



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Rapport final, juin 2012

Assurance qualité des installations de pompe à chaleur Contrôle d'exécution 2011

Mandant:

Office fédéral de l'énergie OFEN
CH-3003 Berne
www.bfe.admin.ch

Mandataire:

Groupement professionnel suisse pour les pompes à chaleur GSP
Steinerstrasse 37
CH-3006 Berne
www.fws.ch

Chef de projet:

Peter Egli, Ing. dipl. ETS, PEC Peter Egli consulting GmbH, Ahornweg 6, 6208 Oberkirch

Collaborateurs au projet:

Carlos Bernal, technicien, Hubacher Engineering, Tannenbergrasse 2, 9032 Engelburg
André Freymond, directeur, PAC'info Sàrl, Rue Saint-Roch 36, 1400 Yverdon-les Bains
Peter Hubacher, Ing. dipl. ETS, Hubacher Engineering, Tannenbergrasse 2, 9032 Engelburg
Stephan Peterhans, Ing. dipl. ETS, directeur GSP, Dorfstrasse 27, 8305 Dietlikon

Texte:

Georges Guggenheim, lic. phil., Guggenheim Text + Ko, Holderweg 9, 5200 Brugg

Numéro de projet et de contrat OFEN: SI/400506-01

Les auteurs, Peter Egli et Peter Hubacher sont exclusivement responsables de la teneur et des conclusions de ce rapport.

Table des matières

Résumé.....	4
1 Situation initiale.....	6
2 Buts du projet.....	7
3 Procédure.....	8
4 Résultats.....	9
4.1 Participation des cantons.....	9
4.2 Structure des objets.....	9
4.2.1 Sélection, taille et nature des objets.....	9
4.2.2 Année de construction des bâtiments.....	10
4.2.3 Assainissement de l'enveloppe des bâtiments.....	10
4.2.4 Générateurs de chaleur remplacés.....	10
4.2.5 Systèmes de distribution de chaleur installés.....	11
4.2.6 Installations et sources de chaleur utilisées.....	11
4.3 Consommation d'énergie primaire par an.....	11
4.4 Conditions à remplir pour le Certificat de qualité.....	12
4.5 Dimensionnement des installations de pompe à chaleur.....	13
4.6 Raccordement hydraulique.....	14
4.7 Production d'eau chaude sanitaire.....	15
4.8 Dimensionnement des sondes géothermiques.....	16
4.9 Respect du MoPEC.....	17
4.10 Situation sur le plan phonique.....	17
4.11 Mise en service et instruction des clients finaux.....	18
4.12 Satisfaction des clients.....	18
5 Les buts du projet sont-ils atteints?.....	19
6 Recommandations.....	20
Annexe:.....	21

Résumé

Les installations de pompes à chaleur imposent des exigences plus élevées de planification et d'installation que les chauffages au mazout ou à gaz conventionnels. Par ailleurs, le niveau moyen d'expérience et de connaissances de nombreux planificateurs et installateurs est inférieur par rapport à exigé celui pour les technologies conventionnelles. Ceci peut conduire à des installations de pompes à chaleur hydrauliquement mal conçues, mal montées et/ou dotées d'une régulation insuffisante. En conséquence elles fonctionnent de façon non économique et consomment de ce fait trop d'énergie d'entraînement électrique.

Les contrôles d'exécution effectués par le GSP sur mandat de l'OFEN ont montré qu'ils représentent une mesure d'accompagnement importante de l'assurance qualité et de la garantie d'installations énergétiquement plus efficaces. Les buts du projet étaient orientés sur la vérification des dispositions légales et du standard technique de manière à permettre une évaluation de la consommation d'énergie et de l'état de l'objet.

La compétence de l'attribution des subventions d'incitation relève aujourd'hui généralement des cantons. C'est pourquoi les cantons ont été, dans la mesure du possible, impliqués par l'intermédiaire de leurs services responsables dans le domaine de l'énergie et de l'environnement. 17 cantons (13 en Suisse allemande et 4 en Suisse romande) ont pu être convaincus de collaborer dans le cadre de ce projet. Globalement 43 installations de pompes à chaleur (PAC) ont été visitées et vérifiées, dont 20 étaient des assainissements de chauffages électriques à accumulation, 19 des installations de remplacement de chauffages à mazout et 3 de remplacement de chauffages à gaz, ainsi qu'une installation de remplacement d'une pompe à chaleur air-eau par une autre eau PAC sol-eau.

Les contrôles ont fourni quelques résultats intéressants:

- La consommation d'énergie avant et après l'assainissement a pu être déterminée sur 32 installations. L'énergie primaire économisée s'élève pour ces installations à plus de 0.80 GWh/a, ce qui correspond à une réduction des deux tiers (67%).
- La plupart des services de promotion exigent que les pompes à chaleur utilisées bénéficient du Certificat de qualité. Cette condition a été respectée, à l'exception de deux cas.
- Le dimensionnement des pompes à chaleur a pu être évalué sur la base des durées de fonctionnement sur 29 installations. Tendanciellement les pompes à chaleur sont surdimensionnées. Cette constatation correspond aux expériences acquises avec les projets de mesure in situ de l'OFEN (FAWA (analyse in situ des installations de pompes à chaleur) et AQ-PAC).
- L'hydraulique des installations n'est souvent pas optimale. C'est ainsi que l'on a trouvé des pompes de circulation surdimensionnées ou tournant à des régimes trop élevés. Malheureusement jusqu'à aujourd'hui très peu de pompes de circulation de la classe énergétique A ont été utilisées. On trouve également fréquemment des accumulateurs mal utilisés (accumulateurs combinés), qui exigent des températures trop élevées.

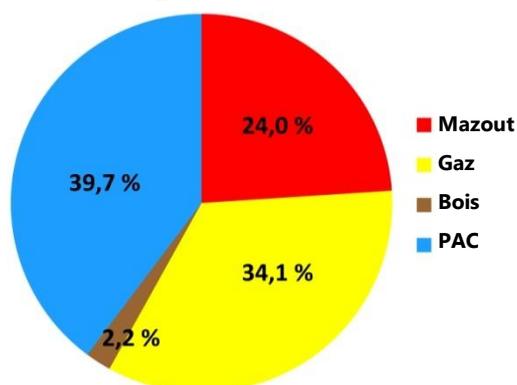
- La préparation d'eau chaude sanitaire n'est pas non plus toujours résolue de façon optimale. Les installations pour lesquelles un chauffage électrique complémentaire doit être prévu peuvent, avec le niveau technique actuel des pompes à chaleur, être évitées, à l'exception de la prévention des légionelles.
- Les températures de l'eau glycolée des installations contrôlées en hiver se situaient dans tous les cas dans une plage de température positive.
- Le modèle de prescriptions énergétiques des cantons (MoPEC) n'est souvent pas ou insuffisamment respecté, en particulier dans le domaine des prescriptions d'isolation des conduites de chauffage.

En résumé, nous pouvons partir de l'idée que les principaux buts sont atteints. Cependant il manque une application, qui d'une part incorpore les prescriptions, l'état de la technique et les expériences et de l'autre inclut une mise en service professionnelle et un suivi de l'assainissement global des installations. Ceci se répercuterait par une efficacité énergétique améliorée, qui utilise toutes les possibilités techniques. Les recommandations du chapitre final fournissent un point de départ pour les acteurs de la branche.

1 Situation initiale

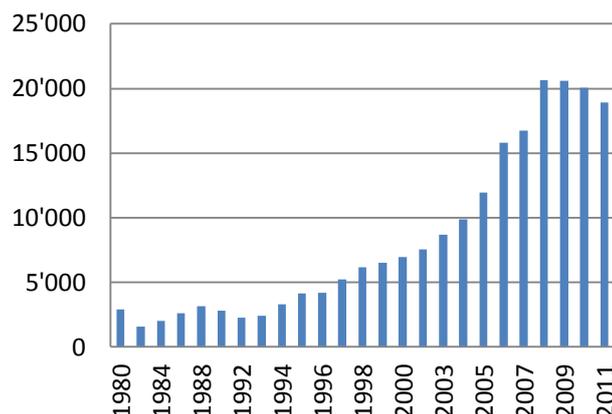
La pompe à chaleur joue un rôle déterminant sur l'actuel marché suisse du chauffage. Au cours de ces dernières années, elle a surpassé les autres technologies de production de chaleur et est devenue le générateur de chaleur en pour cent le plus vendu. 18'905 pompes à chaleur ont été vendues en 2011. Ceci correspond à 39.7% de tous les générateurs de chaleur vendus au cours de cette période.

Marché des générateurs de chaleur 2011



Source: Groupement professionnel suisse pour les pompes à chaleur GSP / GebäudeKlima Schweiz

Pompe à chaleur vendues/année(Suisse)



Les expériences de ces dernières années ont montré que les installations de pompes à chaleur imposaient des exigences de planification et d'installation plus élevées que les chauffages au mazout et à gaz. D'autre part le nombre des planificateurs et installateurs expérimentés est inférieur à celui appliquant d'autres technologies de production de chaleur. Pour ces raisons il se peut que des installations de pompes à chaleur ne soient pas planifiées, installées et exploitées de façon optimale et qu'ainsi les possibilités de la technologie des pompes à chaleur ne soient pas pleinement utilisées: les installations de pompes à chaleur mal conçues sur le plan hydraulique, montées sans soin et/ou insuffisamment régulées fonctionnent de façon non économique et de ce fait consomment inutilement une plus grande quantité d'énergie d'entraînement électrique.



Depuis des années un Certificat de qualité des pompes à chaleur coordonné sur le plan européen a été introduit, aussi en Suisse. Il a entre temps fait largement fait ses preuves et a beaucoup contribué à ce que la qualité et l'efficacité énergétique des pompes à chaleur et des prestations de services des fournisseurs s'accroissent constamment et que les différentes fabrications et prestations soient comparables.

Etant donné que le Certificat de qualité ne concerne que la pompe à chaleur, il n'est en aucun cas garant de la qualité et de l'efficacité énergétique de l'ensemble de l'installation! Les présents résultats des analyses in situ constamment réalisées depuis les années 90 sur des installations de pompes à chaleur réalisées (ANIS)¹ montrent jusqu'à aujourd'hui un potentiel considérable d'accroissement de l'efficacité énergétique des installations. En conséquence l'assurance qualité constante de la planification et de la réalisation des installations de pompes à chaleur a une haute priorité. La qualité doit continuer à être accrue et assurée sur le plan de la technique, de la formation continue et de l'information avec des mesures adéquates.

¹ ANIS Analyse in situ d'installation de PAC 1996 – 2003, rapport final 2004

Le "contrôle d'exécution 2010", réalisé dans le cadre du programme de stabilisation 2 de la Confédération "Remplacement des chauffages électriques par des pompes à chaleur" par le Groupement professionnel suisse pour les pompes à chaleur GSP sur mandat de l'Office fédéral de l'énergie OFEN, constitue une mesure importante pour l'assurance qualité des installations de pompes à chaleur. Il a, en complément du projet OFEN AQ-PAC/QP², apporté des connaissances importantes sur la planification et la réalisation d'installations concrètes et indiqué sans ménagement les points faibles.

C'est pourquoi le GSP a demandé un projet complémentaire à l'OFEN. Dans le cadre de ce projet, des installations réalisées au cours de l'année 2010 devaient être examinées et contrôlées selon des critères uniformes prescrits. Ces critères sont résumés dans une checkliste et reproduits en annexe à ce rapport.

Après l'autorisation du projet par l'OFEN, il a été lancé au cours de l'été 2011 et a été terminé en avril 2012.

2 Buts du projet

Les responsables du projet ont défini ses différents buts. Ils sont de même importance et sont répartis sur trois différents plans:

- Buts institutionnels: les installations de pompes à chaleur répondent-elles aux prescriptions légales et normatives?
- Buts techniques: les installations se situent-elles à l'intérieur des exigences techniques? Sont-elles au "state of the art"?
- Perspectives et buts futurs: ancrage des connaissances pertinentes pour la vérification de la qualité par les pouvoirs publics. Constitution d'un réseau de spécialistes en pompes à chaleur et de collaborateurs des autorités impliquées.

Les responsables du projet ont défini les critères de vérification suivants pour examiner ces buts. Dans ce cadre, la possibilité d'atteindre les buts, ainsi que leur opérabilité et les résultats sont d'une grande importance.

Buts institutionnels

- Vérification du respect du label de qualité pompes à chaleur: les conditions du règlement du label de qualité international sont-elles respectées, respectivement satisfaites?
- Les prescriptions MoPEC, par exemple en ce qui concerne l'isolation des conduites, sont-elles respectées?

Buts techniques

- Saisie des conditions actuelles, comment procède-t-on pour les assainissements d'immeubles: assainit-on en premier lieu l'enveloppe du bâtiment et seulement ensuite la production de chaleur?
- Evaluation qualitative et dans la mesure du possible quantitative de l'efficacité des installations en pompes à chaleur examinées (consommation d'énergie avant et après l'assainissement du chauffage).

²Rapport final OFEN: AQ-PAC/QP: poursuite du monitoring in situ des installations de pompes à chaleur au moyen de mesures, analyse du comportement à long terme et détermination d'efficacité pour le modèle de la statistique des pompes à chaleur pour les années 2008 à 2011.

- Vérification du mode de calcul pour le dimensionnement des sondes géothermiques. Mesure des températures dans la sonde comme base de l'évaluation de la longueur de sonde retenue.
- Contrôle de l'exécution technique des installations, en particulier de l'hydraulique.
- Evaluation du dimensionnement des pompes à chaleur sur la base des données d'exploitation saisies.
- Vérification de la qualité des mises en service

Perspectives et buts futurs

- Etablissement d'une collaboration à long terme avec les services de l'énergie et de promotion par une communication intense avec les responsables des administrations cantonales.
- Prise en considération des facteurs spécifiques aux pompes à chaleur dans le futur concept des programmes de promotion cantonaux.

3 Procédure

La collaboration approfondie avec les services cantonaux spécialisés dans l'énergie a été une grande préoccupation de ce projet. Les services compétents des cantons devaient être, dans la mesure du possible, impliqués. Le projet prévoyait que les cantons puissent, dans le cadre des stratégies d'incitation, déterminer quelles installations devaient être contrôlées.

C'est pourquoi, dans une première phase, les chefs des services cantonaux de l'énergie ont été informés par le Groupement professionnel suisse pour les pompes à chaleur GSP du projet de l'OFEN "Contrôle exécution 2011". Ensuite des collaborateurs au projet ont rendu visite aux cantons intéressés et, à cette occasion, ont présenté le projet de façon détaillée. La majorité des cantons a ensuite décidé de collaborer au projet et de mettre à disposition des dossiers d'installations à l'équipe du projet.

On a veillé, dans le choix des installations subventionnées par des fonds cantonaux qui ont été examinées, à ce que seules soient prises en considération celles qui étaient déjà en service l'hiver 2010-2011. Les expériences des propriétaires ont ainsi pu être incorporées dans l'évaluation. Par ailleurs, il a été important de prendre en considération le plus grand nombre possible de fabrications et de marques de pompes à chaleur.

Le budget du projet a permis de contrôler et d'examiner environ 40 installations. Après un examen approfondi des dossiers d'installations sélectionnés, les spécialistes de l'organisation du projet ont visité, accompagnés de collaborateurs des services de l'énergie, au total 43 installations. Les services qui ont accordé des subventions ont ainsi pu se faire une image directe des répercussions des contributions accordées.

Les installations ont été visitées pendant la période de chauffage. Les spécialistes ont ainsi obtenu des informations correspondant à la situation, qui, généralement, pouvaient être vérifiées immédiatement sur place.

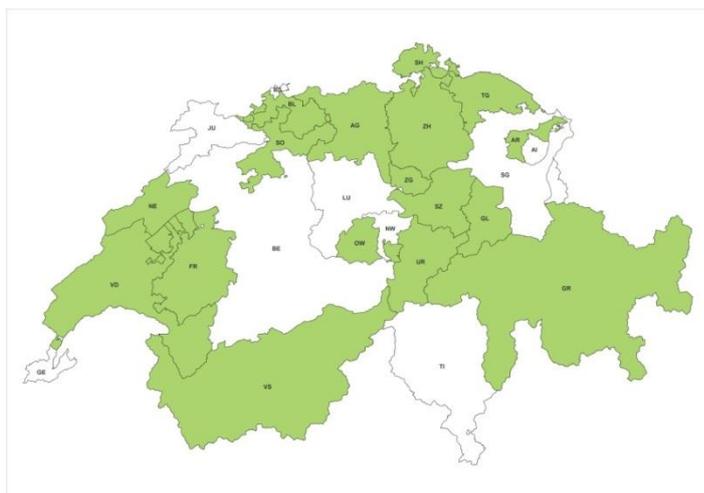
Les données collectées à l'occasion des visites ont en partie été analysées sur place, en partie systématiquement au bureau. Les services cantonaux de l'énergie ont reçu les résultats et informations en retour obtenus pour leur canton.

S'il a dû être constaté, à l'occasion des visites des installations, que des erreurs étaient intervenues dans la planification ou l'exécution gênant un parfait fonctionnement de l'installation de pompe à chaleur, ou ré-

duisant de façon importante son efficacité énergétique, ces erreurs ont été signalées aux fournisseurs de pompes à chaleur. Il leur a été demandé de les corriger et d'optimiser les installations.

4 Résultats

4.1 Participation des cantons



Les cantons reçoivent également de la Confédération des contributions liées pour le domaine de la technique du bâtiment, qui ont pour but, en particulier, le remplacement des générateurs de chaleur fossiles et des chauffages électriques. Les fonds disponibles à cet effet s'élèvent à 67.0 millions CHF/an. Les mécanismes de contrôle, en particulier un contrôle d'exécution, ne sont pas jusqu'à aujourd'hui totalement mis en œuvre dans tous les cantons. Avec le présent projet de l'OFEN, les cantons ont eu la possibilité de combler en partie ce déficit et d'expérimenter pratique-

ment de quelle façon un tel contrôle d'exécution pouvait être organisé en collaboration avec des spécialistes extérieurs.

17 cantons ont répondu à notre offre de collaborer au projet OFEN:

- 13 cantons de Suisse allemande
AG, AR, BL, GL, GR, OW, SH, SO, SZ, TG, UR, ZG, ZH
- 4 cantons de Suisse romande:
FR, NE, VD, VS.

4.2 Structure des objets

4.2.1 Sélection, taille et nature des objets

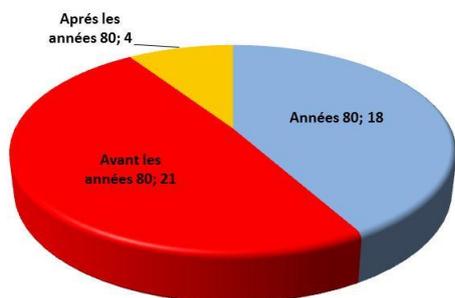
Le choix des installations de pompes à chaleur à examiner est intervenu en étroite accord avec les services cantonaux de l'énergie. Seuls ont été retenus les projets pour lesquels des contributions d'incitation cantonales avaient été accordées.

D'autre part aucun nouveau bâtiment n'a été examiné, mais exclusivement des bâtiments existants, dans lesquels l'installation de production de chaleur a été remplacée. La raison en est que dans les nouveaux bâtiments, aucune contribution d'incitation n'est accordée pour l'installation de pompes à chaleur.

43 objets ont examinés, dont 35 sont situés en Suisse allemande, 8 en Romandie. Il s'agit pour l'essentiel de maisons mono- ou bifamiliales (39 objets). Il s'y ajoute trois immeubles à plusieurs appartements et un EMS.

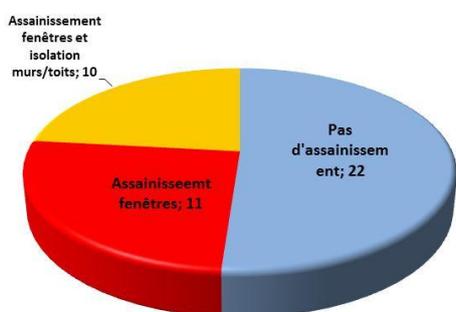
4.2.2 Année de construction des bâtiments

Environ la moitié de tous les bâtiments examinés ont été édifiés avant 1980 et ont ainsi nettement plus de 30 ans. Quelques bâtiments ont environ 20-30 ans et une petite part des objets examinés datent des années 1990 à 2005. L'état de ces objets est décrit dans le paragraphe suivant.



4.2.3 Assainissement de l'enveloppe des bâtiments

Il est remarquable de constater que la moitié des objets examinés n'avaient pas encore fait l'objet d'assainissements de leur enveloppe. Ce fait permet de supposer que les programmes de promotion auprès des propriétaires immobiliers provoquent une forte impulsion pour l'assainissement des chauffages.



Dans les cas où l'enveloppe du bâtiment a été assainie (nouvelles fenêtres, isolation calorifique du toit, des murs et dalles de caves), ces travaux ont, dans la majorité des cas, été réalisés quelques années avant l'assainissement du chauffage.

Ces travaux d'assainissement concernaient à hauteur d'environ 50% exclusivement le changement des fenêtres et, à hauteur d'environ 50%, le changement des fenêtres et/ou l'isolation des murs et du toit

4.2.4 Générateurs de chaleur remplacés

Dans 20 des 43 objets examinés, la pompe à chaleur a remplacé un chauffage électrique existant. Dans 19 autres cas, l'utilisation de la pompe à chaleur est intervenue en remplacement d'anciens chauffages à mazout et seulement dans 3 cas, un chauffage au gaz a été remplacé, de même que dans 1 cas, une pompe à chaleur air-eau par une pompe à chaleur sol-eau.

En conséquence la part des chauffages électriques est de loin plus importante par rapport au mazout et au gaz que dans l'ensemble des immeubles suisses. Ceci est dû au fait que dans de nombreux cantons, seule la substitution de chauffages électriques a fait l'objet d'une aide financière. Les contributions d'incitation sont dans la majorité des lieux une composante des mesures d'économie d'énergie et non de protection du climat qui nécessite la réduction de production de



4.2.5 Systèmes de distribution de chaleur installés

Les systèmes de distribution de chaleur suivants existaient dans les bâtiments visités:

- 22 objets avec chauffages par le sol
- 12 objets avec chauffages à radiateurs
- 9 objets à chauffages mixtes par le sol et radiateurs

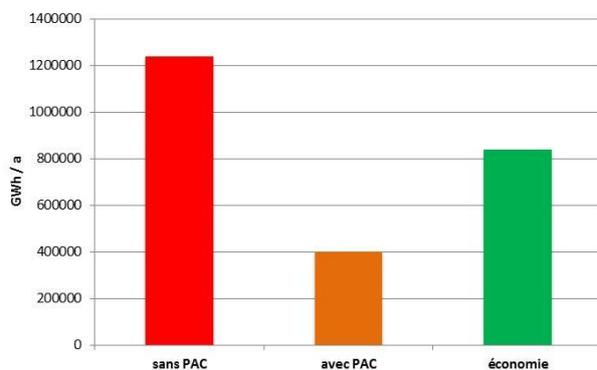
4.2.6 Installations et sources de chaleur utilisées

Sur les installations visitées, 30 étaient des pompes à chaleur sol-eau, 11 des pompes à chaleur air-eau et 2 des pompes à chaleur eau-eau.

Pour des raisons d'efficacité énergétique, certains cantons n'encouragent que les pompes à chaleur sol-eau et eau-eau. Il en existe qui encouragent les pompes à chaleur air-eau lorsque des sondes géothermiques ne peuvent ou ne doivent pas être installées. Certains cantons encouragent les pompes à chaleur air-eau lorsqu'elles permettent de remplacer des chauffages électriques.

Pour cette raison, la répartition en pour cent des pompes à chaleur eau sol-eau et air-eau de l'échantillon examiné ne correspond pas à la distribution de l'ensemble du marché, les pompes à chaleur air-eau jouant comme précédemment un rôle prédominant avec approximativement 60% des pompes à chaleur installées.

4.3 Consommation d'énergie primaire par an



Des informations sur la consommation d'énergie avant et après l'assainissement des chauffages étaient disponibles pour 32 installations. Selon celles-ci, ces 32 installations ont consommé avant l'assainissement annuellement 1,240 GWh/a d'énergie primaire et, après l'assainissement avec une pompe à chaleur, seulement encore 0,401 GWh/a. L'économie s'élève donc à 0,839GWh/a, soit tout juste 67.5%.

A partir des valeurs de consommation de courant disponibles de ces 32 installations, on obtient un coefficient de performance annuel (COPA) de 3.09 pour les installations de pompe à chaleur. Ceci est une valeur relativement basse, si l'on prend en considération les facteurs suivants:

- 2/3 de l'ensemble de l'échantillon sont des pompes à chaleur eau sol-eau, qui, c'est démontré, fonctionnent énergétiquement de façon plus efficace que les pompes à chaleur air-eau.
- Les températures de prélèvement des installations eau sol-eau se situent toujours dans une gamme de température positive
- La température de l'aller atteint dans le mode chauffage, uniquement sur quelques installations 50°C, pour une température extérieure de -8°C.

La dispersion des COPA des installations de pompes à chaleur examinées est relativement importante. Elle se situe entre bon et mauvais. Ceci est dû à une planification et à une exécution différentes d'installations pas toujours optimales. L'analyse a montré globalement un potentiel considérable d'augmentation de l'efficacité énergétique. Dans la pratique cette efficacité pourrait encore être accrue sur toutes les installations

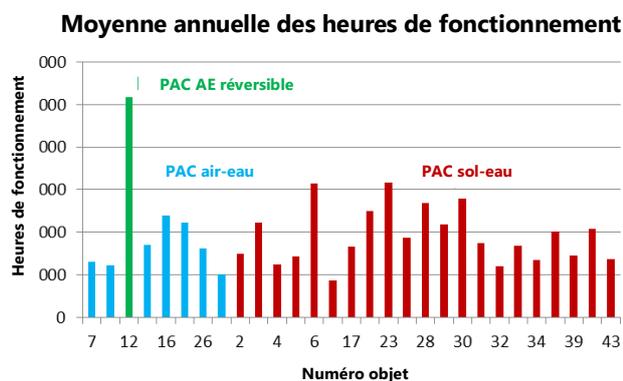
visitées. Ce fait n'est pas surprenant et correspond aux résultats in situ effectués depuis des années dans le cadre du projet ANIS et AQ-PAC.

4.4 Conditions à remplir pour le Certificat de qualité

En 2010, le Certificat de qualité des pompes à chaleur n'était pas encore une condition d'incitation dans tous les cantons. Heureusement, bien qu'à quelques exceptions près, des pompes à chaleur certifiées avec le Certificat de qualité ont été utilisées par des entreprises, qui, pour leur part, satisfaisaient également au Certificat de qualité. Un abus visible a été découvert lors d'un contrôle d'installation: dans ce cas, toutes les données pour apporter des contributions d'incitation pour une pompe à chaleur certifiée par un Certificat de qualité ont été fournies, mais l'installation avait été réalisée avec un autre produit sans Certificat de qualité. La société fautive a alors été dénoncée et blâmée par la commission du Certificat de qualité avec la menace de prise de sanctions en cas de répétition.

4.5 Dimensionnement des installations de pompe à chaleur

Les directives de dimensionnement de la Confédération prévoient pour les pompes à chaleur une capacité



de fonctionnement annuelle d'environ 2'000 heures dans le mode chauffage et environ 2'300 heures si la pompe à chaleur est utilisée aussi bien pour le chauffage que pour la production d'eau chaude sanitaire. Cependant cette règle n'est pas applicable pour les pompes à chaleur à régulation de puissance, qui adaptent leur puissance de chauffage de façon flexible aux exigences (inverse). Ces pompes à chaleur présentent un nombre d'heures de fonctionnement plus élevé avec une consommation de courant en principe plus faible.

Comportement d'exploitation des installations de pompe à chaleur

Objet N°	Type de pompe à chaleur	Compresseur	Exploitation		Durée de fonctionnement moenne par an(calcul sur la base des heures de fonctionnement effectives)	
			Chauffage	Eau chaude	VD1	VD2
7	Air-eau	2	Oui	Oui	1303	1302
8	Air-eau	1	Oui	Oui	1225	
12	Air-eau (inverseur)	1	Oui	Oui	5180	
13	Air-eau	1	Oui	Oui	1703	
16	Air-eau	1	Oui	Oui	2387	
25	Air-eau	2	Oui	Oui	2232	2184
26	Air-eau	1	Oui	Oui	1623	
40	Air-eau	2	Oui	Oui	1007	955
2	Sol-eau	1	Oui	Oui	1485	
3	Sol-eau	1	Oui	Non	2229	
4	Sol-eau (avec solaire thermique)	1	Oui	Oui	1237	
5	Sol-eau (avec solaire thermique)	1	Oui	Oui	1422	
6	Sol-eau (avec solaire thermique)	1	Oui	Oui	3139	
9	Sol-eau (avec solaire thermique)	1	Oui	Oui	873	
17	Sol-eau (avec solaire thermique)	1	Oui	Oui	1661	
22	Sol-eau	1	Oui	Oui	2492	
23	Sol-eau	1	Oui	Oui	3158	
24	Sol-eau	1	Oui	Non	1864	
28	Sol-eau	1	Oui	Oui	2694	
29	Sol-eau (avec solaire thermique)	1	Oui	Oui	2178	
30	Sol-eau	1	Oui	Oui	2795	
31	Sol-eau	1	Oui	Oui	1742	
32	Sol-eau	1	Oui	Oui	1206	
33	Sol-eau	1	Oui	Oui	1672	
34	Sol-eau	1	Oui	Oui	1346	
36	Sol-eau	1	Oui	Oui	2019	
39	Sol-eau	1	Oui	Oui	1449	
42	Sol-eau	1	Oui	Oui	2080	
43	Sol-eau	1	Oui	Oui	1359	

Les valeurs ont été saisies sur 29 des 43 installations visitées de la liste précédente. Pour les autres installations, les heures de fonctionnement des compresseurs n'ont pu être déterminées.

Les durées de fonctionnement moyennes montrent que les pompes à chaleur utilisées sont, d'une façon générale, plutôt un peu surdimensionnées. Dans les constructions neuves, le calcul selon SIA 384.201 est normalement jusqu'à 30% supérieur au besoin effectif et pour les assainissements, les puissances de chauffage nécessaires ne sont malheureusement pas déterminées de façon toujours sérieuse, bien qu'il soit possible d'effectuer une détermination précise à partir des chiffres de consommation des années précédentes (consommation de mazout/gaz ou d'électricité).

D'autre part la puissance d'une installation solaire thermique n'est pas prise en considération dans le calcul de la pompe à chaleur. Ceci prend en compte la nécessité d'avoir à tout moment et par tous les temps suffisamment d'eau chaude et par conséquent de pouvoir aussi couvrir les besoins calorifiques du chauffage.

Il est également apparu que certaines pompes à chaleur présentaient un nombre élevé, supérieur, à la moyenne d'enclenchements /déclenchements. Ceci peut avoir des répercussions négatives sur la longévité du compresseur. Les raisons possibles de ce mauvais comportement de la régulation de l'installation sont dues aux facteurs suivants:

- Mauvaise conception ou réalisation de l'hydraulique
- Mauvais emplacement des sondes
- Mauvaise régulation des soupapes de décharge
- Surdimensionnement

4.6 Raccordement hydraulique

La visite des installations a montré une grande dispersion dans la qualité des liaisons hydrauliques des pompes à chaleur à l'ensemble de l'installation. On trouve tout autant des liaisons hydrauliques exemplaires offrant une haute efficacité énergétique que des liaisons compliquées et mal conçues qui se répercutent plutôt négativement sur les indices de performances annuels des installations. L'expérience des installateurs et des planificateurs des installations de pompe à chaleur est ici d'une grande importance, étant donné que l'hydraulique d'une installation de pompe à chaleur se différencie beaucoup de celle d'une installation à mazout ou gaz.



Exemple d'un raccordement hydraulique simple avec bonne efficacité



Exemple d'un raccordement hydraulique compliqué qui engendre une perte de l'efficacité énergétique

La visite des installations a montré un grand nombre de pompes de circulation surdimensionnées ou utilisées sur une plage de puissance trop élevée. Dans la mesure où il ne s'agit pas d'une insuffisance de connaissances, la raison doit en être recherchée dans une réflexion de sécurité, respectivement de réserve inconsiderée. On veut être sûr que le débit des pompes suffit. Malheureusement on constate également un comportement relevant de l'indifférence, on dimensionne sans faire de calculs. Par ailleurs, les contrôleurs ont constaté que, bien qu'en majorité les installations aient été mises en service en 2010, des pompes de circulation de classe A sont plutôt rarement utilisées. Le potentiel d'économies par l'utilisation de pompes de circulation modernes à régulation électronique paraît être encore insuffisamment connu.

Une stratification suffisante avec des températures les plus basses possible doit impérativement être garantie sur les accumulateurs multifonctions largement répandus. Si ce n'est pas le cas, l'accumulateur devient un "tueur" d'efficacité, ce qui conduit à de mauvais chiffres annuels et ne valorise pas les possibilités techniques des pompes à chaleur.

4.7 Production d'eau chaude sanitaire

Les accumulateurs d'eau chaude examinés à échangeur de chaleur interne présentent sans exception des surfaces d'échangeur suffisantes par rapport à la puissance de la pompe à chaleur. On obtient ainsi la température d'eau chaude sanitaire maximale possible avec les pompes à chaleur utilisées.

Pour certaines des installations visitées, l'eau chaude est générée par les chauffe-eau électriques encore existants.

Dans une partie des installations, l'eau chaude est préchauffée à une température de 38-45°C et un chauffage complémentaire avec une résistance de chauffage électrique est effectué dans l'accumulateur couplé en série. Cette procédure conduit à une perte d'efficacité énergétique et n'est aujourd'hui plus nécessaire. Les pompes à chaleur modernes dotées d'un raccordement hydraulique optimisé et des accumulateurs de chaleur à échangeurs correctement dimensionnés sont aujourd'hui en mesure de préparer de l'eau chaude à plus de 50°C. De nombreux exploitants d'installations s'en tiennent à un chauffage régulier, en partie même quotidien, de l'eau chaude à 60°C (protection contre les légionnelles) et ne réfléchissent pas au fait que l'indice de performances annuel de l'installation de pompe à chaleur est ainsi fortement détérioré.

Sur les 43 objets visités, sept installations de pompe à chaleur sont complétées par du solaire thermique. On utilise dans ce cas majoritairement des accumulateurs à réservoir d'eau chaude intégré (accumulateurs combinés). De manière a, dans la plupart des cas, tenir compte de la priorité exigée de plus haut confort possible avec l'eau chaude, ces accumulateurs doivent être chargés à des températures élevées. Ceci conduit à ce que l'eau pour le mode chauffage doive être mitigée à la température inférieure exigée pour l'aller. La problématique déjà connue de telles solutions a été confirmée: ce type d'accumulateur conduit généralement à une détérioration des coefficients de performances annuels de la pompe à chaleur.

4.8 Dimensionnement des sondes géothermiques

Statistique de la température de l'eau glycolée des sondes géothermiques

Canton	Objet	Temp. entrée PAC °C	Date mesure
AG	1	9.1	08.11.2011
AG	2	9.6	08.11.2011
AG	3	3.0	08.11.2011
AR	4	11.0	23.01.2012
AR	5	8.6	23.01.2012
AR	6	3.2	23.01.2012
BL	9	7.5	22.11.2011
FR	10	4.0	01.03.2012
GR	15	10.4	15.12.2011
GR	14	4.0	15.12.2011
NE	17	3.0	15.02.2012
OW	18	7.0	19.12.2011
OW	19	6.8	19.12.2011
OW	20	6.1	19.12.2011
SO	22	4.8	02.02.2012
SO	23	5.7	02.02.2012
SZ	24	10.0	23.11.2011
SH	28	4.1	27.01.2012
SH	29	7.0	27.01.2012
TG	30	4.5	19.01.2012
TG	31	8.0	19.01.2012
TG	32	9.1	19.01.2012
UR	33	6.3	23.11.2012
UR	34	9.8	23.11.2012
VD	35	8.0	24.02.2012
VD	36	10.0	24.02.2012
VS	37	10.0	16.02.2012
ZG	39	9.5	05.12.2011
ZH	41	6.0	25.01.2012
ZH	42	6.0	25.01.2012
ZH	43	8.4	25.01.2012

La visite des installations a eu lieu entre novembre 2011 et début mars 2012. Les températures de l'eau glycolée ont été mesurées sur toutes les installations de pompes à chaleur correspondantes. Le résultat est satisfaisant:

- Le niveau de température des sources de chaleur est partout élevé, même à la fin de la saison hivernale.
- Les puissances spécifiques de prélèvement calculées de la sonde géothermique se situent à 31-41 W/mètre courant de sonde.
- Nous supposons que le dimensionnement des sondes géothermiques n'a généralement pas encore été effectué selon la nouvelle norme SIA 384-6. Certains indices ont confirmé cette hypothèse.

4.9 Respect du MoPEC

Il a par exemple été examiné, sur la base de l'isolation des conduites de distribution dans la cave, si les prescriptions du MoPEC sont respectées dans cette partie.

Le résultat est décevant: les prescriptions d'isolation ne sont souvent pas respectées. Les conduites de chauffage ne sont souvent pas ou insuffisamment isolées. L'ambiance légèrement tempérée obtenue de ce fait dans la cave ne compense pas, et de loin, l'énergie de haute valeur supplémentaire nécessaire utilisée de façon incontrôlée.



Photos: des exemples de conduites de chauffage non isolées

Le rapporteur suppose que la cause en est éventuellement une insuffisance de connaissance des dispositions du MoPEC. Il s'y ajoute que visiblement, pour de nombreuses entreprises d'installation et leurs collaborateurs, l'exigence de l'efficacité énergétique joue un petit rôle ou que le personnel est insuffisamment formé dans ce domaine.

Le cas suivant mérite d'être mentionné comme un exemple extrême: on a mesuré dans le local de l'installation une température autour de 5°C, les conduites de chauffage sont toutes non isolées. Conséquence: bien que la température de l'aller à la sortie de la pompe à chaleur s'élève à 40°C, la température à l'entrée du radiateur le plus éloigné se situe à 36°C!

4.10 Situation sur le plan phonique

Nous avons interrogé les propriétaires, en particulier de pompes à chaleur air-eau, au sujet du bruit. Le résultat réjouissant est visiblement que dans aucun cas le comportement phonique de la pompe à chaleur n'a fait l'objet de réclamations. Ceci est un témoignage positif, aussi bien pour les fabricants de pompes à chaleur qu'en particulier pour les entreprises d'installation. La problématique du bruit potentiel dégagé par les pompes à chaleur paraît d'une façon générale connue et prise en considération dans la planification et l'installation.

4.11 Mise en service et instruction des clients finaux

La qualité de la mise en service est déterminante pour l'efficacité énergétique et un parfait fonctionnement des installations de pompes à chaleur. Ces mises en service sont, en règle générale, réalisées par un technicien qualifié des fournisseurs de pompes à chaleur ou d'entreprises partenaires mandatées.

Les contrôles ont montré que la qualité des mises en service pourrait très souvent être encore améliorée dans différents domaines. Ceci concerne d'une part la documentation de l'installation par le fait que le protocole de mise en service n'est souvent pas déposé à proximité de l'installation ni sous forme papier, ni électronique dans le régulateur. D'autre part les réglages importants du système sont souvent lacunaires, comme par exemple les courbes de chauffage, les limites de température ou les programmes horaires pour la préparation d'eau, les réductions nocturnes de la température, etc. Finalement tous les appareils tels que les soupapes de décharge ou pompes de circulation ne sont réglés que de façon déficiente.

Par ailleurs les informations et instructions fournies aux clients finaux sont souvent insuffisantes. Ils sont de ce fait débordés. De meilleures instructions amènent les clients finaux à effectuer moins d'erreurs de manipulation qui conduisent à des pannes de l'installation.

Il faut relever que des installations de pompes à chaleur mises en service avec soin et de bonnes connaissances dans ce domaine tombent généralement moins en panne, en particulier dans la période de chauffage la plus intense du point de vue charge de travail et présentent une meilleure efficacité.

4.12 Satisfaction des clients

A quelques exceptions près, les clients finaux des installations de pompes à chaleur sont très satisfaits. Ils apprécient en particulier les économies d'énergie et de coût.

Etant donné qu'il leur manque – et c'est compréhensible – des connaissances approfondies dans la technique des pompes à chaleur, ils ne peuvent évaluer dans la plupart des cas les ressources nécessaires à une meilleure efficacité.

Les propriétaires d'installations ont, sans exception, apprécié ces contrôles d'application. Cette vérification neutre a augmenté leur conviction que leur investissement était adéquat et judicieux.

Plusieurs propriétaires d'installations ont constaté un meilleur bien-être avec leur nouveau chauffage à pompe à chaleur et une chaleur plus uniforme dans la partie habitée chauffée.

5 Les buts du projet sont-ils atteints?

Buts institutionnels

Dans l'ensemble, ces buts ont été atteints. En particulier à deux exceptions près, seules des pompes à chaleur disposant du Certificat de qualité sont utilisées et ont été acquises auprès de fournisseurs également certifiés. Les sondes géothermiques étaient, dans la plupart des cas, bien dimensionnées, l'application conséquente de la norme SIA 384-6 est encore à mettre en pratique.

Des insuffisances apparaissent auprès des entreprises d'installation sur le plan de la connaissance et de l'application des dispositions du MoPEC.

Buts techniques

Dans ce cas, l'évaluation n'est pas simple: il est vrai que nous n'avons découvert que très peu d'erreurs graves de planification et d'installation. Dans la majorité des cas, les installations de pompes à chaleur sont correctement conçues et construites. Toutefois les possibilités des actuelles pompes à chaleur ne sont souvent pas seulement pas pleinement utilisées, mais beaucoup plus péjorées par des liaisons hydrauliques défavorables ou l'utilisation d'appareils périphériques non optimaux (par exemple accumulateurs avec réservoirs d'eau chaude intérieurs, dits accumulateurs combinés). Il règne encore dans ce domaine un besoin important d'information et de formation.

Par ailleurs, les pompes à chaleur sont aujourd'hui encore conçues trop grandes. En conséquence les appareils fonctionnent en grande partie dans des conditions d'exploitation qui ne sont pas optimales.

Finalement un trop grand nombre d'installations de chauffage sont remplacées avant que l'enveloppe du bâtiment soit énergétiquement assainie. La conséquence en est le montage de pompes à chaleur trop grandes et, pour les propriétaires des immeubles, des investissements supplémentaires qui pourraient être réduits ou utilisés autrement.

Buts ultérieurs

Il est encore trop tôt pour pouvoir fournir ici des conclusions définitives. Mais les premiers pas ont été effectués et donnent des raisons d'être optimiste. Les cantons se sont montrés majoritairement très intéressés par une collaboration et ont aussi collaboré. Mais l'ancrage de cette collaboration nécessite d'autres mesures à tous les niveaux de la part de tous les participants.

6 Recommandations

La visite des 43 installations de pompes à chaleur a conduit à de nombreux résultats riches d'enseignement et approfondi et confirmé les connaissances déjà acquises. L'analyse de toutes les visites d'installations nous amène à formuler les recommandations suivantes:

- On peut d'une façon générale constater que les installations de pompes à chaleur sont construites et exploitées de façon insuffisante sur le plan de l'efficacité énergétique. Aussi bien les entreprises que les propriétaires d'installations disposent de peu de connaissances sur les exigences de l'efficacité énergétique ou y sont peu sensibles. **Des mesures d'information, formation et motivation complémentaires sont ici nécessaires.**
- Un constat complet des données d'exploitation est indispensable pour l'assainissement d'une installation de chauffage et la condition préalable à la réalisation d'une installation de production de chaleur correctement dimensionnée et efficace sur le plan énergétique. **Dans la mesure du possible**, la consommation d'énergie doit se rapporter à des valeurs de consommation spécifiques à surface de prélèvement d'énergie comparable. Des tableaux correspondants, respectivement des valeurs de consommation moyennes des standards typiques sont disponibles.
- Le MoPEC est encore insuffisamment connu. En conséquence ces dispositions sont souvent insuffisamment respectées. **Les entreprises devraient être beaucoup plus informées sur le MoPEC.**
- **Les liaisons hydrauliques doivent être maintenues aussi simples que possible.** Ceci permet une efficacité énergétique plus importante du fonctionnement des installations à pompes à chaleur.
- **L'utilisation de pompes de circulation efficaces (pompes de circulation classe A) doit être promue.** Dans ce cadre, il faut veiller à leur bon dimensionnement et adaptation aux débits. Les pompes de circulation classe A seront obligatoires à partir de 2013. Une grande attention doit être attachée au bon choix de l'accumulateur et du réservoir d'eau chaude répondant aux normes dans la planification et l'exécution de l'installation.
- Le **bon choix d'accumulateurs et de réservoirs d'eau chaude répondant aux normes** doit faire l'objet d'une grande attention dans la planification et l'exécution de l'installation.
- **La saisie et la documentation des heures de fonctionnement des compresseurs et le montage d'un compteur d'impulsions sont nécessaires.** Ces données doivent pouvoir être aisément lues par l'utilisateur de l'installation. Le montage d'un compteur électrique pour la saisie de la consommation d'énergie utilisée pour le chauffage et l'eau chaude est judicieux.
- L'utilisation de régulations **prenant en compte la température ambiante comme paramètre (compensation de la température ambiante)** doit être renforcée. Cependant on doit veiller au bon emplacement de la sonde d'ambiance.
- On doit prévoir, après la première mise en service de la pompe à chaleur, une **répétition de celle-ci pendant la première période de chauffage.** Des mesures d'optimisation énergétique peuvent ainsi être définies et réalisées et leur efficacité vérifiée.
- **Les exigences d'activité et de qualification des services après-vente devraient être mieux définies.** Une possibilité de certification des services après-vente peut éventuellement être introduite.
- **Les installateurs devraient en plus grand nombre travailler avec des checklists simples**, tel qu'enseigné dans les cours de partenaires GSP certifié.

Annexe:

Checkliste des critères appliqués pour l'évaluation des installations de pompes à chaleur dans le cadre du projet "Contrôle d'exécution 2011" lors des visites d'installations.

Propriétaire de l'installation

Lieu de l'installation

Nom, Prénom:

Adresse:

NP, lieu:

Construction: Année Etat:

Qu'est-ce qui a été assaini?

Type d'installation SO OO RO_{int} RO_{ext} RO_{split}

Fabricant /Type

Frigorigène/quantitékg

Date de mise en service

Tracé et longueur liaison (hyd. / frig.):

Pour PAC SO: Nb de SGV: Longueur:

La PAC dispose d'un certificat de qualité D-A-CH ou EHPA? oui non

Y a-t-il le mode d'emploi et la documentation? oui non

Est-elle complète?

L'ECS est-elle produite avec la PAC: oui non

Type de chauffe-eau? Surface de l'échangeur?m²

Quoi d'autres?

Abaissement nocturne: oui non

Les liaisons hydrauliques sont-elles isolées? oui non

Si non, où manquent-elles, longueur?.....

Pompe(s) de circulation de classe A? oui non

Si non, type et caractéristiques:.....

Système de distribution? sol rad.

L'installation est-elle dûment installée? oui non

Si non, remarques:

La nouvelle installation couvre-t-elle la totalité des besoins? oui non

Point de bivalence:

Pour PAC RO: Niveau puissance acoustique:dB(A) Déclaré:dB(A)

Remarque concernant l'acoustique de l'installation:

**Energie consommée avant/après
l'assainissement**

	Avant assainissement		Après assainissement	
Electricité		kWh/a		kWh/a
Mazout EL		l/a		l/a
Gaz		m ³ /a		m ³ /a
Bois		Kg/a		Kg/a

**Caractéristique de l'installation
depuis sa mise en service**
Electricité

Temps de
fonctionnement
 h

Enclenchement
 Nb

Caractéristiques de fonctionnement de l'installation:

Primaire: Dép.°C Secondaire: Dép.°C Temp. ext.:°C
Ret.°C Ret.°C

Remarques:

Y a-t-il le protocole de mise en service? (Prendre une copie) oui non

Remarque du propriétaire de l'installation:
.....
.....
.....

Remarque du contrôleur:
.....
.....
.....

Description de l'installation (Schéma de principe et/ou résumé)

Installateur

Planificateur

Par l'installateur

Société: Société:
Adresse: Adresse:
NP, lieu: NP, lieu:
Tél./mail: Tél./mail:

Date de la visite:

Représentant du GSP: Nom Visa:

Confirmation du propriétaire: Lieu Visa: