

**Rapport final du Conseil communal au sujet du postulat n° 75 (2021-2026)
de Mmes et MM. Jean-Thomas Vacher, Valérie Kohler (Le Centre/PVL),
Simon Jordan (CG-PCS), Adrienne Salina (PLR), Guy-Noël Jelk (PS), José Uldry (UDC)
et Amélie Baechler (Vert·e·s)
demandant d'étudier la possibilité de réaliser un projet pilote de chauffage
et refroidissement urbain utilisant du CO₂.**

En séance du 11 octobre 2022, le Conseil général transmettait au Conseil communal le postulat n° 75 de Mmes et MM. J.-T. Vacher, V. Kohler, S. Jordan, A. Salina, G.-N. Jelk, J. Uldry et A. Baechler lui demandant d'étudier la possibilité de réaliser un projet pilote de chauffage et refroidissement urbain utilisant du CO₂.

Résumé du postulat

"La HES-SO Valais et l'EPFL ont développé [...] un réseau de distribution de chaleur et de froid utilisant du CO₂ sur le principe des pompes à chaleur".

"Ce projet [...] a été développé en collaboration avec la start-up ExerGo et les entreprises régionales Zero-C et Oiken et est soutenu par l'Office fédéral de l'énergie".

"Un quart des émissions mondiales de gaz à effet de serre provenant des systèmes de chauffage et refroidissement, ce secteur joue un rôle essentiel dans la transition vers un monde décarboné".

Par ce postulat, le Conseil communal est prié:

- d'évaluer les synergies possibles avec le programme CAD;
- d'étudier les opportunités d'une collaboration avec les développeurs du programme afin de réaliser un projet pilote sur le territoire communal;
- d'estimer les coûts financiers de la mise en place d'un tel projet pour la commune.

Réponse du Conseil communal

Préambule

Le développement des réseaux thermiques constitue un élément essentiel des stratégies élaborées pour atteindre les objectifs de décarbonation d'ici 2050. La majorité des réseaux existants sont aujourd'hui des réseaux de chaleur à distance (CAD) à haute température alimentés par des producteurs de chaleur (usines d'incinération de déchets, chaudières à bois, chaudières à gaz ou mazout, pompes à chaleur, etc.) dont la chaleur est distribuée par des conduites d'eau aller-retour et

transférée aux utilisateurs finaux par des systèmes d'échangeurs de chaleur. Les réseaux de froid, quant à eux, permettent le rafraîchissement des bâtiments et de subvenir à des besoins de process, en utilisant une configuration de réseau similaire au réseau CAD.

Là où les réseaux classiques ne peuvent remplir qu'une fonction unique (chauffer ou refroidir), un autre type de réseau offrant la possibilité de remplir les deux fonctions grâce à la mutualisation des besoins de chaud et de froid a été développé plus récemment; le réseau d'anergie.

Un réseau d'anergie est un réseau thermique à basse température (entre 3 et 15°C) qui permet la distribution de chaleur (via des pompes à chaleur chez les consommateurs) et de froid (par refroidissement direct). Ces réseaux sont particulièrement adaptés pour valoriser efficacement la chaleur de l'environnement (lacs, rivières, géothermie, etc.) de par leur température proche de celle du réseau. Les réseaux d'anergie fonctionnent ainsi en échangeant les besoins de chaleur et de froid entre les différents utilisateurs. Ainsi, les rejets thermiques des uns deviennent une source d'énergie pour les autres. Le déficit ou le surplus d'énergie de chaque consommateur est fourni ou dissipé par une installation d'appoint, une installation de géothermie par exemple.

Les réseaux d'anergie actuellement en exploitation utilisent l'eau comme fluide caloporteur, comme les réseaux de chaleur à distance (CAD) et froid à distance (FAD) classiques. Afin d'être compatibles à la fois avec les régimes de température définis par la climatisation et ceux requis par les pompes à chaleur, une différence de température réduite est nécessaire entre les deux branches du réseau (3-6°C). Il en résulte une faible densité énergétique qui impose des diamètres de conduites, des fouilles et des travaux de génie civil plus conséquents pour les réseaux d'anergie et FAD que pour les réseaux CAD classiques dont les différences de températures sont plus conséquentes (15-35°C). Les contraintes d'implantation des réseaux d'anergie et de FAD sont ainsi difficilement compatibles dans des sous-sols des milieux urbains régulièrement saturés.

Les réseaux d'anergie au CO₂ tels que proposés dans le projet de la HES-SO Valais et de l'EPFL visent à apporter une solution à ces contraintes d'aménagement en remplaçant l'eau comme fluide caloporteur volumineux par du CO₂ en utilisant ses propriétés et l'exploitation de la chaleur latente (passage d'un fluide d'un état gazeux vers l'état liquide, et inversement). Cette combinaison offre une densité thermique supérieure à l'eau et permet ainsi de réduire sensiblement la taille des réseaux de transport. Une fois toutes les contraintes hydrauliques prises en compte, l'empreinte d'un réseau d'anergie à CO₂ est environ deux à trois fois plus faible que celle d'un réseau à eau équivalent¹. Une telle réduction présente un avantage lors des travaux de pose des réseaux en diminuant les volumes d'excavation nécessaires, et en faciliterait la mise en place par une réduction du poids et du volume des éléments à mettre en fouille. La combinaison de ces différents éléments favoriserait l'implantation de ce type de réseau en milieu urbain.

Aux éléments présentés ci-dessus s'opposent les désavantages suivants:

Les réseaux CO₂ nécessitent une pression de service élevée (jusqu'à 60 bars). Si ces pressions sont très usuelles dans des usages frigorifiques spécifiques, celles-ci ne le sont pas dans un contexte urbain. Ces pressions élevées impliquent donc des risques de sécurité élevés non seulement lors de la mise en œuvre du réseau, mais également en cas d'éventuelle rupture de conduites ultérieure, ou d'endommagement par des tiers lors de travaux sur des services présents à proximité (eau, électricité, gaz, etc.). L'exploitation de tels réseaux nécessite donc des précautions adaptées et du personnel spécialisé.

¹ Dorsaz, Henchoz, Mian, Page, *Réseau d'anergie à base de CO₂*, bulletin Electrosuisse, février 2023

La régulation d'un tel système est complexe et représente un défi conséquent en comparaison des réseaux CAD/FAD classiques. La gestion de l'énergie et des flux, le stockage et le déstockage sont encore à démontrer.

De plus, ce type de réseau est plutôt adapté à de grandes infrastructures avec des utilisateurs ayant des profils différents afin de garantir la possibilité d'échanges thermiques conséquents.

Afin d'analyser la viabilité du concept, la HES-SO Valais et l'EPFL ont mis en service une installation pilote en condition réelle dans les locaux de la HES-SO Valais à Sion en juin 2022. Cette installation alimente en chaud et en froid trois bâtiments, et le fonctionnement été/hiver est présenté ci-après.

En fonctionnement estival, du froid est prélevé dans la nappe phréatique à proximité et transféré aux bâtiments par le CO₂ en phase liquide. Ce dernier prend la chaleur du bâtiment, s'évapore et retourne vers la nappe phréatique en phase gazeuse. A hauteur de la nappe, le gaz transfère sa chaleur à la nappe et retourne à l'état liquide. La nappe se réchauffe.

En fonctionnement hivernal, la chaleur non disponible par les utilisateurs est prélevée dans la nappe phréatique par le réseau CO₂ en phase gazeuse puis montée en température par des pompes à chaleur (PAC) afin de convenir aux besoins du bâtiment. Le CO₂ retourne vers la nappe en phase liquide après avoir transféré son énergie au bâtiment. La nappe se refroidit.

Il est également important de mentionner que le CO₂ est présent dans un réseau fermé, et que celui-ci est lié à la nappe et aux consommateurs par des systèmes d'échange de chaleur. Le CO₂ n'est ainsi jamais en contact direct avec la nappe ou la distribution interne du bâtiment.

Ci-dessous, les schémas explicatifs du fonctionnement de l'installation pilote de Sion:

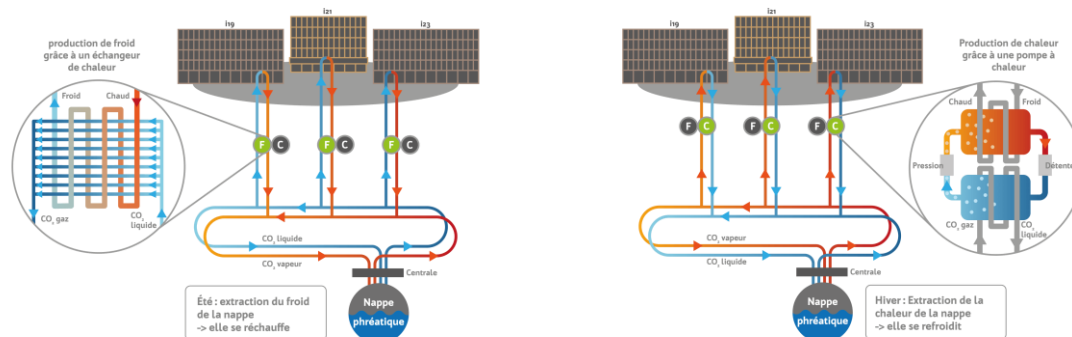


Figure 1: Réseau thermique CO₂ pilote de Sion, mode été

Figure 2: Réseau thermique CO₂ pilote de Sion, mode hiver

Evaluation des synergies possibles avec le programme CAD

Comme mentionné en préambule, si les buts sont similaires (fourniture de chaleur et/ou fourniture de froid), les méthodes et technologies sont très différentes, tant au niveau du système de production de chaleur ou de froid, que dans le transport de l'énergie (fluide et réseaux différents). A ce titre, aucune synergie avec les réseaux de CAD existants n'est identifiée en exploitation.

Cependant, il apparaît que les conduites gaz et CAD existantes et hors service pourraient potentiellement et partiellement être réutilisées afin d'y introduire les réseaux CO₂ de tailles plus réduites. Ceci aurait l'avantage de baisser les coûts en réutilisant des matériaux existants et de se passer de certains travaux de fouilles et des nuisances associées en milieu urbain. Cela devra cependant être validé en exécution car cela n'a pour l'heure pas encore été réalisé sur le terrain.

Etudier les opportunités de développement d'un projet pilote sur le territoire communal

A l'échelle de la ville de Fribourg, ce concept pourrait trouver du sens dans certaines zones définies par la planification énergétique comme n'étant pas propices au développement du CAD tel qu'actuellement développé. Il apparaît effectivement non souhaitable de développer deux types de réseaux dans une même zone.

Afin d'étudier les potentiels de développement sur le territoire communal, il conviendra donc de réaliser une étude d'opportunité afin d'identifier certaines zones potentiellement admissibles pour ce type de réseau en observant les caractéristiques suivantes:

- zones non-desservies par le CAD;
- besoins avérés de chaud et de froid;
- proximité d'une source renouvelable pour maintenir l'équilibre thermique du réseau.

Il conviendra ensuite d'établir une comparaison en termes de coûts, de sécurité d'approvisionnement, de risque technologiques et financiers avec des solutions alternatives, tel qu'un micro-CAD local, ou d'une somme de solutions individuelles renouvelables.

La question de l'exploitation à long terme d'un tel réseau se pose également. Les contracteurs usuels tardent pour l'heure à se lancer dans une entreprise utilisant ce type de réseau. Au-delà du réseau lui-même, les interfaces permettant la distribution au sein d'un bâtiment sont différentes des interfaces actuelles (fluide différent, haute pression) et nécessitent du personnel ainsi que des infrastructures adaptées. A titre d'essai pilote avec une technologie pour l'heure non mature, cela représenterait donc une part de risque conséquente à considérer.

Estimer les coûts financiers de la mise en place d'un tel projet pour la commune

L'estimation des coûts financiers n'est pour l'heure pas possible à réaliser en l'état. Celle-ci serait définie par une étude de faisabilité à réaliser et serait dépendante des points suivants, de façon non exhaustive:

- type et envergure du projet pilote;
- type et nombre de preneurs d'énergie;
- typologie du site et des ressources à proximité.

En termes de coûts, le projet pilote réalisé à Sion représente un investissement de CHF 4 millions pour la fourniture de chaleur (380 kW) et de froid (450 kW) pour trois bâtiments de la HES-SO Valais. Cependant, il est à noter que ces installations intègrent une grande part de développement et sont également destinées à faire office de laboratoire pour les étudiants et sont, par conséquent, plus lourdement monitorées que des installations en situation d'exploitation habituelle. Il n'est donc pas possible d'y effectuer une quelconque extrapolation avec de potentielles installations sur le territoire communal.

Conclusion

Le développement d'un tel projet permettrait d'offrir une certaine visibilité à la Ville de Fribourg, tout en participant à la réduction des émissions de CO₂ et en mettant en avant une part considérable d'innovation. Il convient cependant de rappeler que cette technologie n'est pour l'heure pas encore éprouvée. A ce titre, l'installation de Sion doit tout d'abord permettre de démontrer la validité, la fiabilité et la sécurité de fonctionnement du concept dans des conditions d'exploitation proches du réel avant de le déployer dans le cadre d'un quartier comprenant une certaine mixité parmi les preneurs d'énergie (preneurs publics, institutionnels, privés).

Cependant, la Ville de Fribourg est favorable à entreprendre des discussions avec ExerGo, la start-up développant ce concept, afin d'identifier si un secteur du territoire communal pourrait être susceptible d'accueillir de telles installations et s'il est envisageable et pertinent de lancer une étude de faisabilité, première étape nécessaire avant tout autre développement ultérieur.

Le postulat n° 75 est ainsi liquidé.