

Rapport annuel 2023

Pompe à chaleur système-module (PAC-SM)



14.06.24

Ce rapport annuel a été rédigé sur mandat de SuisseEnergie.**Les auteurs – Andreas Dellios, Giuseppe Perrino, Oliver Joss et Georges Guggenheim – sont les seuls responsables du contenu et des conclusions du présent rapport.**Bénéficiaire de subvention :Groupement professionnel suisse pour les pompes à chaleur GSP, Steinerstrasse 37, CH-3006 Berne, www.pac.chDirection de projet :

Responsable de projet : Andreas Dellios. Gestionnaires du projet : Giuseppe Perrino, Peter Hubacher (jusqu'à mars 2023), Oliver Joss (dès avril 2023), Georges Guggenheim

Contrôle technique :

Nils Adelman, Alain Bayard, Saverio Bechtiger, Carlos Bernal, Florian Bernal, Mickael Besse, Lia Cacciamognaga, Andreas Dellios, Peter Egli, Janiv Fernandez, Silvio Giacomini, Andreas Glogg, André Hodel, Peter Hubacher, Simon Jäggi, Oliver Joss, Gasper Krasniqi, Thierry Maire, Lara Meazza, Thommy Michelin, Christof Muralt, Marc Niederhäuser, Pino Pagano, Giuseppe Perrino, Philippe Ranc, Roland Schneider, Thomas Scheuzger, Vincenzo Stella, Michael Thommen, Riccardo Vanini, Karin Vogt-Studer, Andreas Widmer

Commission de certification : Andreas Genkinger, Peter Hubacher, Peter Kurmann, Daniel Murer, Alois PüntenerPersonnes procédant aux contrôles aléatoires : Roger Badertscher, Peter Bammatter, Harry Battaglia, Carlos Bernal, Saverio Bechtiger, Patrick Betschen, Jesse Cohen, Massimo Covino, Roberto di Cerbo, Carlos Brosi, Grégoire Evéquo, Maxime Freymond, Kurt Gabathuler, Roberto Giuliani, Simon Jäggi, Lara Meazza, Florian Margelisch, Oliver Joss, Giuseppe Perrino, Toni Petitto, Pino Pagano, Philippe Ranc, Bernhard Regli, André Schmitter, Marc Stahlberger, Michael Thommen, David Walker, Pascal WyssCommunication, Internet, IT, secrétariat : Andreas Dellios, Mathias Friedli, Georges Guggenheim, Cornelia LehmannFormation continue : Georges Guggenheim, Cornelia Lehmann, Lara Meazza, Philippe Ranc, Désirée Stocker, Ursula Grossenbacher, Carl ZengerSecrétariat central : Mathias Friedli, Ursula Grossenbacher, Carl ZengerFinances/comptabilité : Georges Guggenheim, Daniel SchlappbachStatistiques, évaluations de l'assurance-qualité : Andreas Dellios, Peter Hubacher

Numéro de contrat et de projet OFEN : SH/810038-02-01-40

Adresse

SuisseEnergie, Office fédéral de l'énergie OFEN, Mühlestrasse 4. 3063 Ittigen, CP 3003 Berne

Infoline 0848 444 444, www.infoline.suisseenergie.chsuisseenergie@bfe.admin.ch, www.suisseenergie.ch, twitter.com/energieschweiz

Table des matières

Résumé	4
Données statistiques	4
- <i>Évolution des certificats PAC-SM demandés</i>	5
- <i>Évaluation de la demande moyenne d'électricité</i>	6
- <i>Substitution CO₂ des installations certifiées PAC-SM</i>	6
Une meilleure qualité de planification et d'installation des systèmes de PAC	8
Formation intensive et formation continue	9
Collaboration avec les cantons	10
Infrastructures et ressources humaines	11

Résumé

Le PAC-SM (pompe à chaleur système-module) a continué à s'imposer sur le marché. En 2023, 22 295 demandes de certificats ont été déposées, ce qui correspond à une augmentation d'environ 48 % par rapport à 2022. Fin 2023, plus de 65 000 systèmes de pompes à chaleur conformes au standard PAC-SM ont donc été installés en Suisse. Les pompes à chaleur mises en service en 2022 et certifiées PAC-SM ont réduit les émissions de CO₂ d'environ 83 400 tonnes. Selon les calculs de Myclimate, cela correspond aux émissions de 20 500 voitures à essence parcourant chacune 15 000 km par an !

Le PAC-SM apporte de grands avantages à toutes les parties :

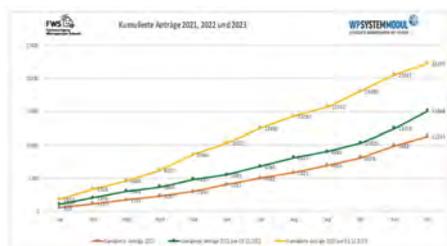
- Les cantons ont la certitude que les subventions qu'ils versent pour le remplacement de chauffages fossiles jusqu'à environ 15 kWh sont utilisées de manière optimale en termes d'efficacité énergétique atteinte et de sécurité d'exploitation ; ils ont également une vision globale sur les installations de pompes à chaleur qu'ils subventionnent.
- Grâce aux modules standardisés, les entreprises d'installation ont moins de travail et plus de sécurité pour la planification, l'installation et la mise en service des systèmes de pompes à chaleur.
- Les fournisseurs proposent des modules avec des composants coordonnés et peuvent ainsi réduire leur charge de conseil.
- La clientèle finale peut suivre avec précision ce qu'elle a commandé et reçu et peut avoir la certitude que les installations de chauffage fonctionneront en toute sécurité et avec une efficacité énergétique optimale, ce qui lui permettra d'économiser des frais d'électricité et de maintenance ; de plus, l'investissement est protégé grâce à la standardisation et aux contrôles aléatoires et ultérieurs.

La standardisation de la planification, de l'exécution et de la mise en service permet aussi d'atténuer le grand manque de main-d'œuvre qualifiée dans le secteur du chauffage.

Données statistiques

Le PAC-SM (pompe à chaleur système-module) est développé depuis 2010 et constamment amélioré. En 2017, les cantons qui appliquent le MEH ont pour la première fois accordé des subventions pour lesquelles l'application du PAC-SM était une condition d'octroi. À fin 2017, environ 500 certificats d'installation avaient pu être délivrés. Depuis 2018, les instruments, les processus et les procédures sont constamment affinés et élargis en s'appuyant sur les expériences acquises dans la pratique. En 2019, les cantons qui encourageaient le remplacement des installations de chauffage à énergie fossile par des pompes à chaleur, en fixant le PAC-SM comme condition d'octroi, étaient déjà 23 sur 26. Aujourd'hui, tous les cantons suisses promeuvent l'installation de pompes à chaleur selon les normes MEH 05 et 06. En 2023, environ 23 000 demandes de certificats ont été déposées. La croissance par rapport à 2022 a donc été de près de 50 %. Au total, pour fin 2023, on compte un socle de plus de 60 000 installations de pompes à chaleur certifiées PAC-SM.

Évolution des certificats PAC-SM demandés (dans toute la Suisse)



Mandats cumulés en 2021, 2022 et 2023

Jan. Fév. Mars Avril Mai Juin Juil. Août Sept. Oct. Nov. Déc.

[orange] Mandats cumulés en 2021

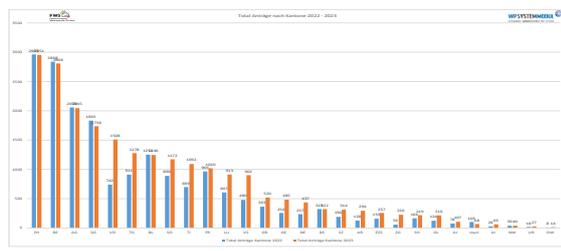
[vert] Mandats cumulés en 2022 au 31.12.2022

[jaune] Mandats cumulés en 2023 au 31.12.2023

La courbe jaune indique la période du 1^{er} janvier 2023 au 31 décembre 2023. Durant cette période, 22 295 demandes de certificats ont été déposées. Ce nombre dépasse de presque 48 % le nombre de demandes soumises l'année précédente.

Cette évolution réjouissante est également due au fait que les cantons considèrent la pompe à chaleur comme un élément important pour atteindre les objectifs énergétiques de la Suisse et encouragent donc l'installation de pompes à chaleur lors de la rénovation de chauffages fossiles et électriques.

Évolution des certificats PAC-SM demandés (en 2023 et par canton)



Total des mandats par canton 2022-2023

[bleu] Total des mandats du canton en 2022

[orange] Total des mandats du canton en 2023

Évaluation de la consommation électrique moyenne pour les petites pompes à chaleur jusqu'à max. 15 [kW] de puissance de chauffage selon compilation des données PAC-SM

Type de PAC	Durée totale	Nombre de PAC	Durée moy. de fonctionnement par PAC	Puissance de chauffage moy. par PAC	Fonctionnement	Moy. COP	Production totale d'énergie	Total de la conso. électrique	Conso. électrique par PAC
	[h/a]		[h/a]	[kW]		[-]	[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]
PAC air/eau	474 687	171	2776	6,6 *	Inverter	3,4	3 132 934	921 451	5389
PAC air/eau	31 289	17	1841	8,1 **	On-off	3,2	253 441	79 200	4659
PAC sol/eau	99 253	27	3676	7,2 *	Inverter	4,5	714 622	158 805	5882
PAC sol/eau	129 340	64	2021	8,8 **	On-off	4,2	1 140 779	271 614	4244
Total	734 569	279					5 241 776	1 431 070	
Moyenne totale			2578	7,7		3,8			5043

Remarques :

* Puissance de chauffage moyenne à une température extérieure de 4,0 [°C] pour les PAC régulées par Inverter.

** Pour les pompes à chaleur « on-off », 90 % de la valeur nominale ont été utilisés.

Les PAC air/eau ne sont plus représentées sur le marché qu'avec environ 10 % de technologie « on-off ».

Les PAC sol/eau sont encore représentées sur le marché aujourd'hui avec environ 70 % de technologie « on-off ».

Source : GSP, évaluation des installations PAC-SM/PAC avec mise en service en 2022

Depuis 2023, la population a de plus en plus conscience de la nécessité d'optimiser l'efficacité énergétique des pompes à chaleur. Le tableau ci-dessus présente une compilation des données obtenues par le GSP à l'occasion des contrôles aléatoires. L'efficacité d'une installation de pompe à chaleur dépend de nombreux facteurs : outre le calcul du dimensionnement de l'installation, le système hydraulique joue un rôle important ; les périphériques choisis (tels que l'accumulateur, le chauffe-eau, les pompes et autres) influencent également l'efficacité énergétique. L'utilisation qu'en fait le foyer est également un facteur à prendre en compte.

Le développement et l'introduction d'une norme de suivi pour les PAC servirait à contrôler et optimiser plus efficacement les installations concernées à l'avenir. Cela permettrait non seulement de répondre à l'intérêt des exploitants pour des installations aussi efficaces et sûres que possible sur le plan énergétique, mais aussi de fournir un élément supplémentaire important pour atteindre les objectifs énergétiques de la Suisse et pour répondre aux strictes exigences de qualité de la branche.

Substitution CO₂ des installations certifiées PAC-SM mises en service en 2022

Les bases du calcul : en 2022, 15 713 installations de pompes à chaleur certifiées PAC-SM ont été mises en service. Parmi ces installations, 1014 remplaçaient des systèmes de chauffage qui n'émettaient déjà pas de CO₂ (chauffages électriques, pompes à chaleur, bois/pellets).

Pour les 14 699 installations restantes, il y a eu une réduction de CO₂. 21,9 % de ces installations ont remplacé des chauffages au gaz, et donc 78,1 % ont remplacé des chauffages au mazout. Les chauffages au gaz naturel émettent en moyenne 0,200 kg de CO₂/kWh, contre 0,266 kg de CO₂/kWh pour les chauffages au mazout. Nous estimons donc que les émissions moyennes de CO₂ s'élèvent à 0,2515 kg de CO₂/kWh.

Les chiffres pour 2023 seront disponibles début 2025, car la mise en service n'a souvent pas lieu l'année de la certification et les pompes à chaleur mises en service en 2023 ne seront soumises à un contrôle aléatoire qu'après au moins une saison de chauffage complète, soit en 2024.

Sur la base de ces éléments, on obtient le calcul suivant :

Année	Type de PAC	Nombre de PAC	Fonctionnement	Durée moy. de fonctionnement par PAC	Puissance de chauffage moy. par PAC	Moy. COP	Production totale d'énergie	Rendement de la production fossile	Émission de CO ₂ **	Substitution CO ₂
				[h/a]	[kW]	[-]	[kWh/a]	[kg CO ₂ /kWh]	[kg CO ₂ /kWh]	[t/a]
2022	PAC air/eau	11267	Inverter	2776	6,6	3,4	206 425 553	0,85	0,2515	61 089
	PAC air/eau	540	On-off	1841	8,1	3,2	8 050 476			2382
	PAC sol/eau	1448	Inverter	3676	7,2	4,5	38 324 892			11 342
	PAC sol/eau	1444	On-off	2021	8,8	4,2	25 738 822			7617
Total 2022		14699					278 539 742			82 430

Selon les calculs de Myclimate, les plus de 82 000 tonnes d'émissions de CO₂ évitées correspondent aux émissions de CO₂ de 20 500 voitures à essence parcourant chacune 15 000 km par an !

Le nombre d'installations, la puissance moyenne des pompes à chaleur et les durées de fonctionnement ont pu être déterminés à partir des analyses continues des contrôles aléatoires et de suivi. Le rendement pour la production de chaleur fossile a été généralement supposé comme étant $\eta=0,85$.

* Lors de la détermination de la puissance de chauffage moyenne des pompes à chaleur Inverter, la puissance maximale a été réduite à 60 %.

** Les émissions de CO₂ ont été évaluées sur la base du nombre d'installations utilisant un combustible fossile (gaz naturel ou mazout).

La moyenne arithmétique a été utilisée pour le calcul.

Une meilleure qualité de planification et d'installation des systèmes de PAC

Comme prévu, le PAC-SM a un impact positif sur la qualité de la planification et de l'installation des systèmes de pompes à chaleur. Toutefois, l'amélioration de la qualité ne s'est pas encore faite de manière homogène dans tous les domaines. Les gestionnaires de projet constatent toutefois que nous sommes sur la bonne voie dans ce domaine. Les graphiques ci-dessous montrent les progrès réalisés au fil des années.



Contrôle aléatoire

Comparaison du taux d'erreur, sans et avec PAC-SM

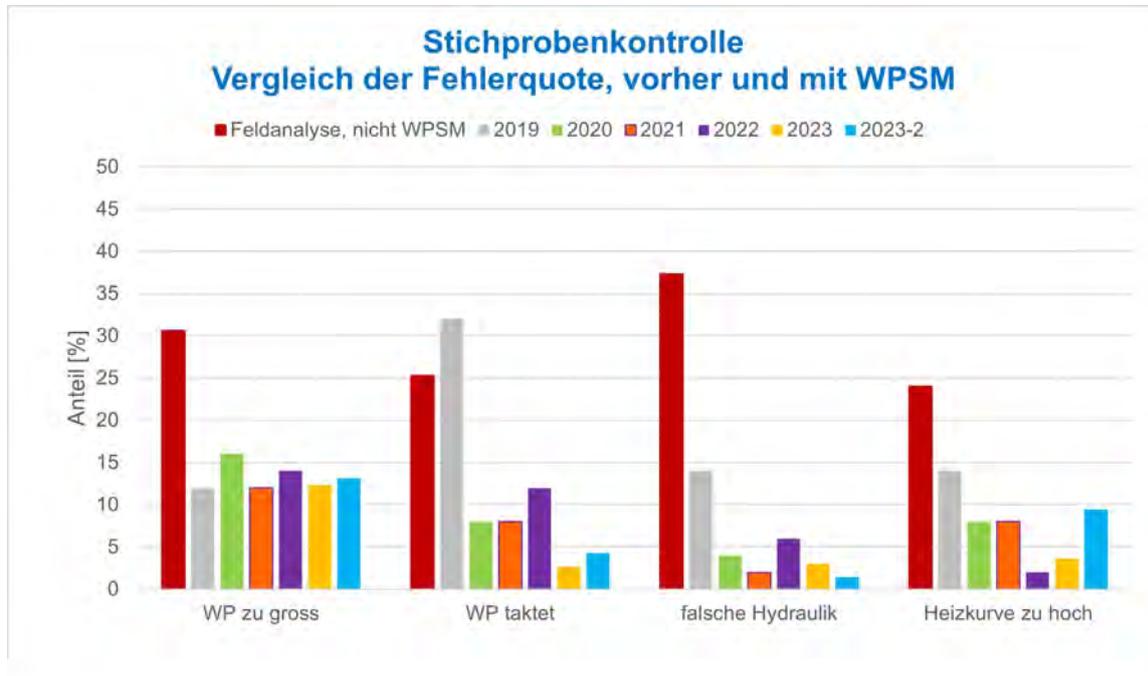
[rouge] Analyse de terrain, sans PAC-SM

[y] Part [%]

[x] Mauvaise isolation / Limite de chauffe trop haute / Baisse de température la nuit >2K / Stratégie de charge ECS

En 2023, deux évaluations ont été effectuées : jaune (2023) = 1^{er} semestre 2023, bleu (2023-2) = 2^e semestre

Les évaluations des contrôles aléatoires sont intégrées dans l'offre de formation et de perfectionnement du GSP et sont également traitées et discutées en détail lors des cours annuels de mise à jour pour les entreprises d'installation et les fabricants.



Contrôle aléatoire

Comparaison du taux d'erreur, sans et avec PAC-SM

[rouge] Analyse de terrain, sans PAC-SM

[y] Part [%]

[x] PAC surdimensionnée / PAC qui pendule / Fausse hydraulique / Courbe de chauffe trop haute

En 2023, deux évaluations ont été effectuées : jaune (2023) = 1^{er} semestre 2023, bleu (2023-2) = 2^e semestre

La comparaison des évaluations 2023 et 2023-2 montre clairement que l'assurance-qualité à travers des contrôles aléatoires et de suivi ainsi que par des formations continues permanentes reste d'une importance décisive. La prise de conscience et le savoir-faire pour assurer l'efficacité énergétique et la sécurité de fonctionnement sont encore trop peu consolidés dans le secteur. Les contrôles aléatoires restent toujours indispensables. Sur une base empirique, il est également judicieux de maintenir la proportion de 20 % d'échantillons. Il est également important que les entreprises d'installation de chauffage s'intéressent davantage aux bases physiques et techniques des systèmes de PAC afin d'acquérir des compétences supplémentaires en matière de régulation et d'optimisation des pompes à chaleur. Le GSP propose des cours à cet effet.

Formation intensive et formation continue

L'investissement en temps et en argent pour la formation et le conseil aux entreprises d'installation reste très élevé. L'équipe PAC-SM fournit ces services sous différentes formes :

Cours pratique PAC-SM

Ce cours d'une journée transmet les notions et les compétences relatives aux processus du PAC-SM et met en lumière les conditions générales importantes pour la mise en place et la régulation des installations, afin que les installations PAC-SM fonctionnent de manière optimale en termes d'efficacité énergétique et de sécurité d'exploitation. Le cours pratique est organisé à plusieurs reprises dans toutes les régions linguistiques de Suisse et peut se targuer d'une forte participation.

Séminaires de mise à jour

Les « séminaires de mise à jour » organisés plusieurs fois par an pour les entreprises d'installation et les fournisseurs contribuent largement à maintenir un haut niveau de qualité de conseils, de planification et d'installation des équipements. En 2023, les organismes de subventionnement cantonal ont été invités pour la première fois à participer à ces séminaires de mise à jour. L'échange d'expériences a été très précieux et a contribué dans une large mesure à la compréhension et à la confiance mutuelles.



Séminaire de mise à jour pour les entreprises d'installation et les services clientèle (photo : GSP)

Conseils individuels pour les entreprises qui demandent un certificat PAC-SM

Nos spécialistes en contrôle technique conseillent et forment les collaboratrices et collaborateurs d'entreprises ayant déposé des demandes de certification ou sont sollicité-e-s avant même le dépôt des demandes. Au cours de l'année, nos spécialistes ont consacré environ 1800 heures à ces tâches de formation, soit près d'une année de travail. Ce travail est compris dans le prix du certificat.

Formation du personnel interne PAC-SM

Fin 2023, environ 80 spécialistes dans toute la Suisse travaillaient à temps partiel pour le PAC-SM, que ce soit pour les contrôles techniques ou les contrôles aléatoires. C'est pourquoi la formation continue

régulière revêt une grande importance, qui ne fera que croître à l'avenir. Ces personnes ont été formées à plusieurs reprises et individuellement dans toute la Suisse tout au long de l'année. Il est de la plus haute importance que tous les processus de contrôle soient appliqués de la même manière par tout le monde et que les évaluations soient effectuées selon des critères uniformes. Le personnel qui n'a pas encore beaucoup d'expérience en matière de contrôle est souvent surpris par la complexité du processus. Ainsi, les gestionnaires de projet veulent s'assurer que les processus de contrôle dans le PAC-SM soient effectués de manière uniforme, indépendamment de la personne.

Collaboration avec les cantons

La collaboration avec les cantons se fait de façon très positive, étroite et ciblée. Dans la mesure du possible, nous adaptons nos procédures aux besoins des cantons. Mais le fédéralisme helvétique ne facilite pas toujours les choses. Inversement, les organismes de financement des cantons contactent régulièrement les gestionnaires de projet lorsqu'une collaboration plus étroite peut créer des synergies, et ceux-ci répondent volontiers aux questions techniques.

Les séminaires de mise à jour, organisés pour la première fois en 2023 pour les services cantonaux de fourniture d'énergie, ont été très bien accueillis par tout le monde. Ces événements montrent que l'échange d'information et le réseau personnel sont des facteurs déterminants pour une collaboration sans faille au quotidien au service de la clientèle finale et des entreprises d'installation.

Afin d'intensifier encore cette collaboration et la confiance mutuelle, l'OFEN a invité en 2023 à deux « séances d'échange » les cantons et la direction de projet PAC-SM. Ces séances se sont révélées très utiles et pertinentes. De notre point de vue, la poursuite de ces séances d'échange périodiques est très souhaitable. À cette occasion, les représentant-e-s des cantons et de la direction du projet PAC-SM se sont accordés à dire qu'il serait judicieux et souhaitable que l'OFEN organise régulièrement (2 à 3 fois par an) de telles séances.



Séance d'échange des cantons – OFEN – DP PAC-SM à Berne (photo : GSP)

Infrastructures et ressources humaines

Adaptation des capacités

Malgré le fait que le volume des demandes de certification ait fortement augmenté, les délais de traitement ont pu être maintenus dans le délai normal d'environ 5 à 6 semaines jusqu'à la délivrance du certificat aux maîtres d'ouvrage, pour autant que les demandes aient été soumises sans erreur par les entreprises d'installation.

Aujourd'hui, environ 80 spécialistes travaillent pour le PAC-SM dans toutes les régions du pays, avec des missions à temps partiel. La direction du projet a dû être élargie de trois à quatre personnes du fait de la charge de travail croissante, surtout dans le domaine technique et de la gestion du personnel. Deux des gestionnaires de projet traitent désormais presque exclusivement des questions techniques.

Le développement des instruments numériques se poursuit et rationalise davantage les processus. Après l'introduction en 2022 d'applications en ligne pour les entreprises d'installation, les fournisseurs et les cantons, il a été possible de réaliser en 2023 une application en ligne pour les spécialistes qui procèdent aux contrôles aléatoires et de lancer une journalisation numérique de ces contrôles. En outre, les applications en ligne déjà introduites ont été continuellement améliorées grâce aux retours reçus. Il convient de mentionner en particulier le fait qu'à partir du début de l'année 2024, la collaboration entre les cantons et le PAC-SM dans le domaine des contrôles aléatoires a pu être fortement facilitée et intensifiée grâce au perfectionnement de l'application web correspondante.