

Peter Hubacher, Hubacher Engineering, 9032 Engelburg
Responsable du département AQ, Groupement professionnel suisse pour les pompes à chaleur GSP
peter.hubacher@fws.ch

«Contrôles sur le terrain d'installations de pompes à chaleur non PAC-SM et chauffages alimentés par des combustibles fossiles»

Résumé

Ce projet de l'OFEN vise à montrer comment les systèmes sont installés et quelles en sont les faiblesses afin de pouvoir, à l'avenir, les améliorer et même les éviter. Au total, 106 installations ont été visitées et contrôlées dont 75 équipées de pompes à chaleur et 31 avec des chaudières à gaz ou à mazout. Ces contrôles ont été effectués dans quatre régions de la Suisse dont la partie Est de la Suisse allemande, la Suisse romande ainsi que le Tessin.

L'étude révèle clairement que la qualité des installations de chauffage n'est pas optimale. Il y a des points essentiels à respecter afin de rendre les installations plus performantes. Ceci dans l'intérêt du client final qui attend des coûts d'exploitation aussi faibles que possible. L'efficacité des pompes à chaleur mais aussi des installations utilisant des combustibles fossiles doit également être maximisée dans un intérêt public, afin de réduire la consommation globale d'électricité mais aussi les émissions de CO₂ dans le but de limiter le réchauffement climatique.

Comme on peut le constater au travers de l'analyse, la plupart des défauts peuvent être relativement facilement corrigés ou évités. Les défauts hydrauliques peuvent être résolus lors de l'installation sans effort supplémentaire et toutes les lacunes techniques et opérationnelles régulières doivent être écartées par des réglages optimaux et adaptés, même effectués ultérieurement.

1. Situation initiale

Les contrôles sur le terrain permettent également de vérifier le potentiel d'amélioration de l'efficacité et d'étayer le potentiel de réduction des émissions de CO₂ d'installations de production de chaleur décrit dans le rapport réalisé à la demande de l'Office fédéral de l'énergie du mois de janvier 2016 «Potenzialabschätzung von Massnahmen im Bereich der Gebäudetechnik» (Estimation du potentiel de mesures dans le domaine de la technique du bâtiment).

Le présent projet donne en outre des informations sur le rapport «Instrumente zur Umsetzung von Effizienzmassnahmen in der Gebäudetechnik» (Instruments de mise en œuvre de mesures d'efficacité dans le domaine de la technique du bâtiment) du 25 octobre 2016, également réalisé à la demande de l'Office fédéral de l'énergie. Ce rapport souligne de manière explicite le manque de savoir-faire en matière de planification et de mise en place d'installations techniques du bâtiment. Les contrôles effectués sur le terrain mettent en lumière les dires des personnes interrogées dans le cadre de l'étude.

2. Traitement du projet

Selon le projet de l'OFEN, 100 installations ont été visitées et contrôlées selon des normes précises. La sélection des installations a été effectuée sur la base de listes des services cantonaux. La sélection définitive a été réalisée de manière aléatoire, cependant de nombreuses adresses n'étaient pas joignables ou le propriétaire ne souhaitait pas un tel contrôle.

Au total, 106 contrôles d'installations ont pu être effectués. Étant donné que l'analyse détaillée n'a pu être faite qu'après l'achèvement des contrôles sur le terrain, une vue d'ensemble plus précise n'a pu être obtenue qu'après les contrôles. Les contrôles sur le terrain ont été réalisés entre décembre 2016 et la fin du mois d'avril 2017.

	Suisse orientale	Suisse centrale	Suisse romande	Tessin	total
PAC air-eau (R-O)	12	10	13	2	37
PAC sol-eau (S-O)	16	9	11	2	38
Chauffage mazout	9	2	3	1	15
Chauffage gaz	10	2	4		16
Total	47	23	31	5	106

Tableau 1: Contrôle d'installations par région

Il s'est avéré très tôt qu'il n'y a guère d'installations qui ne soient réalisées de manière irréprochable et/ou exploitées correctement. Souvent, les deux thèmes prioritaires, la conception de l'installation et les directives de fonctionnement, ne sont pas entièrement remplis, de sorte qu'une rectification des défauts est nécessaire.

Le contrôle de l'installation a été discuté directement avec le propriétaire. On a donc veillé à ce que le propriétaire soit présent lors du contrôle. Le contrôle a été effectué sur la base d'un protocole de deux à trois pages. Les points principaux étaient les suivants: état du bâtiment, année de construction, hydraulique, composants utilisés (chaudière et chauffe-eau), mise en service, heures de fonctionnement et fréquence d'enclenchement, consommation d'énergie (si disponible), réglages (courbe de chauffage, limite de chauffage, etc.), respect des prescriptions légales (isolation des conduites, prescriptions en matière d'agents réfrigérants, etc.).

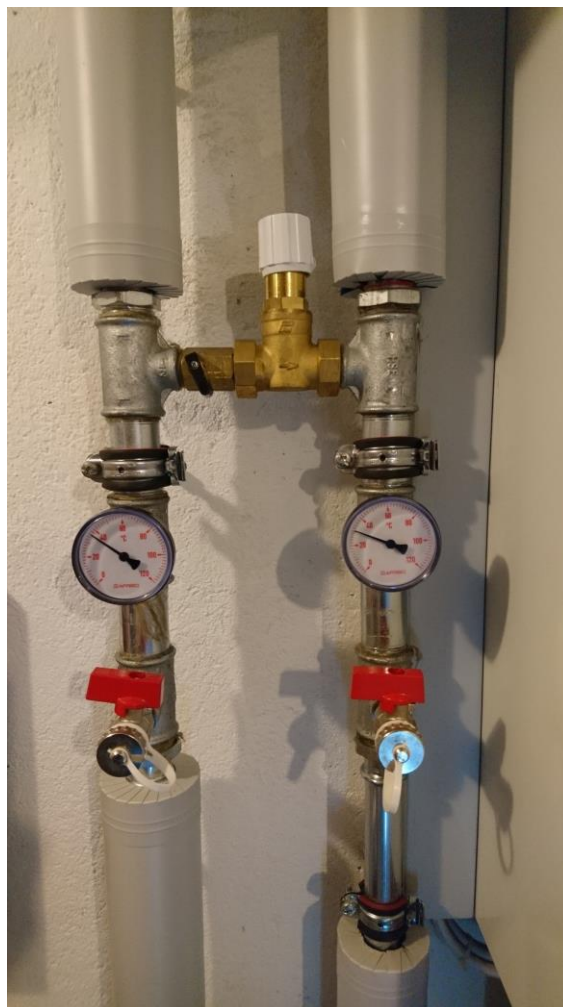


Schéma 1: Conduites de chauffage et d'eau chaude non isolées

Schéma 2: Soupape de décharge non réglée

3. Analyse du contrôle des installations

Tous les contrôles ont été réalisés pendant la saison de chauffage. Ainsi, le fonctionnement du générateur de chaleur a pu également être contrôlé et évalué lors de l'examen de l'installation. Les constatations faites lors de ces contrôles ont été consignées dans un bref rapport. Chaque propriétaire d'installation a ensuite reçu ce rapport afin de pouvoir se faire une idée sur son installation. De plus, une recommandation relative à la rectification nécessaire en cas de lacune ou de composant qui ne serait pas correctement monté et/ou réglé, etc. a été remise.

En ce qui concerne l'enveloppe du bâtiment, l'aperçu sur les données recueillies indique que pour un grand nombre de bâtiments (44%) les fenêtres ont été remplacées et pour 27 % l'enveloppe du bâtiment a encore été assainie. Cela montre bien qu'il y a une prise de conscience par les propriétaires de bâtiments quant à la nécessité de contribuer à réduire quelque peu la consommation d'énergie primaire.

Pour deux tiers des bâtiments, la puissance de chauffage spécifique a pu être enregistrée et évaluée. La moyenne est de $Q_h \approx 43 [W/m^2]$ et la puissance de chauffage moyenne de $Q_h \approx 8.5 [kW]$.

Le nombre de bâtiments dotés de panneaux solaires supplémentaires est moins important. On a trouvé des panneaux solaires thermiques dans 8 bâtiments (7.5%) et des installations photovoltaïques dans 7 bâtiments (6.6%).

	Suisse orientale		Mittelland		Suisse romande		Tessin		Total Suisse	
	GL, TG, SG, AR, AI, ZH		SO, BS, BE		FR, GE, JU, VD, VS		TI			
	PAC R-O + S-O	Gaz, mazout	PAC R-O + S-O	Gaz, mazout	PAC R-O + S-O	Gaz, mazout	PAC R-O + S-O	Gaz, mazout	PAC R-O + S-O	Gaz, mazout
Nbre d'installations contrôlées	28	19	19	4	24	7	4	1	75	31
Bâtiments et installations suppl.										
Remplacement des fenêtres	25	7		1	10	2	2		37	10
Assainissement de l'enveloppe du bâtiment	13	3			8	3	2		23	6
Remplacement des radiateurs	1				1				2	
Installation thermique solaire existante	2		1			4	1		4	4
Installation photovoltaïque existante	5	1			1				6	1
Défauts constatés										
Conduites de chauffage non isolées	6	9	12	1	10	6	1	1	29	17
Conduites d'eau chaude non isolées	2	3	4	1	4	1		1	10	6
Pas de siphon eau chaude	11	4	12		9	5	2	1	34	10
Générateur de chaleur surdimensionné	6		4		13	1			23	1
Enclench. fréquent générateur chal. (Ø 15 min)	8	2	5	1	6	1			19	4
Raccordement accumulateur incorrect	16		5		6		1		28	
Vanne de décharge manque (RPP)					6				6	
Limite de chauffage mal réglée (20°C)	4	8			3		3		10	8
Courbe de chauffage mal réglée (excessive)	9	8		1	7	1	2		18	10
SGV pas dimensionnées selon la SIA 384/6	1				1				2	
Cahier d'entretien du froid manque	1				11				12	
Abaissement nocturne (ΔT trop grand)	10	13			2		1		13	13
Problèmes d'émissions sonores résolus					3				3	

Tableau 2: Aperçu sur le contrôle d'installations par région et défauts constatés

Les principaux défauts constatés figurent dans le tableau 2, quoique ces défauts ont été constatés dans les quatre régions plus ou moins dans le même cadre. Les conduites de chauffage et d'eau chaude non isolées constituent le point fort. De plus, il faut aussi mentionner les écoulements d'eau chaude qui ne sont pas équipés d'un siphon à la sortie du réservoir d'eau chaude. Les raccords du réservoir de chaleur au niveau de l'écoulement ne sont pas non plus montés selon l'état de la technique actuel. Si l'écoulement à travers le réservoir se fait par une action hydraulique, la température aller, selon la qualité de la construction du réservoir, est entre 2 et 6K inférieure, de sorte que la température de chauffage nécessaire à partir de la pompe à chaleur doit être plus élevée (par 1K de température aller plus élevée, l'efficacité de la PAC diminue de 2 à 2.5%).

Le dimensionnement des générateurs de chaleur, et notamment des pompes à chaleur, est également un point négatif qui entraîne une réduction de l'efficacité, car la fréquence de commutation augmente considérablement. En plus, pour près de 25% des pompes à chaleur examinées, la régulation de la production de chaleur est mal paramétrée, de sorte que la pompe à chaleur fonctionne pendant des périodes trop courtes, elle pendule alors trop souvent.

Un autre défaut qui entraîne une réduction de l'efficacité de la production de chaleur est un réglage trop élevé des limites de chauffage (par ex. 20 à 22°C) de sorte que le chauffage reste enclenché pendant tout l'été. Dans le cas d'un réglage de limite de chauffage entre 16 et max. 17°C (le plus souvent température moyenne journalière), le chauffage est déclenché pendant les mois d'été.

Pour plus de 25% des installations contrôlées, la courbe de chauffage était également réglée de manière excessive. Cela a pu en partie être corrigé directement en coopération avec les propriétaires d'installations. Il convient également d'adopter le bon réglage d'abaissement nocturne. A ce niveau, on a aussi souvent trouvé ici des valeurs extrêmes, comme par ex. un abaissement de 4K ou encore plus. Ces maisons refroidissent trop pendant la nuit et le manque d'énergie doit alors être compensé le matin.

Défauts constatés	Nbre installations		Pertes	Perte énergie utile		
	PAC	Mazout/Gaz	%	PAC	Mazout/Gaz	total
				kWh/a	kWh/a	kWh/a
Conduites de chauffage non isolées	29	17	8	48'25	43'52	
Conduites d'eau chaude non isolées	10	6	5	10'40	9'60	
Pas de siphon eau chaude	34	10	4	28'28	12'80	
Générateur de chaleur surdimensionné	23	1	8	38'27	2'56	
Enclench. fréquent du gén. de chaleur (Ø 15min)	19	4	10	39'52	12'80	
Raccordement réservoir pas correct	28		6	34'94		
Vanne de décharge manque (RPP)	6		4	4'99		
Limite de chauffage mal réglée (20°C)	10	8	10	20'80	25'60	
Courbe de chauffage mal réglée (excessive)	18	10	5	18'72	16'00	
Abaissement nocturne (ΔT trop grand)	13	13	3	8'11	12'48	
Pertes totales de l'installation				252'30	135'36	387'66
Production moy. d'énergie utile par installation				20'80	32'00	
Production moy. d'énergie utile toutes inst.				1'560'00	992'00	2'552'00
Pertes par installation en %				16.1	13.6	15.1

Tableau 3: Extrapolation de la situation des pertes dues aux défauts constatés

Dans le tableau 3, on a essayé de pondérer les défauts rencontrés sur le plan énergétique, afin d'établir un aperçu des pertes moyennes de l'ensemble de l'échantillonnage des installations.

Curieusement, il s'est avéré que les pertes subies sont généralement comprises entre 14 et 16%. Ceci a déjà été constaté dans le cadre des analyses sur le terrain pour l'OFEN qui ont été menées au cours des 20 dernières années. Sur la base de ces constatations, l'économie réalisée grâce à l'installation d'un Pompes à chaleur système-module a été définie. Elle s'élève à env. 15%.

4. Constatations et interprétation

Les propriétaires sont largement satisfaits de leurs installations. Par contre, ils ne sont guère informés sur les questions techniques: quelle est la construction adéquate pour une telle installation de production de chaleur et comment devrait-elle fonctionner.

L'impression générale des évaluateurs d'installations est très contrastée et ne pourra jamais être considérée comme «bonne» ou «assez bonne». «Moyenne» conviendrait mieux.

Les installations ne sont souvent pas construites conformément à l'état de la technique actuel. Les réservoirs sont toujours raccordés selon l'ancien système à quatre points, c.-à-d. que l'écoulement passe au-dessus du réservoir. Dans le cas de petites installations munies généralement de réservoirs simples, la température du circuit aller perd entre 2 et 4K, dans les cas extrêmes jusqu'à 6K. Ceci est particulièrement négatif pour les installations de pompe à chaleur, étant donné que l'on doit de ce fait élever la température aller et assumer une perte d'efficacité entre 2 et 2.5% par différence de température supérieure à 1K.

Un mauvais réglage des soupapes de décharge entraîne des durées de fonctionnement plus courtes par enclenchement, ce qui se répercute de manière négative sur l'efficacité de la pompe à chaleur et de plus réduit sa durée de vie. Ce défaut est également fréquemment rencontré.

Pour près de la moitié des installations, le réservoir d'eau chaude sanitaire est installé sans thermosiphon. Lorsque l'eau chaude n'est pas utilisée, l'eau chaude sanitaire menée aux points de soutirage commence à circuler à l'intérieur de la conduite. L'eau refroidit au contact de la paroi de la conduite et commence à descendre par gravité le long de la paroi. Cela provoque un flux inversé vers le haut à l'intérieur de la section de la conduite. Cette circulation involontaire qui mélange le contenu du réservoir peut être évitée par une interruption de gravité (thermosiphon).

Le paramétrage du régulateur des installations est également un point important. Des courbes de température mal paramétrées et excessives ont été rencontrées. Celles-ci entraînent également des pertes d'efficacité supplémentaires pour les pompes à chaleur. De plus, les limites de chauffage réglées sont souvent trop élevées. Un paramétrage entre 16 et 17°C serait idéal. Pourtant dans le cas de plusieurs installations on a trouvé un paramétrage entre 20 et 22°C. Avec un tel paramétrage, le chauffage n'est pratiquement jamais déclenché pendant tout l'été et reste en mode veille.

Un autre point important à mentionner est l'isolation des conduites. Des insuffisances ont été constatées dans le cas d'environ 50% des installations examinées. De même, des conduites existantes qui sont réutilisées n'ont pas été isolées. Entre-temps, conformément à l'ordonnance sur l'énergie et le MoPEC 2008, les conduites véhiculant la chaleur dans les locaux non chauffés (conduites de chauffage et d'eau chaude) doivent être isolées selon certaines prescriptions.

Les propriétaires ou exploitants d'installations dénoncent souvent la facilité d'utilisation du régulateur de l'installation de production de chaleur, qui serait pourtant essentielle pour un paramétrage optimal. Citons à ce titre une manipulation facile du réglage de la courbe de chauffage, de la limite de chauffage, du réglage de confort de la température ambiante et d'abaissement nocturne. Il faudrait aussi que les heures de fonctionnement et la fréquence des enclenchements s'affichent sur l'écran. Ces informations sont en partie «disponibles» au niveau du menu service.

Outre les défauts reconnus, d'autres informations entrant dans le même thème ont pu être recueillies lors de l'entretien avec les propriétaires des installations. Un expert a ainsi déconseillé à un maître d'ouvrage d'installer une pompe à chaleur de sorte que ce dernier a de nouveau opté en faveur d'une installation de production de chaleur alimentée aux combustibles fossiles.

Les propriétaires des installations ont salué la visite et étaient heureux d'avoir pu être instruits encore une fois par une personne neutre et compétente sur l'installation et en particulier sur le régulateur de chauffage, et obtenir des réponses à leurs questions.

Sources

- [1] P. Hubacher, M. Erb, M. Ehrbar: **ANIS - Rapport final OFEN: Analyse in situ d'installations de pompes à chaleur ANIS, 1996-2003** rapport final avril 2004
- [2] P. Hubacher, Expert M. Ehrbar: **QS-PAC/QP: Assurance qualité de petites pompes à chaleur au moyen de standards et de mesures in situ**, sous-projet à long terme 2007-2008, rapport final de 2008
- [4] P. Hubacher: **QS-PAC/QP: Poursuite des mesures in situ d'installations PAC au moyen de mesures sur le terrain**, sous-projet à long terme 2008-2011, rapport final de 2011
- [3] P. Egli, P. Hubacher, G. Guggenheim: **Assurance qualité d'installations de pompes à chaleur, contrôle de l'exécution 2011**; rapport final 2012