

# CTA *Avance*

Magazine des clients CTA SA  
N° 09 / 2020

Production de froid  
pour le Palais de glace  
sur le Jungfraujoch



— climat — froid — chaud



4



9



6



19



20

**En point de mire**

- 4 Groupes frigorifiques air/eau en milieu urbain
- 6 L'avenir réside dans les fluides frigorigènes respectueux du climat
- 8 L'électricité du toit pour le chauffage de la maison

**Clients**

- 9 Réseau de chauffage à distance St. Jakob Bâle
- 11 Maison individuelle Soleure
- 12 Jungfrauoch
- 14 Biopark de Bâle
- 17 Villa Cassel Riederalp

**Technique et solutions**

- 19 Révision ORRChim
- 20 Refroidir avec le chauffage
- 22 Pompes à chaleur Inverter

**Impressum**

**Éditeur**

CTA SA, Hunzigenstrasse 2, CH-3110 Münsingen, redaktion@cta.ch

**Conception** FRESCH Identity, CTA SA

**Mise en page** CTA SA

**Photographie/Illustrations** Reto Andreoli, Pro Natura Zentrum Aletsch, CTA SA

**Textes** zweiweg gmbh, CTA SA

**Traductions** SemioticTransfer AG

# Le changement climatique nous pose de nouveaux défis

Chère lectrice, cher lecteur,

Le climat change sensiblement et visiblement. Je connais des étés plus chauds et je vois, lors de randonnées dans les Alpes suisses, des glaciers qui vont bientôt disparaître.

Un été plus chaud signifie aussi que le refroidissement des pièces devient de plus en plus important. Avec nos systèmes de climatisation, nos groupes frigorifiques et nos pompes à chaleur, nous pouvons vous donner un coup de main. En tant qu'entreprise familiale suisse, il est important pour nous d'offrir des solutions aussi respectueuses de l'environnement que possible: c'est pourquoi nous disposons d'une très large gamme d'appareils fonctionnant avec des fluides frigorigènes naturels tels que le propane, l'ammoniac ou les fluides frigorigènes HFO ayant un très faible potentiel de réchauffement global.

Dans ce numéro, nous vous présentons des exemples d'utilisation de différents fluides frigorigènes et examinons le thème des fluides frigorigènes naturels et à faible PRG en général. Dans le Biopark de Bâle, nous avons été chargés d'installer deux réseaux de froid indépendants, dont un avec du fluide frigorigène naturel  $\text{NH}_3$ .

Nous nous penchons également sur le thème du refroidissement – et sur les possibilités qu'offrent non seulement les systèmes de climatisation ou les groupes frigorifiques, mais aussi les pompes à chaleur. Et nous montrons comment l'énergie solaire peut alimenter nos pompes à chaleur. Le résultat est un chauffage sans  $\text{CO}_2$  à partir d'énergies renouvelables. Pro Natura souhaite également exploiter son centre de formation Villa Cassel sans  $\text{CO}_2$ . Vous pouvez lire comment cela va se passer dans ce magazine.

Nous vous souhaitons une très bonne lecture!  
Marco Andreoli et l'équipe de CTA



Marco Andreoli  
Président du Conseil d'administration



En point de mire

# Plus de pompes à chaleur pour les villes

**Les pompes à chaleur air/eau joueront un rôle central dans la réalisation des objectifs de protection du climat urbain au cours des prochaines décennies. Des villes comme Bâle et Zurich étudient de manière intensive les moyens d'en accélérer et d'en faciliter l'utilisation. CTA s'engage à développer des pompes à chaleur pour répondre aux besoins des maisons individuelles et immeubles d'habitation. Divers projets phares soulignent également le fait que les grandes pompes à chaleur air/eau sont également une technologie prometteuse en milieu urbain.**

Dans de nombreuses villes, la pompe à chaleur air/eau jouit (encore) d'une réputation peu flatteuse. On dit qu'elle est laide et bruyante. Une perception qui, cependant, s'éloigne de plus en plus de la réalité. Ceci est confirmé par diverses études récentes sur l'utilisation des pompes à chaleur air/eau en milieu urbain (voir encadré). En particulier, elles montrent que le niveau de puissance acoustique – c'est-à-dire le bruit – a diminué en moyenne de 4 dB(A) au cours des quatre dernières années. Cela correspond à plus de la moitié du niveau sonore perçu. Et les nuisances visuelles occasionnées par les pompes à chaleur ex-

térieures peuvent également être compensées avec un peu d'habileté et d'imagination dans le développement des produits.

## **Remplacer les combustibles fossiles: une tâche urgente**

Néanmoins, la pompe à chaleur air/eau – la technique de pompe à chaleur la plus répandue en Suisse avec une part de marché de 70 pour cent – se répand plus lentement que prévu dans les villes. C'est précisément ici que le conflit entre la protection du climat, d'une part, et la protection de l'image locale et

contre le bruit, d'autre part, est particulièrement marqué.

Dans de nombreuses villes, les systèmes de chauffage à combustibles fossiles sont encore très majoritaires – à Bâle, ce chiffre représente les deux tiers de l'ensemble des systèmes de chauffage, à Zurich, environ 75 pour cent. Pour leur remplacement respectueux du climat, tout mène à choisir la pompe à chaleur air/eau. Dans de nombreuses villes, par exemple, il y a des limites à l'utilisation des forages pour les pompes à chaleur saumure/eau ou au «soutirage» d'eau souterraine comme sources d'énergie.

## **Exigences relatives au développement des produits et aux procédures d'homologation**

Bien que beaucoup ait déjà été fait dans le domaine des pompes à chaleur air/eau et que les plaintes relatives au bruit soient l'exception, il n'y a pas d'autre solution que de faire de nouveaux progrès dans la protection contre le bruit. Les pompes à chaleur air/eau installées à l'intérieur sont les moins problématiques en termes de bruit et de paysages urbains. Lors du remplacement d'un système de chauffage existant, les besoins en espace et l'installation peuvent cependant constituer un obstacle. C'est



## Études sur ce thème

- Intégration des pompes à chaleur air/eau en milieu urbain (11/2018, ville de Zurich, canton de Bâle-Ville)
- Pompes à chaleur air/eau dans les bâtiments municipaux (7/2019, ville de Zurich)
- Remplacement des systèmes de chauffage par des pompes à chaleur air/eau dans les immeubles résidentiels (12/2018, SuisseÉnergie, étude nationale)
- Comparaison des villes: pratiques actuelles en matière d'autorisation de pompes à chaleur air/eau et possibilités d'optimisation pour le canton de Bâle-Ville (6/2018)



pourquoi CTA propose des pompes à chaleur air/eau standardisées spécialement conçues pour ces applications, faciles à transporter et à installer grâce à leur conception modulaire.

Les procédures d'homologation des pompes à chaleur air/eau sont dans de nombreux endroits plus complexes que pour d'autres générateurs de chaleur. Et surtout, elles requièrent plus de temps. Ainsi, la pompe à chaleur est en mauvaise posture lorsqu'il s'agit de remplacer le système de chauffage si la délivrance d'un permis peut prendre jusqu'à trois mois. Conscientes de l'importance des pompes à chaleur air/eau pour la protection du climat, les grandes villes s'efforcent actuellement de simplifier les procédures d'homologation. Cependant, cela ne réussira à grande échelle que si les fournisseurs fournissent de bonnes solutions pour l'intégration visuelle et si les émissions sonores sont encore réduites.

### Grandes installations pour réseaux de chauffage à distance

Les pompes à chaleur air/eau ne sont cependant pas seulement un «espoir urbain» pour les maisons individuelles et immeubles d'habitation. Divers projets

de CTA ont montré que les systèmes à haut rendement peuvent également faire leurs preuves en milieu urbain. Ces systèmes sont d'actualité, en particulier dans les réseaux de chauffage à distance qui nécessitent de grandes puissances de chauffage (de 500 kW à plusieurs MW), comme le montre l'exemple de la ville de Bâle. Le niveau sonore de ces grandes installations se situe aujourd'hui entre 30 et 55 dB(A) et est tout à fait acceptable dans les quartiers commerciaux ou à proximité d'installations sportives. En règle générale, cependant, il faut installer de grands refroidisseurs sur le toit pour extraire l'énergie de l'air. Lisez également l'article sur le réseau de chauffage à distance St. Jakob page 9.

Il semble certain que les pompes à chaleur air/eau s'installent de plus en plus en milieu urbain. Parce que les solutions et la volonté sont là pour que cette technologie apporte la contribution nécessaire à la protection du climat. Le succès de la mise en œuvre repose désormais sur la coopération entre les fabricants, les autorités et les maîtres d'ouvrage. En tant que fabricant de premier plan, CTA a démontré, dans le cadre de divers projets phares, que cette interaction fonctionne également bien dans la pratique à de nombreux endroits.

# L'avenir réside dans les fluides frigorigènes respectueux du climat

**Qu'il s'agisse d'une installation frigorifique ou d'une grande pompe à chaleur, l'avenir appartient aux fluides frigorigènes naturels ou à faible PRG. En effet, le choix du fluide frigorigène est un facteur décisif pour déterminer le caractère écologique et économique des solutions de groupes frigorifiques et de pompes à chaleur. Une décision exigeante qui exige une étroite collaboration entre les clients, les planificateurs et les fabricants.**

Il existe des fluides frigorigènes respectueux de l'environnement qui peuvent être utilisés pour construire des systèmes éconergétiques et économiques. En plus des fluides frigorigènes naturels (ammoniac, propane ou CO<sub>2</sub>), de nouveaux fluides frigorigènes synthétiques à faible PRG (HFO) sont également disponibles. Parce que chacun a ses avantages et ses inconvénients, le choix du fluide frigorigène reste une question importante lors de la planification de solutions de réfrigération et de chauffage spécifiques au client.

C'est ce que souligne Stephan Février, responsable de l'ingénierie des solutions énergétiques chez IWB dans le canton de Bâle-Ville. «Dans chaque projet, nous traitons intensivement la question du fluide frigorigène à utiliser. IWB prend au sérieux sa responsabilité écologique et mise stratégiquement sur l'utilisation de fluides frigorigènes respectueux du climat. En même temps, nous sommes toujours à la recherche de solutions économiquement viables qui feront leurs preuves dans l'environnement urbain à long terme.»

## Travailler ensemble pour trouver la solution optimale

Le choix du fluide frigorigène optimal est complexe et continuera d'avoir un effet pendant toute la durée de vie du système. C'est pourquoi il est d'autant plus important de travailler en étroite collaboration avec les fabricants et les planificateurs. «Nous nous adressons à nos planificateurs et fournisseurs en ayant une idée claire du fluide frigorigène que nous voulons utiliser dans chaque situation», explique Stephan Février. «Ensemble, les avantages et les inconvénients sont examinés à nouveau et les alternatives possibles sont examinées. Ainsi, nous cherchons ensemble les meilleures solutions.»

Tous les clients n'ont pas une idée aussi claire des fluides frigorigènes. L'expérience de bureaux d'études et de planification de premier plan tels que eicher+pauli et Amstein + Walthert en est la preuve. Ils soulignent également l'importance d'une clarification et d'un conseil attentifs et individuels pour chaque projet client. «Cependant, explique André Mathys, directeur de eicher+pauli Berne,



Mise en place de l'installation frigorifique HFO de 1,6 MW dans l'Hôpital de l'île



3 x 1,6 MW de puissance frigorifique avec le fluide frigorigène ammoniac

 [www.cta.ch/biocentre](http://www.cta.ch/biocentre)

la majorité de nos clients ne traitent pas en profondeur le thème des fluides frigorigènes. Ils recherchent des conseils compétents et neutres et exigent de nous une vue d'ensemble complète. En un mot: ils veulent savoir quelle est la meilleure solution pour eux à tous points de vue – technique, économique, écologique.»

#### **La rentabilité, un aspect essentiel**

Un critère de décision important est que les paramètres économiques soient corrects. Marcel Straub, chef de projet technique du froid chez Amstein + Walthert Berne, explique: «Le choix du fluide frigorigène est toujours aussi une question de rentabilité. D'un point de vue purement technique, des systèmes plus petits pourraient également être mis en œuvre avec de l'ammoniac, par exemple. Mais économiquement, cela n'a aucun sens. Avec une grande installation d'une puissance frigorifique de 1 MW, les choses sont tout à fait différentes – ici, les frais supplémentaires pour des fluides frigorigènes naturels tels que l'ammoniac en valent presque toujours la peine.»

Aujourd'hui, les planificateurs utilisent des fluides frigorigènes naturels dans plus de 80 pour cent des grandes installations. «Avec les fluides frigorigènes naturels, il existe généralement de meilleures solutions», explique André Mathys. Les avantages sont, par exemple, l'exploitation de la chaleur résiduelle, les quantités de remplissage, l'efficacité énergétique, le faible potentiel de réchauffement global et des prix modérés pour le fluide frigorigène. L'un des inconvénients est que les coûts d'investissement sont souvent un peu plus élevés. Les installations contenant de l'ammoniac, par exemple, doivent répondre à des exigences de sécurité strictes en ce qui concerne leur toxicité et celles contenant du propane en ce qui concerne l'inflammabilité.

#### **Le HFO comme bonne alternative synthétique**

L'utilisation plus exigeante de fluides frigorigènes naturels a pour effet que les fluides frigorigènes HFO synthétiques à faible PRG, respectueux du climat, sont régulièrement sélectionnés. «Nos

clients nous demandent souvent de comparer des solutions fonctionnant avec de l'ammoniac et des HFO lorsqu'il s'agit de choisir un fluide frigorigène», explique Marcel Straub. Ce sont des critères individuels qui sont finalement décisifs. «Il y a des maîtres d'ouvrage qui, pour des considérations de sécurité, ne tolèrent pas l'ammoniac sur le site et optent donc stratégiquement pour le HFO. D'autres veulent consciemment un fluide frigorigène naturel et prennent en compte le potentiel de risque plus élevé avec un concept de sécurité approprié.»

Cette considération a joué un rôle important dans un réseau de froid IWB à proximité de la gare CFF de Bâle. «Nous avons opté pour le HFO parce que nous voulons utiliser l'ammoniac avec prudence dans le centre-ville et que le HFO est la meilleure alternative, en l'état actuel de la technique.»

#### **Apporter de nombreuses années de connaissances et d'expérience**

La diversité des besoins des clients et des projets rend nécessaire l'offre d'une large gamme de produits. Et ce n'est pas d'hier que les solutions de climatisation et de chauffage respectueuses du climat jouent un rôle central dans le portefeuille de produits de CTA. Aujourd'hui, CTA est, en Suisse, l'un des plus importants fabricants de groupes frigorifiques et de pompes à chaleur fonctionnant à l'ammoniac, au HFO ou au propane. Et donc un partenaire fiable pour les bureaux d'études et les clients finaux en matière de solutions respectueuses du climat pour le refroidissement ou le chauffage des bâtiments.



En point de mire

## L'électricité du toit pour le chauffage de la maison

**La stratégie énergétique 2050 montre la voie: l'énergie solaire et les pompes à chaleur transforment les maisons individuelles de simples consommateurs d'énergie en gestionnaires intelligents d'énergie. De cette façon, les synergies entre l'électricité produite par le toit et la chaleur de la maison peuvent être exploitées de manière optimale.**

Un coup d'œil sur le chiffre d'affaires des pompes à chaleur en Suisse montre que la tendance est (de nouveau) à la hausse. Près de 22 000 pompes à chaleur ont été vendues en 2018, plus que jamais auparavant en une seule année. Dans le même temps, l'énergie solaire poursuit sa marche triomphale sur les toits des maisons individuelles et immeubles d'habitation.

Il est donc évident d'utiliser de l'électricité photovoltaïque (PV) pour la pompe à chaleur. Dans une maison individuelle typique, les besoins en électricité de la pompe à chaleur pourraient être couverts par l'énergie solaire tout au long de l'année. Le problème ici: la pompe à chaleur n'a pas toujours besoin d'électricité lorsque le système photovoltaïque en produit.

### Couplage astucieux

C'est la raison pour laquelle les systèmes intelligents de gestion de l'énergie sont de plus en plus répandus. Grâce à eux, la durée de fonctionnement de la pompe à chaleur peut être reportée aux heures où l'installation photovoltaïque fournit de l'électricité. Une étude soutenue par l'Office fédéral de l'énergie et réalisée par

l'Institut de l'énergie dans la construction (IEBau) de la Haute école spécialisée du nord-ouest de la Suisse (FHNW) montre que les temps de fonctionnement de la pompe à chaleur et de la production d'énergie solaire peuvent être optimisés par une commande simple et intelligente. Cela peut entraîner une augmentation de la consommation propre d'environ 3 pour cent. Cela semble peu, mais c'est une contribution significative à la transformation et à la stabilisation de notre système énergétique dans toute la Suisse.

### Condition «Smart Grid Ready»

La tendance à l'utilisation de l'électricité photovoltaïque pour les pompes à chaleur ne fait que commencer. La combinaison de la production d'énergie, de la consommation d'énergie et de l'optimisation constante des besoins en énergie devient une tâche centrale de la technique du bâtiment. D'autant plus que les accumulateurs s'améliorent sensiblement d'année en année et que des thèmes tels que l'électromobilité et l'optimisation de l'autoconsommation sont à l'ordre du jour de tous les propriétaires qui veulent utiliser l'électricité PV de manière prospective.

CTA soutient ce développement de façon conséquente. Toutes les pompes à chaleur CTA disposent déjà d'une fonction «Smart Grid Ready». Cette fonction permet d'intégrer facilement les pompes à chaleur. Les pompes à chaleur peuvent ainsi être commandées par le système de gestion de l'énergie et l'électricité PV peut être utilisée de manière optimale.

# Puissance calorifique de 530 kW par aérothermie pour Bâle



**IWB, le fournisseur d'énergie de Bâle-Ville, a installé en 2018 dans le réseau de chauffage à distance St. Jakob deux pompes à chaleur (PAC) haute température air/eau sur mesure de CTA avec une puissance calorifique totale de 530 kW. Ces PAC remplacent une centrale de cogénération fonctionnant au gaz naturel et contribuent, ainsi, à réduire davantage les émissions de CO<sub>2</sub> liées à l'approvisionnement en chaleur de Bâle.**

Avec le réseau de chauffage à distance (CAD) St. Jakob, IWB approvisionne en chaleur notamment le Parc Saint-Jacques, la piscine Gartenbad St. Jakob et la St. Jakobshalle. C'est dans cette halle que les stars du tennis international enthousiasment le public lors des Swiss Indoors agendés à l'automne et que, un étage plus bas, IWB produit de la chaleur puis la stocke dans un accumulateur de 42 m<sup>3</sup> d'où elle est acheminée vers les différents utilisateurs du quartier par le biais d'un réseau de chaleur.

#### **De l'eau chaude sanitaire produite par aérothermie**

IWB a profité de la rénovation complète de la St. Jakobshalle pour améliorer encore le bilan carbone du réseau de CAD. La centrale de cogénération au gaz utilisée dans la centrale thermique de la St. Jakobshalle a été remplacée par deux PAC air/eau de CTA au début de l'année 2018. Les deux machines identiques fournissent chacune une puissance calorifique pouvant atteindre 265 kW. Chaque PAC est équipée de quatre compresseurs, ce qui permet une exploitation en fonction des besoins.





Deux refroidisseurs à air de onze mètres de long sont installés sur le toit de la halle. Ils extraient les calories de l'air extérieur, de sorte que les PAC disposent de l'énergie nécessaire à la production d'eau chaude à une température de départ maximale de 70 °C en fonction du point de fonctionnement. Cette énergie est fournie à l'accumulateur de chaleur. C'est à partir de cet accumulateur que les différents utilisateurs s'alimentent en chaleur. Il fournit aussi la chaleur permettant de chauffer l'eau sanitaire que les stars du FC Bâle 1893 et les as du tennis international utilisent pour se doucher.

En été, les PAC couvrent l'intégralité de la consommation d'eau chaude sanitaire des utilisateurs raccordés au réseau. Les machines produisent de l'eau chaude sanitaire à 70 °C jusqu'à une température extérieure de 5 °C; la température moyenne étant de 10 °C à Bâle.

Les PAC produisent encore une chaleur utilisable lorsque la température extérieure passe sous les 5 °C (jusqu'à -5 °C); même si cette chaleur n'atteint que 55 °C, elle permet de réchauffer légèrement le retour d'eau chaude sanitaire. Deux chaudières à gaz fournissent l'appoint de chaleur pour atteindre jusqu'à 80 °C en hiver. Installées dans la centrale de chauffage, ces chaudières garantissent le fonctionnement hivernal et couvrent les pics de charge.

#### Une alternative judicieuse aux sources d'énergie renouvelables

Les PAC air/eau installées dans la St. Jakobshalle démontrent clairement le potentiel que recèle la production de chaleur écologique par aérothermie, lorsque ni la nappe phréatique ni un champ de sondes géothermiques ne peuvent servir de source d'énergie renouvelable. L'expérience de CTA montre que l'aérothermie occupe une place de plus en plus grande dans la plage de puissance entre 200 et 2000 kW. Cela s'applique tant aux solutions de PAC, qui couvrent l'intégralité des besoins en chaleur (production monovalente), qu'aux installations avec une production de chaleur supplémentaire permettant de couvrir les pics de consommation (production bivalente). En outre, les installations fonctionnant avec des fluides frigorigènes naturels, tels que le propane ou l'ammoniac (NH<sub>3</sub>), et dimensionnées pour répondre aux exigences individuelles sont en progression.



#### Données techniques

**Puissance frigorifique** 2 x 265 kW (total 530 kW)

**Fluide frigorigène** R-134a

**COP** 2,7 pour A5/W65

 [www.cta.ch/st-jakob-fr](http://www.cta.ch/st-jakob-fr)

#### Planification et installation

IWB



Clients

# Chauffer et refroidir avec la force de la nature

**Cette maison individuelle au pied sud du Jura a été habilement conçue pour répondre aux conditions de vent et météorologiques. Été comme hiver, l'énergie de la nature est adroitement mise à profit par la pompe à chaleur à sondes géothermiques pour garantir une température ambiante agréable.**

Cette maison individuelle en bois nouvellement construite à Oberdorf, dans le canton de Soleure, convainc non seulement par son architecture adaptée aux conditions de vent et météorologiques locales, avec la forme en L de sa terrasse qui la protège du vent, par exemple. Toute la technique du bâtiment

travaille en outre en synergie avec la nature: la pompe à chaleur saumure/eau Optiheat All-in-One utilise habilement l'électricité du toit pour le chauffage des pièces et efficacement celle du réseau la nuit. En été, le chauffage au sol se transforme en climatisation gratuite grâce au Free Cooling. La température ambiante peut ainsi être abaissée de 2 à 4 °C. La conception de la production d'eau chaude sanitaire est également très aboutie. Un chauffe-eau à pompe à chaleur indépendant utilise l'air ambiant pour chauffer l'eau chaude sanitaire tout en refroidissant et en asséchant la pièce, qui convient ainsi idéalement au stockage.



## Pompe à chaleur saumure/eau Optiheat All-in-One

- Type OH 1-5es
- Fonctionnement très silencieux, 24-35 DB(A) à 1 m
- Appareil compact et prêt à être raccordé
- Température de départ jusqu'à 65 °C
- Pour nouvelles constructions et rénovations
- Système à faible consommation d'énergie

[www.cta.ch/references-chaud](http://www.cta.ch/references-chaud)

Architecture/Technique du bâtiment  
Raum B Architektur/Enerconom AG

# Production de froid pour le Palais de glace sur le Jungfraujoch

**Jusqu'à 5000 personnes par jour visitent le Palais de glace sur le Jungfraujoch. L'apport de chaleur est donc élevé, ce qui «réchauffe» l'attraction touristique faite de glace pure. Deux nouveaux systèmes de réfrigération CTA sur mesure assurent le refroidissement indispensable de la grotte de glace. Et ont considérablement réduit l'énergie nécessaire à cet effet.**

En avril 2018, une cargaison très spéciale est arrivée à la gare ferroviaire la plus haute d'Europe, le Jungfraujoch, à 3454 mètres au-dessus du niveau de la mer. En plusieurs pièces étonnamment pratiques, CTA a fourni un nouveau système de réfrigération pour refroidir le Palais de glace qui, comme la vue imprenable sur le Jungfraujoch, est probablement l'un des plus grands aimants touristiques de Suisse. Il a attiré environ un million de touristes en 2017.

Jusqu'à 500 personnes par heure visitent la grotte de glace de 1000 mètres carrés. Le sol, les murs et le plafond sont faits de glace nue. Chaque personne qui visite la grotte «laisse» un apport de chaleur d'environ 100 watts. S'il y a 500 personnes dans le Palais de glace, elles chauffent le hall de l'intérieur avec une puissance impressionnante de 50 kW. De l'extérieur, le réchauffement climatique pose des problèmes supplémentaires pour le Palais de glace. Sans refroidissement actif, il commencerait donc à fondre.

## **Insertion au millimètre près**

Afin d'assurer un refroidissement stable dans le palais, Jungfrau-bahnen Management AG a décidé début 2018 de remplacer le système de réfrigération à évaporation directe existant et obsolète. Outre les doutes quant à la fiabilité opérationnelle future, la technologie du dégivrage purement électrique des registres de réfrigération n'était plus à jour du point de vue de la consommation énergétique. Pour assurer une exploitation sûre et économe en énergie, la Jungfrau-bahnen Management AG a décidé d'installer deux groupes frigorifiques sur mesure et une pompe à chaleur CTA.

Il est évident qu'un système de réfrigération dans un endroit aussi exposé doit répondre à des exigences particulières. Cela commence par l'installation dans la centrale frigorifique qui, comme l'ensemble de l'infrastructure en montagne, doit fonctionner dans le plus petit

## Données techniques

### Pompe à chaleur BWW:

- Puissance de chauffage 52,8 kW
- Fluide frigorigène R-134a
- COP 4,29 pour B25/B62

### Groupe frigorifique 1:

- Puissance frigorifique 28,7 pour B2/B28
- Capacité de refroidissement 35,7 pour B2/B28
- Fluide frigorigène R-449A
- EER 3,8 pour B2/B28

### Groupe frigorifique 2:

- Puissance frigorifique 60,8 kW pour B-22/B28
- Capacité de refroidissement 89,3 kW pour B-22/B28
- Fluide frigorigène R-449A
- EER 1,95 pour B-22/B28

 [www.cta.ch/jungfrauoch-fr](http://www.cta.ch/jungfrauoch-fr)

### Planification et installation

Lauber IWISA AG



espace. Pour cette raison, les machines ont été conçues de manière à pouvoir être divisées en modules de 90×120 centimètres. L'ensemble du système a ainsi pu être soulevé du quatrième au cinquième étage sans aucun détour par une ouverture d'admission étroite.

### Robustes et économes en énergie

Les deux générateurs de froid à régulation de puissance ont une puissance frigorifique de 28 et 60 kW respectivement. La plus petite machine refroidit l'air extérieur à -0,5 °C. Le deuxième générateur fait fonctionner deux circuits de refroidissement, avec lesquels l'air est refroidi en deux étapes, d'abord à -13 °C, puis à -20 °C dans les registres de refroidissement correspondants (les échangeurs de chaleur dans lesquels l'air du Palais de glace est refroidi). Avec cet air d'alimentation, la température dans le Palais de glace est régulée à -10 °C.

La chaleur résiduelle des deux groupes frigorifiques est stockée dans un réservoir de stockage. Cette chaleur peut être utilisée pour dégivrer les registres de refroidissement des groupes frigorifiques de manière efficace et respectueuse de l'environnement. Elle sert également de source de chaleur pour la pompe à chaleur de 53 kW nouvellement installée. La pompe à chaleur peut ainsi chauffer l'eau chaude et une partie des restaurants.

L'été caniculaire de 2018 a également signifié le baptême du feu pour le nouveau système de réfrigération du Palais de glace. Il a passé le test avec brio et répond ainsi parfaitement aux différentes exigences du client. Ce système robuste et économe en énergie est conçu pour répondre aux besoins de refroidissement des années à venir. En outre, l'utilisation de la chaleur résiduelle permet de réduire sensiblement les besoins en énergie électrique, ce qui réduit également les coûts d'exploitation.



Clients

# «Livraison de froid» fiable et rentable en laboratoire



**Deux réseaux de froid indépendants – l'un avec des groupes frigorifiques à l'ammoniac – assurent un refroidissement fiable des processus dans les laboratoires et la climatisation du bâtiment de l'Université de Bâle. Le système est toujours réglé de manière optimale grâce à un accès à distance, de sorte qu'il fonctionne de manière sûre, efficace et économique.**

Les bâtiments de laboratoire sont soumis à des exigences élevées en matière de climatisation. Cela s'applique aussi bien aux laboratoires des universités et écoles supérieures qu'à ceux de l'industrie chimique et pharmaceutique. L'interaction sans faille des différents composants de la technique du bâtiment, la fiabilité de l'alimentation en froid et l'intégration intelligente dans le système de ventilation constituent la base d'un fonctionnement optimal du laboratoire. Étant donné que des taux de renouvellement d'air élevés sont parfois nécessaires, une combinaison de systèmes de réfrigération et de chauffage est indispensable pour un fonctionnement économique et respectueux de l'environnement.

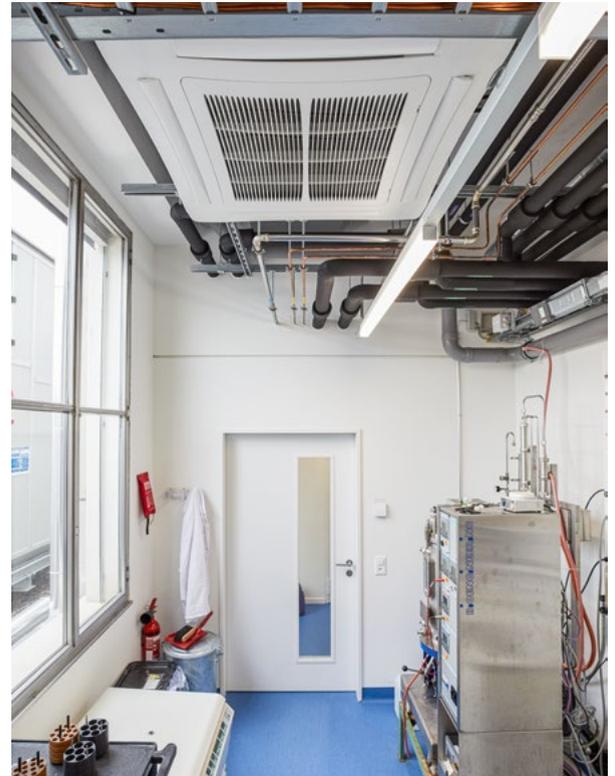
Le choix d'un partenaire fiable pour la solution de réfrigération est d'autant plus important. Dans le cadre de la rénovation complète d'un bâtiment de laboratoire du Biopark Rosental, l'Université de Bâle a chargé le spécialiste suisse du froid et du chauffage, CTA, de fournir la technique du froid et du chauffage ainsi que les futurs travaux de maintenance et de réparation. La planification a été réalisée par TEBIT Haustechnik AG et l'installation par Klima AG.

#### **Deux réseaux de froid pour la climatisation et les applications de laboratoire**

Deux réseaux de froid indépendants assurent un refroidissement de processus fiable dans les laboratoires et la climatisation du bâtiment. Un réseau de froid d'une température de 12°C est alimenté par deux groupes frigorifiques à ammoniac situés dans des monoblocs sur le toit. D'une part, cela tient compte de l'exiguïté de l'espace dans le bâtiment. D'autre part, les exigences élevées en matière de sécurité auxquelles doit répondre l'ammoniac en tant que fluide frigorigène naturel sont satisfaites de manière simple et économique.

#### **La redondance garantit un fonctionnement sûr**

Les deux groupes frigorifiques avec compresseurs à vis ont chacun une puissance frigorifique de 350 kW et sont conçus de manière redondante pour une sécurité de fonctionnement élevée.





CTA peut surveiller et optimiser le système à tout moment par accès à distance et prendre des mesures correctives si nécessaire.

Grâce à l'ammoniac, qui n'a pas de potentiel d'appauvrissement de la couche d'ozone et aucun effet de serre direct (potentiel de réchauffement global [PRG] de 0), le système est particulièrement respectueux de l'environnement. En même temps, l'efficacité est également bonne. Les compresseurs des générateurs de froid sont adaptés en continu à la demande de réfrigération actuelle à l'aide de curseurs de puissance et de convertisseurs de fréquence.

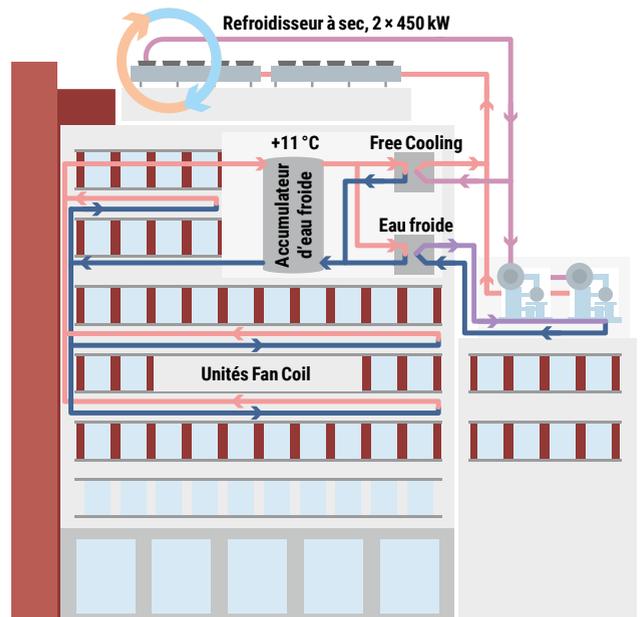
#### Accent mis sur l'efficacité: Free Cooling et préchauffage de l'air pulsé

Qui plus est: les refroidisseurs du groupe frigorifique sont utilisés pendant la période de transition et en hiver à des températures extérieures basses pour le fonctionnement en refroidissement libre du réseau de froid à 12°C. Cela permet également d'économiser de l'énergie et des coûts d'exploitation. Si l'installation frigorifique fonctionne à pleine puissance en été, la chaleur résiduelle excédentaire de l'installation frigorifique est évacuée par les refroidisseurs. Les ventilateurs des refroidisseurs sont également équipés de moteurs à commande électronique. Il est ainsi possible de régler le débit d'air en continu en fonction de la demande, ce qui permet de réduire sensiblement les coûts énergétiques.

La combinaison des applications de chauffage et de refroidissement est révolutionnaire. Pour des applications spéciales en laboratoire, il existe un deuxième réseau de froid qui fonctionne à une température de 5°C. L'eau froide est fournie par un groupe frigorifique plus petit d'une puissance de 60 kW. Celui-ci est relié à la récupération de chaleur du système de ventilation afin que la chaleur résiduelle puisse être utilisée pour préchauffer l'air pulsé.

#### Technologie du bâtiment d'un seul tenant

La solution de refroidissement avancée est complétée par le raccordement au système de domotique et la commande à distance pour la télémaintenance de CTA. CTA peut ainsi surveiller et optimiser le système à tout moment et intervenir si nécessaire. L'Université de Bâle bénéficie ainsi d'une grande sécurité de fonctionnement. Les experts de CTA soutiennent ainsi activement l'entretien technique et contribuent à assurer un fonctionnement efficace en termes d'énergie et de coûts.



#### Biopark Rosental

Le département de chimie de la Faculté des sciences naturelles de l'Université de Bâle offre des laboratoires modernes pour la recherche et l'enseignement. Le Biopark Rosental, près de la gare badoise, est un laboratoire important. En 2016, le canton de Bâle-Ville y a repris une grande partie de l'ancien site de Syngenta. Le site abrite de nombreuses entreprises chimiques et des sciences de la vie.

#### Planification/installation

Tebit Haustechnik AG/Hälg Group (Klima AG Bâle)



Clients

# Pro Natura mise sur les pompes à chaleur de CTA

**Un bâtiment peut-il être chauffé de manière neutre en CO<sub>2</sub> à plus de 2000 mètres au-dessus du niveau de la mer? Le Centre Pro Natura d'Aletsch sur Riederalp en fait l'essai et montre que cela fonctionne. Les pompes à chaleur air/eau de CTA jouent ici un rôle central. L'électricité nécessaire à cet effet provient de son propre système photovoltaïque.**

Environ 60 pour cent de la surface de la Suisse se trouve dans les Alpes. Les habitants des Alpes doivent s'adapter à des conditions climatiques particulières. Pour les logements, cela signifie que les bâtiments sont exposés à des contraintes climatiques plus élevées que dans les plaines. L'un de ces bâtiments est la Villa Cassel sur Riederalp dans le canton du Valais. Ici, à 2100 mètres au-dessus du niveau de la mer, le Centre Pro Natura Aletsch est chez lui depuis plus de 40 ans.

Une utilisation consciente et respectueuse de l'environnement des ressources existantes est l'une des principales préoccupations de Pro Natura. «Lorsque nous avons commencé à planifier la rénovation de nos bâtiments il y a sept ans, une chose était claire: nous aspirons à une exploitation neutre en CO<sub>2</sub> d'un point de vue énergétique», explique Laudo Albrecht, directeur du centre, qui dirige, avec son équipe de cinq personnes, le Centre Pro Natura Aletsch, qui emploie plus de 20 personnes en été.

Même si le Centre Pro Natura n'est opérationnel «que» durant les mois d'été, entre début juin et mi-octobre, il est rapidement apparu que l'exploitation neutre en CO<sub>2</sub> serait tout sauf facile. Le bâtiment principal, la villa construite vers 1900 pour le banquier germano-anglais Sir Ernest Cassel, est mal isolé. C'est aussi un bâtiment classé. D'une part, cela rend les travaux de rénovation longs, d'autre part, l'enveloppe du bâtiment ne peut être isolée ou utilisée à des fins photovoltaïques que dans une certaine mesure.

## Loi du chauffage au mazout

Lorsque Pro Natura a repris la Villa Cassel au milieu des années 70 et y a installé le Centre de protection de la nature d'Aletsch, le bâtiment a été rénové pour la dernière fois. «À l'époque, il n'y avait que le choix entre le chauffage au mazout et le chauffage électrique», explique Laudo Albrecht. «Aujourd'hui, il n'est pas si clair quelle est la meilleure alternative. Mais nous étions tous d'accord que le chauffage fossile n'est plus une option. Pour un fonctionnement énergétiquement neutre en CO<sub>2</sub>, nous avons considé-

ré différentes variantes: une pompe à chaleur à sonde géothermique, un chauffage à copeaux de bois ou à pellets et une pompe à chaleur air/eau.»

Les clarifications correspondantes ont montré qu'un fonctionnement neutre en CO<sub>2</sub> ne peut être réalisé qu'avec la pompe à chaleur air/eau. Dans le cas du bois, le transport coûteux et donc les coûts de compensation nécessaires se sont avérés être un obstacle; dans le cas de la géothermie, l'espace disponible pour un champ de sonde géothermique était à peine suffisant. La situation a été aggravée par le fait qu'il y a un tunnel d'eau sous le bien, de sorte que le résultat final aurait été que l'effort et le risque auraient été trop élevés. C'est pourquoi la pompe à chaleur air/eau a été choisie.

### **Solution optimale grâce à l'électricité propre**

Au cours de l'été et de l'automne 2019, une partie importante des travaux de rénovation dont le coût s'élève à environ 3 millions a été achevée. Dans chacun des trois bâtiments – le Centre de protection de la nature comprend la villa, le petit chalet de Cassel et la maison Bellevue – une pompe à chaleur air/eau de CTA a été installée avec succès. Le transport du registre externe de la Villa Cassel s'est avéré difficile. Le registre, qui pesait plus d'une tonne, a été transporté à la villa par téléphérique et véhicule spécial.

Mais pour le positionnement exact sur le côté nord inaccessible de la maison, un hélicoptère était nécessaire.

Avec les pompes à chaleur, l'électricité sans CO<sub>2</sub> est également nécessaire pour un fonctionnement énergétiquement neutre en CO<sub>2</sub>. Pro Natura l'a reconnu et a voulu produire l'électricité avec son propre système photovoltaïque. Mais cela n'a pas été possible à la Villa Cassel classée. Grâce à des partenariats, une installation photovoltaïque a pu être construite sur le bâtiment de l'école et sur les maisons privées voisines. Avec 450 mètres carrés de panneaux solaires, celle-ci couvre tout au long de l'année la totalité des besoins en électricité du centre, soit 72 kW crête. L'électricité est injectée dans le réseau local et le centre reçoit à son tour l'électricité de l'exploitant du réseau local. Cela permet d'éviter les «coupures de courant».

«Nous sommes fiers de notre projet phare», déclare Laudo Albrecht. «Cela prouve qu'avec une bonne pompe à chaleur et des partenaires fiables, il est également possible d'exploiter le chauffage et les bâtiments dans les Alpes de manière énergétiquement neutre en CO<sub>2</sub>. Nous mettrons à profit notre expérience de manière ciblée dans le travail éducatif de notre centre afin de sensibiliser et de motiver nos visiteurs pour de tels projets avec des énergies renouvelables.»



### **Centre Pro Natura Aletsch**

Le Centre Pro Natura Aletsch a ouvert ses portes en 1976 et après plus de 40 saisons avec plus de 600 000 visiteurs, il a été entièrement modernisé en 2019. Après les travaux de rénovation, le centre rouvrira le 12 juin 2020.

### **Pompes à chaleur air/eau CTA**

- Villa Cassel: pompe à chaleur air/eau CTAexklusiv avec une puissance de 89,5 kW, COP 2,36 pour A-5/W55
- Chalet Cassel: pompe à chaleur air/eau CTAexklusiv avec une puissance de 28,7 kW, COP 2,28 pour A-5/W55
- Maison Bellevue: pompe à chaleur air/eau Aeroheat Inverta All-in-One (AH CI 8is) avec une puissance de 2,7-7 kW, COP 4,1 pour A2/W35



[www.pronatura-aletsch.ch](http://www.pronatura-aletsch.ch)  
[www.cta.ch/cassel-fr](http://www.cta.ch/cassel-fr)

### **Planification/installation**

Lauber IWISA AG/Walker A&M Haustechnik AG

# Les changements apportés à l'ordonnance ORRChim

**L'ordonnance sur la réduction des risques liés aux produits chimiques (ORRChim) a été modifiée au 1<sup>er</sup> janvier 2020. Nous présentons ici les changements les plus importants pour notre industrie. Dans le domaine de la climatisation de confort – chauffage et refroidissement des locaux – ces changements sont essentiels:**

## Extension de l'obligation de déclaration

L'obligation de déclaration a été étendue à tous les systèmes fixes d'une capacité de trois kilogrammes ou plus – y compris les fluides frigorigènes HFO et naturels. Le type de fluide frigorigène n'a plus d'importance. Cela permet de tirer des conclusions sur l'état de l'art et le marché. Cela aide la Confédération à planifier les futures mesures de réduction des émissions.

## Contrôles d'étanchéité obligatoires

Le contrôle d'étanchéité doit être effectué pour tous les appareils et installations dont la quantité de fluide frigorigène stable dans l'air est supérieure à 5 tonnes d'équivalent CO<sub>2</sub>. Cela signifie, par exemple, que dans les pompes à chaleur utilisant du fluide frigorigène R-404A, des quantités de remplissage de 1,3 kg sont déjà soumises à l'épreuve d'étanchéité obligatoire.

## Livret d'entretien à partir de 3 kg de fluide frigorigène

Un livret d'entretien est désormais obligatoire pour toutes les installations d'une quantité de remplissage égale ou supérieure à 3 kg.

## Recharge des fluides frigorigènes

Pour les installations avec des fluides frigorigènes ayant un potentiel de réchauffement global (PRG)  $\geq 2500$  et un équivalent CO<sub>2</sub> de 40 tonnes ou plus, seul du fluide frigorigène régénéré peut être utilisé pour faire l'appoint. À partir du 1<sup>er</sup> janvier 2030, les fluides frigorigènes régénérés avec un PRG  $\geq 2500$  seront également interdits.

## Nouvelles valeurs limites pour le potentiel de réchauffement global maximal admissible

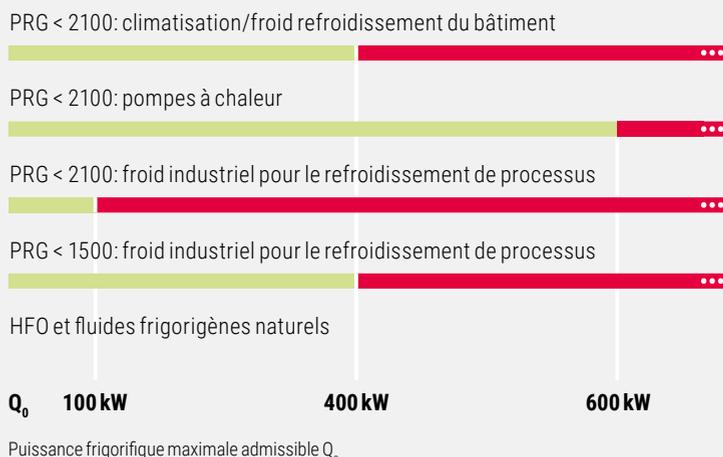
La valeur limite de la puissance frigorifique maximale admissible des systèmes de climatisation pour le refroidissement de l'air est ramenée de 600 kW à 400 kW. Les nouveaux systèmes de climatisation fixes dont le fluide frigorigène est stable dans l'air ne doivent pas dépasser un PRG de 2100. La puissance frigorifique maximale admissible de ces systèmes est de 400 kW.

Dans le cas du froid industriel utilisé pour le refroidissement de processus, seuls les fluides frigorigènes dont le PRG est inférieur à 1500 peuvent être utilisés à partir d'une puissance frigorifique de 100 kW.

Exception: pour les pompes à chaleur dont le fluide frigorigène est stable dans l'air, la valeur limite de la puissance frigorifique maximale admissible est maintenue à 600 kW et le PRG à moins de 2100. Il est important pour le gouvernement fédéral que l'incitation à passer des systèmes de chauffage à base de combustibles fossiles aux pompes à chaleur à émissions nettement plus faibles se poursuive.

## ORRChim 2020

[www.cta.ch/orrchim](http://www.cta.ch/orrchim)





Technique et solutions

# Refroidir avec le chauffage

**Les pompes à chaleur domestiques peuvent également produire un effet rafraîchissant. Le type de refroidissement approprié dépend du système de pompe à chaleur, de la configuration du bâtiment, des préférences du propriétaire du bâtiment et des exigences légales.**

Pendant la journée, le thermomètre grimpe au-dessus de la barre des 30 degrés et la nuit n'apporte aucun soulagement: certains propriétaires souhaitent alors abaisser la température de la pièce. La solution n'est pas toujours l'achat d'un système de climatisation. Les pompes à chaleur peuvent aussi refroidir. Mais ce ne sont pas des climatiseurs qui peuvent refroidir et déshumidifier considérablement la pièce. Le refroidissement par pompe à chaleur est plus adapté aux bâtiments neufs. De nombreux bâtiments anciens n'ont pas les prérequis nécessaires en ce qui concerne la situation sur place, le type de pompe à chaleur, la température de confort des occupants et les exigences légales.

## **Le bâtiment**

Sur place, il est important pour le refroidissement avec la pompe à chaleur que le bâtiment soit isolé et suffisamment ombragé. Outre l'effet rafraîchissant de la pompe à chaleur, le refroidissement nocturne est important pour maintenir la température ambiante aussi basse que possible.

## **Le système de pompe à chaleur**

Le choix de la pompe à chaleur appropriée a une influence sur la possibilité de refroidissement actif ou passif. Le refroidissement actif peut être utilisé avec tous les types de pompes à chaleur si elles sont conçues pour cela. Le refroidissement passif ou na-

turel (free cooling) ne fonctionne qu'avec une pompe à chaleur géothermique. Le système de distribution de chaleur doit également être le bon: le refroidissement par radiateurs n'est pas approprié, car la surface relativement petite ne permet qu'un transfert de chaleur limité. Les systèmes de chauffage au sol, les systèmes à composants thermoactifs, les plafonds rafraîchissants, les Fan Coils et les ventilo-convecteurs peuvent cependant être utilisés.

## **La température de bien-être**

Les conditions ambiantes auxquelles une personne se sent à l'aise sont individuelles et dépendent de la température de la pièce et de surface ainsi que de l'humidité de l'air. Lors de la planification, il est donc important de connaître les besoins des résidents: des enfants jouent-ils sur le sol? Ou est-ce que les gens aiment marcher pieds nus?

## **Refroidissement passif**

Si en été le sol est plus frais que la température ambiante, des pompes à chaleur géothermiques peuvent être utilisées pour refroidir naturellement et pratiquement gratuitement l'air ambiant. L'échangeur de chaleur supplémentaire évacue la chaleur de



Avec le Free Cooling, un échangeur de chaleur supplémentaire permet de contourner la pompe à chaleur et transfère les températures froides du sol directement au distributeur de chauffage.

**«Le Free Cooling est judicieux si, en plus d'une pompe à chaleur géothermique, le bâtiment est bien isolé, peut être suffisamment ombragé et ne nécessite qu'une légère réduction de la température.»**

(Theo Studer, Key Account Manager Chaleur, CTA SA)

la pièce dans la sonde géothermique, les eaux souterraines ou d'autres plans d'eau. Cela nécessite les pompes de circulation existantes et deux vannes supplémentaires. Le «Free Cooling» réduit la température ambiante de 2 à 4 degrés Celsius. Avec les sondes géothermiques, la chaleur évacuée est introduite dans la sonde pour la régénération et y est stockée. Cette chaleur est utilisée pour la production d'eau chaude sanitaire ou pour le chauffage en hiver.

### Refroidissement actif

Dans ce cas de figure, le circuit de la pompe à chaleur est inversé. Le condenseur est utilisé en tant qu'évaporateur. D'un point de vue technique, cela nécessite une vanne à 4 voies et une deuxième vanne de détente dans le circuit frigorifique. La vanne à 4 voies assure que le sens d'écoulement change automatiquement et que le chauffage et le refroidissement (par ex. l'eau chaude) fonctionnent indépendamment l'un de l'autre. Le refroidissement n'est possible qu'avec une conception correcte de l'installation. Dans le cas contraire, la pompe à chaleur ne fonctionne que brièvement et s'arrête en fonction de la température de départ minimale. Il en résulte un fonctionnement cyclique qui a un effet négatif sur la

durée de vie de l'installation. En raison de la courte durée de fonctionnement, il n'y a pas d'effet de refroidissement.

### Quels sont les coûts que l'opérateur doit prendre en compte?

Les coûts d'investissement pour la fonction Free Cooling dans une maison individuelle neuve sont de l'ordre de CHF 2 000 à 3 000 francs si cette fonction n'est pas intégrée à la pompe à chaleur. Les frais d'exploitation annuels sont d'environ 20 francs\*. Bien que le refroidissement passif nécessite de l'énergie pour les pompes de circulation, le «Free Cooling» est presque neutre en énergie et en coûts. En stockant la chaleur dans le sol, la pompe à chaleur fonctionne plus efficacement pour le chauffage ou la production d'eau chaude.

Si vous voulez rafraîchir activement, vous avez besoin d'un système de pompe à chaleur approprié. La conversion d'une pompe à chaleur domestique standard n'est pas courante – les obstacles financiers et techniques sont trop importants. Les coûts d'exploitation annuels pour le refroidissement actif varient: plus une pompe à chaleur refroidit, plus les coûts

d'exploitation sont élevés. Ce type de refroidissement est respectueux du climat lorsqu'on utilise de l'électricité produite à partir de sources d'énergie renouvelables.

\* avec un prix de l'électricité de 16 ct/kWh

 [www.cta.ch/free-cooling-fr](http://www.cta.ch/free-cooling-fr)



Rénovation avec Aeroheat Inverta CM

[www.cta.ch/3119](http://www.cta.ch/3119)

#### Technique et solutions

## Concevoir correctement les pompes à chaleur commandées par Inverter

**Les pompes à chaleur commandées par Inverter doivent être conçues correctement. Sinon, il existe un risque d'inefficacité ou de dommages dus à une sollicitation excessive. Nous vous expliquons à quoi faire attention.**

Diabolisées et adulées. Les pompes à chaleur à technologie à Inverter polarisent. Si elles sont conçues correctement et adaptées à la propriété et à ses occupants, les pompes à chaleur à vitesse variable offrent des avantages. Elles nécessitent un courant de démarrage minimum, s'adaptent précisément à la température de consigne et ont un bon SCOP. Avec moins de cycles de commutation, la durée de vie prévue du compresseur est plus longue. Tout cela a un effet positif sur les coûts d'exploitation annuels.

#### Conception et dimensionnement corrects

Lors de la planification, il est important que la puissance de la pompe à chaleur ne soit pas trop élevée, mais corresponde aux besoins en chaleur de l'objet. La courbe de chauffe doit être réglée de manière optimale et l'installation hydraulique adaptée aux conditions locales. Si tel n'est pas le cas, les avan-

tages de la technologie à Inverter ne sont pas exploités et le facteur de performance annuel se détériore. Si la puissance minimale est trop élevée, la pompe à chaleur ne fonctionne pas en mode modulant pendant la période de transition, mais en mode marche/arrêt. C'est pourquoi CTA recommande qu'une pompe à chaleur à Inverter soit conçue avec précision. Cela permet d'augmenter la plage de modulation et le système atteint un facteur de performance annuel plus élevé. La plupart des pompes à chaleur n'ont plus de période de blocage. Des marges de sécurité et réserves ne sont donc pas nécessaires et ont un effet négatif sur l'efficacité. Le rendement varie d'environ 2,5 pour cent par degré de changement de température. Les systèmes à Inverter ne nécessitent pas ou peu d'accumulateur, ce qui a un effet positif sur les coûts d'exploitation et d'investissement.

[www.cta.ch/technologie-Inverter](http://www.cta.ch/technologie-Inverter)



## Planifier en toute sécurité

Nous proposons des groupes frigorifiques avec des fluides frigorigènes HFO synthétiques respectueux de l'environnement ou des fluides frigorigènes naturels écologiques. Mais il n'est pas toujours simple de savoir quelle combinaison d'appareil et de fluide frigorigène est la plus judicieuse et la plus économe en énergie?

**Nous avons créé un guide de sécurité pratique pour la planification de groupes frigorifiques. En tant que client de CTA, vous recevez ce guide exclusivement. Contactez-nous!**

[www.cta.ch/contact-climat-froid](http://www.cta.ch/contact-climat-froid)



## Enregistrement en ligne de la mise en service!

Enregistrez vos dates de mise en service souhaitées pour les pompes à chaleur fraîchement installées simplement et facilement en ligne.

[www.cta.ch/mes-pac](http://www.cta.ch/mes-pac)



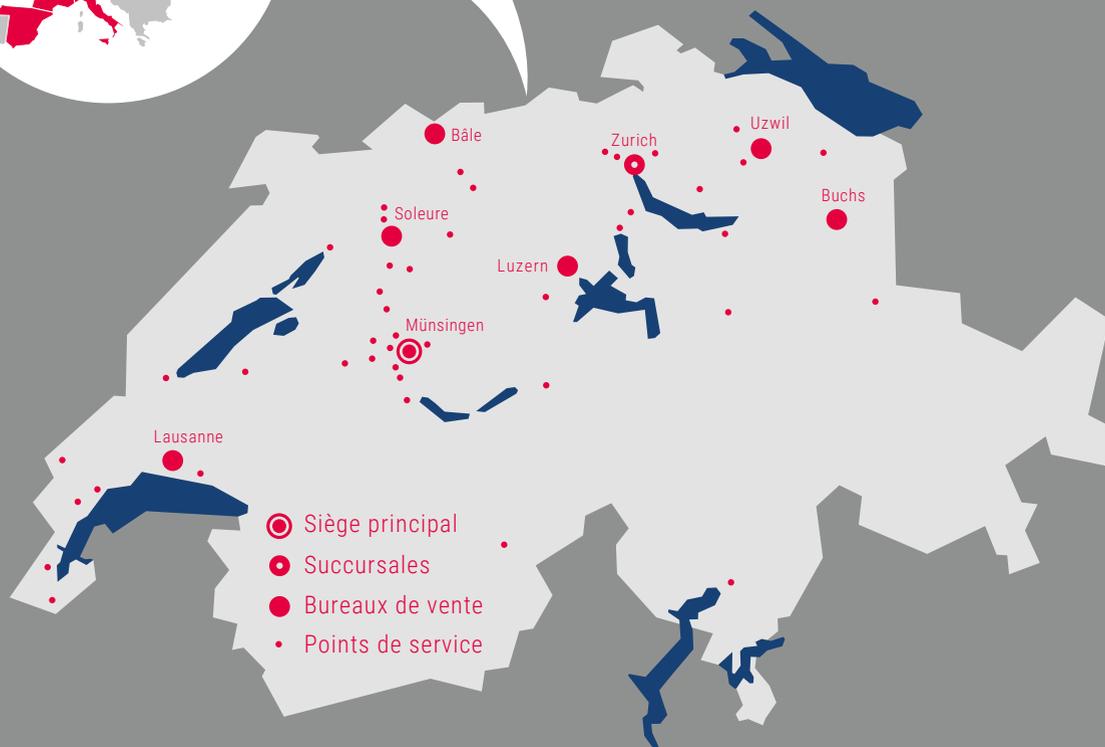
## Certificat d'isolation acoustique

Le calculateur acoustique du Groupement professionnel suisse pour les pompes à chaleur GSP permet de calculer le niveau d'évaluation pour un modèle de pompe à chaleur spécifique – également pour nos pompes à chaleur CTA!

[www.fws.ch/fr/nos-services/cercle-bruit/](http://www.fws.ch/fr/nos-services/cercle-bruit/)



Nous exportons aussi  
nos produits en Europe.



**Berne CTA SA**

Hunzigenstrasse 2  
CH-3110 Münsingen  
Téléphone +41 31 720 10 00

**Zurich CTA SA**

Albisriederstrasse 232  
CH-8047 Zurich  
Téléphone +41 44 405 40 00

**Lausanne CTA SA**

En Budron B2  
CH-1052 Le Mont s/Lausanne  
Téléphone +41 21 654 99 00

**Soleure CTA SA**

Bernstrasse 1  
CH-4573 Lohn-Ammannsegg  
Téléphone +41 32 677 04 50

**Buchs CTA SA**

Langäulistrasse 35  
CH-9470 Buchs  
Téléphone +41 81 740 36 40

[info@cta.ch](mailto:info@cta.ch)  
[www.cta.ch](http://www.cta.ch)

**Bâle CTA SA**

Kunimattweg 14  
CH-4133 Pratteln  
Téléphone +41 61 413 70 70

**Lucerne CTA SA**

Staldenhof 18  
CH-6014 Lucerne  
Téléphone +41 41 348 09 90

**Uzwil CTA SA**

Bahnhofstrasse 111  
CH-9240 Uzwil  
Téléphone +41 71 951 40 30