

# La Pompe à chaleur récupère la chaleur perdue de l'installation frigorifique

L'entreprise pharmaceutique et biotechnologique Bachem AG à Bubendorf combine le système de réfrigération avec une pompe à chaleur pour produire de l'eau chaude à 70°C pour un réseau de chaleur. De cette manière, la quantité de combustible fossile utilisée pour produire de la chaleur dans les bâtiments concernés peut être réduite de 36 %.

La société technologique suisse Bachem développe des principes actifs pour les médicaments. Leader mondial dans le développement et la production de peptides, elle étend son champ d'activité aux oligonucléotides. Les peptides sont des chaînes d'acides aminés qui sont synthétisées par des moyens chimiques. Les principes actifs sont utilisés dans des médicaments pour le traitement du cancer, dans des cosmétiques de haute qualité et également dans l'alimentation (édulcorant aspartame). Les oligonucléotides sont produits industriellement par synthèse chimique. Ils sont utilisés dans les tests génétiques, les thérapies géniques et le traitement des maladies métaboliques.

Les principes actifs sont produits dans des réacteurs qui sont spécifiquement refroidis et chauffés. Certains laboratoires et salles de production sont soumis à des exigences réglementaires strictes concernant l'air des locaux. La climatisation des locaux est tout aussi exigeante.



## Bilan du projet sur la pompe à chaleur

- Retour sur investissement : 5 à 6 ans
- Couverture de 36 % de la demande de chaleur des bâtiments C1, C3, G et F de l'usine de Bubendorf
- Production d'eau chaude à 70°C
- Récupération de 45 % de la chaleur provenant de la nouvelle installation frigorifique

### Des objectifs ambitieux en matière de durabilité

Ce qui a commencé en 1971 avec trois personnes est aujourd'hui une entreprise technologique d'envergure mondiale qui emploie plus de 1 500 personnes et est cotée en bourse depuis 1998. Ce qui n'a pas changé au fil des ans, c'est la fidélité au siège de Bubendorf, dans le canton de Bâle-Campagne, et un grand engagement écologique. Depuis plus de deux décennies, le programme Responsable Care oriente de nombreux domaines d'activité et promeut, entre autres, l'utilisation responsable des ressources. Bachem est également impliqué dans l'Agence de l'énergie pour l'économie (AEnEC). Grâce à un plan pluriannuel, les émissions de CO<sub>2</sub> des deux sites suisses de Bubendorf et de Vionnaz, dans le canton du Valais, devraient être réduites de 600 tonnes par an.

### Couvrir la demande supplémentaire de refroidissement de manière réfléchie

Avec l'augmentation de la production prévue sur le site de Bubendorf en 2014, une hausse de la demande de refroidissement est apparue. En conséquence, les deux centres de refroidissement du site, qui compte neuf bâtiments, ont dû être agrandis. Peter Seiz, responsable de l'ingénierie globale chez Bachem, a dirigé les travaux de planification : "Après les premiers calculs approximatifs, il nous est rapidement apparu que nous voulions utiliser les rejets de chaleur des nouveaux générateurs de froid pour l'un de nos réseaux de chauffage sur le site au lieu de les évacuer dans l'environnement via des refroidisseurs secs comme auparavant."

### La production combinée de froid et de chaleur permet de récupérer la chaleur.

Sur la base d'une étude de concept externe réalisée par Eicher + Pauli, Bachem a trouvé la solution optimale dans un nouveau centre énergétique supplémentaire avec production combinée de froid et de chaleur dans le bâtiment F. Le système combine une machine frigorifique et une pompe à chaleur en une seule unité. Deux compresseurs de réfrigération produisent l'eau froide à 8 °C nécessaire à la production. Cette opération produit des rejets de chaleur à une température de 45 °C. Ceux-ci sont portés à 70 °C par la pompe à chaleur et peut ainsi être utilisée dans un réseau de chaleur pour le chauffage des bâtiments et de l'eau chaude sur le site de Bachem.

### Réfrigérant à base d'ammoniac - éprouvé depuis de nombreuses décennies

Il était clair dès le départ que la nouvelle installation utiliserait l'ammoniac comme réfrigérant. Bachem utilise l'ammoniac dans ses installations de réfrigération depuis plus de 20 ans. Les experts internes de l'exploitation ont une bonne expérience en la matière et savent comment manipuler le réfrigérant naturel. L'ammoniac est intéressant pour les systèmes de réfrigération ainsi que pour les pompes à chaleur, tant sur le plan écologique que pour ses très bonnes propriétés énergétiques.

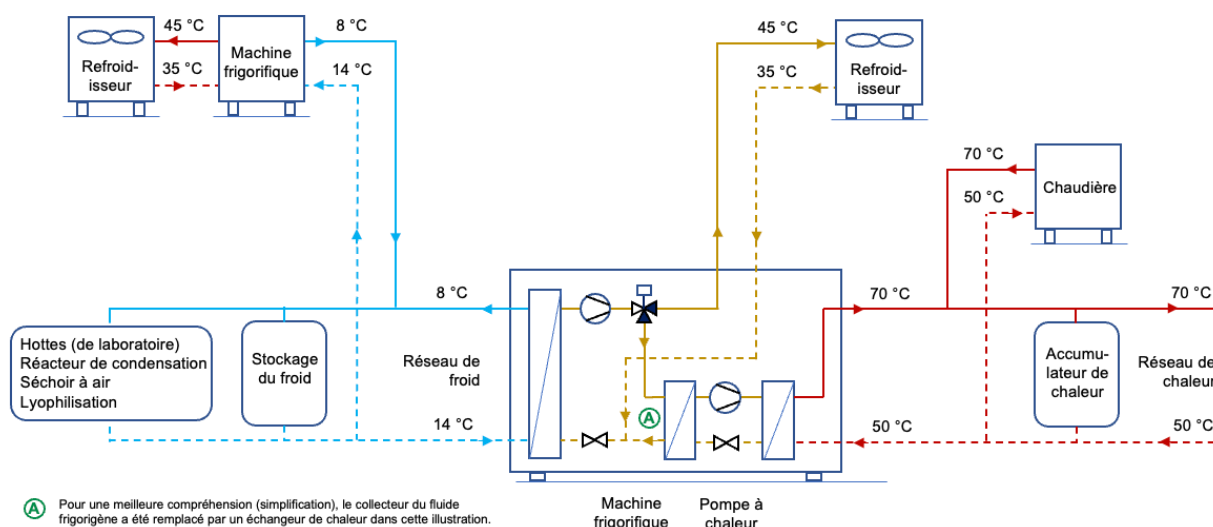


Figure 1 : Représentation simplifiée de la nouvelle installation combinée de refroidissement/chauffage et de son intégration dans le système global selon la planification. La chaleur (perdue) de la machine frigorifique est récupérée par une pompe à chaleur. S'il n'y a pas de demande de chaleur, la chaleur est évacuée par le refroidisseur.

## Construire dans des structures existantes est exigeant.

Créer une capacité de production supplémentaire dans des bâtiments existants est toujours un défi pour les entreprises. Ce problème s'accroît dans des secteurs tels que la chimie, la pharmaceutique ou la biotechnologie, où les exigences sont particulièrement élevées, par exemple en matière de conditionnement des locaux. "Nous avons des spécifications strictes concernant le renouvellement de l'air dans les salles blanches", explique Patrick Schwab, chef de groupe pour la technologie et l'infrastructure chez Bachem. "Pour nous, construire dans le bâti existant signifiait étendre les capacités de refroidissement et de chauffage dans le cadre de l'enveloppe du bâtiment existant avec ses installations techniques (par exemple, les monoblocs de ventilation)." A titre d'exemple, il n'y avait pas de place pour des monoblocs supplémentaires, et il n'était pas non plus possible d'installer des serpentins de chauffage plus grands. "Il n'était donc pas possible de travailler avec des températures de départ plus basses. L'utilisation d'une pompe à chaleur est essentielle pour atteindre notre objectif. Elle permet d'augmenter la température de la chaleur résiduelle de l'usine et de la rendre utilisable par les systèmes existants", explique Patrick Schwab. Bachem a également eu de la chance en ce qui concerne l'emplacement du nouveau système de production de froid et de chaleur. Un ancien bassin d'eau qui n'était plus utilisé a pu être transformé en local technique. Et le refroidisseur a trouvé une place directement au-dessus, sur le mur du bâtiment.

## Contribution marquée de la pompe à chaleur

Bien que la demande de chaleur soit faible au cours du semestre d'été et que la capacité de refroidissement reste constamment élevée, la nouvelle pompe à chaleur peut utiliser un bon 55% de la chaleur résiduelle de la machine frigorifique. Cela signifie que la pompe à chaleur couvre environ 36% de la demande annuelle de chaleur des bâtiments C1, C3, G et F de l'usine de Bubendorf.

## La mise en service montre des vulnérabilités

La mise en service ne doit pas être sous-estimée avec ces solutions hybrides. "Finalement, nous avons dû encore fournir un travail soutenu pour que le système fonctionne parfaitement", sourit Patrick Schwab, qui est en grande partie responsable du bon fonctionnement de l'approvisionnement en chauffage et en refroidissement à Bachem. Contrairement au chauffage à mazout, une pompe à chaleur est très sensible aux variations de température, même minimes. Les pompes à chaleur sont également moins tolérantes aux déficiences hydrauliques dans la distribution de la chaleur. "Nous avons découvert un défaut dans l'intégration hydraulique de la chaudière lors de la mise en service de la pompe à chaleur", explique M. Schwab. "Un défaut qui existait depuis plusieurs années, mais qui n'a entraîné un dysfonctionnement qu'avec la nouvelle pompe à chaleur et qui a donc pu être détecté." L'élimination de ces points faibles augmente également la fiabilité opérationnelle de l'ensemble du système.

## Flux d'énergie conventionnel

Bâtiments C1, C3, G et F

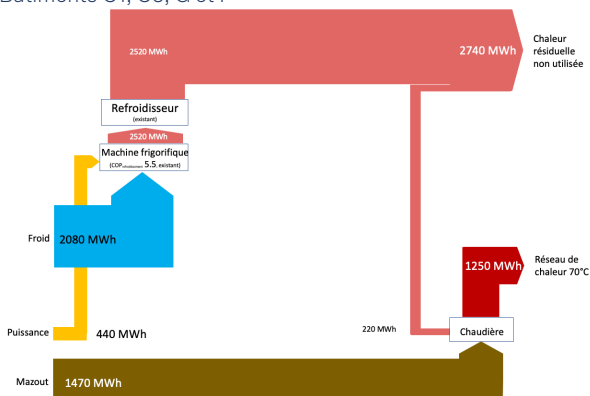


Figure 2 : Situation avant l'installation de la pompe à chaleur : Pour la production de chaleur des bâtiments C1, C3 G et F.

## Flux d'énergie planifié

Bâtiments C1, C3, G et F (valeurs de planification 2014)

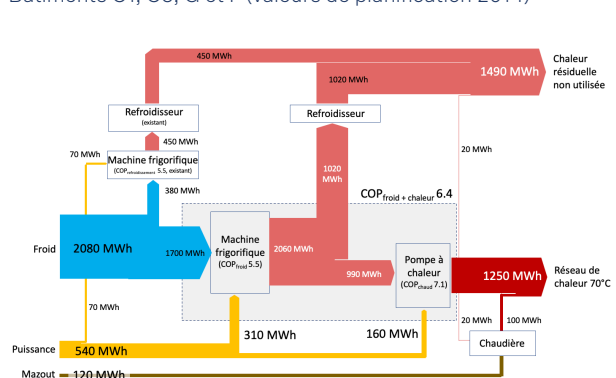


Figure 3 : Situation après l'installation de la pompe à chaleur : La production combinée de froid et de chaleur réduit la demande annuelle de mazout pour les bâtiments C1, C3, G et F de plus de 90 %.

### Les systèmes de chauffage et de refroidissement en réseau sont complexes.

Le réseau de refroidissement du site de Bubendorf est alimenté par deux centres de refroidissement existants ainsi que par le nouveau centre combiné de refroidissement et de chauffage. La mise en réseau des différents systèmes est l'enjeu central d'une solution de ce type. La priorité est toujours de fournir une alimentation en froid fiable pour les processus de production. Dans le même temps, il convient d'utiliser autant de chaleur perdue que possible.

Trouver le bon équilibre nécessite un certain doigté. La mise en marche et l'arrêt des différentes installations du système sont également compliqués par les "temps morts", pendant lesquels un système démarre et où "rien" ne se passe. La gestion de ce problème peut sembler simple sur le papier. Mais dans la pratique, qui ne tolère aucune interruption de fonctionnement, cela demande beaucoup d'expérience. Peter Seiz déclare : "La mise en réseau correcte des systèmes nécessite une bonne connaissance de nos processus. Cette tâche ne peut donc pas être externalisée. Il faut une équipe interne d'ingénierie et de maintenance expérimentée, qui maîtrise aussi bien les processus que les flux de refroidissement et de chauffage."

### Données de l'installation de Bachem

Puissance <sub>thermique</sub> de la pompe à chaleur	585 kW
Réfrigérant	Ammonia (NH <sub>3</sub> )
COP <sub>Heat</sub>	7.1 (Planification) 3-4 (pratique)
Wa Température de l'eau chaude	70 °C
P Retour sur investissement	5-6 ans

Sources des photos :  
Photo de la page de garde de Bachem AG,  
Photo page 4, Bachem AG, Peter Seiz  
Schéma page 2 et 3, zwiweg

SuisseEnergie  
Office fédéral de l'énergie OFEN  
Pulverstrasse 13  
CH-3063 Ittigen  
Adresse postale: CH-3003 Berne

suisseenergie.ch  
energieschweiz@bfe.admin.ch  
twitter.com/energieschweiz

### Gestion prévisionnelle

Les solutions innovantes faisant appel à de nouvelles technologies, telles que les pompes à chaleur industrielles, nécessitent une implication de la direction qui en évalue les avantages dans une perspective à long terme. "Chez Bachem, la fiabilité des infrastructures, y compris la production de l'énergie nécessaire au développement des installations de production, est plus importante que de courts retours sur investissements", déclare Peter Seiz. "Ainsi, le délai de retour sur investissement pour le développement de l'infrastructure peut parfois être plus long que d'habitude." Il est d'autant plus gratifiant que l'analyse de rentabilité du projet de pompe à chaleur a montré que l'investissement sera rentabilisé en 5 à 6 ans.



Figure 4 : Vue dans la centrale combinée de refroidissement et de chauffage. A gauche les deux compresseurs de réfrigération et à droite le compresseur de la pompe à chaleur.

### Un premier pas vers le "zéro émission".

L'exemple de Bachem montre que les pompes à chaleur peuvent dès aujourd'hui apporter une contribution importante à la production de chaleur écologique dans le secteur industriel. Afin d'atteindre l'objectif de "zéro émission nette" en 2050, c'est-à-dire une Suisse climatiquement neutre d'ici 30 ans, les entreprises disposant d'installations de production à long cycle de vie ont tout intérêt à prendre les devants dès aujourd'hui, pour passer progressivement aux énergies renouvelables. En outre, l'Office fédéral de l'énergie propose, depuis début 2021, des subventions pour les projets de pompes à chaleur dans le secteur industriel.