

GENILAC, UN PRINCIPE SIMPLE AU SERVICE D'UNE INNOVATION

GeniLac, c'est le génie d'exploiter une ressource énergétique renouvelable disponible en grande quantité à portée de main. La valeur de ce projet consiste à intégrer des techniques et technologies connues et maîtrisées, de les assembler dans un concept novateur au service du développement durable, pour une énergie 100% renouvelable, 100% locale et non polluante. GeniLac n'est pas la première installation de ce type, mais l'une des plus importantes à s'inscrire dans une planification énergétique cantonale.

Martial Wicht, SSIGE

SIG exploite les calories du lac Léman pour produire du froid et de la chaleur destinés à chauffer et à rafraîchir les bâtiments de Genève-Lac-Nations, puis dans une étape ultérieure, jusqu'au centre ville et à l'aéroport (fig. 1).

SOCIÉTÉ À 2000 WATTS ET NOVATLANTIS

Ce projet novateur à plus d'un titre répond avant tout à la Stratégie énergétique du canton de Genève avec en point de mire la société à 2000 watts. Celle-ci se base sur les études de la plateforme novatlantis qui intègre les grands instituts de recherche helvétiques tels que l'ETH de Zurich, le PSI (Paul Scherrer Institut), l'EPFL de Lausanne, l'Empa, l'Eawag et d'autres. Novatlantis a pour objectif de favoriser la mise en œuvre des outils qui soutiendront la durabilité de notre espace de vie. La

première étape consiste à valoriser les résultats de la recherche en les transférant notamment vers les collectivités publiques. Novatlantis a ciblé trois domaines sur lesquels les actions ont un impact majeur sur la durabilité. Le premier est le domaine du bâti, qui à lui seul consomme près de 50% de l'énergie consommée en Suisse. Le second est celui des ressources, dont le niveau actuel de consommation est largement supérieur au seuil du renouvelable puisque notre pays a besoin de l'équivalent de trois planètes pour satisfaire ses besoins. Le troisième domaine est celui de la mobilité – troisième plus grand consommateur énergétique sur le territoire helvétique.

C'est sur la base de ces constats que la politique énergétique cantonale a fixé des objectifs et décidé les plans d'actions qui en découlent. Ces derniers doivent permettre de réduire la consommation thermique du canton de 6000 GWh/an en 2010 à 4500 GWh/an en 2035 – ceci en considérant une croissance de la population de plus de 20% sur la même période. A cela s'ajoute la volonté de multiplier par 5 la production thermique d'origine renouvelable pour atteindre 1500 GWh/an en 2035.

ZUSAMMENFASSUNG

GENILAC, EIN GENIALES PROJEKT

Die CO₂-Emissionen eines Gebäudes mit bewährten Technologien können um bis zu 80% reduziert werden, indem fossile Energieträger durch ein Fernwärmesystem mit niedriger Enthalpie ersetzt werden. Um die kantonalen Vorgaben zur Verbesserung der Energieeffizienz zu erreichen, bietet SIG (Services Industriels de Genève), insbesondere mit Eco21, Beratungsdienstleistungen zur Reduktion des Energieverbrauchs bei Heizung und Warmwasser an. Eine weitere Optimierungsmöglichkeit bietet der «verbesserte Verbrauch», d. h. der Umstieg von fossilen Energieträgern zu Systemen, die sich hauptsächlich an erneuerbaren Energien orientieren. Von diesem Standpunkt aus gesehen erweist sich das Seewasser als bedeutende Quelle erneuerbarer Energien – sowohl zum Heizen als auch zum Kühlen von Gebäuden. Zudem stellt das aus einer Tiefe von etwa 40 m gepumpte Wasser eine Energiequelle mit sehr stabiler Temperatur dar. Dieses Wasser wird zu einem qualitativ hochstehenden Energieträger und kann mit Wärmepumpen zu Heizzwecken genutzt werden. Im Sommer kommen Wärmetauscher zum Zug, um mit dem Wasser Gebäude zu kühlen.

Ein erstes Projekt (Genève Lac Nations, GLN), das mit dem Ziel lanciert wurde, Gebäude im Quartier der Internationalen Organisationen zu kühlen, erlaubte es, neu erstellte Gebäude gemäss Minergie-Standard zu heizen. Gleichzeitig wurde ein zweites Projekt für Gebäu-

MOINS CONSOMMER POUR CONSOMMER DURABLE

La stratégie de SIG, qui est une entreprise du domaine public, doit satisfaire les objectifs cantonaux tout en garantissant une rentabilité économique. Dans le secteur des bâtiments, on compte deux leviers sur lesquels il est possible d'améliorer la situation énergétique. Le premier consiste à moins consommer: on y trouve l'amélioration de l'isolation des bâtiments, qui n'entre pas dans le champ de compétences de SIG, et les économies d'énergie, domaine couvert par SIG avec son programme Eco21, qui propose du conseil pour la réduction de la consommation de chauffage et d'eau chaude et des services d'optimisation et de réglage des installations techniques.

Le deuxième levier concerne le «mieux consommer», c'est-à-dire la transition du fossile vers des systèmes basés principalement sur les énergies renouvelables.

Globalement, SIG s'est fixée pour objectif que ses projets dans le domaine thermique contribuent à 50% à l'objectif cantonal de transition.

Contact: elise.kerchenbaum@sig-ge.ch

C'est dans cette dynamique que l'eau du lac se révèle une source considérable d'énergie renouvelable, tant pour chauffer que pour refroidir les bâtiments. De plus, l'eau pompée à une profondeur d'environ 40 m à environ 1000 m de la rive représente une source d'énergie offrant une grande stabilité en température. Cette eau devient un vecteur énergétique de qualité et peut être exploitée par des pompes à chaleur (PAC). Utilisée en direct au travers d'échangeurs, elle permet de rafraîchir les bâtiments (fig. 2). Sur ces observations, le canton – avec pour maître d'œuvre SIG – a lancé le projet Genève-Lac-Nations (GLN), il y a plus de 10 ans. Ce premier projet, à l'origine de l'ambitieux projet GeniLac, avait pour objectif de rafraîchir les bâtiments existants dans le quartier des organisations internationales. Dans une deuxième phase, il a permis de chauffer des nouveaux bâtiments construits selon les standards Minergie. Ce premier projet représente plus de 32 millions de CHF d'investissement pour 2 × 5 km de réseau, une station de pompage et une multitude de sous-stations construites chez les clients pour un total de 20 MW de froid distribué.

A relever que ce projet a été soutenu par le projet européen TretraEner qui consiste à promouvoir les énergies renouvelables dans les zones urbaines. L'objectif du projet GLN était de diminuer la consommation électrique utilisée pour le rafraîchissement des bâtiments et de réduire les émissions de CO₂ pour la production de chaleur par le biais de pompes à chaleur. L'Université de Genève a également été impliquée dans ce projet, notamment pour démontrer que celui-ci n'avait pas d'impact environnemental négatif. L'université a assuré le développement d'une méthode pour l'audit des bâtiments existants qui devaient être raccordés au réseau GLN.

Parallèlement au projet GLN s'est développé un autre projet selon le même concept: il s'agit du projet VERSOIX LAC, qui consiste à fournir de la chaleur et du froid à un bâtiment du secteur secondaire, des bâtiments d'habitation, un hôtel, des centres commerciaux et un centre artisanal. Ces bâtiments sont répartis sur 3 sites, mais alimentés par une seule station de pompage.

GLN et VERSOIX LAC sont les projets avant-gardistes qui ont donné naissance à GeniLac. Le projet GeniLac va progres-



Fig. 1 Projet GeniLac: zones couvertes par l'énergie thermique renouvelable

(Source: SIG)

Projekt GeniLac: Gebiete, die durch erneuerbare Wärmeenergie abgedeckt sind

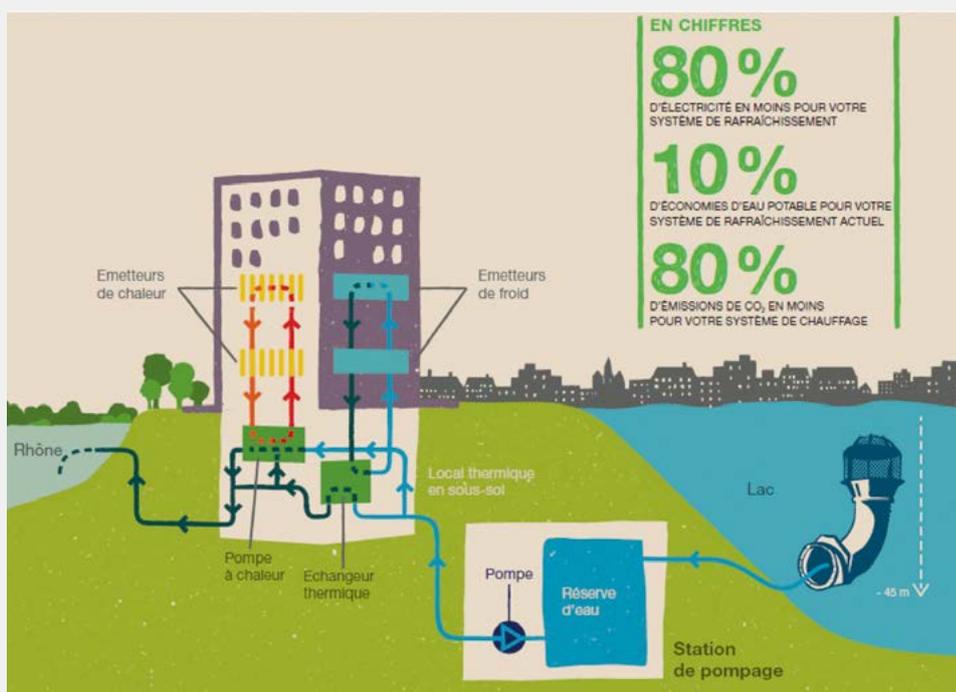


Fig. 2 Schéma de principe refroidissement et chauffage à distance à partir de l'eau du lac

(Source: SIG)

Schema des Fernkälte- und Fernwärmepinzips unter Verwendung von Seewasser

ser par étapes. La première, qui est en cours de construction, représente environ 20 MW_{th} de froid et 12 MW_{th} de chaud pour 3500 m³/h d'eau pompée au lac. L'investissement initial pour la première étape, comportant d'importants travaux d'infrastructure qui permettront de relier la station de pompage Barton aux différents clients du centre-ville, est de l'ordre d'environ 50 millions de CHF.

Dans sa phase finale, le projet offrira une puissance installée de plus de 250 MW_{th} de froid et 100 MW_{th} de chaud, ce qui correspond à la production d'une grande turbine à gaz à cycle combiné.

L'EAU PUISÉE DANS LE LAC LÉMAN

A partir de ces infrastructures, SIG offre des services en «contracting», comprenant le rafraîchissement des immeubles ainsi que le chauffage à partir de pompes à chaleur. Une chaudière à gaz naturel peut être combinée au système pour assurer la redondance. Le puisage d'eau dans le lac se fait à 45 m de profondeur au large du Vengeron. Plus de 5 km de conduites sous-lacustres amènent l'eau à une température constante à la station de pompage (fig. 3). Dans les sous-stations raccordées au réseau se trouvent des échangeurs thermiques pouvant servir au



Fig. 3 Station de pompage de 5 fois 700 m³/h (Source: SIG)
Pumpstation mit einer Durchflussrate von 5 x 700 m³/h

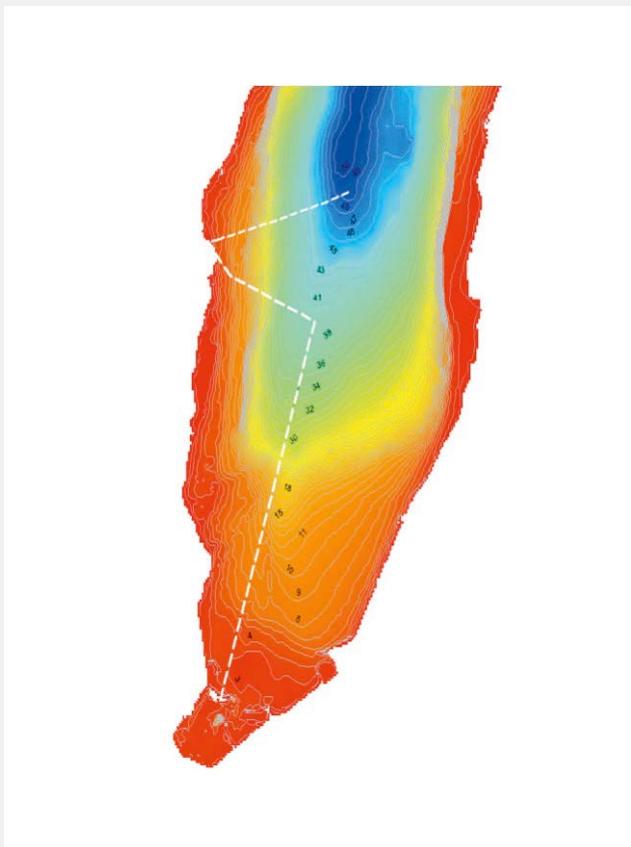


Fig. 4 Température de l'eau du lac (Source: SIG)
Temperatur des Seewassers

rafraîchissement direct et à l'évacuation de chaleur des groupes froids de process, ainsi que des pompes à chaleur utilisant l'eau du lac comme source froide. À noter que la température de l'eau pompée oscille autour d'une valeur de 6 °C pour atteindre une pointe à 8,25 °C en automne et un minimum à 5,3 °C à la fin de l'hiver, ce qui correspond à une amplitude de température de 2 °C plus faible que pour le projet GLN et par conséquent une performance des installations plus élevées, aussi bien en hiver qu'en été.

Comme annoncé, le projet GeniLac se déploie en plusieurs étapes. Il fut précédé par la mise en oeuvre du projet GLN, qui approvisionne en froid, respectivement en chaleur, les im-

meubles du secteur des Nations. Ce premier projet est en exploitation depuis 2009. Quant à la première étape du projet GeniLac proprement dite, elle approvisionnera l'hyper centre-ville, soit les quartiers de bâtiments situés sur la rive gauche et la rive droite du Rhône. La mise en service est planifiée pour 2017. La seconde étape consiste à réaliser le prélèvement de l'eau à une position plus favorable pour bénéficier de la stabilité de la température de l'eau (fig. 4), comme mentionné ci-avant et à densifier les raccordements dans la zone du centre-ville. La mise en exploitation de cette étape est prévue pour 2019. La troisième étape constitue un pas majeur dans l'aboutissement du projet puisqu'il va relier la zone aéroportuaire à GeniLac. Cette étape est prévue pour une mise en service en 2022.

Le raccordement de l'aéroport représente un défi majeur car son extension se fera en coordination avec l'enfouissement d'une ligne à très haute tension, des travaux autoroutiers et l'implantation du réseau GeniLac par SIG.

Ainsi la construction du projet GeniLac aura une durée de base de plus de dix ans, hors réalisation du projet GLN. En effet, la faisabilité a été démontrée au terme d'une étude qui a pu valider le concept. Cette étude a été menée par différents partenaires régionaux sous la conduite de SIG. L'étude fut approuvée par les instances idoines en 2010. Le projet a été présenté deux ans plus tard, notamment aux clients potentiels. Les premières lettres d'intentions furent signées en 2012, c'était une condition *sine qua non* pour lancer le chantier. En 2014, les solutions d'approvisionnement ont été définies ainsi que l'offre technique et commerciale. En 2015, le Conseil d'administration a validé le lancement de la réalisation de la première étape du projet. C'est en 2016 que les premiers clients ont été alimentés.

QUELS SONT LES BÉNÉFICES D'UN TEL PROJET POUR LES CLIENTS, L'ENVIRONNEMENT ET POUR SES INVESTISSEURS?

Tout d'abord, les clients voient leur concept énergétique simplifié. Ils ont un fournisseur pour le froid et le chaud. Les installations dans leurs locaux sont plus simples que celles dites conventionnelles. En termes de frais de maintenance et de coûts d'exploitation, le gain est manifeste. De plus, le froid à distance de GeniLac répond entièrement aux normes SIA en vigueur ainsi qu'à la loi sur l'énergie genevoise. A cela, il faut ajouter les arguments tels que les immisions sonores réduites et la diminution de l'usage de gaz réfrigérant. Dans une ville où les prix des locaux au m² sont élevés, la solution de la chaleur et du froid à distance permet de réallouer les locaux occupés par des installations classiques de production de chaleur et de froid. Généralement, les installations techniques situées en toiture et servant à l'évacuation de chaleur peuvent être démontées; le raccordement au réseau GeniLac permet parfois aux propriétaires de gagner un étage pour leur immeuble.

Ensuite, le gain écologique est évident si l'on considère la diminution de l'utilisation des gaz réfrigérants à effets de serre utilisés dans les installations de froid conventionnelles, et les émissions liés à la production de chaleur fossile (80% d'économie de CO₂).

Par ailleurs, le recours à cette énergie primaire 100% renouvelable entraîne une diminution de la consommation d'énergie électrique due au fait de l'élimination d'un grand nombre d'installations techniques (80% d'économies d'électricité). Globalement, les bâtiments sont énergétiquement plus performants. Financièrement, les gains sont perceptibles pour les clients car

ils investissent moins dans les installations techniques lors de la construction ou la rénovation. De plus, la valeur du patrimoine est augmentée car les coûts d'exploitation sont réduits et la perspective de futures taxes sur les émissions de CO₂ n'impactera pas le coût d'exploitation.

L'INNOVATION EN MARCHÉ

Un projet d'utiliser le CO₂ comme fluide caloporteur pour réaliser un réseau d'échange thermique est à l'étude dans quelques rues de la ville, en partenariat avec l'EPFL et le bureau d'ingénieurs Amstein & Walther. L'intérêt du réseau CO₂, c'est la faible dimension des tubes. Deux tubes sont nécessaires, un premier transporte le CO₂ sous forme liquide et un second sous forme gazeuse. Dans les deux tubes, la pression est proche de 50 bars et la température d'environ 15 °C. Cela permet de livrer ou de récupérer de la chaleur ou du froid en passant de l'état liquide à l'état gazeux ou l'inverse. L'équilibre énergétique du système peut être assuré par de l'énergie provenant de l'eau du lac. Si la faible dimension des conduites est un réel avantage, la pression de service de 50 bars amène d'autres contraintes. Ce projet serait une étape complémentaire au projet GeniLac.

UN PROJET ÉCONOMIQUEMENT SAIN

Les subventions cantonales rendent le projet GeniLac viable. Celles-ci sont allouées aux clients qui améliorent l'efficacité énergétique de leur bâtiment. La plus grande économie mesurable est la consommation d'électricité pour la production de froid grâce à GeniLac. La réalisation en étapes permet d'améliorer la planification des investissements et des retours sur investissements. Il permet également de bénéficier des synergies avec les investissements dans les infrastructures du canton. De même, l'utilisation d'infrastructures existantes permet de diminuer les coûts: par exemple par l'utilisation de conduites et des prises d'eau potable désaffectées.

L'offre de «contracting» de SIG se décompose comme suit:

- Un coût de raccordement qui correspond à une participation à l'investissement des infrastructures du réseau et de la sous-station. Cette participation, dont est déduite la valeur résiduelle de l'installation existante, est fixe et unique.
- Les frais d'exploitation, qui sont couverts par une prime facturée au client sous la forme d'un montant proportionnel à la puissance installée ou souscrite, qui englobent les frais de maintenance, d'exploitation et l'installation. La puissance souscrite est définie par un bureau d'ingénieurs tiers. Cette participation est fixe et récurrente.
- Le coût de l'énergie consommée, mesurée par un compteur placé dans la sous-station du client.

CONCLUSION

Le projet GeniLac démontre le potentiel de réduction de CO₂ que représentent nos lacs et nos cours d'eau. En effet, le passage des énergies fossiles à une solution de chauffage à distance à basse enthalpie permet – sur la base de technologies éprouvées – de réduire jusqu'à 80% les émissions de CO₂ émises par un bâtiment. La même constatation est faite pour la consumma-

DONNÉES CHIFFRÉES

Froid à distance (à terme)	250 MW
Chaud à distance (à terme)	150 MW
Puissance des pompes à chaleur (PAC)	100 kW à 5000 kW
T de sortie des PAC	4 à 7,5 °C
ΔT au primaire de la PAC	3 à 5 °C
COP (Coefficient de performance) des PAC (selon T de départ)	4 à 6 °C
Surfaces habitables (SRE) raccordées à GeniLac (à terme)	360 ha rafraîchies
Puissance installée (en 2025)	140 MW

REMERCIEMENTS

La SSIge remercie les personnes qui ont contribué à cet article, en particulier *Michel Monnard*, Responsable de la thermique, et *Fabrice Malla*, chef de projet GeniLac, aux Services Industriels de Genève, pour le temps qu'ils ont consacré à la visite des installations et la mise à disposition d'informations précieuses, ainsi qu'à *Elise Kerchenbaum*, chargée des Relations Publiques chez SIG.

tion électrique lorsque les machines de froid sont remplacées par la même eau du lac. Le présent exemple démontre qu'il n'y a pas d'autre voie, si nous voulons réduire drastiquement les émissions de gaz à effet de serre et économiser la consommation d'énergie afin de couvrir les besoins par du renouvelable. Sa mise en œuvre est simple; elle requiert une loi sur l'énergie incitative, un engagement financier des acteurs du monde de l'énergie ainsi que la maîtrise de technologies connues.

> FORTSETZUNG DER ZUSAMMENFASSUNG

de des Sekundärsektors, Wohnungen und Hotels entwickelt (VERSOIX LAC). Das Projekt GeniLac kann von den Erfahrungen seiner Vorgänger profitieren und wird in Etappen umgesetzt:

- Das Stadtzentrum (linkes und rechtes Rhone-Ufer) wird beliefert (Inbetriebnahme für 2017 geplant).
- Das Wasser wird auf eine möglichst stabile Temperatur erwärmt (im Jahr 2019). Zudem werden die Anschlüsse im Stadtzentrum ausgebaut.
- Der Projektabschluss (2022) besteht darin, das Gebiet rund um den Flughafen an GeniLac anzuschliessen.

Ausserdem wird innerhalb des Projekts für bestimmte Strassen in Genf ein weiteres System untersucht. Dabei geht es um die Nutzung von CO₂ als Wärmeträgerflüssigkeit zur Realisierung eines Anergienetzes.