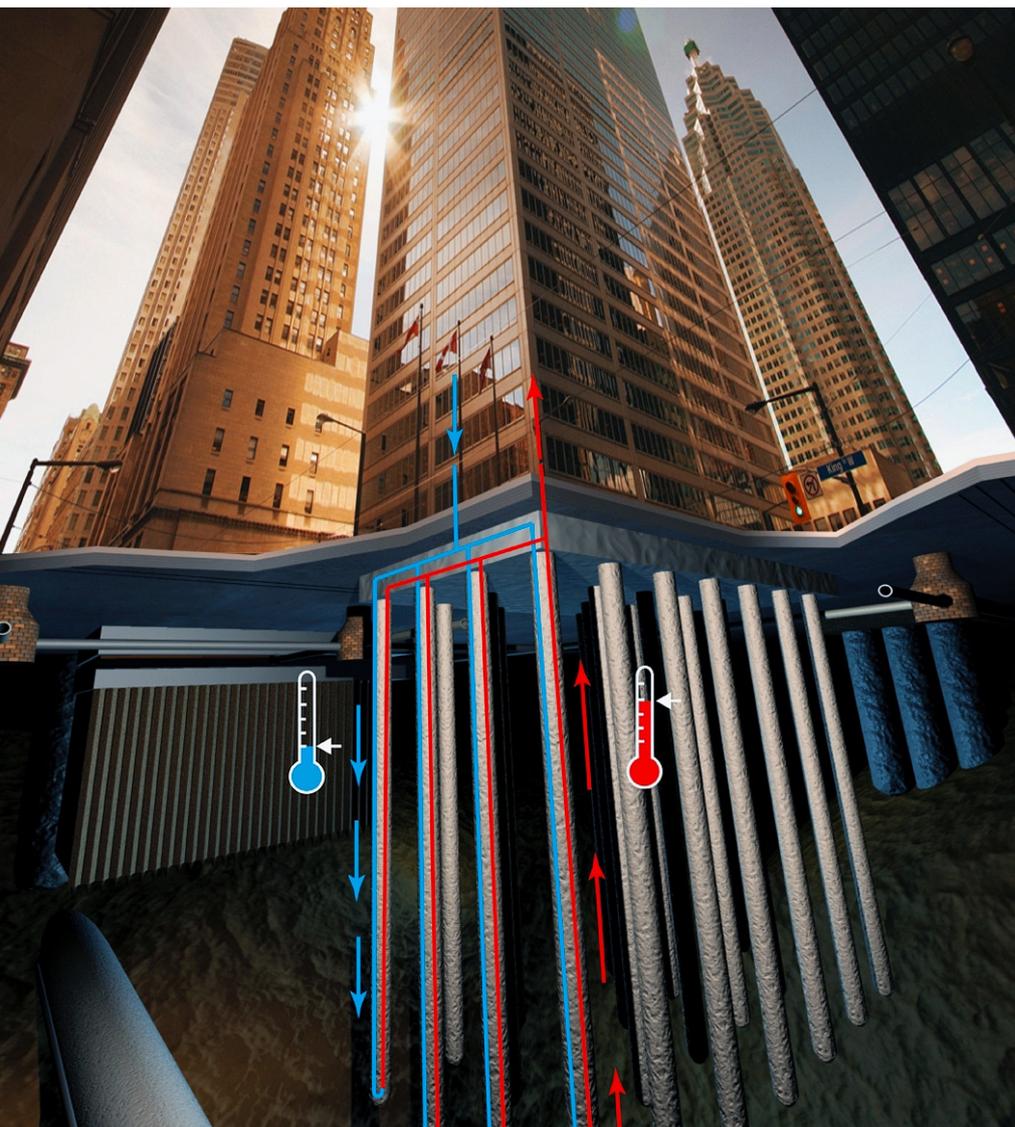


# Fraîcheur durable grâce aux géostructures énergétiques

De plus en plus, nos bâtiments sont confrontés à des problèmes de surchauffes estivales. Il convient d'y penser avant toute nouvelle construction: les géostructures énergétiques constituent une solution simple et durable.



La géothermie de surface peut être utilisée directement grâce aux fondations des bâtiments qui sont en contact avec le sol et peuvent être équipées de tubes échangeurs. Photo: mäd.

En Suisse, la demande en froid de nos habitations est faible et souvent limitée par les autorités, mais la tendance commence à s'inverser. Alors quelles solutions? Outre une modification de nos réflexes de conception des bâtiments – surfaces vitrées, brise-soleil, ventilation naturelle –, des solutions techniques vont devoir être de plus en plus adoptées. Il existe actuellement plusieurs technolo-

gies permettant de chauffer en hiver mais aussi de rafraîchir les bâtiments en été. L'une de ces technologies utilise la géothermie de surface directement grâce aux fondations des bâtiments: il s'agit des géostructures énergétiques.

## Insérer des tubes en plastique

Les géostructures, le plus souvent les pieux, murs ou dalles servant de fonda-

tions aux bâtiments, sont des éléments porteurs qui permettent de soutenir nos constructions. Ces éléments généralement en béton armé et en contact avec le sol peuvent être équipés de tubes échangeurs à des fins énergétiques. Des tubes en plastique sont insérés dans les fondations durant la construction, puis noyés dans le béton.

## Remplacer les climatisations et économiser de l'énergie

Le principe est simple: dès quelques mètres de profondeur, le sol bénéficie d'une température constante, autour des 12°C en Suisse. Cette énergie thermique est durable, disponible toute l'année, peu importe les conditions climatiques ou l'heure de la journée. Dans le plus simple des cas, de l'eau circule dans les tubes et se réchauffe ou se refroidit au gré des saisons en échangeant de la chaleur ou du froid avec le sol. Le plus souvent connectées à une pompe à chaleur pour le chauffage en hiver, en été les géostructures énergétiques peuvent être utilisées directement pour rafraîchir les bâtiments à moindre coût, grâce au géocooling. Cette méthode permet de faire diminuer les températures de 4 à 5°C avec une très faible consommation d'électricité, et permet d'éviter ou de remplacer la climatisation ou autres systèmes frigorifiques, souvent très énergivores.

## Recharge thermique du terrain assurée

Chauffer et refroidir, c'est même plus efficace! En réalité, en rafraîchissant le bâtiment grâce au géocooling, on assure aussi la recharge thermique du terrain. Les échanges de chaleur avec le terrain sont donc plus équilibrés, le système plus efficace, plus durable, et plus intelligent que d'autres systèmes géothermiques qui n'extraient que de la chaleur; extraction qui doit être limitée et bien maîtrisée pour ne pas refroidir excessivement le terrain. De plus, le fait d'utiliser le même système pour une application duale en utilisant la même source d'énergie de façon équilibrée, est aussi plus avantageux puisqu'on évite de mul-



Des tubes en plastique sont insérés dans les fondations durant la construction, puis noyés dans le béton: un aperçu du chantier à Fully. *Photo: mäd.*

tiplier les systèmes et la technique du bâtiment. A l'avenir, l'augmentation des besoins en frais des bâtiments sera donc plutôt bénéfique pour le développement de cette technologie particulièrement adaptée à cette double utilisation saisonnière.

### Réduction des émissions en CO<sub>2</sub>

Les géostructures énergétiques permettent donc avec un seul système énergétique la production de chaleur et de froid renouvelable pour nos bâtiments. Cette technologie fonctionne en circuit fermé, ce qui évite les risques de pollution ou contamination de nappes ou du terrain. De plus, elle réduit jusqu'à 70% les émissions de CO<sub>2</sub> d'une construction. Cette technologie 2 en 1 a de nombreux avantages, outre le fait qu'il s'agit d'une solution durable, elle n'engendre pas de surcoûts importants puisqu'elle est intégrée à la construction. Seuls les coûts liés à la mise en place des tubes et éventuellement de la pompe à chaleur doivent être considérés, un investissement rapidement amorti par la production d'énergie.

Néanmoins, cette solution doit être adoptée au plus tôt dans le projet puisque la technologie ne peut être installée que lors de la construction des fondations. C'est malheureusement souvent la raison pour laquelle un projet de géostructures énergétiques n'aboutit pas, l'étude de la technologie arrivant trop tard dans le processus, faute d'information ou de connaissance. C'est pourquoi, le Laboratoire de Mécanique des Sols de l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne (LMS-EPFL), qui a lar-

gement contribué au développement de cette technologie au cours des vingt dernières années, multiplie ses actions pour informer et assurer le transfert technologique de cette innovation. Cela passe en partie par la formation, le LMS formant entre autres les futures générations d'ingénieurs en proposant un cours de Master spécialisé sur les géostructures énergétiques aux étudiants de Génie civil de l'EPFL. Et les jeunes architectes ont aussi l'occasion d'être sensibilisés à la technologie pendant une semaine de projet interdisciplinaire. Le laboratoire accompagne également les praticiens grâce au développement d'outils de calculs, de méthodes ou encore en proposant son expertise via la spin-off GEOEG.

Certains ont tout de même passé le pas. Plusieurs projets ont été réalisés en Suisse, la majorité en Suisse allemande. Actuellement, les bâtiments tertiaires, administratifs ou scolaires se prêtent bien à ce type de technologie en raison de leurs besoins saisonniers en chaud et en froid. Quelques projets de logements ont également été réalisés.

### Fully (VS) montre l'exemple

La commune de Fully est sûrement une des communes pionnières en Suisse romande, qui optait pour cette technologie pour l'école primaire de Charnot en 2001, puis pour sa salle polyvalente en 2007. En raison de la nature du terrain, le bâtiment de l'école (en Minergie) repose sur 118 pieux battus dont 41 sont équipés d'échangeurs géothermiques pour subvenir aux besoins de l'établissement en chauffage comme en froid. Le réseau de pieux énergétiques permet de chauffer le bâtiment à l'aide de quatre pompes à chaleur, tandis qu'en été, le même réseau permet de rafraîchir le bâtiment (free-cooling) et d'assurer la recharge thermique du terrain. La distribution de chaud ou de froid dans les salles de classe est quant à elle assurée par un système de rayonnement par le plafond. Ce système basse température remplace les radiateurs conventionnels et permet une distribution uniforme de l'énergie dans les classes. Dès la première année de mise en service, les résultats de l'installation étaient très prometteurs et montrèrent une bonne performance. A ce jour, l'installation est toujours en service et satisfait ses utilisateurs.

Les 80 pieux énergétiques de la salle polyvalente de Charnot maintiennent quant à eux des températures confortables dans la salle de sport depuis sa mise en service. Les pieux énergétiques permettent également un rafraîchissement estival de l'installation sportive,

#### Quelques chiffres caractéristiques:

##### Ecole primaire de Charnot

Bâtiment: Minergie  
Surface de référence énergétique: 2635 m<sup>2</sup>  
Nombre de pieux énergétiques: 41  
Profondeur moyenne des pieux: 23 m  
Utilisation de l'énergie: chauffage et rafraîchissement estival sans machine frigorifique (free-cooling)  
Puissance totale des 4 pompes à chaleur: 56 kW  
Coefficient de performance COP (annuel): 3,8  
Coût total de l'installation du projet: 250000  
Maître d'ouvrage: Commune de Fully, contact —Raphaël Bender

##### Salle polyvalente de Charnot

Bâtiment: Minergie  
Nombre de pieux énergétiques: 80  
Profondeur moyenne des pieux: 25 m  
Utilisation de l'énergie: chauffage, eau chaude sanitaire et rafraîchissement estival avec machine frigorifique et free-cooling  
Puissance totale de la pompe à chaleur: 125 kW (chauffage) et 89 kW (froid)  
Coefficient de performance COP: 3,5 (pompe à chaleur avec ECS)/4,3 (free-cooling)  
Maître d'ouvrage: Commune de Fully, contact Raphaël Bender

avec ou sans machine frigorifique. Pour cette installation, deux types de rafraîchissement ont été choisis, soit la chaleur extraite des locaux est directement injectée dans le sol grâce à des pompes de circulation, ce qui permet de gagner quelques degrés en free-cooling. Soit une machine frigorifique est utilisée pour augmenter l'écart de température et rafraîchir davantage des locaux, particulièrement apprécié pendant un événement sportif.



Margaux Peltier  
Ing. Civil EPF

Laboratory of Soil Mechanics, EPFL

#### Références:

Le chaud et le froid sous nos pieds, Energielinnovation n° 58, SuisseEnergie, 2004  
Rapport final Pieux énergétiques avec distribution de chaleur et de froid intégrée dans la structure, M. Bonvin, P. Cordonier, Haute école valaisanne, OFEN, 2002  
Tecnoservice Engineering SA