

Rapport final, 11 décembre 2018

Remplacement des systèmes de chauffage par des pompes à chaleur air/eau dans les immeubles résidentiels

Présentation des projets, des études et des subventions des cantons

Auteurs

Márton Varga, Energie Zukunft Schweiz

Nadine Meier, Energie Zukunft Schweiz

Bernd Sitzmann, Energie Zukunft Schweiz

Carole Tornay, Energie Zukunft Schweiz

Aeneas Wanner, Energie Zukunft Schweiz

La présente étude a été élaborée pour le compte de SuisseEnergie.

La responsabilité du contenu incombe exclusivement aux auteurs.

Adresse

SuisseEnergie, Office fédéral de l'énergie OFEN

Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen. Adresse postale : CH-3003 Berne

Infoline 0848 444 444, www.infoline.energieschweiz.ch

energieschweiz@bfe.admin.ch, www.energieschweiz.ch, twitter.com/energieschweiz

Contenu

1	Synthèse	4
2	Objets mis en œuvre en Suisse.....	5
2.1	Introduction	5
2.2	Procédure et résultats	6
2.3	Vue d'ensemble des objets	8
2.4	Rénovation d'immeubles résidentiels avec une puissance de chauffage entre 40 et 100 kW	9
2.5	Autres objets intéressants	18
3	Échanges avec les organismes cantonaux de soutien.....	41
3.1	Contexte	41
3.2	Procédure.....	41
3.3	Résultats	41
4	Études disponibles	55
4.1	Procédure et résultats	55
4.2	Études de SuisseEnergie / de l'Office fédéral de l'énergie	55
4.3	Études d'autres éditeurs	57
5	Recommandations	59

1 Synthèse

Dans le sillage de la Stratégie énergétique 2050, les technologies alternatives de production de chaleur ne cessent de gagner du terrain. Les pompes à chaleur air/eau (PAC AE) ont surtout fait leurs preuves dans les maisons individuelles et les constructions neuves. Cependant, on a longtemps pensé que les PAC AE ne pouvaient pas être mises en œuvre dans les immeubles résidentiels existants en cas de remplacement des systèmes de chauffage, car elles posaient des défis importants en termes de taille des installations, de protection contre le bruit et de visibilité. À travers les exemples intéressants de 32 bâtiments, la présente étude présente les stratégies pouvant être adoptées pour installer des PAC AE dans les immeubles résidentiels existants.

Dans la deuxième partie, nous comparons les subventions cantonales et le nombre d'objets subventionnés (PAC AE dans immeubles résidentiels). Pour ce faire, nous avons mené des entretiens approfondis avec 22 des 26 services cantonaux de l'énergie. Pour placer ces chiffres dans leur contexte, nous avons également consulté les personnes interrogées sur les autres facteurs de succès et obstacles, ainsi que sur leurs attentes vis-à-vis de la Confédération. Nous avons relevé des différences marquées entre les cantons aussi bien pour ce qui concerne les subventions que les objets subventionnés, le nombre d'objets où des mesures ont été mises en œuvre n'étant manifestement pas corrélé avec l'attractivité financière des subventions cantonales. Il semble que la topographie, le parc immobilier, le comportement de la population locale et les connaissances des entreprises d'installation pèsent davantage que les aides financières. Par ailleurs, l'article 1.29 du MoPEC 2014 paraît être un moteur important : dans la plupart des cantons prescrivant une part minimale d'utilisation des énergies renouvelables en cas de remplacement du chauffage, on constate également un plus grand nombre de PAC AE installées. Environ la moitié des personnes interrogées ont en outre formulé des attentes spécifiques à l'égard de la Confédération. S'est en effet exprimé sous différentes formes le souhait de disposer d'une documentation plus fournie, d'exemples probants ou d'un guide systématique de rénovation des immeubles résidentiels avec PAC AE.

Dans la troisième partie, nous analysons l'avancement de la recherche dans le domaine des pompes à chaleur air/eau équipant les immeubles résidentiels et dressons la liste des études disponibles, en en proposant une brève description. Alors qu'il existe de nombreuses études sur le sujet (y compris de SuisseEnergie), les exemples ou les guides souhaités par les cantons font en revanche largement défaut. Les bâtiments présentés dans notre étude offrent une base intéressante dans l'un et l'autre cas. Certains d'entre eux peuvent être approfondis et servir d'exemples. Les six propositions de solution présentées peuvent, quant à elles, être systématisées dans un guide, où elles pourront être accompagnées des images et des données relatives aux exemples.

Un point important abordé par plusieurs cantons est le faible niveau de connaissance des installateurs typiques. Cette problématique ne concerne pas seulement les pompes à chaleur, mais l'ensemble des questions énergétiques. Il nous apparaît par conséquent essentiel de mieux comprendre les besoins de cette profession et de trouver de nouveaux moyens pour la sensibiliser et la former à l'efficacité énergétique.

Il est vrai qu'en matière de politique énergétique, les principaux leviers d'action sont aux mains des cantons. La Confédération peut toutefois jouer un rôle d'interconnexion, par exemple en diffusant les exemples de réussite, la documentation ou les outils de quelques cantons afin que les autres cantons leur emboîtent ensuite le pas s'ils le souhaitent.

2 Objets mis en œuvre en Suisse

2.1 Introduction

Dans le cadre de la Stratégie énergétique 2050, plusieurs cantons engagent des efforts en vue de réduire le recours aux énergies fossiles pour le chauffage des bâtiments. Certaines villes vont même plus en loin en prévoyant le démantèlement partiel de leurs installations d’approvisionnement en gaz. Dans ce contexte de « décarbonisation », les technologies alternatives de production de chaleur ne cessent de gagner du terrain.

En raison notamment de leur coût et de leur simplicité de mise en œuvre, les pompes à chaleur air/eau (PAC AE) sont les systèmes de chauffage à énergie renouvelable les plus fréquemment installés en nombre. Elles ont surtout fait leurs preuves dans les maisons individuelles existantes, ainsi que dans les maisons individuelles et les immeubles résidentiels neufs. Pourtant, on a longtemps pensé que les PAC AE ne pouvaient pas être mises en œuvre dans les immeubles résidentiels existants en cas de remplacement du système de chauffage.

Cette problématique peut être résumée par trois « préjugés », qui sont souvent exprimés et se vérifient effectivement dans de nombreux cas :

- Selon leur taille et la qualité de l’enveloppe des bâtiments, les immeubles résidentiels nécessitent une puissance de chauffage beaucoup plus grande que les maisons individuelles. Les installations de plus grande taille occupent plus de place, un espace qui n’est souvent pas disponible dans les bâtiments existants.
- Les PAC AE sont moins discrètes et génèrent davantage d’émissions sonores. Comme les immeubles résidentiels sont généralement situés dans des zones plus densément bâties que les maisons individuelles, plus de personnes sont concernées par les émissions sonores ou les atteintes visuelles.
- Aux températures d’entrée élevées que nécessitent les systèmes de diffusion de chaleur avec radiateurs existants, les PAC AE ne sont plus efficaces.

Au cours des dernières années, la technologie des PAC AE est néanmoins devenue de plus en plus disponible. Les fabricants ont développé de nombreux produits standard qui peuvent également être utilisés dans les immeubles résidentiels. De plus, les installations sont aujourd’hui plus silencieuses, les mesures antibruit plus fréquentes et les planificateurs plus expérimentés qu’il y a encore dix ans. En conséquence, on installe de plus en plus de PAC AE lors de la rénovation d’immeubles résidentiels.

À travers les exemples intéressants de 32 bâtiments, la présente étude présente les stratégies pouvant être adoptées pour installer des PAC AE dans les bâtiments de grande taille.

2.2 Procédure et résultats

Les objets décrits dans la présente étude ont été identifiés via différents canaux :

- **Organismes cantonaux de soutien** : nous avons contacté les services de l'énergie des 26 cantons et mené un entretien approfondi avec 22 d'entre eux (voir chapitre 3). Lors de ces entretiens, nous avons également interrogé les services de l'énergie au sujet des projets réalisés qu'ils avaient subventionnés au cours des dernières années.
- **Base de données Minergie** : plusieurs intervenants ont attiré notre attention sur des projets de rénovation avec PAC AE répondant à la norme Minergie, Minergie-P ou Bâtiment à énergie positive. En collaboration avec Minergie, nous avons ensuite exploré de manière systématique la base de données de tous les projets de rénovation, ce qui nous a permis de sélectionner les immeubles résidentiels rénovés avec PAC AE adéquats parmi les 35 que nous avons trouvés.
- **Fabricants de pompes à chaleur** : nous avons interrogé les fabricants connus en Suisse – Viessmann, CTA, Hoval, ELCO, Alpha Innotec, Stiebel Eltron et Swisstherm – sur les ventes de pompes à chaleur d'une puissance supérieure à 20 kW. Certains publient en outre sur leur site Web des projets de référence portant sur des immeubles résidentiels, que nous avons pu suivre en pratique.
- **Entreprises d'installation** : nous avons contacté directement les grandes entreprises d'installation avec lesquelles notre société entretient de bonnes relations. En collaboration avec ENGIE et Frei & Partner AG, nous avons ainsi pu avoir accès à plusieurs projets. La période à laquelle l'étude a été réalisée n'était pas idéale : à l'automne, la plupart des chauffagistes n'ont pas beaucoup de temps pour répondre à ce type de demandes.
- **Entreprises d'approvisionnement en énergie (EAE)** : nous avons contacté un certain nombre de fournisseurs d'énergie qui, sur la base des données de raccordement, sont théoriquement en mesure de savoir précisément dans quels bâtiments des pompes à chaleur de grande taille sont installées. Bien que la plupart de nos interlocuteurs se soient montrés coopératifs, cette approche n'a pas pu aboutir, car les EAE ne peuvent pas communiquer les données de raccordement.

Pour la plupart des objets identifiés, nous avons par conséquent contacté le planificateur, l'installateur, l'architecte ou le propriétaire en vue d'obtenir les informations nécessaires sur leur profil. Les réactions ont été très variées : du refus total (notamment s'agissant des objets pour lesquels nous avons affaire directement avec les propriétaires) à l'intérêt et à la volonté d'aider, toutes les nuances étaient représentées. Nous avons ainsi pu recenser les 32 profils d'objet présentés parmi environ 100 objets identifiés.

Si nous n'avons trouvé qu'un petit nombre d'objets dans la catégorie initialement étudiée « Remplacement du chauffage dans les immeubles résidentiels avec une puissance de chauffage située entre 40 et 100 kW », il existe en revanche de nombreux projets intéressants avec une puissance de chauffage plus faible ou plus élevée, une autre utilisation du bâtiment ou dans les immeubles résidentiels neufs. À partir de ces projets, nous avons pu identifier plusieurs propositions de solution communes qui facilitent l'utilisation de PAC AE dans les immeubles résidentiels existants.

Les trois premières propositions de solution visent la réduction de la puissance de chauffage par pompe à chaleur requise :

- **Rénovation de l'enveloppe du bâtiment** : une rénovation complète permet d'abaisser fortement à la fois le besoin en chaleur de chauffage et la puissance de chauffage nécessaire de sorte que le nombre de générateurs de chaleur requis est également plus faible. Dans les objets présents, on trouve tous les degrés : du simple remplacement du système de chauffage sans autre rénovation aux travaux de transformation complets pour mise à la norme Minergie, Maison passive ou Bâtiment à énergie positive, en passant par les rénovations classiques de l'enveloppe des bâtiments.
- **Bivalence** : générer la puissance thermique nécessaire au moyen de plusieurs installations de chauffage. Dans les objets présentés, il y a deux possibilités : dans une installation bivalente classique, une pompe à chaleur de puissance relativement réduite fournit une grande partie de l'énergie thermique, la charge de pointe étant supportée par une installation de chauffage à énergie fossile. Dans les projets à énergie positive, ce principe est inversé : la charge de base est assurée par une installation solaire thermique, tandis que la pompe à chaleur sert à couvrir la charge de pointe.
- **Répartition** : Les puissances de chauffage supérieures à 40 kW peuvent être couvertes au moyen d'une grande installation spéciale ou de plusieurs petites installations. Une répartition sur plusieurs unités procure plusieurs avantages : on peut utiliser des produits standard de fabricants renommés, l'implantation est flexible et deux petites installations sont généralement plus silencieuses qu'une grande installation offrant le double de puissance.

Trois autres propositions de solution visent une intégration des pompes à chaleur dans les bâtiments existants dans le plus grand respect possible de leur environnement :

- **Pompes à chaleur split** : elles combinent les avantages des pompes à chaleur implantées à l'intérieur et à l'extérieur. Les unités intérieures occupent moins de place et nécessitent moins d'adaptations constructives que les pompes à chaleur installées à l'intérieur. De plus, les unités extérieures sont plus silencieuses, car le compresseur de la pompe à chaleur se trouve dans l'unité intérieure.
- **Implantation** : une implantation créative de l'unité extérieure permet de réduire notablement les atteintes sonores et visuelles par rapport à une solution standard. On trouve de nombreuses variantes dans nos exemples : implantation sur le toit de l'immeuble, sur le toit de l'abri auto adjacent, derrière un buisson à l'entrée du parking souterrain ou caché sous le balcon du rez-de-chaussée.
- **Mesures antibruit supplémentaires** : le plus souvent, il est possible de réduire sensiblement les émissions sonores des pompes à chaleur par des mesures antibruit simples. Parmi nos exemples, les solutions choisies comprennent entre autres plusieurs amortisseurs de bruit et l'insonorisation du conduit d'air pour les pompes à chaleur implantées à l'intérieur, l'insonorisation des appareils dans le cas de l'installation sur le toit, l'insonorisation des éléments potentiellement réfléchissants ou encore un diffuseur pour les pompes à chaleur installées en extérieur.

Dans la plupart des cas, plusieurs de ces solutions sont associées afin de satisfaire aux exigences du projet de rénovation.

2.3 Vue d'ensemble des objets

Objet				Pompe à chaleur		Propositions de solution					
N°	Canton	Nombre de logements ou autre utilisation	SRE (m ²)	Puissance de chauffage (kW)	Implantation	Rénovation	Bivalence	Répartition	Implantation	Split	Protection antibruit
Rénovation d'immeubles résidentiels avec une puissance de chauffage entre 40 et 100 kW											
1	ZH	28 + bureaux	2'870	99	Split	X	X	X	X	X	X
2	ZH	82	ADD*	95	Intérieur		X				X
3	VS	11	1'604	80	Split			X		X	
4	ZH	22	1'520	75	Intérieur	X			X		X
5	FR	20	1'748	69	Intérieur	X		X			
6	BE	11	1'200	50	Extérieur				X		
7	TI	9	900	55	Intérieur			X			X
8	BE	18	1'908	48	Extérieur	X		X	X		X
9	BE	7	ADD	46	Split			X		X	
Autres objets intéressants											
1	GE	60	4'050	220	Extérieur			X	X		X
2	GE	77 + commerces	7'650	186	Extérieur		X	X	X		X
3	ZH	23 + bureaux	5'221	162	Extérieur	X			X		
4	ZH	Usine/Bureaux	750	102	Extérieur	X					
5	GE	École	7'480	93	Extérieur	X	X	X	X		
6	BS	Commerces/Bureaux	ADD	86	Intérieur	X			X		X
7	ZH	8 (constr. neuves)	1'280	45	Intérieur			X			X
8	BS	10	633	39	Intérieur			X	X		X
9	SG	43	3'250	36	Split	X	X		X	X	
10	TG	22	2'361	35	Intérieur	X	X				
11	TI	3 + commerces	387	33	Split					X	
12	TG	8	630	32	Extérieur	X					X
13	BE	7	400	32	Extérieur				X		
14	BE	6	704	31	Intérieur	X	X				
15	BE	6	869	31	Intérieur	X	X				
16	ZH	3	425	30	Split					X	
17	BL	2 + bureaux	650	28	Extérieur			X	X		
18	TI	5	770	27	Extérieur	X					
19	TI	3	310	27	Extérieur		X				
20	TI	19	1'373	17.8	Split	X	X		X	X	
21	BS	11	1'054	14.8	Intérieur	X	X				
22	ZH	15	ADD	13.9	Intérieur	X	X				X
23	BS	4	325	13.5	Extérieur				X		X

Tableau 1 : Aperçu des objets avec les solutions mises en œuvre (*ADD = aucune donnée disponible).

2.4 Rénovation d'immeubles résidentiels avec une puissance de chauffage entre 40 et 100 kW

2.4.1 Rénovation pour mise à la norme Bâtiment à énergie positive avec pompes à chaleur air/eau, canton ZH

L'immeuble résidentiel massif a été construit sur une parcelle d'angle en 1982. Accueillant 28 appartements et 2 bureaux, il a subi une rénovation complète et a été surélevé de deux étages en 2016. L'enveloppe du bâtiment a fait l'objet d'un assainissement énergétique et a été dotée d'une façade ventilée. Les installations techniques situées à l'intérieur du bâtiment ont été entièrement renouvelées, avec notamment une installation de ventilation des appartements équipée d'une unité de ventilation centralisée, ainsi que 3 pompes à chaleur aérothermiques split sur le toit plat pour la production d'énergie.



Illustration 1 : Bâtiment après rénovation, avec façade photovoltaïque et pompes à chaleur sur le toit.

Source : © Viridén + Partner AG / Nina Mann, Zurich

Caractéristiques techniques, chiffres clés :

- Immeuble résidentiel à énergie positive, 28 logements, 2 bureaux
- Année de construction 1982 / Rén. 2016
- SRE : 2'870 m²
- Besoin en chaleur de chauffage : 13.3 kWh/m²a
- Limite de chauffage : 12 °C
- 3 pompes à chaleur split sur le toit
- Heliotherm, HP30L-M-WEB
- Puissance thermique (A2/35) : 3x32.85 kW
- Charge d'eau chaude : oui
- Puissance de chauffage : 11.7 W/m²SRE
- Coefficient de performance annuel (COPa) estimé : 3.8
- Mesures antibruit : implantation des appareils

Travaux effectués :

- Surélévation de 2 étages
- Nouvelles fenêtres triple vitrage
- Isolation thermique murs, toit et sols
- Installation photovoltaïque intégrée au toit et à la façade
- Collecteurs thermiques intégrés à la façade, surface absorbante : 15.4 m²
- Installation de ventilation centralisée des appartements
- Prix Solaire Suisse 2017
- Prix du public Prixforix 2018 - Trophée Façades

Planification et réalisation :

- Viridén + Partner AG, Zurich

2.4.2 Installation bivalente de pompes à chaleur pour un ensemble d'immeubles résidentiels, canton ZH

L'installation de chauffage de l'ensemble d'immeubles résidentiels construit en 1928 a été entièrement rénovée en 2001. Plutôt que de remplacer simplement les chaudières, on a mis en œuvre une installation de chauffage bivalente : une pompe à chaleur air/eau couvre aujourd'hui environ la moitié du besoin en chaleur pour le chauffage et l'eau chaude. En été, la pompe à chaleur couvre à elle seule le besoin en eau chaude. En hiver, une chaudière à gaz vient la compléter. Outre l'air extérieur, celle-ci utilise aussi comme source de chaleur la chaleur résiduelle des gaz de combustion.



Illustration 2 : Photo de l'ensemble résidentiel rénové. Source : Baugenossenschaft Oberstrass.

Caractéristiques techniques, chiffres clés :

- 12 immeubles résidentiels de 82 appartements
- Année de construction 1928, rénovation partielle 2001
- Besoin en chaleur de chauffage : 985 MWh/a
- Pompe à chaleur air/eau installée à l'intérieur
- Scheco, installation spéciale
- Puissance thermique : 95 kW (à L10/W40)
- Charge d'eau chaude : oui
- Chaudière à gaz 300 kW
- Couverture des besoins par la pompe à chaleur : env. 35 %
- COPa mesuré : >3
- Niveau de puissance acoustique : non connu
- Mesures antibruit : plusieurs amortisseurs de bruit dans le conduit d'air

Travaux effectués :

- transformation de la centrale de chauffage, y compris eau chaude
- Démantèlement des chauffe-eau électriques
- Conduites de distribution de l'eau chaude potable
- Adaptations constructives
- Adaptation de l'installation électrique

Réalisation :

- Planification, financement, réalisation, exploitation de l'installation de production d'énergie : ewz

2.4.3 Pompes à chaleur split pour un immeuble résidentiel non rénové, canton VS

Construit en 1977, l'immeuble résidentiel se compose de 11 appartements, répartis sur 6 niveaux. L'enveloppe du bâtiment est encore dans son état initial et présente les coefficients d'isolation correspondants (plafond de l'étage supérieur : 1.7 W/m²K, façade : 0.56 W/m²K, dalle : 1.7 W/m²K, fenêtres : 1.6 W/m²K). La chaleur nécessaire pour le chauffage par le sol et l'eau chaude était auparavant fournie par une chaudière à mazout, qui a été remplacée en 2000. Cette chaudière à mazout a été remplacée depuis par trois pompes à chaleur industrielles split sans aucune autre rénovation.



Illustration 3 : Vue du bâtiment Source: Google Street View.

Caractéristiques techniques, chiffres clés :

- Immeuble résidentiel de 11 appartements
- Année de construction 1977, rénovation 2018
- SRE : 1'604 m²
- Besoin en chaleur de chauffage : 109 kWh/m²a
- Limite de chauffage : -7 °C
- 3 pompes à chaleur split
- Heliotherm Sensor Solid Luft Split S30L-M-WEB
- Puissance thermique (A-7/W45) : 80 kW
- Charge d'eau chaude : oui
- Puissance de chauffage : 50 W/m²SRE
- Coefficient de performance annuel (COPa) estimé : 2.6
- Niveau de puissance acoustique : 48 dB(A)

Travaux prévus :

- Il est prévu de remplacer le générateur de chaleur.
- Mise en œuvre en cours, les travaux devraient s'achever fin 2018

Réalisation :

- ProWärme GmbH, Brig-Glis

2.4.4 Pompe à chaleur implantée à l'intérieur avec aérorefroidisseurs sur le toit, canton ZH

Cette résidence pour personnes âgées de 22 appartements a été construite en 1978. L'enveloppe du bâtiment a été rénovée en 2005. L'installation de production de chaleur pour l'eau chaude sanitaire et le chauffage a été complètement rénovée. Dans le même temps, le toit a été rénové et les mesures statiques nécessaires pour l'installation de l'aérorefroidisseur sur le toit ont été appliquées. L'installation se compose d'un aérorefroidisseur sur le toit avec circuit eau-glycol, de la pompe à chaleur installée à l'intérieur, d'un accumulateur de dégivrage, d'un réservoir d'eau chaude et d'un accumulateur de chauffage (2'000 litres chacun). La pompe à chaleur est entièrement installée à l'intérieur du bâtiment. L'aérorefroidisseur absorbe la chaleur de l'air extérieur et l'amène dans la chaufferie à travers le circuit eau-glycol.



Illustration 4 : Toit plat avec aérorefroidisseur et circuit eau-glycol Source : TBF + Partner AG.

Caractéristiques techniques, chiffres clés :

- Résidence pour personnes âgées, 22 appartements
- Année de construction 1978, rénovation 2018
- SRE : 1'520 m²
- Besoin en chaleur de chauffage : 48 kWh/m²a
- Pompe à chaleur implantée à l'intérieur
- Viessmann, nouveau produit
- Puissance thermique (A-7/W35) : 75 kW
- Charge d'eau chaude : oui
- Puissance de chauffage : 40 W/m²_{SRE}
- COP (A-7/W35) : 3.1
- Niveau de puissance acoustique : 59 dB(A)
- Mesures antibruit : aérorefroidisseur de grande taille sur le toit

Travaux effectués :

- Rénovation du toit, renforcement statique
- Installation d'un aérorefroidisseur sur le toit
- Circuit eau-glycol dans la chaufferie
- Pompe à chaleur implantée à l'intérieur
- Accumulateur de dégivrage de 2'000 litres
- Réservoir d'eau chaude de 2'000 litres
- Accumulateur de chauffage de 2'000 litres

Réalisation :

- TBF + Partner AG, Zurich (planification)
- H. P. Hebeisen Heizung und Sanitär AG, Lindau (installation)

2.4.5 Remplacement du chauffage électrique par des pompes à chaleur installée à l'intérieur, canton FR

Construit en 1983, l'immeuble résidentiel de 20 appartements a été entièrement rénové et surélevé. L'installation de chauffage électrique a été remplacée par deux pompes à chaleur air/eau. Une nouvelle installation de distribution de chaleur a également été mise en œuvre. Les travaux de transformation sont en cours. Date d'achèvement prévue : mars 2019



Illustration 5 : Le bâtiment avant rénovation. Source : Google Street View

Caractéristiques techniques, chiffres clés :

- Immeuble résidentiel de 20 appartements
- Année de construction 1983, rénovation 2018/19
- SRE : 1'748 m²
- Besoin en chaleur de chauffage : non connu
- Limite de chauffage : non connue
- 2 pompes à chaleur implantées à l'intérieur
- Alpha Innotec LW 380 + LW 310
- Puissance thermique (A2/W35) : 38 + 31 kW
- Charge d'eau chaude : oui
- Puissance de chauffage : non connue
- SCOP 35 : 3.63 / 3.85
- Niveau de puissance acoustique : 58 / 55 dB(A)
- Mesures antibruit : non connues

Travaux effectués :

- Non connus dans le détail.

Réalisation :

- EKZ Contracting AG

2.4.6 Pompe à chaleur implantée à l'extérieur, à l'entrée du parking souterrain, canton BE

Dans ce bâtiment de 25 ans composé de 11 logements locatifs, l'installation de chauffage au mazout a été remplacée par une pompe à chaleur air/eau implantée à l'extérieur. L'enveloppe du bâtiment n'a pas été modifiée et la diffusion de chaleur continue de se faire au moyen des radiateurs existants. La pompe à chaleur est installée discrètement à l'entrée du parking souterrain. La distance par rapport au bâtiment et aux immeubles voisins est suffisante pour que soient respectées les prescriptions de l'OPB. La chaleur est acheminée dans le bâtiment via une conduite isolée (avec ruban chauffant électrique).



Illustration 6 : Pompe à chaleur implantée à l'extérieur, « dissimulée » à côté de l'entrée du parking souterrain, avec le bâtiment au second plan. Source : Märki, Bucher & Perch-Nielsen (2018).

Caractéristiques techniques, chiffres clés :

- Immeuble résidentiel de 11 appartements
- Année de construction : 1993
- SRE : 1'200 m²
- Pompe à chaleur implantée à l'extérieur
- Glen Dimplex, LA 60TU
- Puissance thermique (A2/W35) : 50 kW
- Charge d'eau chaude : oui
- Puissance de chauffage : 41.7 W/m²_{SRE}
- Coefficient de performance annuel (COPa) estimé : 2.4
- Niveau de puissance acoustique : 74 dB(A)
- Pas d'autres mesures antibruit

Travaux effectués :

- Aucune modification de l'enveloppe du bâtiment et de l'installation de diffusion de chaleur
- Accumulateur de chauffage de 1'000 litres
- Réservoir d'eau chaude potable de 1'000 litres avec chauffage électrique auxiliaire
- Percement et conduite principale
- Pompe à chaleur implantée à l'extérieur
- Remplacement des vannes des radiateurs

Réalisation :

- Daniel Graber Wärmetechnik GmbH, Ursenbach

2.4.7 Combinaison de deux pompes à chaleur implantées à l'intérieur, canton TI

Les trois bâtiments construits l'un à côté de l'autre en 1987 étaient équipés d'un chauffage au mazout centralisé commun avec production de chaleur. Lors des travaux de rénovation, l'installation de chauffage au mazout a été remplacée par deux pompes à chaleur implantées à l'intérieur dans le local technique. L'amenée d'air se fait via des conduits insonorisés à travers le puits de lumière, qui est également insonorisé.



Illustration 7 : Vue extérieure du bâtiment. Source : Google Street View.

Caractéristiques techniques, chiffres clés :

- Immeuble résidentiel de 9 appartements
- Année de construction : 1987
- Rénovation : 2017
- SRE : 900 m²
- 2 pompes à chaleur implantées à l'intérieur
- Alpha Innotec LW 310 (maître) et Alpha Innotec LW 251L (esclave)
- Puissance thermique (A2/W35) : 55 kW
- Charge d'eau chaude : oui
- Puissance de chauffage : 61 W/m²_{SRE}
- Niveau de puissance acoustique : 62.8 dB(A)
- Mesures antibruit : amortisseurs de bruit sur les conduits d'entrée et de sortie, insonorisation des conduits et du puits de lumière

Travaux effectués :

- Démontage de l'ancienne installation de chauffage (Hoval Unolyt 65 T, consommation env. 13'000 litres)
- Installation des pompes à chaleur
- Nouveau réservoir d'eau chaude de 783 litres
- Amenée d'air dans le puits de lumière
- Raccordement hydraulique et électrique
- Mise en service

Réalisation :

- Barilati Patrizio Impianti sanitari e riscaldamenti, Sant'Antonino

2.4.8 Pompes à chaleur implantées à l'extérieur dans une rénovation à énergie positive, canton BE

Les trois immeubles résidentiels construits en 1963 ont été entièrement rénovés pour mise à la norme Minergie-P au cours de trois phases annuelles. Le système de production de chaleur, composé d'une pompe à chaleur et d'une installation photovoltaïque de 100 kWp sur le toit, a transformé le bâtiment en bâtiment à énergie positive (autoproduction d'énergie : 148 %). Étant donné qu'il n'était pas possible de mettre en œuvre une pompe à chaleur à sonde géothermique ou sur nappe phréatique, le choix s'est porté sur deux pompes à chaleur air/eau extérieures, qui produisent la chaleur pour le chauffage et l'eau chaude. Les travaux de rénovation ayant été réalisés en plusieurs étapes, seuls quelques appartements ont dû être vacants ; une grande partie des locataires ont pu changer d'appartement à l'intérieur de l'immeuble pendant les travaux.



Illustration 8 : Vue du bâtiment après rénovation. Les deux pompes à chaleur se trouvent à gauche, dans le jardin.
Source : Alpstätg Architektur AG.

Caractéristiques techniques, chiffres clés :

- Immeuble résidentiel de 18 appartements
- Année de construction 1963, rénovation 2013
- SRE : 3 x 636 m²
- Besoin en chaleur de chauffage : 21.8 kWh/m²a
- 2 pompes à chaleur implantées à l'extérieur
- 2x CTA Aeroheat CS 1-25a
- Puissance thermique (A2/W35) : 2x 24 kW
- Charge d'eau chaude : oui
- Puissance de chauffage : 22 W/m²_{SRE}
- Coefficient de performance annuel (COPa) estimé : 3
- Niveau de puissance acoustique : 65 dB(A)
- Mesures antibruit : capot insonorisant

Travaux effectués :

- Isolation de l'enveloppe du bâtiment (coefficient U 0.13 W/m²K)
- Nouvelles fenêtres triple vitrage
- Installations photovoltaïques (717 m², 99.5 kWp)
- Aération douce avec système de récupération de chaleur
- Équipements électroménagers performants
- Pompes à chaleur air/eau
- 2^e Prix Solaire Bâtiment à énergie positive 2014

Réalisation :

- Alpstätg Architektur AG, Steffisburg (plans, direction des travaux et conception énergétique)
- Stalder Haustechnik, Oberdiessbach (installateur)

2.4.9 Deux pompes à chaleur split dans un immeuble résidentiel, canton BE

L'installation de chauffage au mazout de l'immeuble résidentiel a été remplacée par deux pompes à chaleur air/eau split. Les pompes à chaleur fournissent aujourd'hui la chaleur de chauffage et l'eau chaude aux sept appartements. Les deux unités extérieures ont été montées sur la façade et raccordées aux unités intérieures au moyen d'une conduite split. Il a été veillé à ce que la loi sur la protection contre le bruit puisse être respectée sans mesures particulières.



Illustration 9 : Gauche : unité extérieure, droite : unité intérieure Source : Schwab Heizung Sanitär Klima AG, Kerzers

Caractéristiques techniques, chiffres clés :

- Immeuble résidentiel de 7 appartements
- Année de construction 1958, bâtiment annexe 1984
- Limite de chauffage : 18 °C
- 2 pompes à chaleur split
- 2x Meier Tobler LSI 230 SHW
- Puissance thermique (A2/W35) : 46 kW
- Charge d'eau chaude : oui
- Accumulateur de chauffage de 1'000 litres
- Réservoir d'eau chaude de 800 litres
- COP : 3.2 (conditions non connues, probablement aussi A2/W35)
- Niveau de puissance acoustique : 73 dB(A)
- Mesures antibruit : aucune

Travaux effectués :

- Démontage de la chaudière à mazout
- Installation de l'accumulateur/du réservoir et des chauffe-eau
- Installation des pompes à chaleur
- Installation de la tuyauterie dans la centrale
- Installation de la tuyauterie eau froide et eau chaude
- Mise en service

Réalisation :

- Schwab Heizung Sanitär Klima AG, Kerzers

2.5 Autres objets intéressants

2.5.1 Grandes pompes à chaleur sur le toit, canton GE

Cet immeuble de 60 appartements typique des années 70 était auparavant chauffé par deux chaudières à mazout d'une puissance de 320 kW chacune. L'enveloppe du bâtiment est toujours d'origine, ce qui génère un important besoin en chaleur de chauffage. Les deux chaudières à mazout ont été remplacées par deux grandes pompes à chaleur installées sur le toit d'une puissance de 110 kW chacune. Les deux pompes à chaleur couvrent la totalité du besoin en chaleur, y compris le besoin en chaleur pour la production d'eau chaude.



Illustration 10 : Vue du bâtiment, pompe à chaleur installée sur le toit avec enceinte antibruit. Source : SIG-éco21

Caractéristiques techniques, chiffres clés :

- Immeuble résidentiel de 60 appartements
- Année de construction 1972
- SRE : 4'050 m²
- Besoin en chaleur de chauffage : 165 kWh/m²a
- Limite de chauffage : -5 °C
- 2 pompes à chaleur implantées à l'extérieur sur le toit
- 2x TCA AERMEC NRK 650
- Puissance thermique (A0/W35) : 2x 110 kW
- Charge d'eau chaude : oui
- Coefficient de performance annuel (COPa) estimé : 2.7
- Niveau de puissance acoustique : 85 dB(A)
- Mesures antibruit : Oui

Travaux effectués :

- Dalle en béton sur le toit
- Pompes à chaleur sur le toit
- Enceinte antibruit
- Intégration au système de chauffage existant

Réalisation :

- SIG-éco21

2.5.2 Pompes à chaleur implantées sur le toit pour un immeuble résidentiel de grande taille, canton GE

Construite en 1992, la résidence se compose de deux immeubles résidentiels, accueillant au total 77 appartements et des locaux commerciaux au rez-de-chaussée. Le chauffage au gaz de 240 kW a été remplacé par six pompes à chaleur d'une puissance de 31 kW chacune, qui ont été implantées sur le toit préalablement rénové. La chaudière à gaz a été conservée comme chauffage auxiliaire pour l'eau chaude sanitaire. Les conduites hydrauliques qui raccordent les pompes à chaleur à la chaufferie ont été posées sur la façade.



Illustration 11 : Vue de la façade avec conduites apparentes ; pompes à chaleur sur le toit. Source : SIG-éco21

Caractéristiques techniques, chiffres clés :

- Immeuble résidentiel de 77 appartements
- Année de construction 1992
- SRE : 7'560 m²
- Besoin en chaleur de chauffage : 160 kWh/m²a
- Limite de chauffage : -5 °C
- 6 pompes à chaleur implantées à l'extérieur sur le toit
- 6x Alpha Innotec LW 310A
- Puissance thermique (A2/W35) : 6x31 kW
- Charge d'eau chaude : oui, chauffage auxiliaire au gaz
- COP (A2/W35) : 3,5
- Niveau de puissance acoustique : 67 dB(A)
- Mesures antibruit : capots insonorisants 13 dB(A), socle en béton avec bandes isolantes.

Travaux effectués :

- Rénovation du toit
- Toit : socle en béton avec bandes isolantes
- Conduites apparentes isolées sur la façade
- Pompes à chaleur sur le toit

Réalisation :

- SIG-éco21

2.5.3 Pompes à chaleur implantées sur le toit sur le terrain d'une ancienne usine, canton ZH

Inoccupé depuis plusieurs décennies, le site de l'usine comportant plusieurs bâtiments a été rénové en 2012 et transformé en lofts. L'ensemble du terrain et les bâtiments construits en 1870 sont protégés. Témoins de l'époque de l'industrialisation, les enveloppes des bâtiments devaient donc rester autant que possible intactes. Les bâtiments ont fait l'objet de travaux d'isolation intérieure et sont conformes à la norme Minergie. Comme il n'était pas possible de réaliser des forages en raison de la présence d'une nappe phréatique, le choix s'est porté sur un chauffage par pompes à chaleur air/eau.



Illustration 12 : Vue des bâtiments rénovés. Source : Minergie.

Caractéristiques techniques, chiffres clés :

- 4 bâtiments avec espaces de bureau et 23 appartements en copropriété
- Année de construction 1870, rénovation 2014
- SRE : 3540 + 616 + 665 + 400 m²
- Enveloppes des bâtiments classées monuments historiques
- 2 pompes à chaleur sur le toit
- KWT 4NES-20Y-3 LW et KWT 6FE-40Y-3 LW
- Puissance thermique (A-8/W35) : 40 kW et 122kW
- Charge d'eau chaude : oui
- Coefficient de performance annuel (COPa) estimé : 3.0
- Niveau de puissance acoustique : inconnu
- Mesures antibruit : non connues

Travaux effectués :

- Transformation complète avec conservation des enveloppes des bâtiments existants
- Isolation intérieure
- Valorisation des appartements avec des cages d'escalier extérieures
- 2 pompes à chaleur air/eau sur le toit

Réalisation :

- burkhalter sumi architekten, Zurich
- Schoch Reibenschuh AG, Volketswil (planificateur)

2.5.4 Grande pompe à chaleur implantée à l'extérieur dans une zone exposée au bruit, canton ZH

Lors de la rénovation complète, un arsenal désaffecté de l'armée a été remis en état en vue de l'exploitation du matériel militaire historique. L'enveloppe du bâtiment a été isolée, le système de distribution de chaleur rénové et la centrale de chauffage au mazout remplacée par une pompe à chaleur air/eau implantée à l'extérieur. Cette dernière fournit aujourd'hui la chaleur de chauffage pour les nouveaux locaux rénovés situés à l'étage. La production d'eau chaude reste décentralisée. La pompe à chaleur est installée sur la façade. Le bâtiment se trouvant dans une zone exposée au bruit, aucune mesure antibruit n'a été nécessaire en dépit du niveau élevé de puissance acoustique de l'installation.

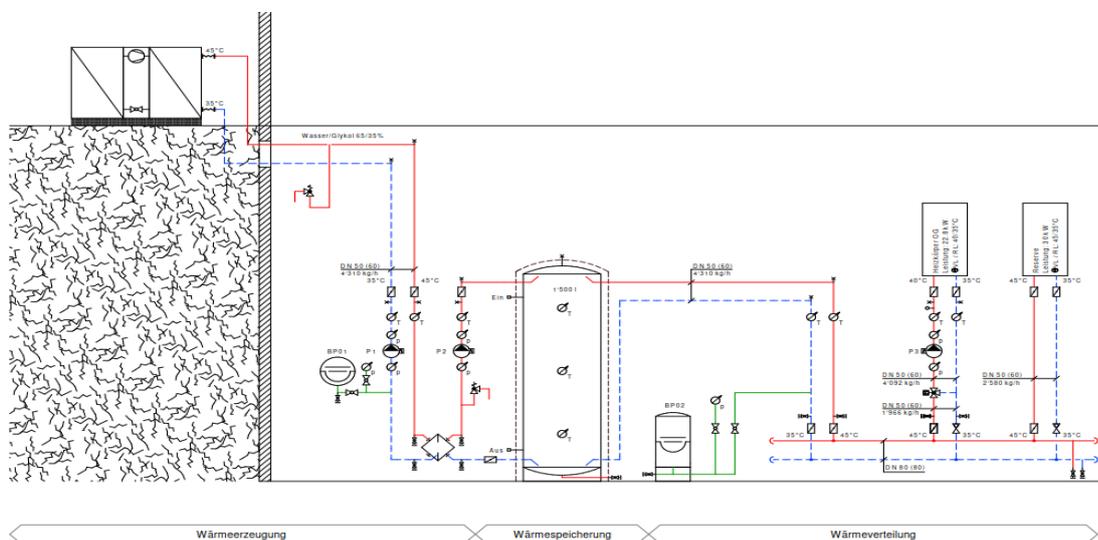


Illustration 13 : Schéma de principe de l'installation de chauffage Source : Ing. Büro Brunner Haustechnik AG, Wallisellen

Caractéristiques techniques, chiffres clés :

- Bâtiment industriel avec bureaux
- Rénovation complète 2016
- SRE : 750 m²
- Limite de chauffage : 16 °C
- Pompe à chaleur implantée à l'extérieur
- Carrier 61AF-105
- Puissance thermique (A7/W55) : 101.9 kW
- Charge d'eau chaude : non
- Puissance de chauffage : 30 W/m²_{SRE}
- COP (A7/W55) : 3.16
- Niveau de puissance acoustique : 85 dB(A)

Travaux effectués :

- Rénovation complète de l'enveloppe du bâtiment
- Renouvellement du système de distribution de chaleur
- Nouveaux radiateurs
- Démantèlement de l'installation de chauffage existante
- Percement des murs
- Pompe à chaleur implantée à l'extérieur
- Mise en service

Réalisation :

- Société d'installation ENGIE Services AG

2.5.5 Pompes à chaleur implantées sur le toit d'une école, canton GE

L'école construite en 1985 a été partiellement rénovée et surélevée. Elle était auparavant chauffée par une chaudière à gaz de 280 kW. Le besoin en chaleur est désormais couvert au moyen de trois pompes à chaleur implantées sur le toit. Une chaudière à gaz a été conservée pour la production d'eau chaude et en réserve pour les périodes froides.



Illustration 14 : Vue du toit avec les trois pompes à chaleur Source : SIG-éco21

Caractéristiques techniques, chiffres clés :

- École
- Année de construction 1985
- SRE : 7'480 m²
- Besoin en chaleur de chauffage : 105 kWh/m²a
- Limite de chauffage : -5 °C
- 3 pompes à chaleur implantées à l'extérieur sur le toit
- 3x Alpha Innotec LW 310A
- Puissance thermique (A2/W35) : 3x31 kW
- Charge d'eau chaude : oui, chauffage auxiliaire au gaz
- COP (A2/W35) : 3,5
- Niveau de puissance acoustique : 67 dB(A)
- Mesures antibruit : aucune

Travaux effectués :

- Surélévation
- Rénovation partielle de l'enveloppe du bâtiment
- Pompes à chaleur sur le toit
- Intégration au système de chauffage existant

Réalisation :

- SIG-éco21

2.5.6 Pompe à chaleur réversible pour un immeuble de bureaux et commercial, canton BS

Le bâtiment, qui accueille un supermarché et plusieurs bureaux, a été rénové en 2014. Pour la production de chaleur, une pompe à chaleur sur mesure, qui chauffe et refroidit activement le bâtiment, a été installée dans la centrale de chauffage située au sous-sol. L'air extérieur n'a pas besoin d'être amené dans le bâtiment. La pompe à chaleur prélève la chaleur via un aérorefroidisseur installé sur le toit. Une chaudière à mazout sert de chauffage de secours et est activée pendant le dégivrage de la pompe à chaleur. La diffusion de chaleur et de froid dans les bureaux se fait au moyen de voiles chauffantes et réfrigérantes via l'installation centralisée de ventilation. L'eau chaude destinée aux kitchenettes est produite électriquement par des chauffe-eau sous table.



Illustration 15 : Photo satellite du bâtiment – on voit bien l'aérorefroidisseur incliné sur le toit plat.

Source : Google Maps.

Caractéristiques techniques, chiffres clés :

- Immeuble de bureaux et commercial
- Rénovation 2014/15
- SRE : non connue
- Besoin en chaleur de chauffage : non connu
- Limite de chauffage : -8 °C
- Pompe à chaleur implantée à l'intérieur
- CTA PCHP-21.123-W.B-407
- Puissance thermique (A-8/W35) : 86 kW
- Charge d'eau chaude : non
- Coefficient de performance COP 4.0 (conditions non connues)
- Niveau de puissance acoustique : non connu
- Mesures antibruit : Protection antibruit

Travaux effectués :

- Pompe à chaleur sur mesure dans la centrale de chauffage
- Aérorefroidisseur sur le toit
- Chaudière à mazout en chauffage de secours
- Accumulateurs de chaleur 2x 1'500 litres
- Accumulateur de froid env. 3'000 litres
- Voiles chauffantes et réfrigérantes dans les bureaux
- Installation centralisée de ventilation
- Production d'eau chaude décentralisée avec chauffe-eau sous table

Réalisation :

- Triplan Gebäudetechnik, Reinach

2.5.7 Pompes à chaleur implantées à l'intérieur dans un lotissement neuf, canton ZH

Le lotissement Altmüli à Turbenthal comprend cinq bâtiments et 40 appartements en copropriété. Pour la production de chaleur, deux pompes à chaleur air/eau ont été installées à l'intérieur de chaque bâtiment. L'eau chaude est produite toute l'année par les pompes à chaleur (jusqu'à 50 °C) associées à une résistance électrique dans les réservoirs d'eau (augmentation de la température de 50 °C à 60 °C). Grâce aux longs conduits d'air, les émissions sonores sont très faibles. Au niveau de la fenêtre de référence, une valeur de 31 dB(A) a été prévue, un niveau sonore à peine perceptible pour l'oreille humaine.



Illustration 16 : Local technique avec deux pompes à chaleur. Source : Elcotherm AG

Caractéristiques techniques, chiffres clés :

- 5 immeubles résidentiels de 8 appartements chacun
- Année de construction 2011
- SRE : 1'280 m²
- Besoin en chaleur de chauffage : 57.5 kWh/m²a
- Limite de chauffage : 18 °C
- 2 pompes à chaleur implantées à l'intérieur de chaque bâtiment
- 2x ELCO AEROTOP T20
- Puissance thermique (A7/W35) : 2x22.5 kW
- Charge d'eau chaude : oui
- Puissance de chauffage : 25 W/m²_{SRE}
- Coefficient de performance annuel (COPa) estimé : 3.2
- Niveau de puissance acoustique : 57 dB(A)
- Mesures antibruit : longs conduits d'air, amortisseurs de bruit

Travaux effectués :

- Construction neuve avec chauffage par le sol
- Local technique spacieux
- Réservoir tampon de 1'000 litres
- Réservoirs d'eau chaude 2x 1'000 litres avec résistance électrique intégrée
- Longs conduits d'air avec amortisseur de bruit intégré, réduction du bruit 11 dB(A)
- Deux pompes à chaleur connectées en cascade

Réalisation :

- Eisenbart + Partner AG, Münchwilen

2.5.8 Pompe à chaleur dans le local à citerne avec nouveaux puits de lumière, canton BS

Les deux immeubles résidentiels sont des bâtiments massifs à l'architecture typique des années 80. Au début des années 2000, les fenêtres ont été en partie remplacées. Pour le reste, aucune mesure de rénovation notable n'a été mise en œuvre sur les enveloppes des bâtiments. L'installation de production de chaleur (chaudière à mazout de 55 kW avec chauffe-eau au-dessus) a été remplacée par deux pompes à chaleur air/eau installées à l'intérieur. Pour permettre l'installation des pompes à chaleur dans l'ancien local à citerne, des nouveaux puits de lumière ont été créés. Le système de distribution de chaleur dans les bâtiments avant et arrière, une installation de chauffage bitube à eau chaude pompée avec températures d'entrée élevées (-8 °C / VL 53 °C), n'a pas été modifié.



Illustration 17 : Gauche : pompe à chaleur installée à l'intérieur dans l'ancien local à citerne ; droite : création des puits de lumière sur l'existant. Source : Frei & Partner AG, Zwingen

Caractéristiques techniques, chiffres clés :

- 2 immeubles résidentiels de 5 appartements chacun
- Année de construction 1982
- SRE : 633 m²
- Besoin en chaleur de chauffage : 75 kWh/m²a
- Limite de chauffage : 18 °C
- Deux pompes à chaleur (maître et esclave) installées à l'intérieur
- Alpha Innotec 2x LW 251
- Puissance thermique (A-7/W35) : 2x 19.4 kW
- Charge d'eau chaude : oui
- Coefficient de performance annuel (COPa) estimé : 2.8
- Niveau de puissance acoustique : 53 dB(A)
- Mesures antibruit : conduits et puits de lumière isolés

Travaux effectués :

- Démontage de la chaudière à mazout et de la citerne
- Percement des murs
- Création de puits de lumière
- Livraison et montage
- Gros œuvre
- Mise en service
- Remplacement des conduites
- Coordination et direction des travaux

Réalisation :

- Frei & Partner AG, Zwingen

2.5.9 Pompe à chaleur bivalente split avec unité extérieure sur le toit, canton SG

Le bâtiment de huit étages, composé de 43 appartements et d'une petite partie commerciale, a fait l'objet d'une rénovation complète en 2017. Le chauffage au mazout a été remplacé par une chaudière à condensation au mazout, associée à une pompe à chaleur split avec unité extérieure sur le toit. Le point de bivalence est situé à environ 5 °C. En deçà, la chaudière à mazout entre en fonction. La charge d'eau chaude se fait via une station d'eau fraîche. L'eau est préchauffée à 55 °C par la pompe à chaleur, puis amenée à 65 °C par la chaudière à mazout. L'une des particularités de l'installation est la forte différence de hauteur entre ses éléments, qui nécessite une pression élevée et une conduite de réfrigérant de 35 mètres de longueur.



Illustration 18 : Immeuble avec unité extérieure split sur le toit. Source : Google Maps.

Caractéristiques techniques, chiffres clés :

- Immeuble résidentiel de 43 appartements
- Rénovation complète 2017
- SRE : environ 3'250 m²
- Limite de chauffage : 14 °C
- Pompe à chaleur split
- CTC Giersch AG EcoSplit 36 SE
- Puissance thermique (A2W35) : 36.4 kW
- Charge d'eau chaude : oui
- Nouvelle chaudière à condensation au mazout
- Puissance de chauffage : env. 45 W/m²_{SRE}
- COP (A2/W35) : 3.6
- Niveau de puissance acoustique : 57 dB(A)
- Mesures antibruit : aucune

Travaux effectués :

- Rénovation complète de l'enveloppe du bâtiment
- Démontage de la chaudière existante et de l'installation de distribution de chaleur dans la centrale, démontage de l'installation d'eau chaude sanitaire
- Installation d'une nouvelle chaudière à condensation et d'une pompe à chaleur
- Installation d'une station d'eau fraîche et d'un système de distribution de chaleur dans la centrale de chauffage
- Mise en service

Réalisation :

- Société d'installation ENGIE Services AG

2.5.10 Rénovation à énergie positive avec installation solaire et PAC, canton TG

Après travaux de modernisation, le bâtiment des années 60 produit aujourd'hui plus d'énergie que ce qui est nécessaire pour l'eau chaude, le chauffage, la ventilation des appartements et le courant domestique (bâtiment à énergie positive). L'intégration architecturale des modules photovoltaïques dans l'enveloppe du bâtiment leur confère une double fonction : production d'énergie et protection contre les intempéries. La chaleur requise pour le chauffage et l'eau chaude est produite selon la saison par des collecteurs solaires thermiques montés sur le toit et accumulée dans un réservoir combiné de 60 m³. En hiver, une pompe à chaleur air/eau installée au sous-sol couvre les besoins supplémentaires en chaleur.



Illustration 19 : Le bâtiment avant et après rénovation. Source : @Viridén+Partner AG, Zurich

Caractéristiques techniques, chiffres clés :

- Immeuble résidentiel à énergie positive, 22 logements
- Année de construction 1962, SRE : 2'361 m²
- Besoin en chaleur de chauffage : 35.6 kWh/m²a
- Limite de chauffage : 14 °C
- Pompe à chaleur implantée à l'intérieur
- CTA Aeroheat CS 1-31i
- Puissance thermique (A7/W35) : 35 kW
- Charge d'eau chaude : oui (hiver uniquement)
- Niveau de pression acoustique (distance : 1 m, 53 dB(A))
- Puissance de chauffage : env. 10 W/m²_{SRE}
- Réservoir combiné Jenni de 60'000 litres avec 2 chauffe-eau pour eau chaude sanitaire de 380 litres
- Collecteurs thermiques surélevés couvrant une surface de 69 m²

Travaux effectués :

- Extension d'environ 44 %
- Rénovation complète de l'enveloppe du bâtiment
- Installation photovoltaïque intégrée à la façade
- Toit plat avec installation photovoltaïque et solaire thermique surélevée
- Installation de ventilation centralisée des appartements
- Prix Solaire européen 2013
- Watt d'Or 2010

Réalisation :

- Planification et réalisation: Viridén + Partner AG, Zurich
- Installateur du chauffage : Pfister Heizung AG, St-Gall

2.5.11 Remplacement des accumulateurs électriques décentralisés par une pompe à chaleur split, canton TI

Construit en 1970, l'immeuble résidentiel de 3 appartements a été rénové en 2012. Lors des travaux, les accumulateurs électriques décentralisés affichant une consommation annuelle de 45'000 kWh ont été déposés, puis un système de distribution hydraulique de chaleur avec radiateurs a été installé. La chaleur pour le chauffage et l'eau chaude est aujourd'hui produite par une pompe à chaleur split.



Illustration 20 : Vue du bâtiment Source: Google Street View.

Caractéristiques techniques, chiffres clés :

- Immeuble résidentiel de 3 appartements avec espace commercial
- Année de construction : 1970
- Rénovation : 2012
- SRE : 387 m²
- Pompe à chaleur split
- Hoval Belaria 33
- Puissance thermique (A2/W35) : 32.6 kW
- Charge d'eau chaude : oui
- Puissance de chauffage : 84 W/m²_{SRE}
- Niveau de puissance acoustique : 70 dB(A)

Travaux effectués :

- Démontage des accumulateurs électriques
- Dalle en béton pour l'élément extérieur de la pompe à chaleur
- Installation d'un système de distribution hydraulique de chaleur avec radiateurs
- Installation d'un réservoir d'eau chaude centralisé
- Raccordement hydraulique et électrique de la pompe à chaleur
- Mise en service

Réalisation :

- Idrobülga Sagl, Biasca

2.5.12 Pompe à chaleur implantée à l'extérieur pour un immeuble résidentiel rénové, canton TG

Construit en 1952, l'immeuble résidentiel de 8 appartements a été rénové en 2014. Outre la rénovation de l'enveloppe du bâtiment, l'installation de chauffage au mazout a été remplacée par une pompe à chaleur air/eau et les huit chauffe-eau de cuisine par un système centralisé de production d'eau chaude, également alimenté par la pompe à chaleur. La chaleur de chauffage continue d'être distribuée par l'installation de distribution de chaleur avec radiateurs. La pompe à chaleur est installée à l'extérieur près de la façade de derrière, au nord du bâtiment, sur un socle en béton. Un diffuseur a été mis en œuvre comme mesure antibruit.



Illustration 21 : Vue du bâtiment rénové ; pompe à chaleur installée à l'extérieur sur un socle en béton, à proximité de la façade. Source : voro Immobilien.

Caractéristiques techniques, chiffres clés :

- Immeuble résidentiel de 8 appartements
- Année de construction : 1952
- SRE : 630 m²
- Besoin en chaleur de chauffage : 220 kWh/m²a
- Pompe à chaleur implantée à l'extérieur
- Hoval, Belaria Twin A 32
- Puissance thermique (A2/W35) : 31.6 kW
- Charge d'eau chaude : oui
- Puissance de chauffage : 50.2 W/m²_{SRE}
- COP (A2/W35) : 4.0
- Niveau de puissance acoustique : 67 dB(A)
- Mesures antibruit : diffuseur

Travaux effectués :

- Rénovation de l'enveloppe du bâtiment
- Démantèlement de l'installation de chauffage au mazout
- Chauffe-eau et accumulateur centralisés
- Nouvelles conduites de distribution de l'eau chaude sanitaire
- Pompe à chaleur installée à l'extérieur sur socle en béton et conduite de raccordement isolée

Réalisation :

- Steger AG, Aadorf

2.5.13 Pompe à chaleur implantée à l'extérieur sur le toit plat de l'abri auto, canton BE

Construit en 1940, l'immeuble résidentiel a été rénové et agrandi en 2016. Lors de ces travaux, une pompe à chaleur monobloc a été intégrée à l'extension. Elle a été installée à l'extérieur sur le toit plat de l'abri auto. L'ensemble de l'installation comprend plusieurs éléments : la pompe à chaleur, un régulateur, un réservoir d'eau potable et un réservoir tampon, le tout complété par des radiateurs et un chauffage par le sol. La pompe à chaleur fournit aujourd'hui la chaleur de chauffage et l'eau chaude à sept appartements. De par le choix du site d'installation, les appartements et les bâtiments voisins sont bien protégés du bruit, ce qui permet de respecter les prescriptions applicables sans mesures antibruit supplémentaires.



Illustration 22 : Pompe à chaleur installée à l'extérieur sur le toit plat de l'abri auto Source : Hoval.

Caractéristiques techniques, chiffres clés :

- Immeuble résidentiel de 7 appartements
- Année de construction : nouveau bâtiment 2016, ancien bâtiment 1940
- SRE : 400 m²
- Besoin en chaleur de chauffage : 178 MJ/m²a
- Pompe à chaleur implantée à l'extérieur
- Hoval, Belaria Twin A 32
- Puissance thermique (A2/W35) : 31.6 kW
- Charge d'eau chaude : oui
- Puissance de chauffage : 79 W/m²SRE
- Coefficient de performance annuel (COPa) estimé : 2.7
- Niveau de puissance acoustique : 62 dB(A)
- Mesures antibruit : aucune

Travaux effectués :

- Installation du nouveau chauffage
- Réservoir d'eau chaude
- Chauffage par le sol
- Nouvelles conduites
- Montage de la pompe à chaleur sur le toit
- Mise en service

Réalisation :

- Zumkehr AG chauffage/solaire/sanitaire

2.5.14 Pompe à chaleur implantée à l'intérieur dans le cadre d'une rénovation Minergie, canton BE

L'immeuble résidentiel des années 70 a été entièrement rénové en 2009. Outre la mise à la norme Minergie de l'enveloppe du bâtiment, un système de ventilation contrôlée des locaux d'habitation et un chauffage par le sol ont également été installés. La production de chaleur est assurée par une pompe à chaleur air/eau installée dans le local technique. Elle produit 100 % de la chaleur de chauffage et environ 78 % de l'eau chaude. Les 22 % restants de la production d'eau chaude sont fournis par un élément chauffant électrique.



Illustration 23 : Vue de devant et de derrière du bâtiment rénové. En bas à gauche de la photo de droite, on voit la grille de façade de la pompe à chaleur. Source : Minergie

Caractéristiques techniques, chiffres clés :

- Immeuble résidentiel de 6 appartements
- Année de construction années 1970, rénovation 2009
- SRE : 704 m²
- Besoin en chaleur de chauffage : env. 33 kWh/m²a
- Pompe à chaleur implantée à l'intérieur
- Alpha Innotec LW 330M-I
- Puissance thermique (A2/W35) : 31 kW
- Charge d'eau chaude : oui
- Puissance de chauffage : 44 W/m²_{SRE}
- Coefficient de performance annuel (COPa) estimé : 2,5
- Niveau de puissance acoustique : 58 dB(A)
- Mesures antibruit : aucune

Travaux effectués :

- Rénovation de l'enveloppe du bâtiment
- Ventilation contrôlée des locaux d'habitation
- Chauffage par le sol
- Pompe à chaleur dans le local technique
- Conduits d'air avec grille de façade

Réalisation :

- RP architecture, Moutier
- ECE SA, Moutier (planification des installations techniques)
- Serge Péteut Sàrl, Moutier (Installation de la pompe à chaleur)

2.5.15 Pompe à chaleur implantée à l'intérieur dans le cadre d'une rénovation Minergie, canton BE

L'immeuble résidentiel des années 70 a été entièrement rénové en 2012. Outre la mise à la norme Minergie de l'enveloppe du bâtiment, un système de ventilation contrôlée des locaux d'habitation et un chauffage par le sol ont également été installés. La production de chaleur est assurée par une pompe à chaleur air/eau installée dans le local technique. Elle produit 99 % de la chaleur de chauffage et 100 % de l'eau chaude. Le reste de la chaleur de chauffage (1 %) est fourni par un élément chauffant électrique.



Illustration 24 : Vue de devant et de derrière du bâtiment rénové. Source : Minergie

Caractéristiques techniques, chiffres clés :

- Immeuble résidentiel de 6 appartements
- Année de construction années 1970, rénovation 2012
- SRE : 869 m²
- Besoin en chaleur de chauffage : env. 33 kWh/m²a
- Pompe à chaleur implantée à l'intérieur
- Alpha Innotec LW 330M-I
- Puissance thermique (A2/W35) : 31 kW
- Charge d'eau chaude : oui
- Puissance de chauffage : 44 W/m²_{SRE}
- Coefficient de performance annuel (COPa) estimé : 2,5
- Niveau de puissance acoustique : 58 dB(A)
- Mesures antibruit : aucune

Travaux effectués :

- Rénovation de l'enveloppe du bâtiment
- Ventilation contrôlée des locaux d'habitation
- Chauffage par le sol
- Pompe à chaleur dans le local technique
- Conduits d'air avec grille de façade

Réalisation :

- RP architecture, Moutier
- ECE SA, Moutier (planification des installations techniques)
- Serge Péteut Sàrl, Moutier (Installation de la pompe à chaleur)

2.5.16 Pompe à chaleur split pour un immeuble résidentiel ayant des contraintes d'espace, canton ZH

Dans l'immeuble résidentiel de 3 appartements construit en 1965, le chauffage au gaz a été remplacé par une pompe à chaleur air/eau. Les fenêtres et le toit ayant déjà été rénovés, le système de distribution de chaleur existant (radiateurs) a été repris. La centrale de chauffage au gaz était installée dans un local très petit. Il n'était donc pas possible d'installer une pompe à chaleur à l'intérieur du bâtiment. Pour des raisons financières, une pompe à chaleur sol/eau ne pouvait pas être envisagée. Le choix s'est par conséquent porté sur une pompe à chaleur split et une installation photovoltaïque. L'unité extérieure de la pompe à chaleur a été installée sur la façade ouest. L'unité intérieure et le compresseur ont été installés dans la chaufferie existante avec l'accumulateur. En raison de l'espace limité, le chauffe-eau a dû être installé dans la buanderie.



Illustration 25 : Vue du bâtiment avant rénovation. Source : Google Street View.

Caractéristiques techniques, chiffres clés :

- Immeuble résidentiel de 3 appartements
- Année de construction 1965
- SRE : 425 m²
- Limite de chauffage : 16 °C
- Pompe à chaleur split
- TCA Solid M S30L
- Puissance thermique (A2/W35) : 30.3 kW
- Charge d'eau chaude : oui
- Puissance de chauffage : 67 W/m²_{SRE}
- SCOP : 5.2 (conditions non connues, probablement aussi W35)
- Niveau de puissance acoustique : 48 dB(A)
- Mesures antibruit : aucune

Travaux effectués :

- Démontage du chauffage au gaz existant
- Montage de l'unité intérieure et de l'accumulateur dans la chaufferie
- Montage du chauffe-eau dans la buanderie
- Montage de l'unité extérieure sur la façade
- Installation photovoltaïque sur le toit
- Mise en service

Réalisation :

- Société d'installation
ENGIE Services AG

2.5.17 Répartition sur deux petites pompes à chaleur, canton BL

Il s'agit d'une construction massive typique des années 60. Une partie des fenêtres a été remplacée dans les années 2000, mais l'enveloppe du bâtiment est d'origine. Le système de distribution de chaleur comprend deux groupes de chauffage : un chauffage par le sol pour le sous-sol et le rez-de-chaussée et des radiateurs pour l'étage. Lors des travaux de rénovation, la pompe à chaleur air/eau installée il y a 24 ans à l'intérieur du bâtiment a été remplacée par deux pompes à chaleur à l'extérieur. La puissance a été réduite de 40 % environ par rapport à l'ancienne installation. Les pompes à chaleur sont installées en plein air et connectées en cascade. Comme l'objet se trouve dans un environnement rural, aucune mesure antibruit supplémentaire n'est nécessaire.



Illustration 26 : Pompes à chaleur installées dans le jardin. Source : Frei & Partner AG, Zwingen

Caractéristiques techniques, chiffres clés :

- Immeuble résidentiel de 2 appartements + 1 bureau
- Année de construction 1962
- SRE : 650 m²
- Besoin en chaleur de chauffage : 65 kWh/m²a
- Limite de chauffage : 18 °C
- Deux pompes à chaleur implantées à l'extérieur et connectées en cascade
- 2x Alpha Innotec NP AW 20-20
- Puissance thermique (A-2/W55) : 28.3 kW
- Charge d'eau chaude : oui
- Coefficient de performance annuel (COPa) estimé : 3.3
- Niveau de puissance acoustique : 58.8 dB(A)
- Mesures antibruit : aucune

Travaux effectués :

- Installation d'un chauffe-eau de secours
- Démantèlement de l'ancienne pompe à chaleur
- Dalle en béton pour la pompe à chaleur
- Percement des murs et obturation des orifices de ventilation
- Conduites, pompes de recirculation
- Installation de la pompe à chaleur
- Raccordement de la pompe à chaleur
- Mise en service
- Coordination et direction des travaux

Réalisation :

- Frei & Partner AG, Zwingen

2.5.18 Remplacement des poêles à mazout par une pompe à chaleur implantées à l'extérieur, canton TI

Construit en 1946, l'immeuble résidentiel de 5 appartements a été transformé en profondeur et agrandi en 2018. Les poêles individuels à mazout ont été remplacés par un chauffage central et une installation centralisée de production d'eau chaude comprenant une pompe à chaleur air/eau à l'extérieur du bâtiment.



Illustration 27 : Vue du bâtiment avant rénovation. Source : Google Maps

Caractéristiques techniques, chiffres clés :

- Immeuble résidentiel de 5 appartements
- Année de construction 1946, rénovation 2018
- SRE : 770 m²
- Besoin en chaleur de chauffage : non connu
- Limite de chauffage : non connue
- Pompe à chaleur implantée à l'extérieur
- Hoval Belaria twin A32
- Puissance thermique (A-7/W35) : 26.9 kW
- Charge d'eau chaude : oui
- SCOP (35) : 4.4
- Niveau de puissance acoustique : 72 dB(A)
- Mesures antibruit : non connues

Travaux effectués :

- Restructuration et extension du bâtiment
- Démontage des anciens poêles à mazout et du réservoir d'eau chaude
- Nouvelle installation de distribution de chaleur avec radiateurs
- Réservoir d'eau chaude de 800 litres
- Pompe à chaleur implantée à l'extérieur

Réalisation :

- Alfredo Poretti SA, Bioggio

2.5.19 Pompe à chaleur implantée à l'extérieur pour un immeuble de trois logements, canton TI

Dans cet immeuble résidentiel de 3 appartements construit en 1960, le chauffage central au mazout (consommation de mazout d'environ 6'000 litres par an) a été remplacé par une pompe à chaleur air/eau installée à l'extérieur. L'installation de distribution de chaleur existante a été conservée. Avec la pompe à chaleur, les collecteurs solaires thermiques installés sur le toit fournissent la chaleur nécessaire à la production d'eau chaude.



Illustration 28 : Vue du bâtiment avant rénovation. Source : Google Street View.

Caractéristiques techniques, chiffres clés :

- Immeuble résidentiel de 3 appartements
- Année de construction 1960, rénovation 2018
- SRE : 310 m²
- Besoin en chaleur de chauffage : non connu
- Limite de chauffage : non connue
- Pompe à chaleur implantée à l'extérieur
- Hoval Belaria twin A32
- Puissance thermique (A-7/W35) : 26.9 kW
- Charge d'eau chaude : oui
- SCOP (35) : 4.4
- Niveau de puissance acoustique : 72 dB(A)
- Mesures antibruit : non connues

Travaux effectués :

- Démontage de l'ancienne chaudière à mazout
- Pompe à chaleur implantée à l'extérieur
- Réservoir d'eau chaude de 800 litres
- Collecteurs solaires thermiques pour la production d'eau chaude

Réalisation :

- Murari & Murari SA, Riva San Vitale

2.5.20 Rénovation à énergie positive avec installation solaire thermique et pompe à chaleur, canton TI

Construit en 1965, l'immeuble résidentiel de huit étages composé de 19 appartements a été rénové en 2012-2013 selon la norme Minergie-P (maison passive). Le besoin en chaleur de chauffage a été réduit de plus de 90 %. Le bâtiment est aujourd'hui alimenté en chaleur par 44 m² de collecteurs solaires et une pompe à chaleur air/eau, raccordés par un réservoir combiné. Afin de limiter la longueur des conduites de la pompe à chaleur split, le local technique a été déplacé sur le toit. Les modules photovoltaïques de 827 m² installés sur le toit et la façade produisent plus d'énergie solaire que le bâtiment, y compris la pompe à chaleur, en a besoin. L'excédent, qui s'élève chaque année à 9'000 kWh environ, est injecté dans le réseau électrique public.



Illustration 29 : Vue du bâtiment avant et après rénovation, intérieur du nouveau local technique.

Sources : TUOR Baumanagement AG, HT-Plan AG.

Caractéristiques techniques, chiffres clés :

- Immeuble résidentiel de 19 appartements
- Année de construction 1965
- SRE : 1'373 m²
- Besoin en chaleur de chauffage : 320 kWh/m²a avant rénovation, 28.5 kWh/m²a après rénovation
- Limite de chauffage : 12 °C
- Pompe à chaleur split sur le toit
- Walter Meier, Typ Oertli LS 218 HG
- Puissance thermique (A-7/W35) : 17.8 kW
- Charge d'eau chaude : oui
- Puissance de chauffage : 6.26 W/m²_{SRE}
- Niveau de puissance acoustique : non connu
- Les mesures antibruit ne sont pas pertinentes, car le site est situé près de la gare et est donc très affecté par le bruit.

Travaux effectués :

- Rénovation complète de l'enveloppe du bâtiment
- 46 m² de collecteurs solaires sur le toit
- Installation photovoltaïque : toit 176 m², façade 651 m²
- Installation de ventilation semi-centralisée
- Réservoir combiné de 4'500 litres
- Nouveau local technique sur le toit
- Pompe à chaleur split sur le toit
- Prix Solaire Suisse 2014
- Norman Foster Solar Award 2014

Réalisation :

- TUOR Baumanagement AG, Bad Ragaz (plans, direction des travaux)
- HT-Plan AG, Coire (planification des installations techniques)

2.5.21 PAC en chauffage auxiliaire d'une installation solaire thermique, canton BS

La rénovation complète des deux immeubles résidentiels situés dans la zone à sauvegarder de Bâle-Ville a permis de réduire très fortement le besoin en chaleur. Le toit solaire côté sud fournit plus d'énergie que nécessaire pour le chauffage et l'eau chaude. La chaleur est stockée provisoirement dans deux réservoirs combinés de 20 m³ chacun et, si nécessaire, amenée à la température requise par une pompe à chaleur air/eau installée au sous-sol. Les analyses montrent que la pompe à chaleur n'a besoin d'être utilisée qu'entre mi-novembre et fin février.



Illustration 30 : Façade de devant et de derrière des deux immeubles résidentiels rénovés.

Source : @Viridén+Partner/Nina Mann, Zurich

Caractéristiques techniques, chiffres clés :

- Immeuble résidentiel à énergie positive, 11 logements
- Année de construction 1896
- SRE : 1'054 m²
- Besoin en chaleur de chauffage : 35.3 kWh/m²a
- Limite de chauffage : 12 °C
- Pompe à chaleur implantée à l'intérieur
- Viessmann, Vitocal 350-A
- Puissance thermique (A2/W35) : 14.8 kW
- Charge d'eau chaude : oui (hiver uniquement)
- Niveau de puissance acoustique : 60.0 dB(A)
- 2 réservoirs combinés Jenni d'une capacité totale de 40'000 litres
- Collecteurs thermiques intégrés, 34.5 m²

Travaux effectués :

- Rénovation extensive de l'enveloppe des bâtiments
- Regroupement de deux bâtiments, ne comprenant désormais qu'une seule cage d'escalier
- Installation photovoltaïque et thermique intégrée
- Installation de ventilation centralisée des appartements
- Prix Solaire Suisse 2009
- Watt d'Or 2010

Réalisation :

- Planification et réalisation: Viridén + Partner AG, Zurich
- Installateur du chauffage : Rosenmund Haustechnik AG, Bâle

2.5.22 Installation bivalente pour un immeuble de 15 logements, canton de Zurich

L'immeuble résidentiel composé de 15 appartements en location est situé dans un quartier calme densément peuplé. Au cours des dernières années, il a été régulièrement rénové et modernisé sur le plan énergétique. Plutôt qu'un nouveau chauffage au gaz, le choix s'est porté sur une installation bivalente comprenant une pompe à chaleur air/eau installée à l'intérieur du bâtiment et une chaudière à gaz à condensation. Un système de stockage intelligent permet que la majeure partie de la chaleur destinée au chauffage et à l'eau chaude soit fournie par la pompe à chaleur. Une attention particulière a dû être apportée à la protection contre le bruit, car l'une des fenêtres de référence se trouve directement au-dessus de l'ouverture du puits de lumière.



Illustration 31 : PAC implantée à l'intérieur entre la chaudière à gaz à condensation et le réservoir. Source : Elcotherm AG.

Caractéristiques techniques, chiffres clés :

- Immeuble résidentiel de 15 appartements
- Année de construction 1960
- Limite de chauffage : 18 °C
- Pompe à chaleur implantée à l'intérieur
- ELCO AEROTOP S 15M-IR, Puissance thermique (A7/W35) : 13.9 kW
- Chaudière à gaz à condensation TRIGON L65, Puissance thermique nominale 40/30 : 64.7 kW
- Charge d'eau chaude : oui
- Coefficient de performance annuel (COPa) estimé : 3.2
- Niveau de puissance acoustique : 47 dB(A)
- Mesures antibruit : Conduit d'air avec amortisseur de bruit intégré, 6-7 dB(A), Puits de lumière, env. 2 m de profondeur, 5 dB(A).
- Réduction du bruit totale : 11 dB(A).

Travaux effectués :

- Non connus dans le détail.

Réalisation :

- Josef Peterer Haustechnik AG, Bubikon

2.5.23 Pompe à chaleur installée à l'extérieur sous le balcon, canton BS

Maison « Baumgartner » de 1932. Quatre appartements, dont un appartement en attique. Rénovation du toit au début des années 90. Rénovation complète des fenêtres à la fin des années 2000. Ancienne installation de chauffage bitube à eau chaude pompée, distribution des conduites (pesanteur) généreusement dimensionnée et radiateurs en fonte datant de l'année de construction. Mandat du remplacement du chauffage : remplacement du chauffage au gaz atmosphérique par une pompe à chaleur air/eau implantée à l'extérieur, avec des exigences accrues en matière d'isolation acoustique. La pompe à chaleur a été installée dans le jardin, sous le balcon de l'appartement du rez-de-chaussée.

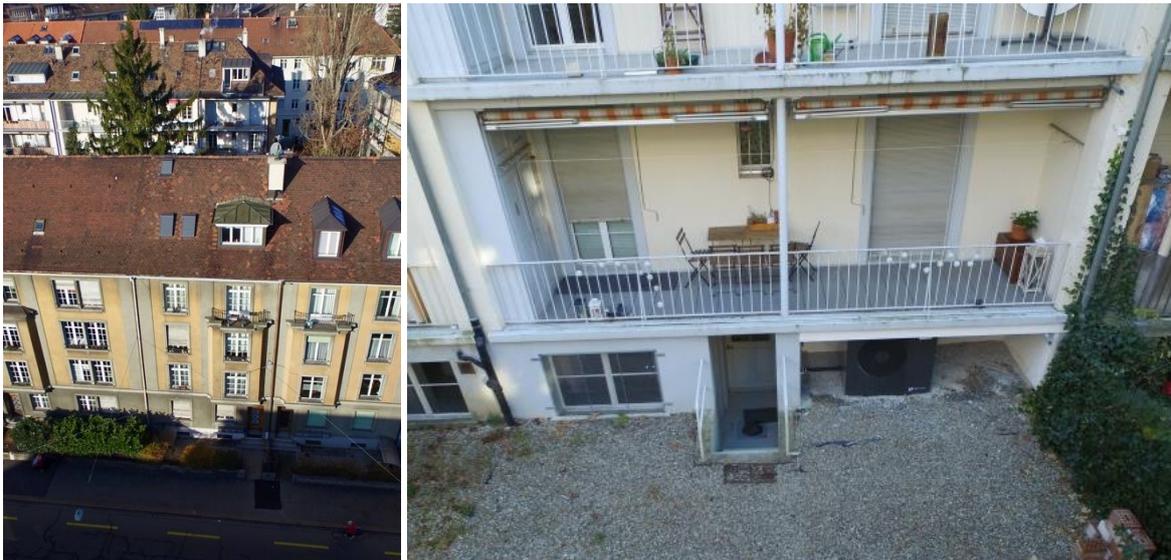


Illustration 32 : Immeuble résidentiel mitoyen « Baumgartner » à Bâle ; pompe à chaleur implantée à l'extérieur sous le balcon du rez-de-chaussée. Source : Frei & Partner AG, Zwingen

Caractéristiques techniques, chiffres clés :

- Immeuble résidentiel massif de 4 appartements
- Année de construction : env. 1932
- SRE : 325 m²
- Besoin en chaleur de chauffage : 32.3 kWh/m²a
- Limite de chauffage : 18 °C
- Pompe à chaleur implantée à l'extérieur
- Alpha Innotec, NP AW 20-20
- Puissance thermique (A-7/W35) : 13.5 kW
- Chauffage et charge d'eau chaude :
- Coefficient de performance annuel (COPa) estimé : 3.0
- Niveau de puissance acoustique : 53 dB(A)
- Mesures antibruit : insonorisation de la face inférieure du balcon

Travaux effectués :

- Installation d'un chauffe-eau de secours
- Démantèlement de la chaudière à gaz
- Installation d'un réservoir tampon
- Dalle en béton pour la pompe à chaleur
- Percement des murs
- Raccordement électrique de la pompe à chaleur, y compris compteur électrique séparé
- Conduites, pompes de recirculation
- Installation de la pompe à chaleur
- Raccordement de la pompe à chaleur
- Mise en service

Réalisation :

- Frei & Partner AG, Zwingen

3 Échanges avec les organismes cantonaux de soutien

3.1 Contexte

Outre le Programme Bâtiments de la Confédération, qui vise la réduction du besoin en chaleur de chauffage, la plupart des cantons proposent des programmes de soutien encourageant le remplacement des systèmes de chauffage à énergie fossile et/ou électriques par des systèmes de chauffage à énergie renouvelable. Dans ce contexte, l'installation d'une pompe à chaleur air/eau est également prévue par la mesure 05 du Modèle d'encouragement harmonisé des cantons (ModEnHa) 2015. Ces aides relevant de la souveraineté cantonale, les taux de subventionnement et les conditions d'éligibilité sont variables.

3.2 Procédure

Nous avons contacté les services de l'énergie des 26 cantons afin de dresser une vue d'ensemble du paysage cantonal des programmes d'aide, des objets subventionnés et des outils proposés. Dans 22 cantons, nous avons pu mener un entretien téléphonique approfondi soit directement avec la directrice ou le directeur du service de l'énergie, soit avec la personne en charge des subventions. Quatre cantons ont refusé l'entretien, précisant qu'ils ne versaient aucune aide pour l'installation de PAC AE dans les immeubles résidentiels.

Pour pouvoir replacer les modèles d'encouragement dans leur contexte, nous avons également, lors de chaque entretien, posé des questions concernant la situation générale du canton dans le domaine des pompes à chaleur et les difficultés posées par la procédure d'autorisation. Nous avons en outre demandé aux personnes interrogées leur avis subjectif à propos des facteurs de succès et des obstacles relatifs à l'utilisation des PAC AE dans le cadre de la rénovation d'immeubles résidentiels, ainsi que sur leurs attentes en la matière à l'égard de la Confédération.

3.3 Résultats

3.3.1 Subventions

Comme on pouvait s'y attendre, le paysage cantonal des programmes d'aide est très variable. Dix cantons n'encouragent pas du tout le remplacement des systèmes de chauffage avec des pompes à chaleur air/eau dans les immeubles résidentiels, quatre cantons appliquent les taux minimums du ModEnHa 2015, neuf cantons versent des aides plus élevées dans le cadre du ModEnHa 2015 et trois cantons subventionnent le remplacement du chauffage selon leur propre modèle d'encouragement.

Le Tableau 2 présente les subventions accordées par les 26 cantons pour le remplacement des installations de chauffage par des pompes à chaleur air/eau d'une puissance supérieure à 15 kW_{th} (ce qui correspond dans la pratique au besoin en chaleur des immeubles résidentiels).

Canton	Modèle d'encouragement	Contribution de base	Contribution liée à la puissance	Plafond de contribution
AG	Aucune subvention	-	-	-
AI	Taux minimal du ModEnHa	1'600 CHF	60 CHF/kW _{th}	Max. 20 kW _{th} , ou 2'800 CHF
AR	Taux minimal du ModEnHa	1'600 CHF	60 CHF/kW _{th}	Max. 20 kW _{th} , ou 2'800 CHF
BE	Propre modèle d'encouragement	3'500 CHF	50 CHF / kW _{th,ancienne}	Pas de limite supérieure. Max. 50 W/m ² , max. 35 % du coût d'investissement.
BL	Aucune subvention	-	-	Seul le remplacement des chauffages électriques est subventionné, mais pas pour les immeubles résidentiels.
BS	ModEnHa Plus	1'600 CHF	100 CHF/kW _{th}	Max. 100 /kW _{th} , au-delà demande individuelle de soutien
FR	ModEnHa Plus	3'500 CHF	150 CHF/kW _{th}	Max. 40 % du coût d'investissement
GE	Jusqu'à 50 kW _{th} : ModEnHa Plus Au-delà de 50 kW _{th} : ModEnHa Plus	3'000 CHF 23'000 CHF	800 CHF/kW _{th} 400 CHF/kW _{th}	Max. 50 kW _{th} : Pas de limite supérieure
GL	Remplacement d'installations à énergie fossile : forfait Remplacement d'installations électriques : ModEnHa Plus	4'000 CHF 2'000 CHF	- 100 CHF/kW _{th}	4'000 CHF Max. 15'000 CHF
GR	Propre modèle d'encouragement	-	14 CHF/m ² _{SRE}	-
JU	ModEnHa Plus	2'500 CHF	100 CHF/kW _{th}	Max. 50 W/m ² _{SRE}
LU	Aucune subvention	-	-	-
NE	Aucune subvention	-	-	-
NW	Aucune subvention	-	-	-
OW	Aucune subvention	-	-	-
SG	Taux minimal du ModEnHa	1'600 CHF	60 CHF/kW _{th}	Pas de limite supérieure
SH	ModEnHa Plus	5'000 CHF	100 CHF/kW _{th}	Max. 50 W/m ² _{SRE}
SO	Aucune subvention	-	-	-
SZ	Taux minimal du ModEnHa	1'600 CHF	60 CHF/kW _{th}	Max. 50 W/m ² _{SRE}
TG	ModEnHa Plus	6'000 CHF	125 CHF/kW _{th}	Max. 50 W/m ² _{SRE}
TI	Jusqu'à 10.2018 : taux minimal du ModEnHa À partir de 10.2018 : ModEnHa Plus	1'600 CHF 3'000 CHF	60 CHF/kW _{th} 100 CHF/kW _{th}	Max. 5'000 CHF Pas de limite supérieure
UR	Aucune subvention	-	-	Seul le remplacement des chauffages électriques est subventionné
VD	Remplacement d'installations à énergie fossile : ModEnHa Plus Remplacement d'installations électriques : ModEnHa Plus	2'400 CHF 3'600 CHF	80 CHF/kW _{th} 120 CHF/kW _{th}	Pas de limite supérieure. Prime pour la première installation d'un système de distribution du chauffage
VS	Propre modèle d'encouragement	-	35 CHF/m ² _{SRE}	Max. 100'000 CHF ; prime pour COP>2.5 ; prime pour les tours d'habitation
ZG	Aucune subvention cantonale ; certaines communes encouragent les PAC AE			
ZH	Aucune subvention	-	-	-

Tableau 2 : Vue d'ensemble des modèles d'encouragement des 26 cantons dans le domaine des pompes à chaleur air/eau d'une puissance supérieure à >15 kW_{th}

Beaucoup de cantons qui ne versent aucune subvention dans ce domaine avancent le délai de rentabilité comme argument : dans le cas d'une PAC AE, le coût d'investissement est rentabilisé sur l'ensemble du cycle de vie de l'installation. Parfois, il s'agit simplement d'une absence de volonté politique, à laquelle les services de l'énergie eux-mêmes ne parviennent pas à s'opposer.

Parmi les cantons qui versent des subventions, ce ne sont pas seulement les montants, mais aussi les conditions d'éligibilité qui diffèrent. Ainsi, dans certains cantons, les subventions ne sont pas les mêmes selon que l'on remplace un chauffage à énergie fossile ou un chauffage électrique. Dans d'autres cantons (par exemple, AI et AR), les aides financières sont si limitées qu'elles sont négligeables pour la rénovation d'un immeuble résidentiel. Dans certains cas, des subventions complémentaires généreuses sont versées, par exemple pour la première installation d'un système de distribution de chaleur, qui peut être nécessaire lors du remplacement de chauffages électriques décentralisés.

Les modèles d'encouragement individuels sont également intéressants. Dans le canton de Berne, le montant de la subvention n'est pas conditionné par la puissance de la pompe à chaleur, mais par celle de l'installation de chauffage démantelée. Ce n'est pas tant la pompe à chaleur qui est subventionnée que la réduction des émissions de CO₂. Indirectement, ce système encourage également les rénovations complètes dans le cadre desquelles la puissance de chauffage est elle aussi réduite. Les cantons des Grisons et du Valais vont encore plus loin en liant la subvention non pas à une puissance de chauffage, mais à la surface de référence énergétique du bâtiment. Si cela s'explique par des raisons historiques, c'est aussi clairement justifié par le fait que les subventions en fonction de la puissance de chauffage favorisent les projets inefficaces faisant intervenir des grandes pompes à chaleur et pénalisent les rénovations complètes avec des pompes à chaleur plus petites.

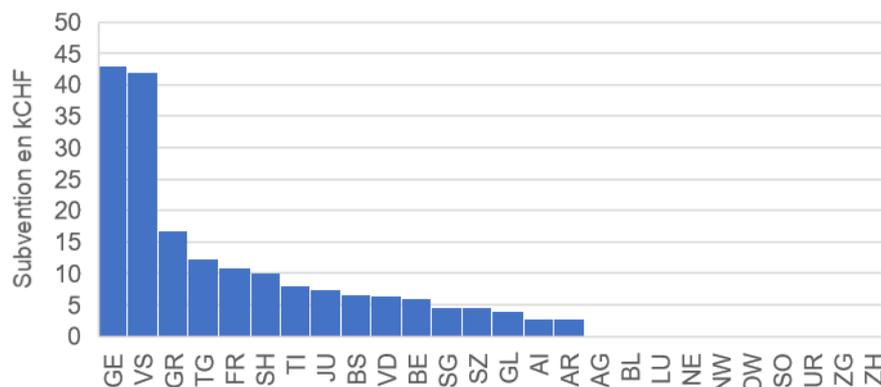


Illustration 33 : Subventions selon le canton pour l'objet n °6 : immeuble résidentiel de 11 appartements, SRE 1'200 m², PAC AE d'une puissance (A2/W35) de 50 kW. Coût d'investissement (selon calcul de rentabilité) : 137'000 CHF.

À des fins de comparaison, nous avons calculé les subventions qui seraient accordées pour un objet concret (immeuble résidentiel non rénové 11 appartements, voir section 2.4.6). Comme le montre l'illustration 33, les montants effectifs des subventions varient davantage que ne pourraient le laisser supposer les taux de subventionnement. Les cantons les plus généreux sont ceux de Genève, du Valais et, pour les grands bâtiments, des Grisons. Les subventions des autres cantons pour cet objet varient entre 2 % et 12 % du coût d'investissement, un montant qui ne pèse probablement que très peu sur la décision d'investir ou non dans une pompe à chaleur.

3.3.2 Autres outils des cantons

La plupart des cantons utilisent ou renvoient vers les fiches pratiques du GSP et/ou de la Confédération. Pour obtenir une subvention, il est par ailleurs généralement nécessaire de disposer d'un certificat PAC système-module, d'un label de qualité international ou d'une garantie de rendement. Certains cantons (par exemple, le canton de Zoug) renvoient également vers d'autres documents tels que l'aide à l'exécution du Cercle Bruit.

Certains cantons créent leurs propres outils. Le canton de Fribourg propose un comparateur des frais de chauffage, qui sera repris par le canton de Neuchâtel à partir de 2019. Les services de l'énergie de Bâle-Ville et de Zurich préparent actuellement un guide d'intégration visuelle des pompes à chaleur en milieu urbain.

La plupart des cantons proposent également comme outils leurs actions en matière d'information, de formation continue ou de conseil énergétique : les conseillers en énergie informent de manière active les personnes intéressées, jouant en quelque sorte le rôle de « comparateurs vivants des frais de chauffage ». Lors des entretiens, il a en outre été à plusieurs reprises souligné qu'il est nécessaire de former non pas tant les propriétaires des biens immobiliers que les installateurs. Les cantons proposent, parfois en collaboration avec le GSP, des formations continues dans le domaine.

3.3.3 Procédure d'autorisation

Les autorisations sont généralement du ressort des communes. C'est pourquoi la plupart des services cantonaux de l'énergie n'ont pas pu nous renseigner davantage à ce sujet. Il semble néanmoins que les autorisations des pompes à chaleur air/eau ne posent pas de difficultés particulières dans la majorité des cantons pour autant que les prescriptions relatives à la protection contre le bruit sont respectées. L'une des personnes interrogées l'a formulé en ces termes : « On ne peut pas planifier l'installation d'une pompe à chaleur air/eau avec une demande de permis de construire complétée à la va-vite. Mais un planificateur qui sait ce qu'il fait n'aura aucune difficulté à obtenir une autorisation. »

Certains cantons présentent toutefois des spécificités intéressantes :

- Le canton de Bâle-Ville a promulgué de nombreuses dispositions dans les domaines de la protection contre le bruit, de la protection du paysage urbain et de la protection de la nature, qui doivent toutes être respectées et dont le respect est examiné par différentes autorités. Cela allonge les procédures d'autorisation et défavorise les pompes à chaleur air/eau par rapport au remplacement des chauffages par des systèmes à énergie fossile, qui ne requièrent aucune autorisation. À l'automne 2018, le Grand Conseil a cependant décidé de simplifier les procédures d'autorisation pour les pompes à chaleur air/eau.
- Dans le canton de Schwyz, où les habitats sont dispersés, la protection contre le bruit, selon le service de l'énergie, ne posait pas problème. En effet, les voisins étant très éloignés les uns des autres, ils ne sont pas gênés par le bruit. Depuis que les prescriptions en la matière s'appliquent également aux propres locaux à usage sensible au bruit, le service de l'énergie est régulièrement informé que les installations ne peuvent plus être autorisées.
- Dans le canton du Tessin, les autorisations ne posent généralement pas de problème, sauf dans le cas des petits centres-villes, qui y sont très nombreux. Dans ce cas, il manque à la

fois la place nécessaire pour l'installation et la distance requise par rapport aux voisins de sorte que même les installations qui sont conformes aux prescriptions sur la protection contre le bruit sont souvent considérées comme dérangeantes. En conséquence, de nombreux projets sont contestés et beaucoup de litiges doivent être réglés devant la justice. Cependant, le problème peut être résolu au moyen de mesures antibruit supplémentaires dans la plupart des cas. Dans le cas des installations sur toiture, les critères esthétiques ou la protection des monuments historiques jouent également un rôle. Là encore, le problème ne vient pas tant des prescriptions strictes que des contestations du voisinage.

- Dans le canton de Zoug, les pompes à chaleur air/eau ne nécessitent a priori pas un permis de construire. Elles requièrent uniquement une évaluation des émissions sonores. Ce n'est que si des nuisances importantes sont à prévoir qu'une demande de permis de construire doit être déposée (Ordonnance relative à la Loi sur l'aménagement du territoire et les constructions, § 4, al. 1 et §26 al. 1 c). Le service de l'énergie de Zoug recommande néanmoins de déposer systématiquement une demande de permis de construire afin d'éviter toute plainte ultérieure pour nuisances sonores.
- Dans le canton de Zurich, en revanche, tout remplacement d'une installation de chauffage est soumis à autorisation depuis 1978, y compris pour ce qui concerne les chauffages à énergie fossile. Ainsi toutes les technologies sont-elles « logées à la même enseigne ». Les cantons de Fribourg et du Jura envisagent d'introduire le même système à l'avenir.
- Comme Bâle-Ville, la ville de Zurich se montre assez prudente dans l'exécution de la législation sur la protection contre le bruit. Selon le service de l'énergie, les autres communes du canton de Zurich sont plus « généreuses », ce qui peut expliquer la forte densité de projets intéressants dans le canton de Zurich.

3.3.4 Objets réalisés ou subventionnés

Les chiffres varient selon les modalités de recensement des objets dans les cantons (objets par an, pendant une période donnée, selon le type de bâtiment et/ou la puissance de la pompe à chaleur). Dans les cas où les données sur la puissance sont disponibles, il apparaît que de nombreux immeubles résidentiels sont équipés d'une PAC AE, mais que la puissance ne dépasse que rarement 40 kW. Cela peut être lié aux problèmes évoqués précédemment en présence d'installations de grande taille dans les immeubles résidentiels, mais aussi au fait que, dans beaucoup de zones, les immeubles résidentiels existants ne sont pas très grands.

En raison des différences dans le recensement des objets subventionnés, leur nombre ne peut être comparé que partiellement entre les cantons. Malgré tout, il ne semble pas que le nombre d'objets subventionnés soit systématiquement corrélé avec l'attractivité des subventions versées par le canton. Par exemple, on trouve dans le canton de Zurich plusieurs projets intéressants réalisés sans aucune subvention, tandis que les subventions exceptionnellement élevées du canton de Genève ne sont manifestement pas demandées.

Le Tableau 3 résume les déclarations des services de l'énergie concernant les objets réalisés. Il convient de souligner qu'en plus des projets subventionnés, il peut aussi y en avoir dont les services de l'énergie n'ont pas eu connaissance.

Canton	Objets subventionnés / réalisés
AG	Aucun objet recensé.
AI	2017 : 10 maisons individuelles, 2018 : déjà 6 maisons individuelles avec PAC AE. Aucun immeuble résidentiel recensé.
AR	Depuis 2017 : 22 demandes pour des maisons individuelles ; 1 demande pour un immeuble résidentiel, mais le projet n'a pas encore été réalisé.
BE	Des centaines de maisons individuelles chaque année. 42 immeubles résidentiels au cours des trois dernières années, dont 1 avec une puissance >40 kW.
BL	-
BS	7 immeubles résidentiels avec PAC AE, dont 1 avec une puissance >40 kW (depuis 2010).
FR	Puissance < 30 kW ans la majeure partie des immeubles résidentiels ; 1 objet avec une puissance >40 kW.
GE	Aucun objet subventionné avec une puissance >40 kW recensé, mais renvoi vers SIG, qui a réalisé au moins 3 objets de grande taille.
GL	3 immeubles résidentiels avec PAC AE recensés.
GR	Maisons individuelles : très grand nombre. Immeubles résidentiels : environ 30 objets par an. 2017 : 20 objets avec une puissance de chauffage >20 kW et 3 objets avec une puissance de chauffage >60 kW.
JU	2017 : 47 PAC AE (taille non indiquée).
LU	Aucune rénovation d'immeuble résidentiel avec PAC AE recensée.
NE	1 objet recensé. Mais il semble qu'il s'agit d'une construction neuve.
NW	-
OW	-
SG	Env. 500 maisons individuelles chaque année avec demande d'aide et env. 500 maisons individuelles sans demande d'aide. Au total, 10 immeubles résidentiels subventionnés.
SH	Au total, 7 objets recensés.
SO	-
SZ	2010-2014 : au total, 39 pompes à chaleur dans des immeubles résidentiels, depuis début 2018 : 10 PAC AE, dont 3 avec une puissance >40 kW.
TG	20 immeubles résidentiels avec PAC AE (2016-2018).
TI	À ce jour : 250 maisons individuelles/immeubles de 2 logements ; 20 immeubles résidentiels, dont 1 avec une puissance de chauffage >40 kW ; 2 profils d'objet complétés.
UR	144 PAC AE depuis 2009, dont 4 avec une puissance >20 kW et aucune avec une puissance >40 kW.
VD	À ce jour : environ 235 demandes pour des maisons individuelles, 30 subventions versées ; 25 demandes pour des immeubles résidentiels, encore aucune subvention versée.
VS	Plusieurs objets recensés ; 1 profil d'objet complété.
ZG	Aucun objet recensé.
ZH	17 % des immeubles résidentiels neufs avec PAC AE. Il y a également de nombreux objets rénovés intéressants.

Tableau 3 : Objets réalisés par canton.

3.3.5 Facteurs de succès et obstacles

Nous avons également interrogé les services de l'énergie sur la situation locale et les avons invités à commenter le nombre d'objets subventionnés. Les estimations des personnes interrogées permettent de placer dans un contexte pertinent les subventions versées, mais aussi leur succès ou leur échec.

Le canton d'**Argovie** a mis fin au subventionnement des pompes à chaleur de manière générale, car il les considère comme le mode de production de chaleur le plus avantageux à long terme. Aucune subvention n'est prévue à l'avenir non plus. Les fonds disponibles sont utilisés pour le conseil en énergie et la rénovation des bâtiments.

Dans le canton d'**Appenzell Rhodes-Intérieures**, l'installation des pompes à chaleur n'est pas explicitement encouragée, car leur efficacité doit être examinée au cas par cas en raison de la topographie, le canton étant situé à 800 mètres au-dessus de la mer et connaissant des hivers très rigoureux. Il existe néanmoins une subvention, mais elle est extrêmement limitée.

Dans le canton d'**Appenzell Rhodes-Extérieures**, à l'inverse, on considère que les pompes à chaleur air/eau représentent l'état de la technique. L'objectif de la subvention est d'amener les propriétaires de biens vers les pompes à chaleur sol/eau. C'est la raison pour laquelle les pompes à chaleur air/eau ne sont subventionnées que de façon limitée et seulement dans les zones où les sondes géothermiques ne sont pas autorisées. Par ailleurs, du fait de son ancienneté, le parc immobilier du canton n'est pas toujours adapté au chauffage par pompes à chaleur, car beaucoup de bâtiments sont mal isolés, ce qui nécessite des températures d'entrée élevées et rend inefficaces les pompes à chaleur air/eau. De plus, de nombreux propriétaires reculent devant l'important coût d'investissement du remplacement du chauffage.

Le canton de **Berne** attribue le grand nombre de demandes de subvention à la notoriété de son programme de soutien, qui a été mis en place en 1981. Le remplacement des chauffages électriques par des pompes à chaleur est subventionné depuis 2012. Le canton subventionne également les formations de base et continues du GSP. Il en a résulté une collaboration de qualité. Dans un premier temps, le PAC système-module (PAC-SM) s'est heurté à une forte résistance de la part des installateurs. La situation a par la suite pu être réglée grâce à cette collaboration. Cependant, la garantie de rendement semble toujours poser problème : le document n'est manifestement pas reconnu par certains installateurs et complété uniquement « pro forma ».

Le canton de **Bâle-Campagne** subventionne uniquement le remplacement d'un chauffage électrique par une pompe à chaleur air/eau, ce qui est très rarement le cas dans les immeubles résidentiels. C'est pourquoi le service de l'énergie n'a pas souhaité nous accorder un entretien.

Dans le canton de **Bâle-Ville**, on assiste actuellement à une « ruée sur le chauffage à distance ». Les pompes à chaleur air/eau ne sont que rarement utilisées lors des rénovations d'immeubles résidentiels. La principale raison invoquée réside dans les problèmes techniques, qui compliquent le remplacement du chauffage avec PAC AE dans les immeubles résidentiels non rénovés. Selon le service de l'énergie, beaucoup de propriétaires sont prêts à payer un coût supplémentaire. Ce sont souvent les installateurs qui se montrent critiques à l'égard de la technologie. Il est également possible que les démarches pour obtenir un permis de construire paraissent trop lourdes. Le remplacement d'une chaudière à gaz est beaucoup plus simple pour les installateurs et constitue la solution la plus intéressante.

Dans le canton de **Fribourg**, les rénovations d'immeubles résidentiels avec des PAC AE d'une puissance supérieure à 40 kW sont très rares. Le plus souvent, la puissance de chauffage dans les objets subventionnés est inférieure à 30 kW. En 2017, les conditions d'éligibilité sont devenues beaucoup plus attrayantes, ce qui a entraîné une augmentation du nombre de demandes de soutien. Le remplacement 1:1 des systèmes à énergie fossile (par exemple, mazout - mazout) reste toutefois plus facile, notamment parce que les obstacles administratifs sont moins importants. Dans le même temps, il manque au service de l'énergie un outil efficace de contrôle de la qualité sur le terrain.

Dans le canton de **Genève**, les PAC AE sont plus courantes dans les villas et les constructions neuves (maisons individuelles et immeubles résidentiels). En cas de rénovations d'immeubles résidentiels, la crainte générale est que les PAC AE ne fonctionneront pas correctement en hiver. Le canton a tenté de combattre cette croyance avec des subventions (très) élevées, mais sans succès à ce jour. Depuis quelques années, le canton propose, en collaboration avec SIG, un programme d'information et de formation continue sur les pompes à chaleur destiné aux professionnels. Selon le service de l'énergie, le programme n'a toutefois pas entraîné une hausse du nombre de demandes de subvention, mais seulement une plus grande diversité des demandeurs.

D'une manière générale, la population du canton de **Glaris** se montre assez sceptique envers la technologie des pompes à chaleur, car elle craint beaucoup la saison hivernale et ne pense pas que cette technologie soit capable de fournir la puissance requise. C'est pourquoi ce sont surtout les chauffages au bois qui sont appréciés dans les régions de montagne. Dans les zones de plus basse altitude, beaucoup de propriétaires de maisons individuelles et d'immeubles résidentiels se raccordent au réseau de chauffage à distance quand ils souhaitent passer aux énergies renouvelables pour leur chauffage. Comme dans le canton d'Appenzell Rhodes-Extérieures, les nombreuses vieilles maisons mal isolées représentent l'un des obstacles à l'installation de pompes à chaleur air/eau.

Dans le canton des **Grisons**, le contexte est favorable aux pompes à chaleur air/eau : le gaz est peu présent dans une grande partie du canton. Dans les zones d'altitude (par exemple, Engadine ou Disentis), le chauffage à distance est très courant (généralement biomasse), moins en basse altitude. Dans les zones urbaines, le chauffage au bois pose plus de difficultés. Les forages sont certes possibles, mais le potentiel est limité. Dans les zones urbaines, seules deux alternatives sont possibles : conserver le chauffage au mazout ou installer une pompe à chaleur air/eau. Or, dans l'esprit de la population, le mazout est « dépassé ». La plupart des immeubles résidentiels appartiennent à des propriétaires privés, qui ne souhaitent plus de chauffage au mazout. Dans les Grisons comme dans d'autres cantons, une part minimale de 10 % d'énergies renouvelables doit être prévue lors de la planification du remplacement du chauffage. Un remplacement qui comprendrait uniquement des installations de chauffage à énergie fossile est donc pratiquement interdit. Le recours aux installations bivalentes reste par conséquent possible et est pertinent dans ce canton très morcelé sur le plan topographique. Le service de l'énergie identifie un obstacle dans la branche : seule une poignée des quelque 200 entreprises d'installation du canton est ouverte aux pompes à chaleur, la plupart se montrant « réticentes à la formation », et les installateurs sont extrêmement difficiles à atteindre par le biais de campagnes d'information, de manifestations, etc.

Dans le canton du **Jura**, la plupart des immeubles résidentiels sont relativement petits. Il est donc rare que les pompes à chaleur atteignent une puissance de 40 kW. De plus, les températures hivernales sont, là encore, assez basses. En cas d'installation de pompes à chaleur, il faudrait un

chauffage électrique (en complément) d'une taille disproportionnée pour couvrir les besoins durant les périodes froides, ce qui réduirait l'intérêt économique des pompes à chaleur. Aussi préfère-t-on souvent conserver les installations de chauffage à énergie fossile. Les pompes à chaleur air/eau ne sont généralement installées que si les travaux prévoient aussi la rénovation de l'enveloppe du bâtiment. Le canton du Jura est également intéressé par les installations bivalentes, qui permettent d'utiliser une pompe à chaleur air/eau même si le bâtiment n'est pas rénové. Lors des travaux ultérieurs de rénovation de l'enveloppe du bâtiment, la part des énergies fossiles pourra être légèrement réduite, voire totalement supprimée dans le meilleur des cas.

Les caractéristiques géologiques du canton de **Lucerne** en font un candidat idéal pour la géothermie. Il est possible d'effectuer des forages sans problème sur 80 % de la superficie du canton environ. Cependant, les propriétaires optent souvent pour les pompes à chaleur air/eau, car elles nécessitent un investissement initial beaucoup plus faible qu'un forage. Le remplacement 1:1 des chauffages à énergie fossile reste évidemment très pratiqué, mais ne sera plus autorisé à partir du 01.01.2019. Dans le cadre de l'application du MoPEC 2014, le canton de Lucerne prescrira, lui aussi, après cette date une part minimale de 10 % d'énergies renouvelables pour le chauffage. On peut donc s'attendre à ce que les pompes à chaleur connaissent un nouvel essor.

Le canton de **Neuchâtel** voit les obstacles surtout chez les installateurs : l'engagement, la motivation et le savoir-faire leur feraient encore cruellement défaut. Le service de l'énergie est souvent confronté à des inquiétudes face à l'inconnu, pouvant avoir pour conséquence qu'on ne préfère pas installer de pompe à chaleur air/eau en cas de doute. De plus, le PAC système-module ne semble manifestement pas facile à mettre en application.

Le service de l'énergie du canton de **Nidwald** a décliné notre proposition d'entretien.

Le canton d'**Obwald** ne propose aucune subvention pour le remplacement des installations de chauffage à énergie fossile par des pompes à chaleur air/eau. Il a donc refusé notre entretien.

Dans le canton de **Saint-Gall**, environ 5'000 installations de chauffage sont remplacées chaque année. Dans 75 % des cas, la source d'énergie (généralement fossile) est conservée. En cas de changement de la source d'énergie, le choix se porte le plus souvent sur les pompes à chaleur. Le taux de succès des énergies renouvelables lors du remplacement du chauffage dépend en premier lieu du chauffagiste. De nombreux installateurs ne sont pas à jour sur le plan technique ou hésitent à installer une pompe à chaleur en cas de remplacement du système de chauffage, car ils ne veulent pas perdre le contrat face à un concurrent proposant une solution à énergie fossile (moins chère). Un autre problème est posé par les divers documents qui doivent être fournis en vue de l'autorisation d'une pompe à chaleur.

Dans le canton de **Schaffhouse**, la subvention n'a repris que cette année. Les retours d'expérience concernant les pompes à chaleur air/eau sont donc limités. Le service de l'énergie du canton de Schaffhouse étant géré conjointement avec celui du canton de Thurgovie, les expériences recensées dans ce dernier valent également pour le canton de Schaffhouse.

Le service de l'énergie du canton de **Soleure** a décliné notre proposition d'entretien.

Le canton de **Schwyz** a enregistré un nombre relativement grand de PAC AE dans des immeubles résidentiels. D'une part, cela peut être lié à la géographie de ce canton rural, où les problèmes de place et de protection contre le bruit sont moins marqués qu'ailleurs. D'autre part, ce canton compte beaucoup de zones où l'exploitation de l'énergie géothermique ou des eaux souterraines est difficile

pour des raisons géologiques. Lorsque l'on souhaite installer une pompe à chaleur, seule une pompe à chaleur air/eau peut généralement être envisagée. Dans le neuf, les pompes à chaleur sont déjà presque devenues la norme. Dans le cas des rénovations, le contexte est plus difficile : il faut tenir compte des systèmes existants de distribution de chaleur et de la qualité des enveloppes des bâtiments. De nombreux immeubles résidentiels sont situés dans des zones d'habitation denses, où la protection contre le bruit peut poser problème. De plus, les appartements des immeubles résidentiels sont souvent occupés pendant les travaux de rénovation, ce qui limite les interventions possibles.

Dans le canton de **Thurgovie**, les conditions d'éligibilité sont attrayantes dans le domaine des pompes à chaleur air/eau, notamment pour les immeubles résidentiels et les bâtiments non résidentiels. Le canton subventionne également le remplacement des anciennes pompes à chaleur air/eau. Malgré le montant élevé des subventions, le nombre de demandes d'aide pour des immeubles résidentiels est faible. Le service de l'énergie voit dans l'important travail de planification à réaliser lors d'un changement de système le principal obstacle, suivi par le dilemme classique « investisseur-usagers » dans le cas des immeubles résidentiels : ce sont avant tout les locataires qui profitent des investissements du propriétaire. Par ailleurs, le service de l'énergie suppose que de nombreux propriétaires d'anciennes installations de chauffage au mazout optent pour le chauffage au gaz, car le gaz garde une bonne image et les fournisseurs de gaz offrent des conditions de raccordement attrayantes.

Dans le canton du **Tessin**, on trouve de plus en plus de pompes à chaleur selon le service de l'énergie, y compris dans les immeubles résidentiels. Dans le neuf, jusqu'à 60-70 % des bâtiments sont équipés d'une pompe à chaleur, majoritairement des pompes à chaleur air/eau. Depuis 10 ans, le canton impose que 20 % des besoins en énergie soient couverts par une énergie renouvelable en cas de construction neuve ou de rénovation. Cette réglementation favorise les pompes à chaleur. L'énergie thermique renouvelable peut généralement être fournie par le bois dans les vallées latérales et avec le chauffage à distance à Airolo. Dans les autres agglomérations, la pompe à chaleur est souvent la seule possibilité. Le développement technologique constitue un autre facteur favorable : les nouvelles pompes à chaleur air/eau affichent des facteurs de performance saisonniers comparables à ceux des pompes à chaleur à sonde géothermique ou sur nappe phréatique. De plus, les installations split, qui peuvent être mises en œuvre en cas d'espace limité, sont de plus en plus performantes. Globalement, l'installation des pompes à chaleur air/eau est simple et ne rencontre aucun obstacle, tel que, par exemple, la protection des eaux. Leur seul inconvénient est le bruit, qui nécessite des mesures antibruit supplémentaires et peut donner lieu à des contestations lors de la procédure d'autorisation.

Le canton d'**Uri** encourage le remplacement des chauffages électriques par des pompes à chaleur air/eau. Il ne juge plus nécessaire de subventionner le remplacement des chauffages à énergie fossile. De toute façon, les maîtres d'ouvrage pensent aux pompes à chaleur air/eau et les demandent. Les pompes à chaleur à sonde géothermique sont, elles aussi, bien répandues. Le sujet est « sur toutes les lèvres » et la question de l'utilisation d'une pompe à chaleur est posée très tôt dans le processus de planification de la rénovation des installations de chauffage. Il y a déjà des remplacements 1:1 des chauffages à énergie fossile, mais il existe suffisamment d'alternatives. La question est globalement traitée. On observe en outre que la population souhaite agir en faveur du climat. Dans le canton, le Programme Bâtiments rencontre également du succès. Le bouche-à-oreille joue probablement un grand rôle. Par ailleurs, les communes ont mis en place des procédures

d'autorisation allégées. Enfin, le parc immobilier du canton, composé de bâtiments de petites tailles situés dans des structures rurales, est bien adapté aux PAC AE.

Le remplacement des combustibles fossiles par des systèmes à énergie renouvelable est une priorité pour le canton de **Vaud**, qui encourage donc aussi les pompes à chaleur air/eau. Alors qu'on recense des projets de rénovation dans de nombreuses maisons individuelles, il n'y en a eu aucun dans des immeubles résidentiels et le nombre de demandes de subvention est faible. Le service de l'énergie identifie principalement comme obstacles les problèmes connus des immeubles résidentiels : les températures d'entrée élevées généralement requises, le problème du bruit et le dilemme investisseur-utilisateurs. Une partie du territoire du canton est en outre située à plus de 1'000 mètres d'altitude. Selon la loi cantonale sur l'énergie, les PAC AE n'y seraient autorisées que dans les bâtiments Minergie. Dans les zones urbaines, le réseau de chauffage à distance est très courant et privilégié par rapport aux PAC AE. Enfin, le canton reconnaît que ses subventions ne sont peut-être pas assez élevées pour réduire de manière significative le coût d'investissement généré par l'installation de PAC AE dans des immeubles résidentiels.

Dans le canton du **Valais**, environ 500 pompes à chaleur ont été installées depuis 2017 en remplacement de chauffages électriques ou à énergie fossile, bien que, comme dans d'autres cantons de montagne, la topographie ne soit pas favorable à l'installation de pompes à chaleur air/eau. En outre, environ 40 % du parc de logements sont des résidences secondaires, affichant pour certaines un taux d'occupation très faible et dont la plupart ne font pas l'objet d'une rénovation énergétique. Le nombre élevé de projets réalisés s'explique certainement en partie par la généreuse subvention, qui peut couvrir jusqu'à 35 % du coût d'investissement. Avec la déductibilité fiscale des investissements et les aides communales (dans 16 communes sur 127), le coût d'investissement peut même être réduit jusqu'à 50 %. Outre les aides financières, le service de l'énergie pense que la prise de conscience écologique des propriétaires et le maintien de la valeur des biens favorisent les investissements.

Le canton de **Zoug** ne subventionne plus le remplacement des chauffages à énergie fossile ou électriques par des systèmes de chauffage à énergie renouvelable. Il porte son attention sur l'isolation thermique. Cependant, quelques communes du canton de Zoug encouragent le remplacement des installations de chauffage à énergie fossile ou électriques. Le service de l'énergie identifie principalement comme obstacles à l'installation des pompes à chaleur air/eau les émissions sonores et leur réputation d'inefficacité.

Depuis 1997, le canton de **Zurich** prescrit une part maximale de 80 % d'énergie thermique non renouvelable pour les constructions neuves. Pour l'existant, les dispositions sont en cours d'examen. Soulignons toutefois que la norme technologique définie pour les constructions neuves a été étendue aux rénovations. Dans le neuf, 17 % des immeubles résidentiels sont équipés d'une PAC AE.¹ Il semble également y avoir de nombreux projets de rénovation intéressants, dont nous présentons certains à la section 2. Les pompes à chaleur air/eau ne sont pas subventionnées, car elles sont considérées comme étant le mode de chauffage le plus avantageux sur l'ensemble du cycle de vie. Le service de l'énergie admet que le coût d'investissement, qui est plus élevé que pour un chauffage à énergie fossile, représente un obstacle. Cependant, les facteurs de succès semblent prédominer : faibles prix de l'électricité, part maximale d'énergies non renouvelables mentionnée

¹ Hegi P. et Flatz F., *Vollzug der Energievorschriften 2015: Private Kontrolle im Kanton Zürich*, 2016, Zurich, AWEL., p. 9.

précédemment et obligation d'autorisation applicable à tous les modes de chauffage. Dans le cas des immeubles résidentiels, il apparaît particulièrement important au service de l'énergie que le coût supplémentaire généré par une mesure énergétique puisse être répercuté dans les charges, sur les utilisateurs qui profitent des économies permises.

3.3.6 Attentes vis-à-vis de la Confédération

Environ la moitié des personnes interrogées ont formulé des attentes spécifiques à l'égard de la Confédération. Outre les retours concernant la collaboration avec la Confédération et l'introduction du PAC système-module, le souhait a été exprimé, sous différentes formes, de disposer d'une documentation plus fournie, d'exemples probants ou d'un guide systématique de rénovation des immeubles résidentiels avec PAC AE. Dans le détail, les commentaires suivants ont été adressés à la Confédération :

Éloges et critiques :

« La Confédération fait du bon travail, les campagnes d'information peuvent souvent être reprises telles quelles. »

« Notre collaboration dans le domaine des pompes à chaleur est excellente. Nous faisons une étude sur les pompes à chaleur à CO₂ et, avec Zurich, nous créons le guide sur l'intégration visuelle. La Confédération est toujours impliquée. »

« Dans ce domaine, la Confédération doit prescrire le moins possible. Avec une approche centralisée, l'objectif proprement dit est souvent perdu de vue et on génère beaucoup de paperasse sans réelle utilité. Exemple : 70 % des CECB® Plus sont de simples pièces jointes aux dossiers de demande de subvention pour des bâtiments qui sont de toute façon rénovés. »

« Le service de l'énergie n'a aucune attente à l'égard de la Confédération. Lorsqu'il a une question, il obtient une réponse immédiatement dans la plupart des cas. »

Nouvelle documentation, guides, outils, exemples probants :

« La Confédération devrait présenter des installations de référence avec une puissance >40 kW afin de montrer les évolutions techniques, ainsi que les possibilités d'intégration dans le bâtiment, et de protection antibruit. »

« Plus d'informations ou de brochures sur les avantages des PAC AE par rapport aux combustibles fossiles : rentabilité, arguments en faveur de l'installation de pompes à chaleur air/eau. »

« Brochures sur les exigences et solutions spécifiques dans les immeubles résidentiels de petite et grande taille. »

« Communication positive sur la technologie, s'appuyant sur des exemples concrets, afin de contrer les fausses informations (les PAC AE ne sont pas adaptées aux régions de montagne, sont bruyantes et inefficaces, etc.). »

« Il serait utile que la Confédération publie des exemples réussis d'installation. »

« Les brochures sont toujours bienvenues. »

« Nous avons suffisamment d'outils concernant les aspects techniques et énergétiques. Ce qu'il nous manque, c'est la partie économique. Environ 30 % de la population est insensible aux arguments relatifs à la protection de l'environnement. Les arguments économiques sont importants, en particulier s'agissant des immeubles résidentiels. La Confédération pourrait proposer un comparateur des coûts des systèmes de chauffage, simple et fiable. On pourrait par exemple fournir les informations suivantes : j'ai une maison construite il a 30 ans, avec une SRE de x m², x occupants et un chauffage au mazout. On pourrait ensuite sélectionner différents chauffages et vérifier quelle serait l'option la plus intéressante sur 20 ans. Si on calcule bien, le remplacement 1:1 d'une installation à énergie fossile ne devrait déjà plus être aujourd'hui l'option la plus rentable. Avec les hausses prévues de la taxe sur le CO₂, les systèmes à énergie renouvelable deviennent encore plus concurrentiels. Les fabricants de systèmes de chauffage proposent ce genre d'outils, mais ils ne sont pas fiables, car ils sont évidemment liés à un intérêt commercial. Mais si la Confédération ou le canton crée un calculateur, il sera certainement mieux accepté. »

« Une installation bivalente pourrait être une solution intéressante en cas de remplacement du chauffage dans les bâtiments non rénovés. On pourrait mener une étude et diffuser auprès des professionnels un document qui met en valeur ce type d'alternative. »

« Présenter les systèmes bivalents qui limitent le besoin de puissance par temps froid. »

Formation continue des planificateurs / installateurs :

« La majorité des immeubles résidentiels du canton appartiennent à des propriétaires privés et les gens savent très bien se renseigner. Les gens se font leur propre opinion. La question est plus de savoir ce que la branche fait. Lorsqu'un installateur dit, dans le cadre d'une rénovation, qu'une pompe à chaleur n'a aucun intérêt, aucune pompe à chaleur ne sera installée. C'est là-dessus qu'il faudrait travailler. Lors des manifestations organisées par le canton, on retrouve toujours la même vingtaine d'installateurs. Ceux-ci sont déjà informés et n'ont pas besoin de formation. Les quelque 200 autres entreprises d'installation sont "réticentes à la formation" et sont extrêmement difficiles à atteindre par le biais de campagnes d'information, de manifestations, etc. »

« Le canton souhaite que la Confédération utilise davantage les installateurs comme multiplicateurs, car les campagnes d'information ne suffisent pas à elles seules. »

PAC système-module (PAC-SM) :

« Le passage centralisé au PAC-SM a surpris de nombreux acteurs du marché. Il y a eu beaucoup de colère chez les installateurs et les bénéficiaires, c'est allé jusqu'à des lettres de protestation et des appels pour lesquels le contenu dépassait les limites. Par ailleurs, le canton souhaite que les installateurs comprennent et reconnaissent le sens du label de qualité, ne se contentent pas de compléter les formulaires juste parce que ce sont des formulaires de la Confédération. Pour les futures modifications des conditions d'éligibilité, il serait par exemple souhaitable de prévoir une campagne d'information et une période de transition. »

« Le service de l'énergie souhaite qu'un PAC-SM soit également mis en place pour les installations de grande taille ou, si ce n'est pas possible, qu'un autre système soit créé. »

« Par ailleurs, le canton souhaite un système d'aide moins administratif et, à la place, davantage de contrôles de la qualité sur le terrain. »

« Le PAC-SM est trop compliqué pour les installateurs. Une version plus simple et plus accessible du type Garantie de rendement PV Swissolar / SuisseEnergie serait nécessaire. »

« Le PAC système-module est assez complexe. Beaucoup d'installateurs ne savent pas comment s'y prendre. Sur une subvention de 3'000 CHF, une bonne partie part pour le PAC-SM. De plus, les installations spéciales ne sont pratiquement pas possibles avec le PAC-SM. Il faudrait plus de flexibilité. »

« Davantage de flexibilité du PAC système-module pour les cas particuliers. »

Politique énergétique, dispositions légales, aides financières :

« Des informations sur ce que la Confédération souhaite faire concernant la Stratégie énergétique 2050 et l'Accord de Paris sur le climat afin d'augmenter sensiblement la part des énergies renouvelables lors du remplacement des installations de chauffage. »

« L'intégralité des recettes tirées de la taxe sur le CO₂ devrait être utilisée pour financer des mesures dans le domaine énergétique. »

« Les contributions globales de la Confédération devraient être garanties à moyen et long terme (c'est-à-dire au-delà de 2025). »

« Adaptation du code des obligations pour les mesures énergétiques mises en œuvre dans des immeubles en copropriété : au lieu d'une majorité aux 2/3, une majorité simple devrait suffire. »

« Aide au développement de pompes à chaleur haute performance silencieuses afin de faciliter l'intégration de la technologie des PAC AE dans les immeubles résidentiels. »

« La Confédération devrait fixer les règles applicables aux pompes à chaleur de la manière la plus claire et la plus transparente possible. Exemple : quel réfrigérant puis-je utiliser ? Il existe certainement une brochure de l'OFEV qui renvoie vers l'ORRChim, mais ce serait plus simple et plus direct de cette manière. Ou concernant la protection contre le bruit : elle est certes réglementée au niveau national par l'OPB, mais ce n'est pas très concret. »

4 Études disponibles

4.1 Procédure et résultats

Dans le cadre de la présente étude, nous nous sommes également intéressés à l'état de la recherche sur les pompes à chaleur air/eau dans les immeubles résidentiels. Nous avons commencé par les études publiées par SuisseEnergie que nous connaissons et avons analysé la littérature qui y est citée. Nous avons par ailleurs identifié d'autres études à la suite de recherches sur Internet ou des entretiens menés avec les cantons. Pour compléter la recherche, nous avons contacté directement plusieurs experts afin de les interroger concernant les études disponibles sur la question, et dont ils ont connaissance.

Les résultats de notre recherche montrent qu'en Suisse, l'Office Fédéral de l'Energie et SuisseEnergie sont les principales sources d'études dans le domaine, suivis par un petit nombre de cantons. Deux études de référence allemandes complètent la recherche. Dans les sections suivantes, nous présentons succinctement les études identifiées.

4.2 Études de SuisseEnergie / de l'Office fédéral de l'énergie

Dott, R., Genkinger, A., Kobler, R., Alimpic, Z., Hubacher, P. & Afjei, T. (2018). Wärmepumpen: Planung, Optimierung, Betrieb, Wartung (5. Auflage). Berne : SuisseEnergie / Zurich : Faktor Verlag.

Manuel sur les pompes à chaleur présentant l'état actuel de la technique, les notions de base sur les réfrigérants, les sources de chaleur, les différents systèmes de diffusion de chaleur, l'intégration dans les installations techniques, la protection contre le bruit, la conception de projet, y compris les aides à la planification les plus courantes, la mise en service, l'exploitation et la maintenance. Exemples pratiques d'installations de petite et de grande taille. 5^e édition entièrement remaniée et complétée de la première édition de 2008. Langue : allemand.

Arpagaus, C., Berthold, M., Eschmann, M. (2018). Bericht « WP-Feldmessung » Wärmepumpen-Anlagen 2015-2018 (Auswertung verlängert bis Dez. 2019). Berne : SuisseEnergie.

Mesures sur le terrain et comparaison de 9 installations. Langue : allemand.

CSD Ingenieure & SIG. (2018). Vademecum « PAC air-eau en toiture » : Guide pratique pour l'implémentation de pompes à chaleur air-eau en toiture dans les immeubles résidentiels de petite et moyenne taille. Berne : SuisseEnergie.

Informations et check-lists pour toutes les phases de planification (étude de faisabilité, conception de projet, réalisation, réception, mise en service), avec de nombreux exemples tirés du programme SIG-éco21 de Genève. Langue : allemand et français.

Lehman, M., Kaiser, N., Ott, W., Ménard, M., Roost, M., Sitzmann, B. (2018). WP-GAP: Performance Gap bei Mehrfamilienhäusern mit Wärmepumpe – die Rolle der Betreiber. Berne : OFEN.

Étude portant sur 80 immeubles résidentiels ; évolution de la consommation d'énergie grâce à l'optimisation des réglages ; établissement du Performance Gap « d'exploitation ». Langue : allemand.

Märki, A., Bucher, M., Perch-Nielsen, S. (2018). Kurzdokumentation einer Luft- Wasser Wärmepumpe >50 kW. Aussen aufgestellte Anlage für ein Mehrfamilienhaus in Huttwil. Berne : SuisseEnergie.

Analyse détaillée d'un objet : calculs de rentabilité, motifs du choix du système, obstacles rencontrés durant la planification, les travaux, la mise en service et l'exploitation ; expériences après la première période de chauffage. Langue : allemand.

Sitzmann, B. (2015). Konzept Qualitätssicherung Wärmepumpen 50 bis 100 kW im Mehrfamilienhaus (MFH). Berne : SuisseEnergie.

Quatre modèles d'assurance qualité : campagne de mesure, échantillons, auto-relevés, contrôles par les fabricants. Procédure, hiérarchisation des installations, recueil de données.

Vetsch, B., Gschwend, A., Bertsch, S. (2012). Warmwasserbereitstellung mittels Wärmepumpen in Mehrfamilienhäusern. Berne : OFEN.

Cinq formes de production d'eau chaude et de maintien en température avec des modèles physiques ; production d'eau chaude de l'évaporateur de la pompe à chaleur au distributeur d'eau chaude de chaque appartement. Langue : allemand.

Egli, P. (2012). Qualitätssicherung Wärmepumpenanlagen Vollzugskontrolle 2011. Berne : SuisseEnergie.

Assurance qualité/contrôles d'exécution portant sur 43 installations de pompes à chaleur (3 immeubles résidentiels) sur le plan de la consommation d'énergie, du dimensionnement, des caractéristiques hydrauliques, de la production d'eau chaude, des températures de l'eau glycolée, du respect des prescriptions du MoPEC et des labels de qualité. Langue : allemand.

Graf, H.R. (2002). Lärmreduktion bei Luft/Wasser- Wärmepumpenanlagen, Grundlagen und Massnahmen. Berne : OFEN.

Manuel sur les émissions sonores, présentation de mesures de réduction du bruit. Langue : allemand.

4.3 Études d'autres éditeurs

(en prép.) Luft-Wasser Wärmepumpen im Bestand. Zurich : Amt für Hochbauten der Stadt Zürich.

Analyse du marché : possibilité d'utilisation des pompes à chaleur air/eau dans la plage de puissance 60-100 kW. Exigences techniques, acoustiques et conceptuelles. Planifications tests sur plusieurs objets dans différentes zones urbaines. Publication prévue au cours de l'été 2019. Langue : allemand.

Steinke, G., Genkinger, A., Kobler, R.L., Dott, R., Afjei, T., Naef,, G. & Steiner, L. (2018). Integration von Luft/Wasser-Wärmepumpen im städtischen Kontext. Schlussbericht vom 8.11.2018. Muttenz : Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW.

Analyse du marché portant sur les émissions sonores et l'efficacité énergétique des modèles de série de pompes à chaleur air/eau possédant une puissance thermique jusqu'à 50 kW. Propositions de solution d'intégration dans le contexte urbain dans différentes situations architecturales, recommandations pour la pratique d'autorisation à Bâle-Ville et dans la ville de Zurich. Langue : allemand.

Gasser, L., Wellig, B., Rosso, M., Schärli, P., Lutz, S-. Püntener, T.W. (2018). Grosse Luft/Wasser-Wärmepumpen im städtischen Umfeld: Herausforderungen und Lösungsansätze. Zurich : Amt für Hochbauten der Stadt Zürich. Publié dans le cadre de la 24^e réunion du programme de recherche de l'OFEN « Pompes à chaleur et froid ».

Élaboration de solutions techniques applicables à grande échelle visant l'utilisation de PAC AE d'une puissance de 50-100 kW dans les bâtiments existants en zones urbaines. Présentation de quatre solutions concrètes. Langue : allemand.

Forster, R. & Varga, M. (2018). Städtevergleich: aktuelle Bewilligungspraxis von Luft-Wasser-Wärmepumpen und Optimierungsmöglichkeiten für den Kanton Basel-Stadt. Bâle : Bau- und Gastgewerbeinspektorat.

Pratique d'autorisation dans six villes suisses ; conflit d'objectifs entre la protection du climat, la protection contre le bruit et la protection du paysage urbain ; nouvelle loi sur l'énergie de Bâle-Ville / recommandations pour la pratique d'autorisation à Bâle-Ville. Langue : allemand.

Sitzmann, B. (2016): Schlussbericht Qualitätsprüfung Wärmepumpen 2016. Kanton Basel-Stadt (Amt für Umwelt und Energie), Kanton Basel-Landschaft (Amt für Umweltschutz und Energie).

Contrôles qualité d'installations de pompes à chaleur subventionnées par le canton. 40 objets ont été étudiés, dont 11 immeubles résidentiels (2 constructions neuves, 9 rénovations). Langue : allemand.

Sitzmann, B. (2015): Schlussbericht Qualitätssicherung Förderprogramm „Wärmepumpen als Ersatz bestehender Heizungen“. Canton de Soleure : Amt für Wirtschaft und Arbeit.

Contrôles qualité d'installations de pompes à chaleur subventionnées par le canton. 40 objets ont été étudiés, dont 6 immeubles résidentiels. Langue : allemand.

Dott, R., Afijei, T. (2014). Stadtverträgliche Luft/Wasser-Wärmepumpen als Hauptwärmeerzeuger. Stadt Zürich, Umwelt- und Gesundheitsschutz, Energie und Nachhaltigkeit.

Différents types de PAC AE et de bâtiments, méthodes d'évaluation de l'efficacité et des émissions sonores ; analyse du marché ; critères relatifs aux PAC AE adaptées à la ville utilisées comme principaux générateurs de chaleur. Langue : allemand.

Sprecher, F., Primas, A., Wellig, B., Hubacher, P., Stettler, Y., Sonderegger, B. (2014). Wärmepumpen für die Instandsetzung. Systemevaluation für die Instandsetzung. Schlussbericht. Ville de Zurich : Amt für Hochbauten.

Étude de l'intégration et de la régulation hydraulique des installations de pompes à chaleur destinées aux immeubles d'habitation et de services (puissance supérieure à 50 kW), l'accent étant placé sur la conception des installations. Langue : allemand.

Miara, M., Günther, D., Kramer, T., Oltersdorf, T., Wapler, J. (2011): Wärmepumpen Effizienz: Messtechnische Untersuchung von Wärmepumpenanlagen zur Analyse und Bewertung der Effizienz im realen Betrieb. Fribourg, Allemagne : Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE.

Étude basée sur des mesures faites sur 88 installations, dont 18 pompes à chaleur air/eau. Dans le cadre des tests sur le terrain, les pompes à chaleur avec chargement direct du circuit de chauffage, c'est-à-dire sans réservoir tampon, se sont révélées les plus efficaces. Les PAC AE présentent des inconvénients majeurs par rapport aux installations à sonde géothermique ou sur nappe phréatique (en raison du large spectre de points de fonctionnement, et des différences de température généralement importantes entre l'évaporateur et le condenseur). Langue : allemand.

Nabe, Ch., Hasche, B., Offermann, M., Papaefthymiou, G., Seefeldt, N., Thamling, N., Dziomba, H. (2011). Potenziale der Wärmepumpe zum Lastmanagement im Strom und zur Netzintegration erneuerbarer Energien. Allemagne : Bundesministerium für Wirtschaft & Technologie.

Potentiels des pompes à chaleur en matière de gestion de la charge dans le réseau électrique et d'intégration au réseau des énergies renouvelables à travers différents scénarios. Langue : allemand.

5 Recommandations

Dans cette étude, nous avons, à travers les exemples de 32 objets, présenté six solutions qui peuvent être combinées et facilitent l'installation de pompes à chaleur air/eau dans le cadre du remplacement du chauffage dans les bâtiments existants. Nous avons recensé les études disponibles dans le domaine et mené des entretiens approfondis avec 22 services cantonaux de l'énergie, qui nous ont permis d'établir les conditions et objectifs spécifiques, mais aussi les souhaits des différents cantons.

Si l'on compare les propos recueillis auprès des cantons, on constate un large déficit d'information sur la question de l'installation de PAC AE dans les immeubles résidentiels. De nombreux cantons ont également exprimé le souhait de disposer d'une documentation spécifique sur le sujet, qui serait notamment basée sur des exemples probants. Ce type d'exemples est rare dans les études disponibles : outre la brève documentation sur les pompes à chaleur proposée par la ville de Huttwil (BE), le vade-mecum « PAC air-eau en toiture » décrit également des exemples d'installation. Autre souhait souvent exprimé : un guide systématique sur le remplacement du chauffage par des PAC AE dans les immeubles résidentiels, qui aborde également la question des hivers rigoureux dans les régions de montagne, ainsi que les solutions bivalentes qui rendent l'utilisation des PAC AE dans ces régions plus flexible.

Les bâtiments présentés dans notre étude offrent une base intéressante dans l'un et l'autre cas. Certains d'entre eux peuvent être approfondis et servir d'exemples. De notre point de vue, pour être probant, un exemple doit, en plus de l'installation proprement dite, décrire aussi le coût d'investissement et les données d'exploitation effectives de la pompe à chaleur. De même, les expériences des entreprises participantes quant aux difficultés rencontrées lors de la mise en œuvre, peuvent également être utiles. Les six propositions de solution présentées peuvent, quant à elles, être systématisées dans un guide, où elles pourront être accompagnées des images et des données relatives aux exemples.

Un deuxième point important abordé par plusieurs cantons est le faible niveau de connaissance des installateurs typiques. Plus particulièrement dans les régions de montagne sensibilisées au changement climatique, il semble que ce ne sont pas les propriétaires de biens immobiliers, mais les installateurs, qui représentent le plus grand frein. Cette problématique ne concerne pas seulement les pompes à chaleur, mais l'ensemble des questions énergétiques. Il nous apparaît par conséquent essentiel de mieux comprendre les besoins de cette profession et de trouver de nouveaux moyens pour la sensibiliser et la former à l'efficacité énergétique. Une étude, qui peut aussi porter sur d'autres pays, pourrait présenter des approches innovantes (par exemple, prix (distinctions), concours d'entreprise, modèles de primes, etc.) qui ont plus de chances d'être couronnées de succès que les campagnes d'information et de formation habituelles.

En matière de politique énergétique, les principaux leviers d'action restent aux mains des cantons. Ainsi, la Confédération ne peut peser directement ni sur le montant des subventions, qui est très faible dans de nombreux cantons, ni sur l'application de l'article 1.29 du MoPEC 2014, qui paraît très efficace. Elle peut toutefois jouer un rôle d'interconnexion, par exemple en déployant dans quelques cantons des exemples de réussite, une documentation ou des outils afin que les autres cantons leur emboîtent ensuite le pas s'ils le souhaitent.