



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

Centre d'information

Rue du Four 11  
1400 Yverdon-les-Bains  
Tél.: 024 426 02 11  
Fax: 024 426 02 12  
info@pac.ch  
www.pac.ch

Rapport final, juin 2013

---

**Etude sur le remplacement des chauffages électriques par des  
pompes à chaleur dans le canton de Fribourg**

---



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

**Mandat:**

Office fédéral de l'énergie OFEN  
CH-3003 Berne  
[www.bfe.admin.ch](http://www.bfe.admin.ch)

**Mandataire:**

Groupement professionnel suisse pour les pompes à chaleur GSP  
Steinerstrasse 37  
CH-3006 Berne  
[www.fws.ch](http://www.fws.ch)

**Chef de projet:**

André Freymond, responsable de l'antenne romande du GSP et directeur de la société PAC'Info  
Sàrl, Rue du Four 11, 1400 Yverdon-les-Bains

**Collaborateurs au projet:**

Urs Grossenbacher, Electro-ing. ETS + MAS FHNW, INES Energieplanung GmbH, Pestalozzistrasse 10, 3280 Murten  
Michael Eyermann Electrotechnicien + Master construction en bois, INES Energieplanung GmbH, Pestalozzistrasse 10, 3280 Murten  
Stephan Peterhans, Ing dipl. ETS, directeur du GSP, Dorfstrasse 27, 8305 Dietlikon

**Auteur du rapport:**

André Freymond

Le contenu et les conclusions émises engagent uniquement la responsabilité de l'auteur.

Numéro du projet selon contrat OFEN: SI/400856-01



*Groupement professionnel suisse  
pour les pompes à chaleur GSP*

## Table des matières

<b>Résumé</b>	<b>4</b>
<b>1. Préambule</b>	<b>6</b>
<b>2. Procédure</b>	<b>6</b>
<b>3. Critères des coûts utilisés pour l'analyse des offres</b>	<b>7</b>
<b>4. Analyse des coûts de la partie production de chaleur</b>	<b>10</b>
<b>5. Analyse des coûts de la partie distribution de chaleur</b>	<b>11</b>
<b>6. Analyse globale des coûts</b>	<b>13</b>
<b>7. Critères énergétiques utilisés pour l'analyse des offres</b>	<b>14</b>
<b>8. Analyse de l'indice énergétique donné par le propriétaire</b>	<b>15</b>
<b>9. Analyse de la puissance thermique spécifique de la PAC offerte par l'installateur</b>	<b>16</b>
<b>10. Dimensionnement des longueurs des sondes géothermiques</b>	<b>16</b>
<b>11. Conclusions</b>	<b>17</b>
<b>12. Photos</b>	<b>19</b>



*Groupement professionnel suisse  
pour les pompes à chaleur GSP*

## Résumé

A l'heure où il est beaucoup question d'économie d'énergie et de révision de la loi sur l'énergie par de l'Office fédéral de l'énergie que par celui d'un grand nombre de cantons, le Groupement professionnel suisse pour les pompes à chaleur (GSP) fait le point de la situation en relation avec l'interdiction des chauffages électriques qui se profile dans plusieurs cantons et sur le plan fédéral. Pour mémoire, cette interdiction existe déjà dans les cantons de Berne, Neuchâtel et Soleure. Les questionnements liés aux possibilités techniques et aux coûts réels que représentent le remplacement d'un chauffage électrique par une pompe à chaleur sont les principaux éléments auxquels le GSP veut amener des réponses concrètes et rétablir la vérité des coûts par rapport aux chiffres exagérément élevés transmis par les opposants à cette interdiction. Le but de l'étude est de rassurer les propriétaires de chauffage électrique. Pour ce faire, le GSP a proposé aux propriétaires de bâtiments chauffés à l'électricité de remplir un formulaire d'inscription mis en ligne sur le site Internet de l'association. Ce formulaire avait pour but de donner quelques précisions sur l'objet en question ainsi que la consommation électrique moyenne des années passées. Le GSP a transmis ensuite à ses partenaires spécialisés, membres de l'association, les formulaires. Après une visite sur place, les installateurs ont établi une offre clé en main pour remplacer le chauffage électrique par un système de pompe à chaleur. Les offres ont été ensuite transmises à un bureau d'ingénieurs indépendant et non membre du GSP qui a contrôlé l'exactitude technique et la précision des prix de chacune d'elles. Ce bureau a ensuite envoyé les offres à leurs propriétaires avec des commentaires lorsque cela s'est avéré utile. La synthèse des principaux critères contrôlés fait l'objet de ce rapport. Elle reflète la réalité de ce marché.

Sur un peu plus de 4 millions de logements en Suisse, environ 240'000 sont chauffés à l'électricité. Ils représentent environ 6% de la part totale des systèmes de chauffage. Pour comparaison, les installations de chauffage par pompes à chaleur sont au nombre de 200'000 à la fin 2012 et représentent environ 5% de la part totale des systèmes de chauffage. Le mazout représente 56% et le gaz 20%. Le reste, soit env. 13% est représenté pour l'essentiel par le bois, par le chauffage à distance et par le charbon.



*Groupement professionnel suisse  
pour les pompes à chaleur GSP*

Sur la consommation finale d'électricité en 2011 qui était de 58'599<sup>1</sup> GWh, 10'457 GWh<sup>1</sup> sont consacrés aux ménages et, de cette part, 2'461 GWh<sup>1</sup> sont consacrés au chauffage électrique, soit 23.5% de la part consacrée aux ménages et 4,2% de la part totale.

---

<sup>1</sup> Source OFEN



## **1. Préambule**

Suite au référendum contre la nouvelle loi sur l'énergie du canton de Fribourg, une discussion a eu lieu entre le service de l'énergie, son directeur Monsieur Serge Boschung et la direction du GSP, pour élaborer les modalités et l'opportunité d'établir une étude qui permette de rétablir la vérité sur les coûts des installations de pompes à chaleur en remplacement des chauffages électriques.

Le 3 septembre, le GSP organisait, pour lancer l'étude, une conférence de presse en collaboration avec le bureau Crausaz & Partenaires Stratégie et Communication SA. Une information et le formulaire d'inscription sont mis en ligne sur les sites Internet [www.pac.ch](http://www.pac.ch) et [www.fws.ch](http://www.fws.ch)

L'objectif de l'étude est de parvenir à contrôler une septantaine d'offres ou variantes d'offres d'ici à mi-février.

Très rapidement plus de 70 formulaires d'inscriptions sont parus au GSP qui les a ensuite distribués aux membres intéressés par cette étude. (Voir annexe A)

Après le refus du peuple sur la révision de la loi sur l'énergie dans le canton de fribourg, lors des votations du 25 novembre 2012, l'intérêt des propriétaires a fortement diminué et nombre d'entre eux ont renoncé à la proposition qui leur avait été soumise en le signifiant au GSP ou à l'installateur qui les contactait.

Fin février 2013, nous avons 67 variantes d'offres qui représentaient 37 villas. Malheureusement aucun immeuble n'a pu être étudié car les trois propriétaires concernés n'ont pas donné suite au projet.

## **2. Procédure**

Pour des raisons d'organisation, l'étude se limite au territoire du canton de Fribourg, celui-ci étant bilingue et disposant d'un nombre d'installations de chauffage électrique représentatif de ce qui se fait en Suisse, à l'exception toutefois de la proportion de chauffage électrique direct (sans circuit de distribution hydraulique existant), proportion quasi inverse à celle de la Suisse alémanique. Mais comme les coûts d'assainissement sont plus élevés avec un chauffage électrique direct, un plus grand nombre de ces installations seront évalués. C'est donc un avantage. Le GSP a envoyé à ses partenaires installateurs les 70 premières demandes de propriétaires intéressés à l'offre de remplacement de leur chauffage électrique. Ces partenaires ins-



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

tallateurs sont au nombre de 12. Ils ont contacté les propriétaires et fixé un rendez-vous afin de visiter leur installation. Après avoir relevé toutes les informations et considéré tous les souhaits des propriétaires, les installateurs ont transmis au GSP leurs offres clé en main. De son côté, le GSP a transmis les offres reçues au bureau d'étude INES Energieplanung GmbH à Morat qui les a contrôlées. Ce bureau dispose d'une grande expérience dans le domaine des installations techniques et de l'enveloppe des bâtiments. De plus, il n'est pas membre du GSP. Cette étude se voulait neutre et ce bureau a été choisi pour les raisons susmentionnées. Le 28 février 2013, le GSP a reçu du bureau technique le résultat du contrôle des 37 offres représentant 67 solutions d'installations. Le tableau Excel qui résulte de cette analyse donne un très grand nombre d'informations tant techniques que financières. Les pompes à chaleur proposées ont toutes obtenu le certificat de qualité EHPA et les foreurs choisis sont également certifiés. Une fois les offres contrôlées, elles ont toutes été envoyées à leurs propriétaires avec une lettre d'accompagnement contenant, si cela s'avérait utile, des remarques.

### **3. Critères des coûts utilisés pour l'analyse des offres**

Huit modes de réalisations ont été définis en deux catégories. A savoir:

- A) les pompes à chaleur sol-eau avec sonde(s) géothermique(s)
- B) les pompes à chaleur air-eau

A et B étant subdivisés en quatre systèmes, à savoir:

- A1) Création d'un circuit de chauffage avec des radiateurs.
- A2) Création d'un chauffage au sol.
- A3) Combinaison des deux systèmes ci-dessus.
- A4) Circuit de distribution existant.
- B1) Création d'un circuit de chauffage avec des radiateurs.
- B2) Création d'un chauffage au sol.
- B3) Combinaison des deux systèmes ci-dessus.
- B4) Circuit de distribution existant.

La production d'eau chaude sanitaire est toujours comprise.



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

Les offres ont été analysées par secteur de travaux ou de matériel, en fonction des années d'amortissement. (Voir tableau 8). La durée d'amortissement a été fixée à 15 ans comme le suggère la norme SIA 480 pour tout ce qui concerne le démontage et le montage des appareils et la mise en service. La durée d'amortissement a été prolongée jusqu'à 30 ans pour la liaison au local de chauffage, les fouilles, la création d'un socle pour les PAC air-eau extérieures, la remise en état des lieux, les traversées de mur, la création du circuit de distribution par radiateurs ou par chauffage au sol. Pour les travaux de forage et la mise en place des sondes géothermiques, c'est 50 ans qui ont été considérés dans le calcul (durée de vie minimale des sondes selon SIA 384/6). Un intérêt de 3% sur l'investissement consenti a été calculé. Le prix de l'électricité est celui pratiqué en 2012 par le Groupe E sur le territoire du canton de Fribourg, soit : haut tarif, 21.18 ct/kWh et bas tarif, 13.82 ct/kWh. Ces prix ont été majorés de 1.5%, ce qui représente un croissance annuelle moyenne pendant 15 ans. Les prix affichés sont tous établis avec une TVA de 8%. La proportion de haut et bas tarifs a été considérée comme sur le tableau 1 ci-dessous.

<b>Prix moyen de l'électricité en centimes par kWh, HT, BT</b>	<b>21.18</b>	<b>13.82</b>	<b>Prix moyen</b>
Installation d'une PAC	70%	30%	18.97
Eau chaude sanitaire avec la PAC	30%	70%	16.03
Installation él. 40% convecteurs, 60% radiateurs à accumulation	50%	50%	17.50
Instal. comprenant une chaudière électrique sans accumulation	70%	30%	18.97
Instal. comprenant une chaudière électrique avec accumulation	20%	80%	15.29
Instal. tout électrique direct	70%	30%	18.97
Instal. convecteurs à l'étage et natte chauffant électrique au rez	50%	50%	17.50
Instal. convecteurs à l'étage et radiateurs à accumulation au rez	50%	50%	17.50
Instal. avec une natte chauffant électrique partout	30%	70%	16.03
Eau chaude sanitaire avec chauffe-eau électrique	0%	100%	13.82

Tableau 1. : prix moyens utilisés selon les différents modes de chauffage. HT = haut tarif, BT = bas tarif



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

L'étude des sept variantes de coûts a toujours été analysée avec une TVA de 8% comprise :

**Variante 1** : Les subventions accordées par le canton de Fribourg pour le remplacement d'un chauffage électrique par une pompe à chaleur ont été déduites du montant total de l'investissement. Une déduction fiscale de 20% du montant restant à payer a été prise en considération. C'est une valeur plutôt conservatrice. Dans certains cas, cette déduction peut s'élever à plus de 30%.

Pour mémoire, les subventions accordées par le canton de Fribourg dans les bâtiments de moins de 400 m<sup>2</sup> de surface brute chauffée (SRE) s'élèvent à :

Création du circuit hydraulique CHF 3'000.-

Pompe à chaleur air-eau CHF 3'000.-

Pompe à chaleur sol-eau (sonde géothermique) CHF 6'000.-

Chaque proposition de remplacement de chauffage électrique par une pompe à chaleur a été comparée avec le remplacement du chauffage existant par un chauffe-eau électrique (CHF 3000.-), une chaudière électrique identique (CHF 25'000.-) ou lorsqu'il y avait des convecteurs et/ou des accumulateurs directs par 60% d'accumulateurs directs (CHF 3000.-) et 40% de convecteurs (CHF 500.-). Pour le remplacement d'un chauffage électrique au sol par un même type de chauffage, c'est un prix au m<sup>2</sup> de chauffage au sol (CHF 105.-) qui a été considéré sans le revêtement de surface (par ex. carrelage ou parquet). Les prix retenus pour cette étude comprennent le démontage de l'installation existante, le montage et le raccordement de la nouvelle installation. Ce sont des prix clé en main comme pour le remplacement du chauffage électrique par une PAC.

Le tableau 9 donne un aperçu global des coûts par catégories d'installations sur la base des prix indiqués sur les offres des installateurs et selon les critères de coûts évoqués ci-dessus.

**Variante 2** : Du montant total de l'investissement, aucune subvention ou déduction fiscale n'a été prise en considération. Le reste est identique à la variante 1. (Voir tableau 10)

**Variante 3** : Du montant total de l'investissement, une déduction fiscale de 20% a été prise en considération mais la subvention n'a pas été déduite. Le reste est identique à la variante 1. (Voir tableau 11)



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

**Variante 4 :** Elle est identique à la variante 1 à une exception près: le renouvellement du chauffage électrique par 60% d'accumulateurs directs et 40% de convecteurs est remplacé par le renouvellement à 100% de convecteurs. (Voir tableau 12)

**Variante 5 :** Elle est identique à la variante 2 à une exception près: le renouvellement du chauffage électrique par 60% d'accumulateurs directs et 40% de convecteurs est remplacé par le renouvellement à 100% de convecteurs. (Voir tableau 13)

**Variante 6 :** Elle est identique à la variante 3 à une exception près: le renouvellement du chauffage électrique par 60% d'accumulateurs directs et 40% de convecteurs est remplacé par le renouvellement à 100% de convecteurs. (Voir tableau 14)

**Variante 7 :** Cette variante est complètement différente. Elle compare les coûts de consommation électrique du système actuel (chauffage tout électrique) avec la consommation électrique d'une installation de PAC en remplacement du chauffage électrique actuel. Le retour sur investissement (ROI) est calculé en divisant le coût total d'investissement de la nouvelle installation de PAC par la différence entre les coûts de consommation électrique du système actuel et les coûts de consommation d'électricité de la nouvelle installation de PAC. (Voir tableau 15)

#### **4. Analyse des coûts de la partie production de chaleur**

Sur la base de notre expérience (sans avoir vu les objets), nous avons calculé un coût pour la production de chaleur en fonction de la puissance du compresseur et du type de PAC (air-eau ou sol-eau) qu'il est prévu d'installer. C'est approximatif mais cela donne une idée des disparités de coûts entre les variantes et les installateurs.



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

<b>Libellé</b>	<b>Nb de variantes proposées</b>
Prix de l'installation de production de chaleur au-dessus de 20% de la valeur de référence	8
Prix de l'installation de production de chaleur entre +10 et +20% de la valeur de référence	8
<b>Prix de l'installation de production de chaleur à + ou – 10% de la valeur de référence</b>	<b>21</b>
Prix de l'installation de production de chaleur entre –10 et –20% de la valeur de référence	14
Prix de l'installation de production de chaleur en-dessous de 20% de la valeur de référence	16
<b>Nombre total de variantes proposées</b>	<b>67</b>

Tableau 2. : analyse des coûts de la production de chaleur par rapport à une valeur de référence

## 5. Analyse des coûts de la partie distribution de chaleur

Sur la base des nombreuses demandes de subventions entrées au service de l'énergie du canton de Fribourg ces dernières années, de l'expérience des deux personnes qui ont contrôlé les offres et de l'auteur du rapport, un prix de base de CHF 1500.- par radiateur hydraulique rendu, posé a été utilisé comme valeur de référence. Bien entendu, il peut y avoir de grosses différences suivant le type des radiateurs proposés. Le prix unitaire augmente également lorsqu'il y a peu de radiateurs à installer (au cas où seul l'étage en est équipé car le rez-de-chaussée possède une installation existante ou doit être pourvu d'un chauffage au sol). Ce calcul n'a pas été fait pour les chauffages au sol car il est trop difficile de sortir un prix moyen au m<sup>2</sup> de surface installée. La disparité des solutions et des coûts de chacune d'elles est telle qu'il est impossible de sortir un prix moyen sans prendre le risque d'être trop loin de la réalité.



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

<b>Libellé</b>	<b>Nb de variantes proposées</b>
Prix par radiateur installé supérieur à CHF 1800.- (+ de 20%)	37
Prix par radiateur installé entre CHF 1650.- et 1800.- (entre + 10 et + 20%)	7
<b>Prix par radiateur installé entre CHF 1350.- et 1650.- (+ ou – 10%)</b>	<b>6</b>
Prix par radiateur installé entre CHF 1350.- et 1200.- (entre – 10 et – 20%)	
Prix par radiateur installé inférieur à CHF 1350.- (– de 20%)	1
<b>Nombre total de variantes proposées</b>	<b>51</b>

*Tableau 3. : analyse des coûts de la distribution de chaleur par radiateur rendu posé liaisons hydrauliques comprises.*

Cette analyse permet de constater que les prix n'ont, dans tous les cas, pas été tirés vers le bas pour l'étude. Il faut savoir que le prix d'un radiateur sur le marché peut varier du simple au triple voir même plus selon son design ou son revêtement de surface, pour finalement remplir le même service. Il y a beaucoup d'offres (37) qui dépassent de 20% le prix de base de CHF 1500.- fixé pour cette étude. Nous avons pu constater, lors du contrôle des offres, que le choix des radiateurs était plutôt orienté haut de gamme et que dans un certain nombre d'installations, les difficultés rencontrées lors de la pose des liaisons hydrauliques a probablement joué un rôle. Comme les personnes qui ont contrôlé les offres ne sont pas allées sur place, il n'est pas possible d'émettre un jugement. Une politique de prix plus élevée que la moyenne, pratiquée par certains installateurs, pourrait être une autre partie de l'explication.



## 6. Analyse globale des coûts

Le tableau 4 ci-dessous montre l'évolution des coûts des PAC sol-eau équipées de sondes géothermiques et des PAC air-eau, tous systèmes de distribution confondus, par rapport à leur puissance thermique. Il est clairement visible que le prix des installations avec sondes géothermiques augmente de façon plus importante lorsque la puissance thermique de l'installation augmente. C'est lié aux prix des forages qui sont proportionnels à la puissance de la PAC alors que le prix des PAC tant sol-eau que air-eau ou le prix de la distribution n'augmente pas dans la même proportion.

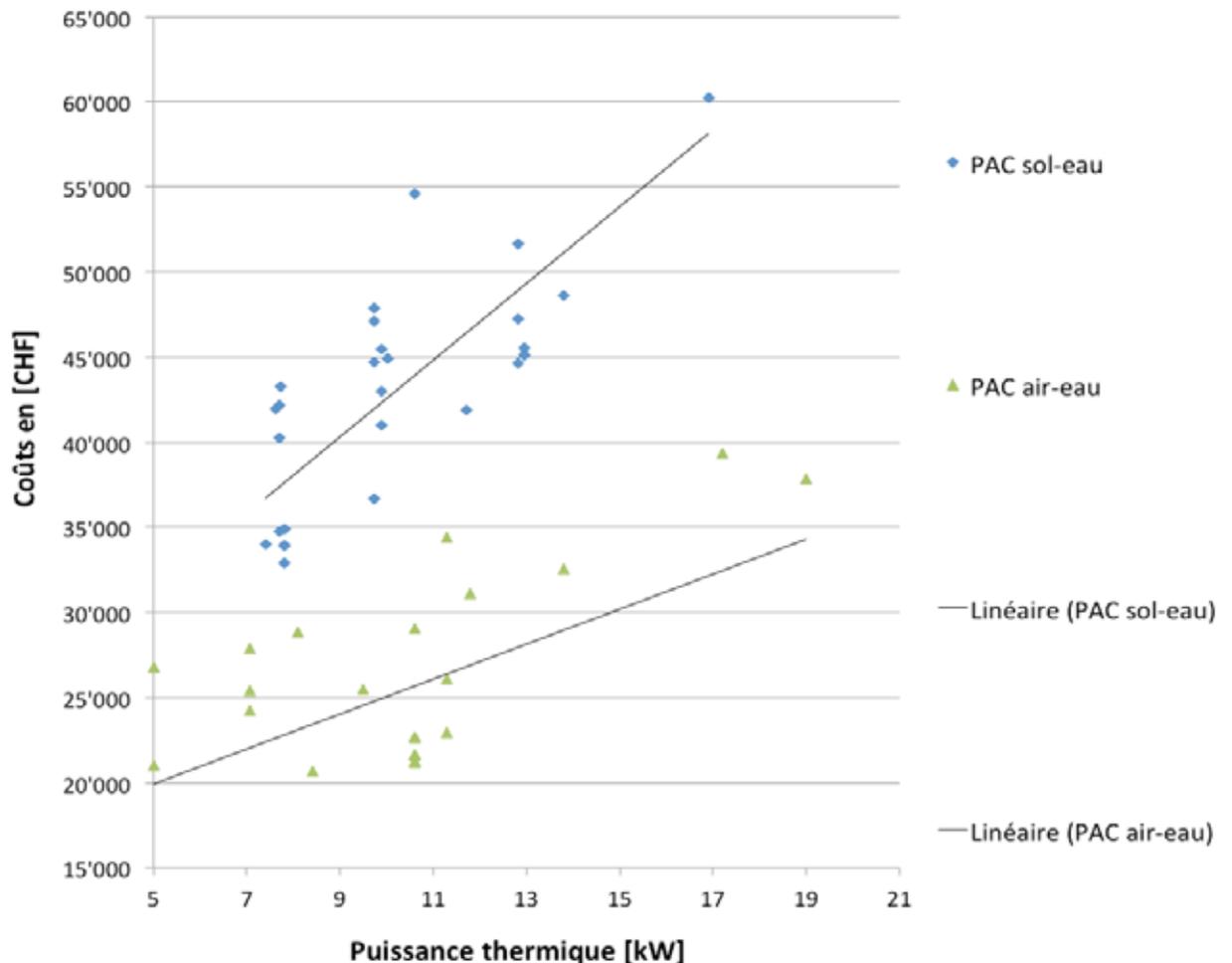


Tableau 4. coûts totaux (clé en main) des installations en remplacement des chauffages électriques en fonction de la puissance thermique des PAC installées.



## 7. Critères énergétiques utilisés pour l'analyse des offres

Afin de pouvoir comparer les coûts d'exploitation des projets sans que le comportement et/ou le nombre de personnes qui habitent la maison en question jouent un rôle, la consommation d'énergie électrique a été considérée en fonction de la surface de référence énergétique (SRE) du bâtiment, soit 90 kWh/m<sup>2</sup>a pour le chauffage et 17 kWh/m<sup>2</sup>a pour la consommation d'ECS.

Les coefficients de performances annuels (COPA) des différentes installations ont été considérés de la manière suivante:

Type de production	Type de PAC	Type de distribution	COPA
Chauffage	PAC sol-eau	Radiateurs nouveaux	3.7
Chauffage	PAC sol-eau	Chauffage au sol nouveau	4.0
Chauffage	PAC sol-eau	Radiateurs existants	3.7
Chauffage	PAC sol-eau	Chauffage au sol existant	4.0
Chauffage	PAC sol-eau	Combinaison	3.7
Chauffage	PAC air-eau	Radiateurs nouveaux	2.8
Chauffage	PAC air-eau	Chauffage au sol nouveau	3.1
Chauffage	PAC air-eau	Radiateurs existants	2.8
Chauffage	PAC air-eau	Chauffage au sol existant	3.1
Chauffage	PAC air-eau	Combinaison	2.8
ECS	PAC sol-eau		3.5
ECS	PAC air-eau		2.8

Tableau 5. : coefficients de performances annuels (COPA) utilisé pour le calcul de l'énergie produite et consommée par l'installation. ECS = eau chaude sanitaire.



## 8. Analyse de l'indice énergétique donné par le propriétaire

La consommation d'énergie électrique transmise par le propriétaire a servi de référence pour cette comparaison.

L'indication par le propriétaire de la surface nette chauffée a été augmentée de 10% afin d'obtenir la surface de référence énergétique (SRE)

Une consommation de 3500 kWh d'énergie électrique pour la consommation du ménage a été déduite des valeurs transmises par les propriétaires de façon à ne considérer que la consommation d'électricité pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire (ECS).

Indice énergétique	Nombre de projets	Remarques.
Moins de 71 kWh/m <sup>2</sup> a	20	Il manque sans doute un complément de chauffage au bois ou le bâtiment a été assaini.
Entre 71 et 80 kWh/m <sup>2</sup> a	3	Il manque sans doute un complément de chauffage, les occupants sont particulièrement économes ou le bâtiment a été partiellement assaini.
<b>Entre 80 et 100 kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b>8</b>	<b>Valeurs dans la moyenne.</b>
Entre 100 et 109 kWh/m <sup>2</sup> a	1	Les occupants se chauffe avec des valeurs au-dessus de la moyenne ou le bâtiment est moins bien isolé que la moyenne de référence.
Plus que 109 kWh/m <sup>2</sup> a	5	Il y a parfois un autre consommateur comme un jacuzzi ou un Whirlpool qui a été déduit et/ou le bâtiment est nettement moins bien isolé que la moyenne de référence.
Nb total de maisons	37	Un propriétaire n'a pas transmis cette information.

*Tableau 6. : indice énergétique calculé sur la base de l'énergie consommée transmise par le propriétaire déduction faite de 3500 kWh pour le ménage et la surface de référence énergétique (SRE). La référence se situe entre 80 et 100 kWh/m<sup>2</sup> par année pour les bâtiments jusqu'en 1995. Le plus récent des bâtiments proposés est de 1991.*



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

## 9. Analyse de la puissance thermique spécifique de la PAC offerte par l'installateur

Puissance th. spécifique	Nombre de projets	Remarques.
Plus de 54.5 W/m <sup>2</sup>	20	Après la visite sur place, il s'avère que le bâtiment est moins bien isolé ou qu'il a été mal entretenu ou encore, que le propriétaire demande à chauffer une pièce de plus. (Joints des portes et des fenêtres en mauvais état par exemple).
Entre 50 et 54.5 W/m <sup>2</sup>	3	Même remarque que ci-dessus avec des conséquences moins importantes.
<b>Entre 40 et 50 W/m<sup>2</sup></b>	<b>8</b>	<b>Puissance thermique spécifique.</b>
Entre 35.5 et 40 W/m <sup>2</sup>	1	Le bâtiment a été récemment assaini ou la consommation du ménage est plus importante qu'estimée dans nos calculs.
Moins de 35.5 W/m <sup>2</sup>	5	Le bâtiment a été récemment assaini ou la consommation du ménage est plus importante qu'estimée dans nos calculs.
<b>Nombre total de PAC</b>	<b>37</b>	

*Tableau 7. : puissance thermique spécifique de référence (puissance thermique calculée des PAC). Cette puissance est calculée sur la base de la puissance de la PAC à B0W35 pour les PAC sol-eau et à A-7W35 pour les PAC air-eau divisée par la surface de référence énergétique (SRE). Le grand nombre d'installations dont la puissance dépasse 54.5 W/m<sup>2</sup> (10% au-dessus de la moyenne entre 40 et 50 W/m<sup>2</sup>) pourrait également provenir d'un coefficient de sécurité que les installateurs ont préféré mettre plutôt que de prendre le risque de se retrouver avec une PAC qui n'assure pas la totalité du chauffage lors de périodes particulièrement froides (en-dessous de la valeur de calcul SIA).*

Dans la majorité des cas il a été nécessaire d'installer un accumulateur technique qui, à une exception près, a toujours été prévu et a toujours été correctement dimensionné.

## 10. Dimensionnement des longueurs des sondes géothermiques

En fonction de la puissance installée et du nombre d'heures de fonctionnement de l'installation pour produire l'énergie du chauffage et de l'eau chaude sanitaire durant une année, il faut déterminer la longueur des sondes géothermiques. D'autres critères entrent en ligne de compte comme la qualité de transmission thermique et la capacité thermique du terrain, le diamètre des sondes, la distance entre elles (s'il y en plusieurs évidemment) l'altitude et la qualité du sous-sol. La norme SIA 384/6 définit tous ces critères de dimensionnement. Avec ces informa-



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

tions, nous avons pu établir une puissance de soutirage de 35.5 à 42.5 W/m pour des sondes de 32 mm de diamètre et de 37.5 à 44.5 W/m pour des sondes de 40 mm de diamètre.

Sur 37 variantes de propositions de remplacement de chauffages électriques par des PAC équipées de sondes géothermiques, 34 ont été dimensionnées selon les critères ci-dessus. Une est très légèrement sous-dimensionnée de moins de 1 W/m une autre de 3 W/m et la troisième est très légèrement surdimensionnée de moins de 1 W/m. Cela signifie que la longueur des sondes proposées est, en très grande majorité, conforme à la norme. Seule une visite sur place (ce que les installateurs ont fait) et des renseignements pris sur la qualité du sous-sol permettraient d'expliquer les écarts observés sur deux projets qui ont apparemment des sondes sous-dimensionnées.

Cette situation est très réjouissante et témoigne du sérieux avec lequel les sociétés membres du GSP ont fait leur travail.

## 11. Conclusions

Cette étude recèle une crédibilité importante grâce au nombre d'objets proposés, aux soucis de neutralité et d'exhaustivité et au fait que toutes les offres ont été contrôlées. Le remplacement d'un chauffage électrique, dans une villa ne pose aucun problème technique insurmontable. Il faut toutefois relever dans le cadre de cette étude qu'aucun bâtiment locatif n'a pu être étudié. Lorsqu'il faut créer le circuit de distribution hydraulique dans un immeuble, nombre de difficultés surgissent. La planification des travaux à tous les étages et auprès de tous les locataires ou copropriétaires peut s'avérer être un casse-tête. Toutefois, de nouvelles solutions apparaissent avec des PAC qui s'installent sur les balcons. De cette façon et en particulier dans les bâtiments locatifs en PPE, chacun peut indépendamment des autres copropriétaires décider de remplacer son chauffage électrique individuel par une pompe à chaleur. Cette étude a démontré que les coûts ne sont de loin pas aussi élevés que le laissent entendre les associations de propriétaires de chauffages électriques. Il s'avère même intéressant, voire même très intéressant, financièrement de procéder à ce changement. Sans compter le gros avantage que le propriétaire en retire du point de vue du confort. Avec la variante 1 (Tableau 9), sur sept types d'installations, cinq exigent en moyenne moins de sept ans pour obtenir un retour sur investissement. Les installations pour lesquelles il faut créer totalement le circuit hydraulique sont plus coûteuses et nécessitent en moyenne entre 17 et 22 ans avec des



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

pompes à chaleur utilisant des sondes géothermiques comme source d'énergie. Il n'y a pas d'exemple lorsque c'est une PAC air-eau qui produit de la chaleur sur une distribution au sol mais à coup sûr, il faudrait moins de 15 ans en moyenne pour obtenir un retour sur investissement car ce type d'installation est moins coûteux. Comme il s'agit d'une amélioration importante au niveau du confort de ces maisons tout en leur donnant une plus-value à la vente, les banques octroient assez facilement un prêt pour ce genre d'opération.

Toutefois, les variantes 2 à 6 (tableaux 10 à 14), démontrent bien à quel point la subvention est importante pour rendre l'opération rentable. La déduction fiscale joue également un rôle déterminant. Pour favoriser l'installation de pompes à chaleur à haut rendement énergétique, à savoir celles qui utilisent la chaleur du sous-sol par l'intermédiaire de sondes géothermiques, il faudrait différencier de façon importante la subvention pour mettre financièrement ces PAC sur un pied d'égalité avec les PAC air-eau.

La variante 7 (tableau 15) lisse les différences de durée d'amortissement qu'il y a entre les systèmes puisqu'on ne tient plus compte d'un investissement pour le remplacement de l'installation existante par une installation électrique (40% convecteurs et 60% radiateurs à accumulation pour les variantes 1 à 3 ou 100% de convecteurs pour les variantes 4 à 6).

Il ne faut pas négliger non plus l'amélioration de l'enveloppe des bâtiments. Même si, à l'époque, les exigences de qualité d'isolation du bâtiment pour obtenir l'autorisation d'installer un chauffage électrique étaient sévères, les joints des portes et des fenêtres ont vieilli et le niveau d'isolation de ce qui peut être atteint aujourd'hui sur l'ensemble de l'enveloppe du bâtiment y compris les fenêtres, n'est pas comparable avec ce qui se faisait durant les années 70, 80 ou début 90. Toute l'énergie non consommée vaut bien plus que toutes autres formes d'énergies même renouvelables. Si des travaux d'assainissement sont prévus, il faut les mettre en chantier avant le remplacement du chauffage électrique. Si le propriétaire décide d'assainir le chauffage en même temps ou après les travaux d'amélioration de l'enveloppe du bâtiment, les coûts de l'assainissement du chauffage seront d'autant moins élevés que l'enveloppe du bâtiment est de meilleure qualité. C'est pour cela que la stratégie énergétique 2050 de l'OFEN qui propose une révision de l'impôt fédéral direct IFD permettrait de reporter les déductions fiscales sur plusieurs années. Cet objectif, s'il devait aboutir, trouverait toute son importance en vue d'encourager non seulement le remplacement de l'installation de chauffage mais également l'amélioration simultanée de l'enveloppe du bâtiment.



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

Demander des offres à des installateurs spécialisés n'engage à rien et cette démarche vous permettra d'évaluer la situation de l'installation actuelle comparée à une installation rénovée. Vous trouverez sur le site [www.pac.ch](http://www.pac.ch) sous la rubrique "adresses" des installateurs compétents. Un moteur de recherche facilite la récolte des données par canton et corps de métier. Vous pourrez ensuite prendre une décision sans oublier, au préalable, de vous renseigner sur les possibilités de subventions qu'octroie la majorité des cantons suisses voire des distributeurs d'électricité ou des communes. La totalité de ces travaux sont déductibles des impôts, ce qui diminue encore la facture finale.

## 12. Photos



*Emplacement d'un convecteur.*



*Le convecteur électrique ci-contre à gauche a été remplacé par un radiateur hydraulique à basse température. Les liaisons hydrauliques arrivent directement du sous-sol.*



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



*Pièce aménagée dans les combles avant la mise en place des radiateurs.*



*La même pièce aménagée avec des radiateurs hydrauliques basses températures. Les liaisons hydrauliques sont cachées dans un canal sous les radiateurs et au-dessus du plancher.*



*Ce radiateur hydraulique basse température a remplacé un accumulateur électrique direct. Les tubes passent dans la plinthe blanche sous le radiateur et sont raccordés aux tuyaux verticaux qui vont alimenter un autre radiateur dans une pièce à l'étage.*



*Même configuration que la photo de gauche mais dans une salle de bain. Certains installateurs proposent une plinthe imitation bois plutôt que blanche comme le montre la photo ci-dessous.*





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



*Ces radiateurs ont remplacés des convecteurs électriques sous des fenêtres. Le chantier n'est pas encore déparassé de sa protection de sol.*



*Détail des mêmes radiateurs que ci-contre. Les liaisons hydrauliques arrivent du sous-sol et sont très discrètes. Le réaménagement est terminé.*



*Après avoir retiré le parquet, le linoléum ou le carrelage, la pose du chauffage au sol préfabriqué peut avoir lieu. Elle peut aussi se faire par-dessus le carrelage existant. Les tuyaux arrivent du sous-sol. On distingue encore le convecteur électrique contre le mur du fond qui sera ensuite retiré.*



*Ci-dessus un autre type de chauffage eau sol préfabriqué. Les tuyaux sont insérés dans des rainures incrustées dans l'isolation et dans des plaques d'aluminium qui vont permettre de répartir la chaleur. Il ne restera qu'à coller le carrelage. Epaisseur totale 30 mm. Le propriétaire profite de ces travaux pour remplacer sa baignoire*



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



*Des rainures sont aménagées à même le sol. Il suffit ensuite de mettre en place le tuyau de chauffage, de remblayer les rainures avec un mortier sans retrait et de coller un nouveau carrelage. La sur épaisseur n'est de quelques millimètres, celle du nouveau revêtement.*



*Ci-dessus, un détail des rainures dans lesquelles un mortier sans retrait sera coulé. Ensuite, un nouveau revêtement de sol peut être mis en place. Ce type de chauffage au sol peut se faire sans sur épaisseur pour autant que le vieux carrelage soit retiré.*



*PAC air-eau extérieure avec son accumulateur.*



*PAC air-eau split et sa partie extérieure. Le reste est à l'intérieure.*



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



*Local du rez-de-chaussée ou du sous-sol débarrassé des ces objets encombrants prêt à recevoir l'équipement de chauffage.*



*Le même local que ci-contre aménagé avec la pompe à chaleur sol-eau (sonde géothermique), l'accumulateur et le chauffe-eau. Les tuyaux noirs sont ceux qui arrivent de la sonde géothermique.*



*Foreuse en pleine action entre le mur du voisin et la maison. Il est possible de forer très près de la maison et donc il n'est point besoin de beaucoup de place.*



*Le même chantier que ci-contre lors de la mise en place de la sonde. Elle est composée de 4 tuyaux en polyéthylène haute densité accompagnés d'un cinquième tube qui servira à injecter, une fois la sonde en place, un mélange de ciment, de Bentonite et d'eau afin de remplir le vide laissé entre les tuyaux et le trou du forage. Ce produit va durcir et permettra d'éviter une migration verticale de l'eau souterraine et améliorera l'échange thermique entre le sol et l'eau ou le mélange eau-glycol qui circule dans la sonde.*



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

<b>Modèle d'offre pour permettre de les comparer</b>				
Consommation d'énergie électrique pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire y compris un éventuel complément bois avant rénovation en KWh/an	18'000			
<b>Descriptif</b>	<b>Coûts</b>	<b>Amortissement Années</b>	<b>Calcul des intérêts, amortissement et TVA compris</b>	
Travaux de démontage de l'installation électrique, taxe d'élimination	sFr. 650.00	15	sFr.	38.66
Dimensionnement et installation complet d'un circuit hydraulique avec radiateurs 50°C, régulation, vannes thermostatiques, plan, etc.	sFr. 19'905.00	30	sFr.	721.03
Rinçage ou ébouage du circuit hydraulique existant, éventuel remplacement circulateur	sFr. -	15	sFr.	-
Dimensionnement et installation complet d'un chauffage au sol 35°C, régulation, vannes thermostatiques, plan, etc.	sFr. -	30	sFr.	-
PAC air-eau extérieure ou split certifiée y compris socle, liaison hydraulique/frigorifique et électrique, accumulateur, raccordement et montage	sFr. -	15	sFr.	-
PAC air-eau intérieure certifiée y compris canaux d'air, accumulateur, raccordement et montage	sFr. -	15	sFr.	-
PAC sol-eau certifiée y compris accumulateur, liaison "horizontale" aux sondes, remplissage de celles-ci, accumulateur, raccordement primaire/secondaire et montage	sFr. 18'249.00	15	sFr.	1'085.34
Eau chaude sanitaire, démontage, taxe d'élimination, montage du nouveau chauffe-eau, raccordement sanitaire	sFr. 2'365.00	15	sFr.	140.66
Forage tout compris (taxe RPLP, relevé géologique, émoluments, assurance RC, évacuation des boues, etc.) entreprise certifiée	sFr. 15'651.00	50	sFr.	431.88
Travaux de génie civil et/ou maçonnerie (fouille, traversées de mur, percement pour canaux d'air, saut-de-loup, socle, peinture, remise en état des lieux, etc.	sFr. 2'300.00	30	sFr.	83.31
Isolation des conduites de chauffage et de captage	sFr. 4'203.00	30	sFr.	152.25
Raccordements électriques nouvelle installation et adaptation du tableau	sFr. 2'600.00	30	sFr.	94.18
Mise en service	sFr. -	15	sFr.	-
Autres	sFr. -	15	sFr.	-
Total sans rabais et sans TVA	sFr. 65'923.00			
Rabais en %	3%			
<b>Total sans TVA</b>	sFr. 63'945.31			
<b>Total avec 8% de TVA</b>	sFr. 69'060.93			
Déduction de la subvention	sFr. 9'000.00			
Déduction fiscale	sFr. 10'989.06			
<b>Total, TVA et toutes déductions comprises</b>	<b>sFr. 49'071.87</b>			
Coût annuelle d'exploitation (électricité pour la production de chaleur et d'ECS) calculé selon les critères du chapitre 3 du rapport	sFr. 1'272.00	Taux d'intérêt	3%	<b>Annuités sFr. 2'747.30</b>
<b>Total des coûts annuel d'exploitation et des annuités</b>	<b>sFr. 4'019.30</b>			
Durée estimative des travaux en jours				

Tableau 8. Exemple du calcul des frais



Aperçu global et analyse statistique des coûts par catégories d'installations sur la base des prix proposés par les installateurs <sup>a</sup>										
Type de PAC	Sol-eau	Sol-eau	Sol-eau	Sol-eau	Sol-eau	Sol-eau	Air-eau	Air-eau	Air-eau	Air-eau
Type de production de chaleur	Radiateurs nouveaux	Chauf. sol nouveau	Combi-naison	Rad. ou sol existants	Rad. nouveaux	Chauf. sol nouveau	Combi-naison	Rad. ou sol existants	Combi-naison	Rad. ou sol existants
Nombre de projet	25	5	3	5	22	0	1	6		67
<b>Remplacement par du chauffage électrique</b>										
Investissement net <sup>1</sup>	CHF	24'100	26'800	29'000	24'800	0	34'500	26'800		25'500
Frais d'exploitation <sup>2</sup>	CHF/a	5'200	7'000	6'100	5'400	0	7'100	6'400		5'600
<b>Remplacement par une installation de pompe à chaleur</b>										
Investissement net <sup>3</sup>	CHF	51'900	54'700	47'100	37'300	36'800	0	37'900	25'500	43'300
Frais d'exploitation <sup>4</sup>	CHF/a	3'800	3'800	4'100	3'200	3'800	0	4'100	3'500	3'700
Investissement <sup>5</sup>	CHF/m <sup>2</sup> <sub>SRE</sub>	313	326	212	183	224	0	190	123	-
ROI <sup>6</sup>	années	17	22	7	3	8	0	1	- de 1	9

Tableau 9. Prix avec 60% d'accumulateurs, 40% de convecteurs, déduction fiscale de 20% et subvention.

- <sup>a</sup> Les prix s'entendent avec une TVA de 8% comprise.
- <sup>1</sup> Investissement net signifie que tout est compris pour mettre à neuf l'installation existante avec 60% de radiateurs à accumulation et 40% de convecteurs ou avec une chaudière électrique neuve lorsqu'il y a une distribution hydraulique existante.
- <sup>2</sup> Par frais d'exploitation, sont considérés: l'amortissement du capital investi en 15 ans pour les appareils et 30 ans pour le reste, un intérêt de 3% sur l'investissement et les coûts d'électricité, y compris une augmentation de 1.5% par année pendant 15 ans. Répartition des coûts d'électricité, selon tab. 1.
- <sup>3</sup> Investissement net signifie que tout est compris pour réaliser la totalité de l'installation jusqu'à sa mise en service: remblayage des fouilles, ensemenement du gazon, rhabillage des murs et du sol, isolation des conduites, etc. C'est une installation clé en main. La seule exception concerne la démolition du revêtement de surface, le coulage de la chape et le nouveau revêtement de surface dans les installations où le chauffage au sol doit être réalisé. De cet investissement est soustraites la subvention octroyée par le canton de Fribourg et une déduction fiscale de 20%.
- <sup>4</sup> Par frais d'exploitation, sont considérés l'amortissement de l'investissement en 15 ans pour les appareils, 50 ans pour les forages et 30 ans pour le reste, un intérêt de 3% sur l'investissement et les coûts d'électricité, y compris une augmentation de 1.5% par année pendant 15 ans. Pour la répartition des coûts d'électricité, voir le tableau 1. Pour le coefficient de performance de l'installation qui détermine la consommation d'électricité du système, voir le tableau 5.
- <sup>5</sup> C'est l'investissement net ramené à l'unité de surface qui est considéré. Il permet de se faire une idée générale du prix par système. La SRE est la surface brute chauffée (y compris les murs, soit environ 10% de plus que la surface nette).
- <sup>6</sup> Le retour sur investissement ROI est calculé comme suit: (investissement net électrique) / (frais d'exploitation électrique – frais d'exploitation PAC).



Aperçu global et analyse statistique des coûts par catégories d'installations sur la base des prix proposés par les installateurs <sup>a</sup>											
Type de PAC	Sol-eau	Sol-eau	Sol-eau	Sol-eau	Sol-eau	Air-eau	Air-eau	Air-eau	Air-eau	Air-eau	Total
Type de production de chaleur	Radiateurs nouveaux	Chauf. sol nouveau	Combi-naison	Rad. ou sol existants	Rad. nouveaux	Chauf. sol nouveau	Combi-naison	Rad. ou sol existants	Combi-naison	Rad. ou sol existants	
Nombre de projet	25	5	3	5	22	0	1	6			67
<b>Remplacement par du chauffage électrique</b>											
Investissement net <sup>1</sup>	Moyenne	CHF	25'700	24'100	26'800	29'000	24'800	0	34'500	26'800	25'800
Frais d'exploitation <sup>2</sup>	Moyenne	CHF/a	5'300	5'200	7'000	6'100	5'400	0	7'100	6'400	5'600
<b>Remplacement par une installation de pompe à chaleur</b>											
Investissement net <sup>3</sup>	Moyenne	CHF	72'500	76'300	65'600	52'800	51'400	0	51'000	34'700	60'400
Frais d'exploitation <sup>4</sup>	Moyenne	CHF/a	5'100	5'100	5'400	4'300	4'900	0	5'200	4'300	4'900
Investissement <sup>5</sup>	Moyenne	CHF/m <sup>2</sup> <sub>SRE</sub>	440	456	296	261	313	0	255	170	-
ROI <sup>6</sup>		années	234	522	24	13	53	0	9	4	49

Tableau 10. Prix avec 60% d'accumulateurs, 40% de convecteurs, sans déduction fiscale de 20% ni subvention.

<sup>a</sup> Les prix s'entendent avec une TVA de 8% comprise.

<sup>1</sup> Investissement net signifie que tout est compris pour mettre à neuf l'installation existante avec 60% de radiateurs à accumulation et 40% de convecteurs ou avec une chaudière électrique neuve lorsqu'il y a une distribution hydraulique existante.

<sup>2</sup> Par frais d'exploitation, sont considérés: l'amortissement du capital investi en 15 ans pour les appareils et 30 ans pour le reste, un intérêt de 3% sur l'investissement et les coûts d'électricité, y compris une augmentation de 1.5% par année pendant 15 ans. Répartition des coûts d'électricité, selon tab. 1.

<sup>3</sup> Investissement net signifie que tout est compris pour réaliser la totalité de l'installation jusqu'à sa mise en service: remblayage des fouilles, ensemenement du gazon, rhabillage des murs et du sol, isolation des conduites, etc. C'est une installation clé en main. La seule exception concerne la démolition du revêtement de surface, le coulage de la chape et le nouveau revêtement de surface dans les installations où le chauffage au sol doit être réalisé. De cet investissement, aucune déduction fiscale ou subvention n'est déduites.

<sup>4</sup> Par frais d'exploitation, sont considérés l'amortissement de l'investissement en 15 ans pour les appareils, 50 ans pour les forages et 30 ans pour le reste, un intérêt de 3% sur l'investissement et les coûts d'électricité, y compris une augmentation de 1.5% par année pendant 15 ans. Pour la répartition des coûts d'électricité, voir le tableau 1. Pour le coefficient de performance de l'installation qui détermine la consommation d'électricité du système, voir le tableau 5.

<sup>5</sup> C'est l'investissement net ramené à l'unité de surface qui est considéré. Il permet de se faire une idée générale du prix par système. La SRE est la surface brute chauffée (y compris les murs, soit environ 10% de plus que la surface nette).

<sup>6</sup> Le retour sur investissement ROI est calculé comme suit: (investissement net électrique) / (frais d'exploitation électrique – frais d'exploitation PAC).



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

<b>Aperçu global et analyse statistique des coûts par catégories d'installations sur la base des prix proposés par les installateurs <sup>a</sup></b>											
Type de PAC	Sol-eau	Sol-eau	Sol-eau	Sol-eau	Sol-eau	Air-eau	Air-eau	Air-eau	Air-eau	Air-eau	Air-eau
Type de production de chaleur	Radiateurs nouveaux	Chauf. sol nouveau	Combi- maison	Rad. ou sol existants	Rad. ou sol existants	Radiat. nouveaux	Chauf. sol nouveau	Combi- maison	Rad. ou sol existants	Rad. ou sol existants	Total
Nombre de projet	25	5	3	5	22	0	1	6	<b>Moyennes</b>		
<b>Remplacement par du chauffage électrique</b>											
Investissement net <sup>1</sup>	CHF	25'700	24'100	26'800	29'000	24'800	0	34'500	26'800	25'800	25'800
Frais d'exploitation <sup>2</sup>	CHF/a	5'300	5'200	7'000	6'100	5'400	0	7'100	6'400	5'600	5'600
<b>Remplacement par une installation de pompe à chaleur</b>											
Investissement net <sup>3</sup>	CHF	59'100	62'200	53'500	43'000	41'900	0	41'500	28'300	49'200	49'200
Frais d'exploitation <sup>4</sup>	CHF/a	4'300	4'300	4'500	3'600	4'200	0	4'400	3'700	4'200	4'200
Investissement <sup>5</sup>	CHF/m <sup>2</sup> <sub>SRE</sub>	358	372	241	212	255	0	208	139	-	-
ROI <sup>6</sup>	années	33	42	11	6	14	0	3	1	17	17

Tableau 11 Prix avec 60% d'accumulateurs, 40% de convecteurs, avec déduction fiscale de 20% mais sans subvention.

<sup>a</sup> Les prix s'entendent avec une TVA de 8% comprise.

<sup>1</sup> Investissement net signifie que tout est compris pour mettre à neuf l'installation existante avec 60% de radiateurs à accumulation et 40% de convecteurs ou avec chaudière une électrique neuve lorsqu'il y a une distribution hydraulique existante.

<sup>2</sup> Par frais d'exploitation, sont considérés: l'amortissement du capital investi en 15 ans pour les appareils et 30 ans pour le reste, un intérêt de 3% sur l'investissement et les coûts d'électricité, y compris une augmentation de 1.5% par année pendant 15 ans. Répartition des coûts d'électricité, selon tab. 1.

<sup>3</sup> Investissement net signifie que tout est compris pour réaliser la totalité de l'installation jusqu'à sa mise en service: remblayage des fouilles, ensemençement du gazon, rhabillage des murs et du sol, isolation des conduites, etc. C'est une installation clé en main. La seule exception concerne la démolition du revêtement de surface, le coulage de la chape et le nouveau revêtement de surface dans les installations où le chauffage au sol doit être réalisé. De cet investissement, seule une déduction fiscale de 20% est comprise. Il n'y a aucune déduction liée à une subvention.

<sup>4</sup> Par frais d'exploitation, sont considérés l'amortissement de l'investissement en 15 ans pour les appareils, 50 ans pour les forages et 30 ans pour le reste, un intérêt de 3% sur l'investissement et les coûts d'électricité, y compris une augmentation de 1.5% par année pendant 15 ans. Pour la répartition des coûts d'électricité, voir le tableau 1. Pour le coefficient de performance de l'installation qui détermine la consommation d'électricité du système, voir le tableau 5.

<sup>5</sup> C'est l'investissement net ramené à l'unité de surface qui est considéré. Il permet de se faire une idée générale du prix par système. La SRE est la surface brute chauffée (y compris les murs, soit environ 10% de plus que la surface nette).

<sup>6</sup> Le retour sur investissement ROI est calculé comme suit: (investissement net électrique) / (frais d'exploitation électrique – frais d'exploitation PAC).



Groupement professionnel suisse  
pour les pompes à chaleur GSP

Aperçu global et analyse statistique des coûts par catégories d'installations sur la base des prix proposés par les installateurs <sup>a</sup>											
Type de PAC	Sol-eau	Sol-eau	Sol-eau	Sol-eau	Sol-eau	Air-eau	Air-eau	Air-eau	Air-eau	Air-eau	Air-eau
Type de production de chaleur	Radiateurs nouveaux	Chauf. sol nouveau	Combi-naison	Rad. ou sol existants	Rad. nouveaux	Chauf. sol nouveau	Combi-naison	Rad. ou sol existants	Combi-naison	Rad. ou sol existants	Total
Nombre de projet	25	5	3	5	22	0	1	6	67		
<b>Remplacement par du chauffage électrique</b>											
Investissement net <sup>1</sup>	Moyenne	CHF	11'200	10'300	19'300	29'000	9'800	0	30'000	26'800	14'000
Frais d'exploitation <sup>2</sup>	Moyenne	CHF/a	4'600	4'500	6'600	4'700	0	6'700	6'400	5'000	
<b>Remplacement par une installation de pompe à chaleur</b>											
Investissement net <sup>3</sup>	Moyenne	CHF	51'900	54'700	47'100	37'300	36'800	0	37'900	25'500	43'300
Frais d'exploitation <sup>4</sup>	Moyenne	CHF/a	3'800	3'800	4'100	3'200	3'800	0	4'100	3'500	3'700
Investissement <sup>5</sup>	Moyenne	CHF/m <sup>2</sup> <sub>SRE</sub>	313	326	212	183	224	0	190	123	-
ROI <sup>6</sup>		années	51	63	11	3	30	0	3	- que 1	23

Tableau 12. Prix avec 100% de convecteurs, déduction fiscale de 20% et subvention.

- <sup>a</sup> Les prix s'entendent avec une TVA de 8% comprise.
- <sup>1</sup> Investissement net signifie que tout est compris pour mettre à neuf l'installation existante avec **100% de convecteurs** ou avec **une chaudière électrique neuve lorsqu'il y a une distribution hydraulique existante**.
- <sup>2</sup> Par frais d'exploitation, sont considérés: l'amortissement du capital investi en 15 ans pour les appareils et 30 ans pour le reste, un intérêt de 3% sur l'investissement et les coûts d'électricité, y compris une augmentation de 1.5% par année pendant 15 ans. Répartition des coûts d'électricité, selon tab. 1.
- <sup>3</sup> Investissement net signifie que tout est compris pour réaliser la totalité de l'installation jusqu'à sa mise en service: remblayage des fouilles, ensemenement du gazon, rhabillage des murs et du sol, isolation des conduites, etc. C'est une installation clé en main. La seule exception concerne la démolition du revêtement de surface, le coulage de la chape et le nouveau revêtement de surface dans les installations où le chauffage au sol doit être réalisé. **De cet investissement sont soustraites la subvention octroyée par le canton de Fribourg et une déduction fiscale de 20%**.
- <sup>4</sup> Par frais d'exploitation, sont considérés l'amortissement de l'investissement en 15 ans pour les appareils, 50 ans pour les forages et 30 ans pour le reste, un intérêt de 3% sur l'investissement et les coûts d'électricité, y compris une augmentation de 1.5% par année pendant 15 ans. Pour la répartition des coûts d'électricité, voir le tableau 1. Pour le coefficient de performance de l'installation qui détermine la consommation d'électricité du système, voir le tableau 5.
- <sup>5</sup> C'est l'investissement net ramené à l'unité de surface qui est considéré. Il permet de se faire une idée générale du prix par système. La SRE est la surface brute chauffée (y compris les murs, soit environ 10% de plus que la surface nette).
- <sup>6</sup> Le retour sur investissement ROI est calculé comme suit: (investissement net électrique) / (frais d'exploitation électrique – frais d'exploitation PAC).



Groupement professionnel suisse  
pour les pompes à chaleur GSP

Aperçu global et analyse statistique des coûts par catégories d'installations sur la base des prix proposés par les installateurs <sup>a</sup>											
Type de PAC	Sol-eau	Sol-eau	Sol-eau	Sol-eau	Sol-eau	Air-eau	Air-eau	Air-eau	Air-eau	Air-eau	Total
Type de production de chaleur	Radiateurs nouveaux	Chauf. sol nouveau	Combi-naison	Rad. ou sol existants	Rad. nouveaux	Chauf. sol nouveau	Combi-naison	Rad. ou sol existants	Combi-naison	Rad. ou sol existants	
Nombre de projet	25	5	3	5	22	0	1	6	1	6	67
<b>Remplacement par du chauffage électrique</b>											
Investissement net <sup>1</sup>	Moyenne	CHF	11'200	10'300	19'300	29'000	9'800	0	30'000	26'800	14'000
Frais d'exploitation <sup>2</sup>	Moyenne	CHF/a	4'600	4'500	6'600	6'100	4'700	0	6'700	6'400	5'000
<b>Remplacement par une installation de pompe à chaleur</b>											
Investissement net <sup>3</sup>	Moyenne	CHF	72'500	76'300	65'600	52'800	51'400	0	51'000	34'700	60'400
Frais d'exploitation <sup>4</sup>	Moyenne	CHF/a	5'100	5'100	5'400	4'300	4'900	0	5'200	4'300	4'900
Investissement <sup>5</sup>	Moyenne	CHF/m <sup>2</sup> <sub>SRE</sub>	440	456	296	261	313	0	255	170	-
ROI <sup>6</sup>		années	Pas amortissable	Pas amortissable	39	13	Pas amortissable	0	14	4	-

Tableau 13. Prix avec 100% de convecteurs, sans déduction fiscale de 20% ni subvention.

<sup>a</sup> Les prix s'entendent avec une TVA de 8% comprise.

<sup>1</sup> Investissement net signifie que tout est compris pour mettre à neuf l'installation existante avec **100% de convecteurs** ou avec **une chaudière électrique neuve lorsqu'il y a une distribution hydraulique existante**.

<sup>2</sup> Par frais d'exploitation, sont considérés: l'amortissement du capital investi en 15 ans pour les appareils et 30 ans pour le reste, un intérêt de 3% sur l'investissement et les coûts d'électricité, y compris une augmentation de 1.5% par année pendant 15 ans. Répartition des coûts d'électricité, selon tab. 1.

<sup>3</sup> Investissement net signifie que tout est compris pour réaliser la totalité de l'installation jusqu'à sa mise en service: remblayage des fouilles, ensemenement du gazon, rhabillage des murs et du sol, isolation des conduites, etc. C'est une installation clé en main. La seule exception concerne la démolition du revêtement de surface, le coulage de la chape et le nouveau revêtement de surface dans les installations où le chauffage au sol doit être réalisé. **De cet investissement, aucune déduction fiscale ou subvention n'est déduite.**

<sup>4</sup> Par frais d'exploitation, sont considérés l'amortissement de l'investissement en 15 ans pour les appareils, 50 ans pour les forages et 30 ans pour le reste, un intérêt de 3% sur l'investissement et les coûts d'électricité, y compris une augmentation de 1.5% par année pendant 15 ans. Pour la répartition des coûts d'électricité, voir le tableau 1. Pour le coefficient de performance de l'installation qui détermine la consommation d'électricité du système, voir le tableau 5.

<sup>5</sup> C'est l'investissement net ramené à l'unité de surface qui est considéré. Il permet de se faire une idée générale du prix par système. La SRE est la surface brute chauffée (y compris les murs, soit environ 10% de plus que la surface nette).

<sup>6</sup> Le retour sur investissement ROI est calculé comme suit: (investissement net électrique) / (frais d'exploitation électrique – frais d'exploitation PAC).



Aperçu global et analyse statistique des coûts par catégories d'installations sur la base des prix proposés par les installateurs <sup>a</sup>											
Type de PAC	Sol-eau	Sol-eau	Sol-eau	Sol-eau	Sol-eau	Air-eau	Air-eau	Air-eau	Air-eau	Air-eau	Total
Type de production de chaleur	Radiateurs nouveaux	Chauf. sol nouveau	Combi-naison	Rad. ou sol existants	Rad. ou sol existants	Rad. nouveaux	Chauf. sol nouveau	Combi-naison	Rad. ou sol existants		
Nombre de projet	25	5	3	5	22	0	1	6			67
<b>Remplacement par du chauffage électrique</b>											
Investissement net <sup>1</sup>	Moyenne	CHF	11'200	10'300	19'300	29'000	9'800	0	30'000	26'800	14'000
Frais d'exploitation <sup>2</sup>	Moyenne	CHF/a	4'600	4'500	6'600	4'700	0	6'700	6'400	5'000	
<b>Remplacement par une installation de pompe à chaleur</b>											
Investissement net <sup>3</sup>	Moyenne	CHF	59'100	62'200	53'500	43'000	41'900	0	41'500	28'300	49'200
Frais d'exploitation <sup>4</sup>	Moyenne	CHF/a	4'300	4'300	4'500	3'600	4'200	0	4'400	3'700	4'200
Investissement <sup>5</sup>	Moyenne	CHF/m <sup>2</sup> <sub>SRE</sub>	358	372	241	212	255	0	208	139	-
ROI <sup>6</sup>		années	160	260	16	6	64	0	5	1	44

Tableau 14 Prix avec 100% de convecteurs, avec déduction fiscale de 20% mais sans subvention.

<sup>a</sup> Les prix s'entendent avec une TVA de 8% comprise.

<sup>1</sup> Investissement net signifie que tout est compris pour mettre à neuf l'installation existante avec 100% de convecteurs ou avec une chaudière électrique neuve lorsqu'il y a une distribution hydraulique existante.

<sup>2</sup> Par frais d'exploitation, sont considérés: l'amortissement du capital investi en 15 ans pour les appareils et 30 ans pour le reste, un intérêt de 3% sur l'investissement et les coûts d'électricité, y compris une augmentation de 1.5% par année pendant 15 ans. Répartition des coûts d'électricité, selon tab. 1.

<sup>3</sup> Investissement net signifie que tout est compris pour réaliser la totalité de l'installation jusqu'à sa mise en service, remblayage des fouilles, ensemenement du gazon, rhabillage des murs et du sol, isolation des conduites, etc. C'est une installation clé en main. La seule exception concerne la démolition du revêtement de surface, le coulage de la chape et le nouveau revêtement de surface dans les installations où le chauffage au sol doit être réalisé. De cet investissement, seule une déduction fiscale de 20% est comprise. Il n'y a aucune déduction liée à une subvention.

<sup>4</sup> Par frais d'exploitation, sont considérés l'amortissement de l'investissement en 15 ans pour les appareils, 50 ans pour les forages et 30 ans pour le reste, un intérêt de 3% sur l'investissement et les coûts d'électricité, y compris une augmentation de 1.5% par année pendant 15 ans. Pour la répartition des coûts d'électricité, voir le tableau 1. Pour le coefficient de performance de l'installation qui détermine la consommation d'électricité du système, voir le tableau 5.

<sup>5</sup> C'est l'investissement net ramené à l'unité de surface qui est considéré. Il permet de se faire une idée générale du prix par système. La SRE est la surface brute chauffée (y compris les murs, soit environ 10% de plus que la surface nette).

<sup>6</sup> Le retour sur investissement ROI est calculé comme suit: (investissement net électrique) / (frais d'exploitation électrique – frais d'exploitation PAC).



Aperçu global et analyse statistique des coûts par catégories d'installations sur la base des prix proposés par les installateurs <sup>a</sup>												
Type de PAC	Sol-eau		Sol-eau		Sol-eau		Air-eau		Air-eau		Air-eau	
Type de production de chaleur	Radiateurs nouveaux	Chauf. sol nouveau	Combi-naison	Rad. ou sol existants	Rad. ou sol existants	Rad. nouveaux	Chauf. sol nouveau	Combi-naison	Rad. ou sol existants	Combi-naison	Rad. ou sol existants	Total
Nombre de projet	25	5	3	5	22	0	1	6				
<b>Coûts annuels d'électricité avec chauffage électrique existant</b>												
Frais d'électricité <sup>1</sup>	Moyenne	CHF/a	3'500	3'390	4'740	3'870	3'760	0	4'050	4'270	<b>Moyennes</b>	
<b>Remplacement par une installation de pompe à chaleur</b>												
Investissement net <sup>2</sup>	Moyenne	CHF	51'900	54'700	47'100	37'300	36'800	0	37'900	25'500	<b>43'300</b>	
Frais d'électricité <sup>1</sup>	Moyenne	CHF/a	990	880	1'360	1'120	1'400	0	1'530	1'540	<b>1'200</b>	
ROI <sup>3</sup>	Nombre d'années		21	22	14	15	16	0	15	9	<b>17</b>	

<sup>a</sup> Les prix s'entendent avec une TVA de 8% comprise.

<sup>1</sup> C'est le prix 2012 du courant électrique dans le canton de FR qui est pris en considération.

<sup>2</sup> Investissement net signifie que tout est compris pour réaliser la totalité de l'installation jusqu'à sa mise en service: remblayage des fouilles, ensementement du gazon, rhabillage des murs et du sol, isolation des conduites, etc. C'est une installation clé en main. La seule exception concerne la démolition du revêtement de surface, le coulage de la chape et le nouveau revêtement de surface dans les installations où le chauffage au sol doit être réalisé. **De cet investissement est soustraites la subvention octroyée par le canton de Fribourg et une déduction fiscale de 20%.**

<sup>3</sup> Le retour sur investissement ROI est calculé comme suit: Investissement net de la nouvelle installation de PAC / (frais d'électricité avec chauffage électrique – frais d'électricité avec la nouvelle installation de PAC).

**Remarque:**

Si l'on considérait une augmentation de 1.5% du prix de l'électricité ces 15 prochaines années, la durée du retour sur investissement serait d'autant plus réduite.

Tableau 15 Prix considéré sans le renouvellement du chauffage électrique existant.



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

Annexe A page 1 (recto)

**Offre sans engagement pour le remplacement clés en main\* de votre chauffage électrique et d'eau chaude sanitaire par une installation de pompe à chaleur.**

## **Formulaire d'inscription pour le canton de FR**

### **Propriétaire du bâtiment**

Nom, Prénom : .....  
Adresse : .....  
NP, lieu : .....  
Tél. : .....  
E-mail : .....

### **Adresse du bâtiment si différente**

Adresse : .....  
NP, lieu : .....  
Portable : .....

**Construction :** Année .....

Surface chauffée en m<sup>2</sup> : .....

**Installation du chauffage électrique :**

Année : .....

**Consommation électrique annuelle :**

Totale (ménage + chauffage) : .....kWh

Uniquement chauffage et eau chaude sanitaire (compteur séparé) : .....kWh

### **Type de bâtiment :**

- Villa individuelle  
 Locatif, indiquer le nombre d'appartement : .....  
 Autre, préciser : .....

### **Type de chauffage électrique installé:**

- Convecteurs (radiateurs individuels)  
 Accumulateurs individuels (sans circuit hydraulique)  
 natte chauffante électrique noyée dans le sol  
 Chaudière sur circuit hydraulique radiateurs sans accumulation  
 Chaudière sur circuit hydraulique radiateurs avec accumulation  
 Chaudière sur circuit hydraulique chauffage au sol sans accumulation  
 Chaudière sur circuit hydraulique chauffage au sol avec accumulation

S'il y a combinaison de deux systèmes, merci de mettre une croix devant chacune d'elles.



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

Annexe A page 2 (verso)

Un installateur spécialiste, agréé par notre association, vous contactera tout prochainement pour définir une date de visite et établira une offre gratuite et sans engagement pour le remplacement de votre installation de chauffage et de production d'eau chaude sanitaire par une pompe à chaleur.

L'offre de l'installateur sera contrôlée par un spécialiste mandaté par le GSP.

En retournant ce formulaire, vous acceptez que nous utilisions ces informations pour en tirer des statistiques anonymes à des fins de promotion du remplacement du chauffage électrique et de la production de l'eau chaude sanitaire par une pompe à chaleur.

Votre formulaire d'inscription sera traité dans l'ordre d'arrivée des demandes.

Il est prévu de procéder à 10 offres par district, soit 70 offres seront traitées.

Délai d'inscription : fin septembre 2012

Lieu, date : .....

Signature : .....

**Merci de nous retourner ce formulaire d'inscription à l'adresse figurant sur la page d'en-tête**

\* Par *clés en main*, sont compris tous les coûts de démontage, de demandes d'autorisation, d'équipement, de pose, de mise en service et de remise en état des lieux.