

L'éjecteur accroît l'efficacité

On trouve de nombreux rayons frigorifiques et bahuts de congélation fonctionnant 24h/24 dans les points de vente de la grande distribution. L'ajout d'un élément très simple à ces meubles frigorifiques permet de réduire de 15 % et plus leur consommation énergétique. C'est ce que montre un projet-pilote unique jusque là en Suisse, dans la filiale Migros de Bulle (FR). La technologie pour les installations frigorifiques CO₂ artisanales et industrielles pourrait bien faire des émules.



Jonas Schönenberger, chef de projet chez Frigo-Consulting AG, a planifié l'installation frigorifique CO₂ avec éjecteur de la filiale Migros à Bulle. Photo : élément p

Benedikt Vogel, sur mandat de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN)

Qui souhaite de nos jours acheter des produits réfrigérés ou surgelés, chez Coop, Migros et autres, doit d'abord ouvrir plusieurs vitrines réfrigérées ou faire coulisser le couvercle d'un bahut de congélation. C'est seulement après cette étape que les client(s) peuvent faire le plein de yaourts ou de bâtonnets de poisson. Il n'y a pas si longtemps de cela, les produits réfrigérés étaient encore accessibles directement. L'énergie frigorifique se répandait alors sans aucun obstacle dans le

magasin chauffé. Entre-temps, la plupart des détaillants ont éliminé ce gaspillage énergétique et économisent ainsi environ la moitié de l'énergie requise pour le refroidissement.

Cela prouve à quel point les mesures les plus simples peuvent avoir des effets prodigieux sur le plan énergétique. La filiale Migros à Bulle (FR) dispose aussi de meubles frigorifiques modernes. Mais ce n'est pas tout. Les responsables ont également optimisé l'installation frigorifique centrale sur le plan énergétique. Avec sa puissance frigorifique de 150 kW, cette machine dispose d'une con-

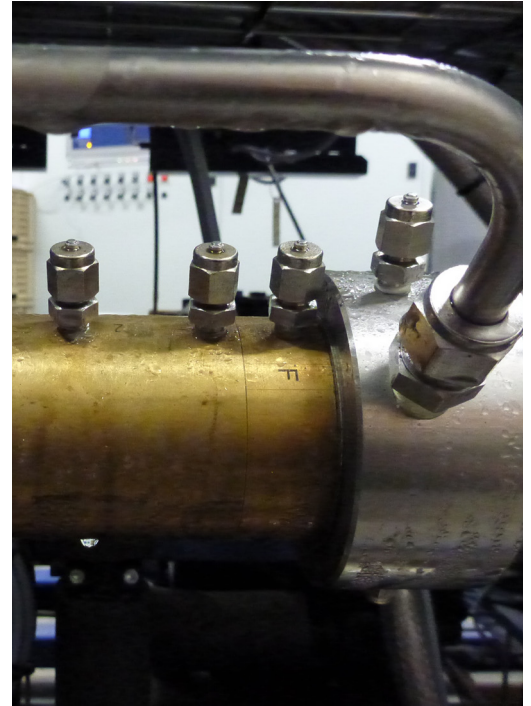
2 L'éjecteur accroît l'efficacité des installations frigorifiques

duite lui permettant d'alimenter en liquide de refroidissement CO₂ tous les rayons réfrigérés et bahuts de congélation, ainsi que les 14 chambres froides et de congélation.

Dans le meuble frigorifique, le dioxyde de carbone est guidé à travers les lamelles d'un évaporateur, en vue de son évaporation, afin d'extraire de la chaleur à l'environnement et de créer ainsi l'effet de refroidissement souhaité. Une fois que le liquide de refroidissement a transmis son froid, il retourne à l'installation frigorifique centrale dans laquelle il est préparé pour le prochain cycle par l'approvisionnement en énergie.

Effet de refroidissement identique mais à des températures plus élevées

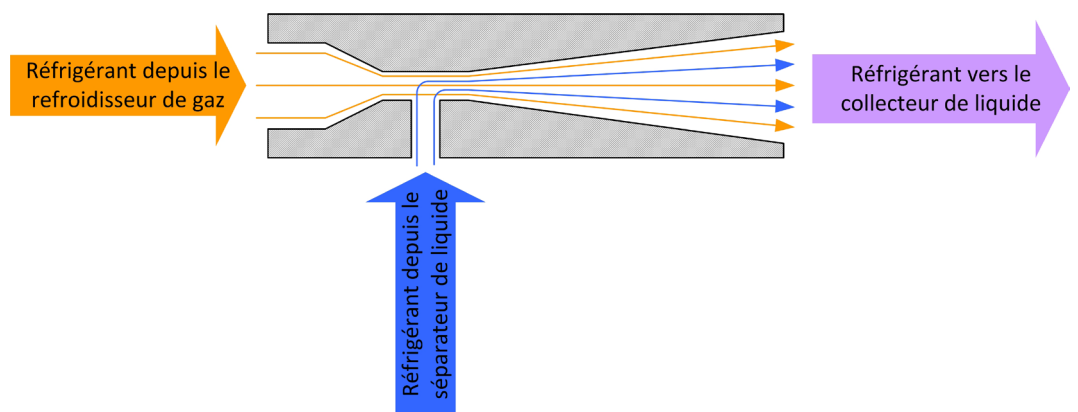
Dans la filiale Migros de Bulle, un liquide de refroidissement d'une température de -33 °C sert à refroidir à -20 °C les bahuts de congélation. Dans les rayons réfrigérés, un liquide de refroidissement de -8 °C suffit pour obtenir la température souhaitée, comprise entre 0 et 7 °C. C'était du moins le cas jusqu'à présent. Un nouveau tour de force est venu poser de nouveaux jalons il y a quelques mois : la température du liquide de refroidissement employé n'est désormais plus de -8 °C, mais de -2 °C seulement. « C'est là justement toute l'astuce de notre projet : notre liquide de refroidissement n'a plus qu'une température de -2 °C, mais nous parvenons quand même à réfrigérer nos rayons aussi fiablement qu'auparavant entre 0 et 7 °C.



Éjecteur tel que celui intégré à l'installation frigorifique CO₂ de la filiale Migros à Bulle. L'éjecteur ne dispose d'aucun composant mobile. Photo : FCAG

La température moins froide du liquide de refroidissement nous permet de réaliser des économies d'énergie considérables », déclare Jonas Schönenberger, chef de projet chez Frigo-Consulting AG et responsable de la planification du tout nouveau système frigorifique de Migros à Bulle.

L'astuce évoquée par Jonas Schönenberger est appelée « éjecteur » par les spécialistes



Le schéma explique comment l'éjecteur aspire l'agent frigorigène liquide du séparateur de liquide par phénomène de dépression. Schéma : FCAG

3 L'éjecteur accroît l'efficacité des installations frigorifiques

(cf. encadré). Ce composant de l'installation frigorifique centrale assure le fonctionnement correct du circuit de refroidissement, lorsque la température du liquide employé est de $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$, au lieu de $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$, comme expliqué ci-dessus. L'installation frigorifique équipée de l'éjecteur fonctionne depuis juin de l'année dernière. Durant les premiers mois d'exploitation, les techniciens ont mesuré, par intermittence, un gain d'efficacité de 20 à 25 %. Sur le long terme, Jonas Schönenber-



Le refroidisseur de gaz refroidi à l'air, situé sur le toit, fait partie de l'installation frigorifique centrale. La chaleur excédentaire est émise dans l'environnement. Photo : FCAG

ger escompte un gain d'efficacité de 15 %. Ce résultat est lui aussi considérable : l'économie correspond à 45 000 kWh pour une consommation d'électricité de 300 000 kWh par an. À un prix supposé de 6 c./kWh, un gros client industriel client économiserait ainsi 2'700 francs par an.

Si la technologie de l'éjecteur est mise en oeuvre en série, les surcoûts seront amortis en quelques années, espère M.Schönenberger.

Cet ingénieur spécialisé dans le génie des systèmes en est convaincu : « La technologie finira par s'imposer. »

Complément idéal de l'agent frigorigène CO_2

Soutenu par l'Office fédéral de l'énergie, ce projet-pilote à Bulle fait coopérer divers partenaires issus de différents pays : c'est l'institut de recherche norvégien SINTEF Energy Research qui a réalisé les calculs pour l'éjecteur. Son fabricant, ici le fabricant italien de systèmes de réfrigération Enex srl, s'est chargé de l'intégration à l'installation frigorifique. La société Alpiq InTec West AG, sise à Interlaken, s'occupe de l'installation, l'exploitation et la maintenance de l'éjecteur, comme de l'installation dans sa globalité.

Jusque dans les années 50, l'emploi du CO_2 en tant que réfrigérant était très répandu, comme dans l'industrie navale. Le dioxyde de carbone a ensuite été supplanté par des réfrigérants synthétiques capables d'agir à des pressions inférieures et considérés alors comme particulièrement sûrs. À l'heure actuelle, les réfrigérants synthétiques sont moins appréciés, voire même interdits en partie, car ils accentuent bien plus l'effet de serre que le CO_2 en cas de fuite. C'est la raison pour laquelle le dioxyde de carbone connaît aujourd'hui une renaissance dans la production de froid artisanale et industrielle. L'éjecteur bénéficie de cette évolution. En effet, le CO_2 en tant que réfrigérant est employé à une pression plus élevée en comparaison et dispose ainsi d'un potentiel énergétique susceptible d'être exploité en totalité au moyen de l'éjecteur.

En contrepartie, l'éjecteur permet au CO_2 de bénéficier d'un attrait supplémentaire en tant que réfrigérant. L'éjecteur procure en effet un gain d'efficacité aux installations frigorifiques CO_2 , qui augmentent ainsi leur compétitivité dans les régions du sud plus chaudes, à savoir les régions dans lesquelles les conditions climatiques étaient jusque là défavorables à leur exploitation en raison des températures. « L'éjecteur continuera d'accroître l'efficacité

des installations frigorifiques et de supplanter de plus en plus les réfrigérants synthétiques », déclare Daniel Baumann, d'Alpiq InTec West AG.

- » Pour obtenir des informations supplémentaires, s'adresser à Stefan Renz (renz.btr[at]swissonline.ch), chef du programme de recherche 'Pompe à chaleur & froid'.
- » Vous trouverez d'autres articles spécialisés concernant les projets de recherche, pilo-

tes, de démonstration et phares dans le domaine du froid sur le lien suivant: www.bfe.admin.ch/CT/pompes-froid.

L'éjecteur est une pompe fonctionnant sans approvisionnement en électricité

Dans un circuit de refroidissement, tel que celui employé chez des artisans ou des industriels, le réfrigérant revient sous forme de vapeur des meubles frigorifiques (rayons réfrigérés, bahuts de congélation) à l'installation frigorifique centrale. Le réfrigérant y est d'abord approvisionné en énergie sous forme de chaleur / pression à l'aide de différents compresseurs électriques, puis le CO₂ est ramené à l'état liquide par un refroidisseur de gaz, qui se trouve la plupart du temps sur le toit du bâtiment. Le réfrigérant liquéfié est alors détendu à 35 bar et à une température de 0 °C dans une vanne de régulation haute pression. Il est ensuite réacheminé sous cette forme jusqu'au circuit de refroidissement.

Si le liquide de refroidissement est employé à -2 °C au lieu de -8 °C, comme décrit dans le texte principal, il ne s'évapore donc plus en totalité dans l'échangeur thermique du rayon réfrigéré. Une partie du liquide de refroidissement reste à l'état liquide. Ce liquide ne peut pas être comprimé par les compresseurs, mais il doit – immédiatement – être directement réacheminé au début du circuit de refroidissement. Pour y parvenir, on peut employer une pompe électrique. Il est toutefois encore plus judicieux de faire usage d'un éjecteur, car celui-ci fonctionne comme une pompe mais sans approvisionnement en électricité. L'éjecteur est uniquement entraîné par le CO₂ circulant dans le circuit de refroidissement.

En principe, l'éjecteur n'est rien d'autre qu'un tuyau au diamètre partiellement rétréci. Son mode de fonctionnement repose sur la loi physique selon laquelle un liquide circulant dans un tuyau au diamètre rétréci crée une dépression (effet Bernoulli) ; on parle de pompe à jet dans d'autres contextes techniques. L'effet d'aspiration, causé par la dépression, est employé par l'éjecteur pour réacheminer les composants encore liquides du CO₂ au début du circuit de refroidissement par une nouvelle conduite (en rouge sur le schéma). Le liquide s'y mélange au CO₂ restant, la pression et la température s'ajustent. L'éjecteur utilise de manière ciblée l'énergie dégagée lors de la détente de la vanne de régulation haute pression et qui s'échappe sans être employée en l'absence d'éjecteur.

En théorie, l'éjecteur pourrait aussi accroître considérablement l'efficacité dans d'autres domaines d'application de la technique du froid – dans un réfrigérateur, par exemple. Il n'est toutefois pas encore possible d'y employer l'éjecteur de manière rentable. BV

Bundesamt für Energie BFE

Mühlestrasse 4, CH- 3063 Ittigen, Postadresse: CH-3003 Bern
Telefon +41 (0)31 322 56 11, Fax +41 (0)31 323 25 00
[cleantech\[at\]bfe.admin.ch](mailto:cleantech[at]bfe.admin.ch), www.bfe.admin.ch