
Subvention	0	21600
Coût résiduel	44 000	101 600
Bilan énergétique et environnemental		
Consommation brute (kWh/an)	250 000	52 000
Emission polluante (tCO ₂ /an)	51,5	10,7

Suite tableau ->



	Solution gaz naturel (€ HT)	Solution capteurs solaires appoint gaz naturel (€ HT)
Bilan financier		
P1 - Consommation d'énergie (€ HT/an)	11 250	2340
P2 - Entretien et Maintenance (€ HT/an)	1200	1800
P3 - Provision (€ HT/an)	1500	3000
TOTAL (€ HT/an)	13 950	7140
Calcul de rentabilité		
Surinvestissement	-	57600
Economie de fonctionnement	-	6810
Gain environnemental (TCO ₂ /an)	-	40,8
TRB	-	8 ans
TRI sur 15 ans	-	7,6 %
Coût du kWh	Gaz naturel : 0,045	Solaire : 0,028

La comparaison avec les coûts conventionnels de l'énergie montre que le chauffage solaire avec appoint est moins cher que le chauffage conventionnel.

Les paramètres les plus influents sont ici les coûts de combustible et la température de l'eau de piscine.

Autre application de la production des systèmes solaires thermiques :

En Allemagne, il est possible de valoriser la chaleur solaire produite par les capteurs par des contrats de revente aux autorités locales, ce qui présente un intérêt financier supplémentaire. Dans ce cas, un investisseur et exploitant d'un système solaire peut vendre "de l'eau chaude d'une piscine" au réseau urbain. Cette alternative financièrement attrayante permet aussi de minimiser le risque pour l'opérateur.

8. Exemples de piscines collectives

Chauffage solaire d'un complexe de piscine municipale d'extérieur

Les fiches d'exemples de l'agglomération lyonnaise



EAU CHAUDE SOLAIRE

PISCINE OLYMPIQUE DE VAISE

LYON 9^{ÈME}



ST - 08/05

solaire thermique

La Ville de Lyon s'est engagée dans une politique de réduction des consommations d'énergie sur son patrimoine.

La Piscine de Vaise est la seule piscine de Lyon équipée d'un bassin olympique couvert de 50 m de long.

La municipalité a effectué des travaux de rénovation en 2006-2007 dans le but de réaménager les vestiaires et d'ouvrir en période estivale (ouverte du bassin vers l'extérieur par la création d'une terrasse-solarium).

Les économies d'énergie ont été prises en compte par la mise en place de 2 installations solaires.

A noter que ce projet a bénéficié de l'accompagnement de l'ALE

notamment dans le cadre du programme européen Solpool visant la solarisation des piscines.



Installation solaire :

- 650 m² de capteurs solaires type "moquette" pour le préchauffage de l'eau des bassins
- 200 m² de capteurs solaires de type "sans vitrage" pour le préchauffage de l'eau chaude sanitaire. Une telle surface pour un bâtiment public est une première en France.
- Fixation mécanique sur toiture
- Appoint au gaz naturel



Résultats attendus :

- Production solaire de 290 000 kWh/an, soit une économie sur la facture de 13 600 €/an (équivalent à 23 % de l'ensemble des besoins du site)
- Gain environnemental : substitution de l'équivalent de 70 tonnes/an de CO₂



Montage financier :

- Investissement hors ingénierie : 240 000 € HT
- Subvention de la Région Rhône-Alpes : 85 000 €

Partenaires :

- Maître d'ouvrage : Ville de Lyon
- Bureau d'étude : Etamine et Séchaud (Lyon - 69)
- Capteurs solaires : Giordano (Aubagne - 13) pour les capteurs moquette et AS Solar / importateur CEL (Migennes - 89) pour les capteurs "sans vitrage"
- Installateur : AMEC SPIE Sud-Est (Rillieux-la-Pape - 69)
- Accompagnement : ALE

Agence Locale de l'Énergie de l'Agglomération Lyonnaise
8, rue Béranger - 69006 Lyon
tél : 04 37 48 22 42 / fax : 04 37 48 04 57
e-mail : info@ale-lyon.org



GRAND LYON
communauté urbaine

Rhône-Alpes



Retrouvez toutes les Fiches d'Exemples de l'Agglomération Lyonnaise sur notre site Internet
www.ale-lyon.org

Représentants : ALE - 04 37 48 22 42
Ville de Lyon - Services Techniques

Intelligent Energy Europe



EAU CHAUDE SOLAIRE CENTRE NAUTIQUE ETIENNE GAGNAIRE VILLEURBANNE



ST - 0607

solaire thermique

La Ville de Villeurbanne s'est engagée dans une politique de réduction des consommations d'énergie sur son patrimoine. Dans ce cadre, elle a décidé, en 2004, de réaliser des travaux d'isolation de la toiture du centre nautique et des travaux sur la chaufferie.

Pour aller encore plus loin, une réflexion a aussi été menée, en partenariat avec l'ALE et le bureau d'études GIRUS pour "solariser" la piscine.

C'est ainsi que près de la moitié de la surface de la toiture du bassin olympique a été recouverte de capteurs solaires permettant de préchauffer l'eau des deux bassins extérieurs et celle du bassin intérieur.

Cette installation est l'une des plus importantes de ce type à ce jour en France.



Installation solaire :

- 1110 m² de capteurs thermiques de type "moquette solaire" en toiture répartis en deux champs :
 - un de 580 m² raccordé sur le système de filtration des bassins extérieurs,
 - l'autre de 530 m² raccordé sur le système de filtration du bassin intérieur.
- Fixation sur châssis en bois
- Appoint gaz naturel

Résultats attendus :

- Economie sur facture : 12 000 €/an soit 380 000 kWh PCI (équivalent à 10% de l'ensemble des besoins du site)
- Taux de couverture : quasi totalité du chauffage des bassins en période estivale.
- Gain environnemental : substitution de l'équivalent de 91 tonnes/an de CO₂

Montage financier :

- Investissement global : 184 500 € TTC (dont 16 000 € d'études)
- Subvention de la Région Rhône-Alpes : 34 000 €

Partenaires :

- Maître d'ouvrage : Ville de Villeurbanne
- Bureau d'étude : Girus (Vaulx-en-Velin - 69)
- Capteurs solaires : Giordano (Aubagne - 13)
- Installateur : établissement Larue (Saint-Victor-sur-Rhins - 42)
- Accompagnement : ALE

Agence Locale de l'Énergie de l'agglomération lyonnaise
8, rue Béranger - 69006 Lyon
tél. 04 37 48 22 42 / fax : 04 37 48 04 57
e-mail : info@ale-lyon.org



GRANDLYON
communauté urbaine

Rhône-Alpes



Retrouvez toutes les fiches d'exemples de l'agglomération lyonnaise sur notre site Internet
www.ale-lyon.org

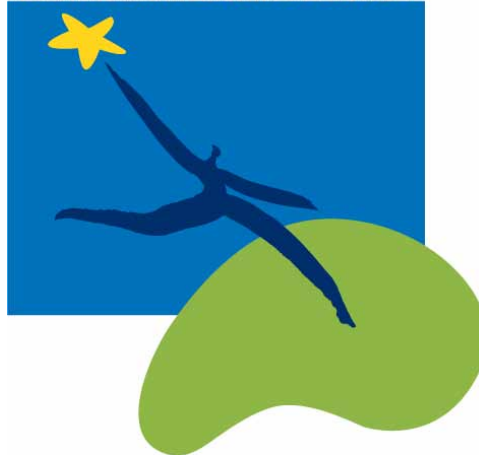
Renseignements : ALE : 04 37 46 22 42
Ville de Villeurbanne - Services Techniques

Intelligent Energy Europe



Campagne européenne de développement durable

SUSTAINABLE ENERGY EUROPE



Le projet SOLPOOL est un partenaire officiel de la campagne européenne sur le développement durable menée par la commission européenne.

Energie Intelligente pour l'Europe



Les auteurs sont seuls responsables du contenu de ce document, qui ne reflète pas la position de l'Union européenne.

La Commission européenne, l'agence DGS et l'ALE de l'agglomération lyonnaise ne peuvent en aucun cas être tenues responsables de l'usage éventuel des informations présentées ici.



SOLPOOL CONTACT :

www.solpool.info



Référent technique :

Samir Boukhalfa

samir.boukhalfa@ale-lyon.org

Agence Locale de l'Energie de l'agglomération lyonnaise

8 rue Béranger – 69006 LYON

www.ale-lyon.org

Tél. 33 (0)4 37 48 22 42 - Fax 33 (0)4 37 48 04 57

Auteurs:

Agence DGS

Dipl.-Met Bernhard Weyres-Borchert,

Dipl.-Ing. Markus Metz

2008