



Richard Phillips, Février 2010

Pompes à chaleur – Questions et réponses

Réponses aux questions des personnes qui souhaitent mieux connaître les pompes à chaleur.

**Auteur:**

Richard Phillips

Office fédérale de l'énergie OFEN

Section énergies renouvelables

Responsable marché du domaine chaleur ambiante, couplage chaleur-force, froid

Groupement promotionnel suisse pour les pompes GSP

Stephans Peterhans, Directeur GSP

Peter Hubacher, Responsable Qualité GSP

Walter Eugster, Responsable du Certificat Qualité pour les sondes géothermiques GSP

André Freymond, Antenne Romande du GSP

Antonio Milelli, Bureau GSP



Préface

La sécurité de l'approvisionnement, les énergies renouvelables et le changement climatique sont des thèmes qui nous interpellent. Ils font également partie des thèmes principaux de la politique énergétique du conseil fédéral de 2007, qui s'appuie sur les quatre piliers suivants: les énergies renouvelables, l'efficacité énergétique, les grosses centrales et la politique énergétique extérieure. Les objectifs concrets de cette stratégie sont, entre autre, de réduire la consommation des énergies fossiles et donc des émissions de CO₂ ou de limiter autant que possible l'augmentation continue de la consommation d'électricité.

En 2000 il y avait, selon le recensement fédéral, en tout 1'400'000 systèmes de chauffage en fonction, dont 800'000 chaudières à mazout, 200'000 chaudières à gaz et 170'000 chauffages électriques à résistances. Les chaudières à mazout et à gaz sont responsables de presque la moitié des émissions de CO₂ en Suisse. C'est pourquoi l'OFEN a décidé très tôt de soutenir le développement de la technologie des pompes à chaleur. Les résultats parlent d'eux-mêmes. Depuis 2007, il se vend plus de pompes à chaleur que de chaudières à gaz ou à mazout. A la fin 2008, plus 140'000 pompes à chaleur étaient en fonction. L'objectif est d'atteindre les 400'000 pompes à chaleur d'ici 2020. Si toutes les chaudières à mazout et à gaz étaient remplacées par des pompes à chaleur, les émissions de CO₂ pourrait être réduite d'au moins 8%.

L'efficacité énergétique des pompes à chaleur a doublé entre 1970 et 2000. Maintenant la technologie a atteint une certaine maturité. Grâce à l'utilisation de la chaleur résiduelle provenant des agglomérations (p.ex. dans les stations d'épuration) au moyen de pompes à chaleur, une contribution importante au développement de l'efficacité énergétique peut être réalisée.

L'excellente qualité, la fiabilité et les faibles coûts de fonctionnement des pompes à chaleur contribuent à leur excellente acceptation auprès des propriétaires de maisons individuelles, de bâtiments d'habitation, de biens immobiliers dans l'administration, l'industrie et les services. Cette brochure répond aux questions les plus fréquemment posées lors de la décision d'investissement.

Walter Steinmann

Directeur

Office fédéral de l'énergie OFEN



1. Quelles énergies utilisent et produisent les pompes à chaleur?

Avec environ 25% d'énergie d'entraînement (de l'électricité principalement, ou du gaz mais avec d'autres coefficients de performance), les pompes à chaleur fournissent 100% d'énergie thermique pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire (voir illustration 1). Elles puisent 75% de la chaleur nécessaire dans l'environnement et l'élèvent à une température suffisante pour être distribuée dans le bâtiment. 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.

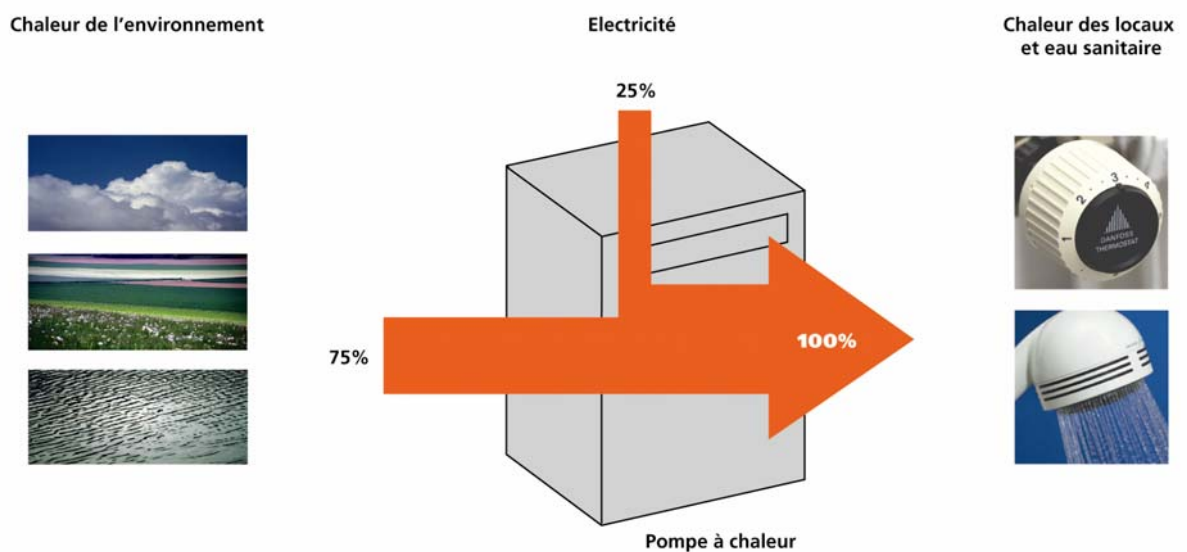
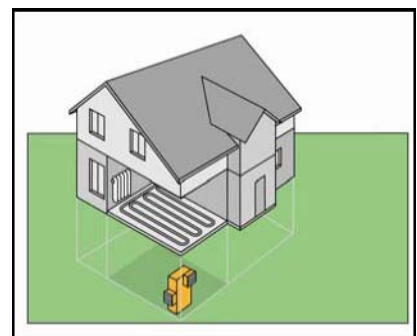


Illustration 1: Principe de fonctionnement d'une pompe à chaleur avec les flux d'énergies.

a) Source de chaleur: l'air

L'air ambiant est partout. Il peut être utilisé par conséquent sans problèmes et facilement dans les quantités nécessaires pour assurer le chauffage. L'utilisation de cette source de chaleur est libre. Elle n'exige pas d'autorisation particulière (éventuellement une autorisation de construire). Les pompes à chaleur air-eau délivre la chaleur soutirée à un système de chauffage traditionnel (chauffage au sol ou radiateurs) ou à un chauffe-eau sanitaire.

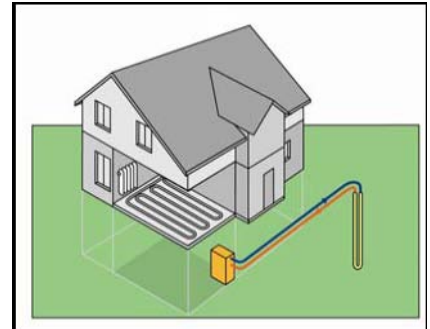
L'air ambiant est aspiré à travers un canal vers la pompe à chaleur. Il est ensuite utilisé par la pompe à chaleur qui, en captant sa chaleur, le refroidit de quelques degrés puis le restitue vers l'extérieur par un deuxième canal. Le renouvellement de la chaleur de l'air utilisée a lieu de façon naturelle par un échange thermique et selon le processus de réchauffement journalier, respectivement saisonnier.





b) Source de chaleur: le sol

L'énergie naturelle stockée dans le sol peut être facilement utilisée grâce à des sondes géothermiques verticales jusqu'à une profondeur de 300 mètres. L'installation de sondes géothermiques est toujours soumise à autorisation (cantons, communes). En outre il y a d'autres possibilités d'utiliser la chaleur du sous-sol: les pieux de soutènement (pieux énergétiques), les corbeilles géothermiques, les tranchées thermiques ou les registres terrestres. L'installation de tels systèmes implique obligatoirement une autorisation. Ces systèmes ont en commun le fait qu'ils sont tous composés d'un circuit de captage fermé. Ce dernier est constitué de tuyaux en matière plastique imputrescible dans lesquels circule un liquide caloporteur, généralement de l'eau mélangée à de l'antigel (saumure). Ce liquide, qui circule en circuit fermé, capte la chaleur du sous-sol et la restitue à la pompe à chaleur sol-eau à travers son évaporateur qui à son tour soutire cette chaleur. Le sous-sol est une source de chaleur qui va par conséquent servir à produire du chauffage. Il peut aussi servir de source de fraîcheur pour subvenir à des besoins en froid.

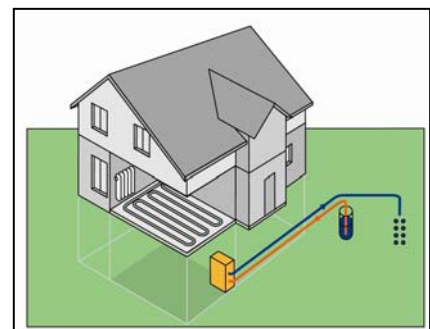


Plus de 99% de la planète se situent à une température supérieure à 1000 degrés. La chaleur qui provient de l'intérieur de la terre, appelée géothermie, rayonne en permanence du cœur vers la surface. A 100 mètres de profondeur, la température est d'environ 12°C et elle augmente de façon linéaire de 3°C par 100 mètres pour atteindre environ 20°C 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.

c) Source de chaleur : l'eau

Les eaux souterraines sont une source de chaleur renouvelable idéale car constante tout au long de l'année. Toutefois, les eaux de surface comme celles des lacs et des rivières sont également une source de chaleur utilisable. L'utilisation des eaux par des pompes à chaleur eau-eau est également soumise à autorisation (cantons, communes).

L'utilisation de la chaleur des eaux souterraines se fait par un puits de captage. Ce type d'utilisation implique l'assistance d'un hydrogéologue et en cas d'incertitude, d'une analyse de la qualité de l'eau. Une pompe immergée va pousser l'eau dans une canalisation (généralement un tuyau en matière plastique) jusqu'à la pompe à chaleur qui va lui soutirer quelques degrés avant de la restituer à la nappe phréatique dans un puits d'infiltration. Nous sommes dans ce cas en présence d'un circuit ouvert. La nappe phréatique tout comme les eaux de surface peuvent servir de source de chaleur et de froid.



La quantité de chaleur utilisée dans la nappe phréatique ou les eaux de surface est immédiatement renouvelée par le courant d'eau.



2. Quelle est la part de l'énergie renouvelable utilisée avec les pompes à chaleur?

Les énergies renouvelables sont les énergies issues de l'environnement, qui sont disponibles de manière durable, illimitée et gratuite. Lors de leur utilisation pour produire de la chaleur, elles n'endommagent pas l'environnement. Au contraire, elles permettent de réduire la charge environnementale du dioxyde de carbone (CO₂), des oxydes d'azote (NO_x), du dioxyde de soufre (SO₂), des particules fines, etc. L'utilisation des énergies renouvelables est innovante pour l'avenir et augmente la valeur des biens fonciers.

Quelle est la part d'énergies renouvelables des différents systèmes de production de chaleur pour le chauffage des bâtiments et pour la production d'eau chaude? Le besoin énergétique total se monte à 100% en se basant sur les directives actuelles de construction. Les valeurs énumérées ci-dessous sont des approximations.

Système de chauffage	Composants supplémentaires	Energie primaire	Energie auxiliaire	Energies renouvelables
PAC air-eau	aucun	Electricité 30 – 40 %	Compris dans l'énergie primaire	60 – 70 %
PAC sol-eau et PAC eau-eau	aucun	Electricité 20 – 30 %	Compris dans l'énergie primaire	70 – 80 %
PAC air-air Source: air rejeté	aucun	Électricité 10 – 15 %	Compris dans l'énergie primaire	85 – 90 %
Chaudière à bois	Ventilateur électrique	Bois *	Electricité 5 %	95 % *
Chaudière à mazout combinée avec du solaire pour l'eau chaude	Ventilateur et pompe électriques	Mazout 85 %	Electricité 3 %	10 - 12 %
Chaudière à gaz combinée avec du solaire pour l'eau chaude	Ventilateur électrique	Gaz 85 %	Electricité 3 %	10 – 12 %

* Le bois est à la fois une énergie primaire et renouvelable

Peut-on combiner des systèmes de pompes à chaleur avec des installations solaires? Oui, de telles combinaisons fonctionnent et augmentent dans tous les cas l'efficacité énergétique de l'installation. En fonction des standards de construction actuels, la part énergétique nécessaire pour l'eau chaude sanitaire devient élevée car les pertes énergétiques à travers l'enveloppe des bâtiments sont faibles (besoin en chauffage plus faible). Dans ce cas, l'amélioration apportée par les capteurs solaires prend une part toujours plus importante. Malheureusement, la plus-value financière reste difficilement amortissable. Cependant cela peut devenir intéressant si des subventions ou d'autres aides financières sont disponibles.



3. Quelle est l'efficacité actuelle des pompes à chaleur?

Les unités physiques de travail, d'énergie et de puissance sont souvent confondues les unes avec les autres. La puissance est par définition le travail par unité de temps.

	Unité couramment utilisée	Conversion unité physique
Travail, Energie	1.0 kWh	3600 kJ
Puissance	1.0 kW	1000 W

Quelle est la différence entre un COP et un COPA?

Le COP (Coefficient Of Performance = facteur de performance) et le COPA (facteur de performance saisonnier) sont deux mesures pour déterminer l'efficacité. Le COP correspond au rapport entre la puissance de chauffage et la puissance électrique consommée pour un point de fonctionnement défini. Par ex. COP = 4.5 pour B0/W35 signifie que la pompe à chaleur fournit, pour une température du sol de 0°C (B0) et une température d'utilisation de 35°C (W35), 4.5 fois autant d'énergie que celle qu'elle utilise en électricité. Les facteurs de puissance (COP) des pompes à chaleur sont mesurés dans des centres de tests (p.ex. le centre de tests des pompes à chaleur de Buchs SG) en fonction de différents points de fonctionnement. Ainsi il est possible de comparer les pompes à chaleur entre elles en ce qui concerne leur efficacité. Dans une utilisation courante comme système de chauffage en fonction durant toute l'année, les pompes à chaleur sont donc confrontées à ces différents points de fonctionnement. Le COP n'est cependant pas adapté pour caractériser l'exploitation d'une pompe à chaleur de manière globale sur toute l'année. C'est pourquoi, on utilise le COPA qui est le rapport entre l'énergie produite pour le chauffage et l'énergie électrique consommée, énergies qui sont mesurées sur une année. Pour la comparaison entre différents systèmes de chauffage, il est important de bien définir les limites de ces derniers. Un COPA élevé exige un dimensionnement optimal de tout le système.

L'efficacité d'une pompe à chaleur dépend très fortement de la différence de température entre la source de chaleur et le niveau de température du chauffage. Plus la température de la source chaude (air, eau ou sol) est élevée et plus la température de chauffage est basse, alors d'autant plus élevée sera l'efficacité. De plus, l'efficacité est aussi influencée par le comportement de l'utilisateur. C'est pourquoi le coefficient de performance annuel ne peut pas être représenté par une valeur unique, mais plutôt par un intervalle dans lequel se situe le COPA.

Coefficient de performance annuel COPA	Nouvelle construction	Rénovation
Pompes à chaleur air/eau	2.8 – 3.5	2.5 – 3.0
Pompes à chaleur sol/eau	3.5 – 4.5	3.2 – 4.0
Pompes à chaleur eau/eau	3.8 – 5.0	3.5 – 4.5



4. Peut-on chauffer totalement un bâtiment en hiver avec une pompe à chaleur?

De façon générale oui car toutes les pompes à chaleur permettent de subvenir aux besoins en production de chaleur et d'eau chaude sanitaire. Il y a toutefois des différences entre les divers systèmes de pompes à chaleur qu'il convient de respecter:

Pompes à chaleur air-eau:

Les pompes à chaleur air-eau ont une limite d'utilisation qui va généralement jusqu'à une température minimale de l'air de -20°C . Cela signifie que pour le plateau suisse (selon la norme SIA, la température moyenne se situe à environ -8°C) et jusqu'à une altitude de 1000 m (selon la norme SIA environ -10°C) les pompes à chaleur subviennent sans problème à la totalité des besoins en chauffage. Si la température descend en dessous de ces valeurs normées, un corps de chauffe de secours s'enclenche automatiquement. Statistiquement de tel cas n'arrive que très rarement.

Pompes à chaleur sol-eau:

Pour ce type de pompe à chaleur, le dimensionnement correct des sondes géothermiques verticales est déterminant. Pour cela, il y a une norme (SIA 384/6) qui prend en compte tous les paramètres déterminants.

Pompes à chaleur eau-eau:

Lorsque la pompe à chaleur utilise les eaux souterraines comme source de chaleur, le débit et la qualité de ces eaux sont déterminants. Une analyse permet de donner les informations indispensables. Lors de l'utilisation des eaux de surface de lacs ou de rivières, c'est le niveau de pollution des eaux et les risques de gel qui sont déterminants.

5. Peut-on chauffer avec un réseau de distribution par radiateurs?

Oui, les pompes à chaleur sont parfaitement à même d'assurer le chauffage avec un réseau de distribution par radiateurs. Ceci tant dans la construction neuve que dans la rénovation. La température de départ sur le réseau de distribution se situe, selon les fabricants, de 55°C à 65°C .

Le niveau de température de chauffage joue un rôle important sur l'efficacité de l'installation. Plus cette température est élevée, moins l'installation sera efficace. Par conséquent, il est important de déterminer avec précision cette température maximum nécessaire. Il vaut presque toujours la peine, de remplacer les anciens radiateurs par des modèles disposant d'une surface d'échange plus élevée. De façon générale les mesures énergétiques sur l'enveloppe du bâtiment pour une diminution directe des besoins de chaleur et par conséquent une diminution de la température de chauffage doivent être examinées. Une diminution de 5°C de la température de départ du chauffage signifie 8% d'amélioration de l'efficacité (c'est-à-dire que la pompe à chaleur consomme 8% d'électricité en moins). Cela contribue par conséquent à une amélioration des performances annuelles de l'installation et à une diminution des émissions de CO_2 .



6. Combien de courant une pompe à chaleur consomme-t-elle?

Les plus importants consommateurs d'électricité en 2006:

- Consommation de toute la Suisse: 100%
- Brûleurs de chauffages à gaz et à mazout: 2%
- Chauffages électriques à résistances: 6%
- Chauffe-eau électriques à résistances: 4%
- Appareils électroménagers: 11%
- Moteurs dans l'industrie: 19%
- Eclairage: 13%
- Trains, trams, transports par câbles: 5%

A titre de comparaison:

- 112'800 pompes à chaleur (état fin 2006) 1,5%
- 400'000 pompes à chaleur (objectif fin 2020) 4%

Le remplacement de tous les chauffages électriques à résistances et de tous les chauffe-eau électriques permettrait de libérer suffisamment de courant pour faire fonctionner un million de pompes à chaleur.

7. D'où vient le courant électrique pour les pompes à chaleur?

Le courant électrique produit en Suisse provient à 40% de centrales nucléaires et à 60% de centrales électriques qui utilisent des énergies renouvelables, avant tout des centrales hydrauliques. Au niveau de la consommation, c'est le contraire: l'importation et de l'exportation d'électricité aboutissent à ce que le courant électrique à la prise provient à 60% d'énergies non renouvelables.

Pour les pompes à chaleur en Suisse, il n'est absolument pas nécessaire de construire des centrales électriques supplémentaires. Les quantités d'électricité nécessaires sont déjà disponibles. En comparaison: plus d'un quart de la consommation totale de la Suisse va sur le compte de l'éclairage privé et public, ainsi que des appareils électroménagers. Par contre les pompes à chaleur actuellement en service ne sont responsables que de 1 à 2% de la consommation totale. Avec l'augmentation de l'efficacité des appareils électroménagers et le remplacement des chauffages électriques à résistances, davantage de courant électrique peut être économisé que ce qui est nécessaire pour les pompes à chaleur.

Les propriétaires peuvent aujourd'hui déjà choisir parmi différentes sortes de courant électrique: si vous faites fonctionner votre pompe à chaleur avec du courant hydraulique, éolien ou photovoltaïque, votre chaleur de chauffage proviendra à 100% d'énergie renouvelables.

8. Les fluides frigorigènes utilisés sont-ils réglementés?

Les bases juridiques et les règles sont contenues dans l'Ordonnance sur la réduction des risques liés aux produits chimiques (ORRChim). Par conséquent, tous les appareils contenant plus de 3kg de fluide frigorigène stable dans l'air doivent être déclarés (documentation technique du fabricant et



plaque signalétique sur la pompe à chaleur). Environ un tiers des pompes à chaleur vendues chaque année en Suisse tombe sous le coup de cette déclaration. Une vignette et un livret d'entretien accompagnent la machine et le propriétaire qui doit, avec l'aide de son fournisseur, effectuer les contrôles d'étanchéité prescrits. Il s'agit d'un simple contrôle et non d'un entretien. Cela peut se faire sans la conclusion d'un contrat de maintenance.

Lois et documentation:

Règlements visant à réduire les risques liés à l'utilisation de certains gaz synthétiques à effet de serre (Ordonnance sur la réduction des risques liés aux produits chimiques ORRChim)

- Installations contenant des fluides frigorigènes stables dans l'air (2^{ème} édition actualisée en 2009).
- Instructions: installations stationnaires et appareils contenant des fluides frigorigènes (2^{ème} édition actualisée en 2006).

Quels sont les points à retenir?

a) Instructions pour les installations contenant plus de 3kg de fluide frigorigène stable dans l'air

- Cela concerne les pompes à chaleur, les installations de production de froid et les climatiseurs.
- Les instances de contrôle sont en principe les cantons.

b) Contrôle de l'étanchéité (fréquence des contrôles) et livret d'entretien

- Fréquence des contrôles: les contrôles d'étanchéité d'un dispositif ou d'une installation doivent être effectués après chaque intervention dans le circuit frigorifique et après chaque entretien.
- En règle générale, on applique la fréquence de contrôle suivante: dispositifs et installations construits sur place, 1^{er} contrôle deux ans après la mise en service et ensuite une fois par an. Exception pour les installations et appareils compacts produits en usine: 1^{er} contrôle 6 ans après la mise en service; 2^{ème} contrôle 4 ans plus tard et ensuite tous les deux ans.
- Tenue d'un livret d'entretien: un livret d'entretien doit être tenu pour tous les appareils et toutes les installations contenant plus de 3kg de fluide frigorigène, indépendamment du type de fluide utilisé.

c) Déclaration obligatoire

- La déclaration obligatoire concerne toutes les installations qui sont mises en service ou hors service et contenant plus de 3kg de fluide frigorigène appauvrissant la couche d'ozone ou stable dans l'air. Le livret d'entretien de la ASF/GSP contient une fiche de déclaration.
- Les installations existantes doivent aussi être déclarées.

Des informations complètes peuvent être consultées et téléchargées du site Internet de l'Office fédéral de l'environnement OFEV: www.bafu.admin.ch et du GSP: www.pac.ch, rubriques «Chiffres & faits» «Fluides frigorigènes»



9. Que signifient les différents certificats de qualité?

En Suisse, nous disposons de trois certificats de qualité. Ces certificats sont émis par le Groupement promotionnel suisse pour les pompes à chaleur GSP et garantissent un haut niveau de qualité. Ils sont reconnus par l'Office fédéral de l'énergie, les cantons et les distributeurs d'énergie électrique. Ils sont généralement étroitement liés à leurs programmes d'encouragement.

Une pompe à chaleur, respectivement une gamme de pompes à chaleur, est certifiée sur la demande du fabricant pour autant qu'un certain nombre d'exigences minimales soient respectées, à savoir: un 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 24h sur 24h et au minimum deux ans de garantie totale. Cette procédure est soutenue sur le plan international (European Heat Pump Association, EHPA).

Le certificat de qualité pour entreprises de forages 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 des déclarations de 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 une formation ad hoc 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.

