

# LES POMPES À CHALEUR

**SÛRES,  
EFFICIENTES  
ET DURABLES**



**suisse énergie**

Notre engagement : notre futur.



Les bâtiments sont essentiels, non seulement parce qu'ils génèrent des touches architectoniques et agencent l'espace dans lequel nous vivons et travaillons mais aussi parce qu'ils jouent un rôle déterminant dans la réalisation de nos objectifs climatiques et énergétiques. Finalement, le parc immobilier suisse produit environ 40 pour cent des émissions de CO<sub>2</sub> et consomme approximativement 46 pour cent de l'énergie.

Des systèmes de chauffage économes en énergie permettent d'améliorer ce bilan. Les pompes à chaleur en font également partie. Elles puisent leur énergie de l'air, du sol ou des eaux souterraines, c'est-à-dire de sources d'énergie neutres en CO<sub>2</sub>. En outre, elles assurent un bon rendement potentiel, ce qui permet de maîtriser la consommation d'énergie dans l'entreprise.

Ces avantages ont entre autres permis de soutenir le programme SuisseEnergie depuis des années sur la base de diverses mesures visant à promouvoir les pompes à chaleur. Chez nous, ce n'est pas que le nombre de pompes à chaleur existantes ou nouvellement installées qui compte. Nous accordons en priorité une plus grande importance au domaine de l'assurance qualité. C'est pourquoi nous misons essentiellement sur les mesures relatives au développement de la qualité et favorisons, par ex., la création du nouveau label pour un concept inédit appelé « Pompes à chaleur système-module » spécifique au Groupement professionnel suisse pour les pompes à chaleur GSP. Car seules les pompes à chaleur correctement utilisées et entretenues contribuent efficacement à la réalisation de nos objectifs en matière de politique climatique et énergétique.



**DANIEL BÜCHEL**

Sous-directeur de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN)  
et directeur du programme SuisseEnergie



0842 840 840

**sixmadun**

Model	6300
Power (kW)	24
Capacity (liters)	15
Pressure (bar)	1.5
Temperature (°C)	75
Flow rate (l/min)	12
Efficiency (%)	92
Dimensions (mm)	400x600x1800
Weight (kg)	35
Installation	Wall-mounted
Warranty	5 years

CE

# COMMENT FONCTIONNE UNE POMPE À CHALEUR ?

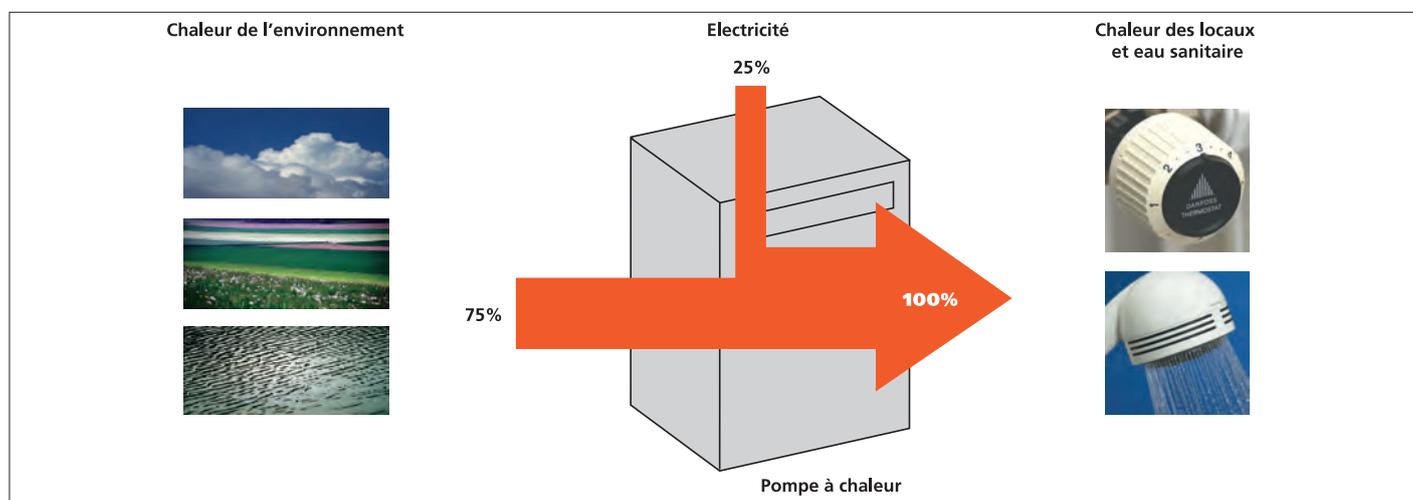
Avec environ 25 pour cent d'énergie d'entraînement, les pompes à chaleur électriques fournissent 100 pour cent d'énergie thermique pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire (voir illustration). Elles puisent 75 pour cent de la chaleur nécessaire dans l'environnement. La chaleur de l'environnement est disponible dans l'air, dans l'eau et dans le sol. Elle est constamment renouvelée par le rayonnement solaire, par les précipitations et par le flux géothermique qui provient du centre de la terre et qui se propage vers la surface.

## LE PRINCIPE DE LA POMPE À CHALEUR

La chaleur de l'environnement provenant de l'air, du sol ou de l'eau est conduite à l'évaporateur et ainsi transmise à la PAC. Grâce à son point d'ébullition bas, le fluide circulant dans la PAC se transforme en vapeur. Dans le compresseur, la vapeur est comprimée, ce qui engendre une augmentation de sa température. Et dans le

usage domestique à un niveau de température plus élevé. Cette transformation se fait grâce au compresseur de la PAC, lequel a besoin d'énergie électrique pour fonctionner. L'efficacité d'une PAC est reflétée par son coefficient de performance. Le coefficient de performance des PAC s'est amélioré de façon constante. Il se calcule en divisant la puissance thermique totale fournie, en kW, par la puissance électrique consommée, en kW. Cette valeur est d'autant plus optimale lorsque la différence de température entre la source de chaleur prélevée dans l'environnement et la température de distribution de la chaleur domestique est faible.

Il est également déterminant, pour l'efficacité globale du système, que les appareils auxiliaires, comme par exemple les pompes de circulation, soient dimensionnés de la manière la plus précise possible, en choisissant également, parmi les appareils disponibles, ceux de la meilleure classe énergétique.



condenseur, la vapeur chaude transmet finalement sa chaleur au système de circulation d'eau de l'installation de chauffage. La pression retombe dans la soupape de détente et le processus peut recommencer depuis le début. En Suisse, la première PAC d'importance a été installée à la mairie de Zurich en 1931. La mairie est toujours équipée d'une PAC et continue de se chauffer de façon efficace et dans le respect de l'environnement.

## UN MIRACLE D'EFFICACITÉ

Grâce aux PAC, la chaleur de l'environnement (air, sol ou eau) d'un niveau de température peu élevé est transformée en chaleur à

## COMBINAISON POSSIBLE

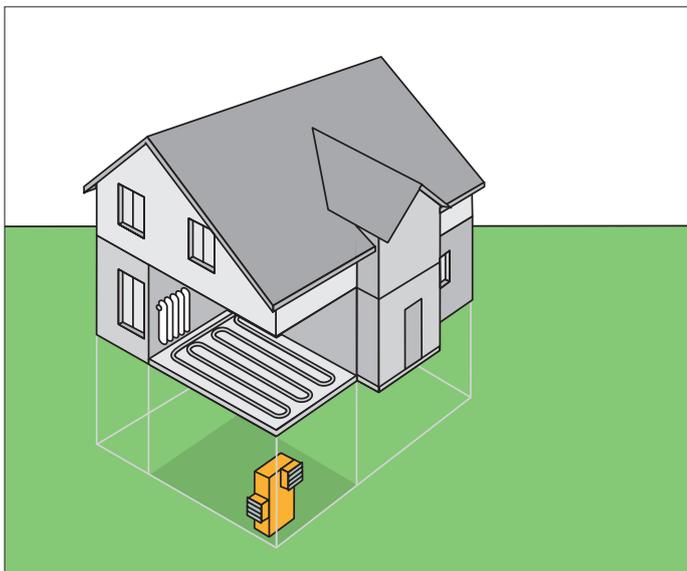
Lorsque la chaleur domestique d'un foyer provient exclusivement d'une PAC, on parle de fonctionnement monovalent. La grande majorité des PAC installées sont de type monovalent. L'eau chaude sanitaire est également le plus souvent chauffée par la PAC. Lorsque la PAC est secondée par une autre source de production de chaleur, comme par exemple un chauffage au bois (également cheminée à air chaud) ou des panneaux solaires thermiques, on parle de fonctionnement bivalent.

# ÉNERGIE ISSUE DE L'AIR, DE LA TERRE ET DE L'EAU

## L'AIR COMME SOURCE DE CHALEUR

L'air ambiant extérieur est naturellement présent partout, disponible en très grande quantité, et peut être utilisé facilement comme source de chaleur. Son utilisation est gratuite et n'est soumise à aucune autorisation particulière (éventuellement un permis de construire pour l'installation de la PAC). Les pompes à chaleur air-eau transmettent la chaleur prise dans l'air ambiant à un système de distribution conventionnel (chauffage au sol, radiateurs) et/ou à un chauffe-eau. Les pompes à chaleur air-air transmettent cette même chaleur à un système de ventilation.

L'air extérieur est acheminé depuis la prise d'air par un canal de ventilation, jusqu'à la pompe à chaleur. Une fois utilisé, cet air, plus froid de quelques degrés, est évacué par un second canal vers l'extérieur. Les pompes à chaleur air-eau peuvent être installées aussi bien dans le bâtiment qu'à l'extérieur.

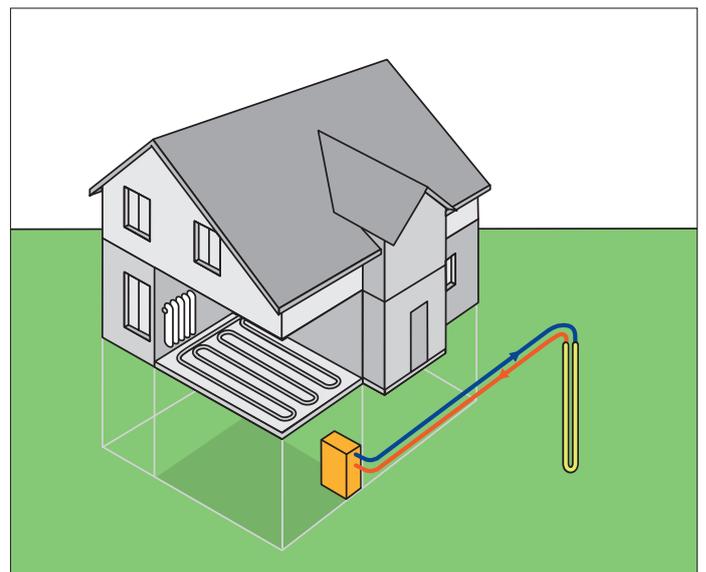


## LE SOUS-SOL COMME SOURCE DE CHALEUR (GÉOTHERMIE)

L'énergie accumulée de façon naturelle, sans cesse renouvelée dans le sous-sol, est relativement facile à utiliser par le biais de sondes géothermiques verticales pouvant aller jusqu'à 500 mètres de profondeur, voire plus. L'installation de sondes géothermiques reste soumise à autorisation (voir page 9). Il existe d'autres possibilités d'exploiter la chaleur du sol : par exemple, des pieux énergétiques,

des corbeilles géothermiques ou des capteurs plans (serpentins). L'installation de tels systèmes est soumise à autorisation. Tous ces systèmes ont en commun de fonctionner en circuit fermé. Il n'y a pas d'échange physique de matière qui s'effectue dans le sol, uniquement de la chaleur. C'est par le biais d'un fluide caloporteur (littéralement, qui transporte l'énergie) circulant dans les tuyaux que l'énergie du sous-sol est puisée. Ce type de PAC est nommé « sol-eau » ou également « saumure-eau », étant donné que c'est généralement une saumure à base d'eau et d'antigel qui est utilisée comme fluide caloporteur. La source de chaleur souterraine peut aussi servir à réaliser un rafraîchissement estival passif du bâtiment.

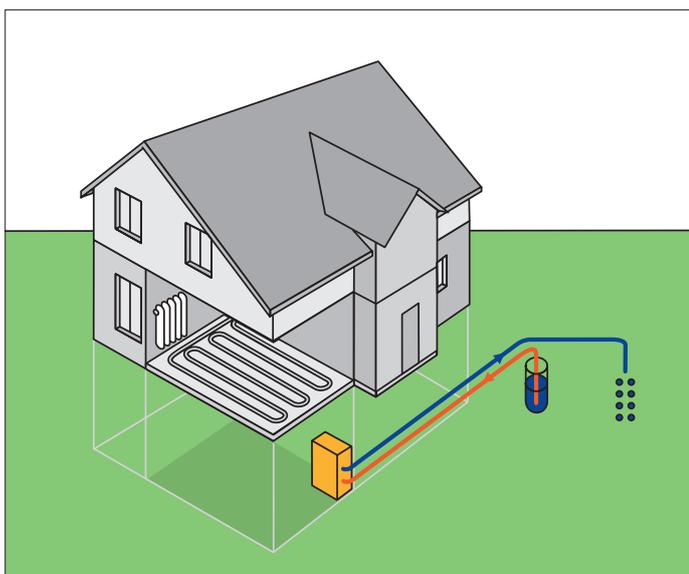
Plus de 99 pour cent de la planète se situent à une température supérieure à 1000 degrés. La chaleur qui provient de l'intérieur de la terre, appelée géothermie, rayonne en permanence du cœur vers la surface. A 100 mètres de profondeur, la température est d'environ 12 degrés et elle augmente de façon linéaire de 3 degrés par 100 mètres pour atteindre environ 18 degrés à la profondeur de 300 mètres. La part du sous-sol refroidie par la sonde géothermique est régénérée par le flux géothermique. Ce flux arrive sur tout le pourtour des sondes de manière plus ou moins rapide, suivant la qualité de transmission thermique du terrain. Les sondes géothermiques sont dimensionnées de telle sorte que le sol se régénère toujours suffisamment.



## L'EAU DU SOL COMME SOURCE DE CHALEUR

Les eaux souterraines ont une température quasi constante tout au long de l'année, ce qui en fait une source d'énergie idéale pour une pompe à chaleur. Les eaux de surface (lacs, fleuves, rivières et ruisseaux) peuvent également être utilisées comme source de chaleur. L'installation d'une pompe à chaleur eau-eau est toujours soumise à autorisation et à concession (canton et commune). Le captage de la source d'énergie (de l'eau souterraine dans ce cas) se fait par la réalisation d'un puits atteignant la nappe phréatique. Après un examen hydrogéologique préliminaire et d'éventuelles analyses d'eau complémentaires, le puits peut être mis en exploitation. Une canalisation transporte l'eau pompée dans la nappe jusqu'à la pompe à chaleur. Une fois refroidie, l'eau est remise en circulation dans son système d'origine. Ce système de pompe à chaleur est dit à système ouvert. L'eau des nappes phréatiques comme source d'énergie peut aussi servir à rafraîchir et pas seulement à chauffer.

La quantité de chaleur puisée dans l'eau souterraine ou de surface est immédiatement et naturellement renouvelée par l'apport continu d'eau nouvelle s'écoulant dans la nappe phréatique.





# GÉOTHERMIE : ÉNERGIE INÉPUISABLE

## ISSUE DES PROFONDEURS

---

L'énergie géothermique ou la « géothermie » désigne l'énergie stockée dans le sous-sol sous forme de chaleur. Elle provient essentiellement de la décomposition d'éléments radioactifs naturels. La température du sol reste constante toute l'année à partir d'environ 15 mètres sous la surface du sol. A 5000 mètres de profondeur, il règne en Suisse une température approximative de 200 degrés.

La géothermie est une source d'énergie inépuisable. Elle est aujourd'hui utilisée essentiellement pour le chauffage de bâtiments ainsi que pour la production d'eau chaude sanitaire. A cette fin, des forages jusqu'à une profondeur de 500 mètres sont suffisants. Entretemps, on a constaté que la couche de terre dure peut également faire office d'accumulateur de froid et servir ainsi à rafraîchir des bâtiments.

### **ANCRAGE DANS LE SOL**

Différents systèmes permettent d'extraire la chaleur du sol. La méthode la plus répandue est l'échange de chaleur vertical indirect par sondes géothermiques Duplex. Ce système nécessite très peu d'espace sur la surface ainsi qu'une longueur de tube réduite, par ex. en comparaison avec les systèmes de captage plan. Pour permettre d'installer des sondes géothermiques, il faut percer des trous verticaux dans le sol au moyen de foreuses spéciales. Une fois la sonde en place dans le trou foré, une injection d'un mélange spécifique permet de remplir l'espace entre les tuyaux de la sonde et le terrain. Les tubes sont ensuite remplis d'un fluide caloporteur qui circule dans la sonde en absorbant la chaleur du sous-sol.

### **AUTORISATION REQUISE**

Le forage de trous verticaux pour les sondes géothermiques requiert une autorisation délivrée par les autorités cantonales compétentes. La plupart des cantons disposent de cartes spécifiques pour sondes géothermiques. Celles-ci indiquent les zones dans lesquelles il est possible d'installer des sondes sans contraintes ou à des conditions particulières ainsi que celles où il est interdit de forer. La plupart des réserves en eau potable se trouvent dans ces zones de protection.

### **GRANDE LONGÉVITÉ**

La planification, l'exécution et l'exploitation des sondes géothermiques sont basées sur la norme de la Société suisse des ingénieurs et architectes SIA (SIA 384/6). Cette directive tient compte, entre autres, de la nature du sol, des gradients de température, des capacités de restitution de la chaleur et de la durabilité. Il s'agit d'assurer l'exploitation illimitée de la chaleur géothermique sur une longue durée. Les sondes géothermiques sont conçues pour une durée de vie de 50 ans et plus.



# LES POMPES À CHALEUR INVERTER, PLUS EFFICIENTES ET SILENCIEUSES

---

L'utilisation de la technique Inverter représente un pas de géant en ce qui concerne l'efficacité accrue des pompes à chaleur. Cette technologie permet de contrôler le rendement du compresseur et veille à ce que le liquide frigorigène, sous forme gazeuse, corresponde exactement à la demande en temps réel. Comme le compresseur et le ventilateur ne doivent pas tourner qu'à plein régime, la consommation d'énergie est inférieure à celle de la technologie conventionnelle. L'énergie requise est dosée avec précision ; de cette façon, le compresseur et le ventilateur travaillent de manière plus efficace et silencieuse.

## **TECHNIQUE OPTIMISÉE**

Pour les anciennes pompes à chaleur « réglage de type marche/arrêt », le compresseur tourne à 100 pour cent ou pas du tout. Cela exige une cadence élevée de l'appareil lors de la transition. Dès qu'une performance est requise, le compresseur démarre avec le ventilateur puis s'arrête à nouveau complètement après un temps de marche à pleine charge relativement court. Les pompes à chaleur régulées par convertisseur de fréquence ont par contre une cadence de fonctionnement continue avec des arrêts beaucoup moins fréquents. La réduction du nombre de tours dans la plage de charge partielle engendre une réduction des émissions sonores.

Les avantages essentiels en résumé

- Les pompes à chaleur Inverter permettent d'augmenter sensiblement l'efficacité par rapport aux pompes à chaleur de type « marche/arrêt ».
- Le comportement du compresseur et du ventilateur en charge partielle ainsi qu'une stratégie de régulation optimale sont déterminants.
- Utiliser une régulation de puissance en continu permet de réduire sensiblement la formation de glace et de givre.
- Les avantages de la régulation de puissance ne sont effectifs qu'avec des pompes à chaleur Inverter et des systèmes dimensionnés de façon appropriée. Si l'installation est surdimensionnée, il ne faut s'attendre à aucune augmentation notable de l'efficacité.



# MOINS DE CO<sub>2</sub> GRÂCE AUX PAC SANS CENTRALE ÉLECTRIQUE SUPPLÉMENTAIRE

---

Selon l'origine du courant, les pompes à chaleur travaillent sans émettre de CO<sub>2</sub>. Elles nécessitent en outre peu d'énergie primaire électrique. Ce qui se traduit par une technologie de chauffage et de rafraîchissement écologique à prix abordable et polyvalente.

## ÉVOLUTION TECHNIQUE

Les pompes à chaleur sont fabriquées en série et utilisées depuis environ 40 ans. Le principe fondamental du fonctionnement des PAC n'a pas changé. En revanche, la technique a évolué et l'efficacité des PAC (valeur COP) c'est-à-dire, le ratio – chaleur produite/électricité utilisée – a doublé : les PAC dernière génération consomment beaucoup moins d'énergie électrique pour produire la même quantité de chaleur. On peut d'ailleurs constater une hausse régulière des valeurs COP minimales nécessaires à l'obtention du Certificat de qualité GSP régi par le standard de l'Association européenne pour les PAC (EHPA), la dernière hausse ayant eu lieu au début de cette année. La Suisse s'est bien sûr alignée sur ces valeurs minimales.

## 400'000 PAC COMME OBJECTIF

L'Office fédéral de l'énergie voit dans les PAC un grand potentiel permettant d'atteindre les objectifs fixés en matière de politique énergétique et climatique : en 2020, le nombre de pompes à chaleur électriques pourrait passer de 290'000 (en 2017) à 400'000. Celles-ci nécessitent actuellement environ 4 pour cent de la consommation finale d'électricité au niveau de toute la Suisse.

Les chauffages électriques classiques et les installations de chauffe-eau exclusivement électriques représentent 10 pour cent de la consommation électrique suisse dans son ensemble. Les remplacer par des PAC ramènerait ce chiffre à 3 voire 4 pour cent.

## RÉDUIRE LES ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub> ET LA CONSOMMATION D'ÉLECTRICITÉ

Dans les installations techniques du bâtiment, il y a un grand potentiel d'économie d'énergie. Si, à la place des appareils traditionnels, on optait pour des PAC de dernière génération et des chauffe-eau pompes à chaleur, on pourrait remplacer tous les chauffages produisant du CO<sub>2</sub> par des PAC, sans augmenter la consommation d'électricité.

Les PAC peuvent alimenter en chaleur des bâtiments de toutes grandeurs et de tous types, par exemple des hôtels, des bâtiments administratifs et des centres sportifs.



# LABELS DE QUALITÉ COMME INSTRUMENT D'ASSURANCE QUALITÉ

---

En Suisse, nous disposons de cinq certificats de qualité : le certificat de qualité PAC, le certificat de qualité pour les entreprises de forage de sondes géothermiques, le diplôme de partenaire GSP certifié, les certifications pour chauffe-eau PAC avec certificat de qualité GSP ainsi que le PAC système-module. Ces certificats sont émis par le Groupement professionnel suisse pour les pompes à chaleur GSP. Les certificats de qualité font partie des mesures d'assurance qualité du GSP et de l'Office fédéral de l'énergie. Des programmes d'encouragement et d'incitation de la Confédération, des cantons et des sociétés de distribution d'énergie (SDE) sont en général liés à ces certificats de qualité.

Une pompe à chaleur, respectivement une gamme de pompes à chaleur, est certifiée à la demande du fabricant pour autant qu'un certain nombre d'exigences minimales soient respectées. Elles porteront, par exemple, sur un coefficient COP minimal atteint sur un banc d'essai d'un centre de tests reconnu ainsi que des mesures de bruit, des exigences minimales concernant la documentation technique, les manuels d'installation et d'utilisation. Le fabricant doit assurer également un réseau de service après-vente en Suisse. Cette procédure est soutenue sur le plan international (European Heat Pump Association, EHPA).

## **PERFECTIONNEMENT RÉGULIER**

Le certificat de qualité pour entreprises de forage assure des travaux selon l'état de la technique. Les entreprises certifiées s'engagent à respecter certaines règles lors du choix des équipements et des appareils ainsi que lors de la conduite des travaux. D'autre part, elles doivent régulièrement soumettre leurs collaborateurs à des cours de formation continue. La protection des eaux et de l'environnement revêt une importance élevée. Des règles précises sont fixées dans le règlement d'application du certificat de qualité. Le contrôle de l'application de ces règles est assuré par la Commission de certification selon un procédé d'échantillonnage.

Le diplôme de « Partenaire GSP certifié » récompense les installateurs, les planificateurs et les ingénieurs spécialisés dans le domaine des installations techniques du bâtiment qui ont suivi la formation modulaire GSP et qui ont réussi l'examen. Les personnes diplômées sont à même de saisir sur place les informations nécessaires pour dimensionner, projeter, planifier, installer et mettre en service des installations, dans les nouvelles constructions comme lors de rénovations.

## **LISTE DE PRODUITS CERTIFIÉS**

Le Groupement professionnel suisse pour les pompes à chaleur gère une liste des chauffe-eau PAC certifiés par le GSP. Les produits doivent remplir le cahier des charges technique du GSP et les fabricants/fournisseurs de ces appareils doivent fournir des services correspondant au règlement du label de qualité international. Les fabricants/fournisseurs de chauffe-eau PAC peuvent faire une demande pour l'inscription dans la liste susmentionnée. La commission du Certificat de qualité des pompes à chaleur vérifie les documents déposés et décide de la certification.

## **NOUVEAU STANDARD SUISSE**

Le PAC système-module est constitué sur la base du certificat de qualité international des pompes à chaleur. Grâce au programme SuisseEnergie, le GSP (Groupement professionnel suisse pour les pompes à chaleur) a développé ce « package » en étroite collaboration avec les associations Suissetec, ICS et SICC. Le PAC système-module est un standard suisse nouveau pour la planification et l'installation optimale de PAC jusqu'à 15 kW de puissance thermique dans les constructions neuves et en rénovation (voir page 16).

# POMPES À CHALEUR SYSTÈME-MODULE

Le label « Pompes à chaleur système-module » permet de réaliser des installations de pompe à chaleur très efficaces, aussi bien lors de la rénovation qu'à l'occasion de la construction d'un immeuble. Le nouveau standard permet de comparer les offres, de combiner les interfaces et de veiller à ce que toutes les prestations soient effectivement fournies. Au moins une installation sur cinq fait l'objet d'un contrôle dans le cadre d'un système strict de garantie de la qualité.

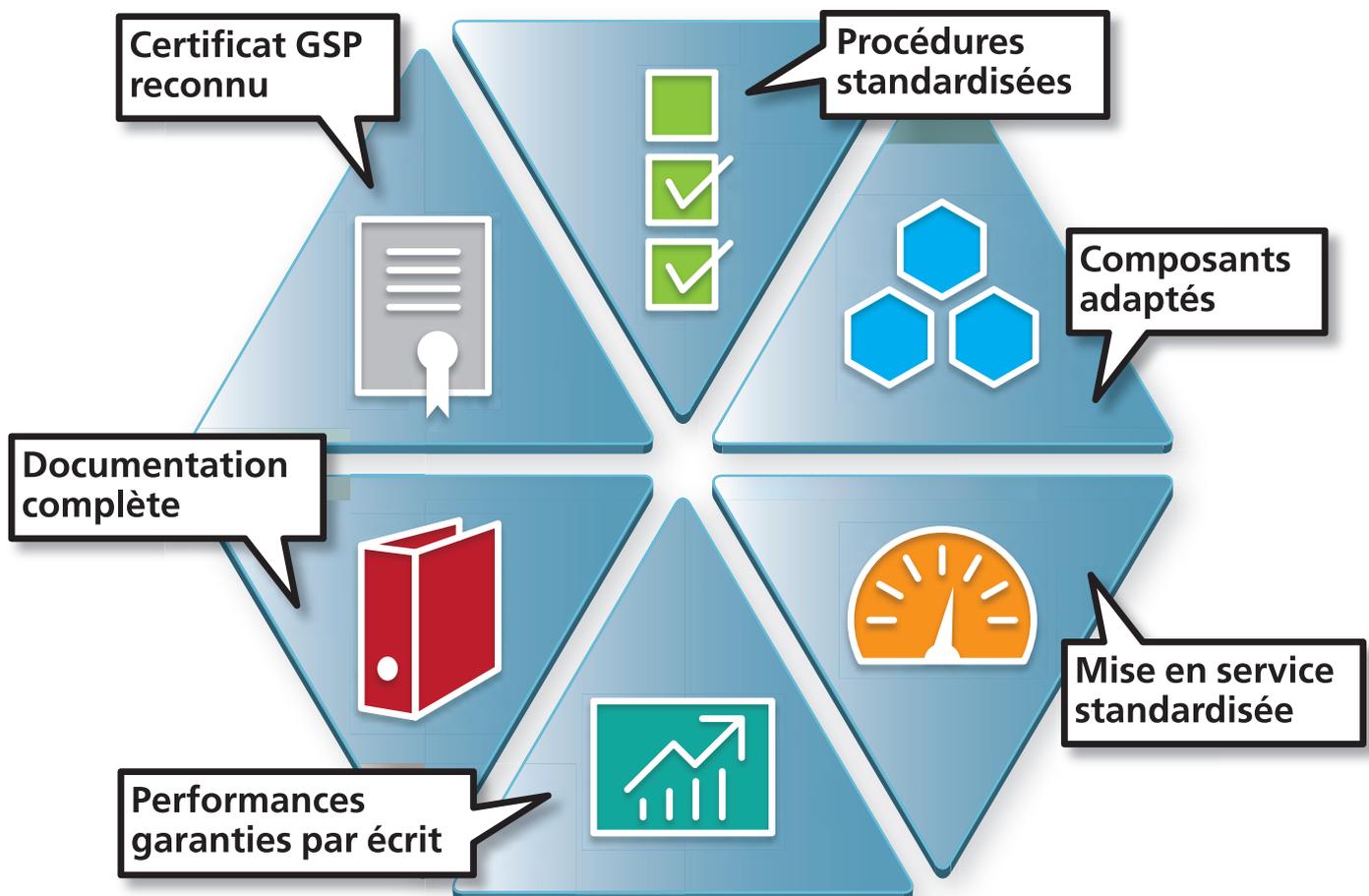
Le pompes à chaleur système-module (PAC-SM) intègre les diverses composantes que sont la source de chaleur, la pompe à chaleur, la ou les pompes d'entraînement, l'accumulateur, l'hydraulique, le système de distribution de la chaleur, le réchauffement de l'eau sanitaire et le guidage/réglage dans un système global intégré de production de chaleur. Le PAC-SM règle également la mise en

service. Cette amélioration de la qualité permet un accroissement marqué de l'efficacité comparé aux installations conventionnelles.

Le PAC système-module profite d'un nombre réduit d'interfaces pendant la planification et l'installation. Grâce à la mise en service correcte et complète et le contrôle ultérieur, après trois ans de service, le client obtient une installation qui convient totalement aux exigences d'efficacité énergétique et de fiabilité. Le propriétaire reçoit un certificat pour l'installation. La certification est réalisée par une commission indépendante du GSP, qui vérifie les documents et certifie l'installation.

Toutes les informations sont disponibles sur :

[www.pac-systememodule.ch](http://www.pac-systememodule.ch)



# LE GROUPEMENT PROFESSIONNEL SUISSE POUR LES POMPES À CHALEUR, GSP

Le GSP a été fondé en 1993 dans le cadre d'une collaboration avec les distributeurs d'énergie de Suisse orientale ainsi que par l'industrie et l'Office fédéral de l'énergie. Il s'agissait alors d'identifier les opportunités de la technique, de les améliorer, de les sécuriser et de les promouvoir. Durant les premières années, l'accent était mis sur l'assurance qualité. Aujourd'hui, les chauffages par PAC sont installés dans environ 80 pour cent des nouveaux bâtiments. La technique des pompes à chaleur fait partie intégrante des cursus dans les écoles professionnelles, de techniciens et de maîtres artisans ainsi que des cursus dans les hautes écoles spécialisées.



**GSP**  
Groupement professionnel suisse  
pour les pompes à chaleur



# INFORMEZ-VOUS !

---

Les centres d'information de Berne, d'Illarsaz et de Bellinzona, les partenaires spécialisés du GSP, les Services cantonaux de l'énergie et les fournisseurs d'énergie régionaux vous informeront volontiers sur les pompes à chaleur.

Des spécialistes de la planification, de la mise en service et de l'entretien des installations vous aident à optimiser votre installation de chauffage en construction neuve ou rénovée. Seuls des partenaires expérimentés sont en mesure de vous garantir une qualité optimale. Ne manquez pas de consulter votre partenaire spécialisé du GSP ! Vous les trouverez à la rubrique adresses sur le site [www.pac.ch](http://www.pac.ch).

## **SUISSE ROMANDE**

Centre d'information pour les pompes à chaleur  
Chemin de Tabac-Rhône 12  
1893 Illarsaz  
Téléphone : 024 426 02 11  
[info@pac.ch](mailto:info@pac.ch)  
[www.pac.ch](http://www.pac.ch)

## **SUISSE ALÉMANIQUE**

Informationsstelle Wärmepumpen  
Steinerstrasse 37  
3006 Berne  
Téléphone : 031 350 40 65  
[info@fws.ch](mailto:info@fws.ch)  
[www.fws.ch](http://www.fws.ch)

## **SUISSE ITALIENNE**

Centro d'informazione per le pompe di calore  
c/o Associazione TicinoEnergia  
Ca' bianca  
Via San Giovanni 10  
6500 Bellinzona  
Téléphone: 091 290 88 12  
[info@app-si.ch](mailto:info@app-si.ch)  
[www.app-si.ch](http://www.app-si.ch)



---

SuisseEnergie, Office fédéral de l'énergie OFEN  
Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen. Adresse postale : CH-3003 Berne  
Infoline 0848 444 444, [www.suisseenergie.ch/conseil](http://www.suisseenergie.ch/conseil)  
[energieschweiz@bfe.admin.ch](mailto:energieschweiz@bfe.admin.ch), [www.suisseenergie.ch](http://www.suisseenergie.ch)

Distribution : [www.publicationsfederales.admin.ch](http://www.publicationsfederales.admin.ch)  
Numéro d'article 805.067.F