

AXE 3 RESSOURCES

Une volonté réaffirmée de valoriser le potentiel renouvelable cantonal

Des situations différentes pour l'énergie thermique et pour l'électricité

Pour s'affranchir de sa dépendance aux énergies fossiles et réduire ses émissions de gaz à effet de serre, Genève doit valoriser au mieux ses ressources énergétiques renouvelables et de récupération (cf. PDE p. 19). Pour l'énergie thermique, le gisement à valoriser via la géothermie, la récupération de chaleur ou le solaire thermique est plus important que la consommation actuelle du canton – en y intégrant l'énergie de l'environnement captée par les pompes à chaleur. La valorisation de ce potentiel est, pour une part importante, liée au déploiement des réseaux thermiques structurants, mais aussi de réseaux dits « non-structurants ».

Pour ce qui est de la production d'électricité, les ressources mobilisables localement sont plus limitées. Le potentiel hydroélectrique cantonal est pleinement valorisé, et fournit aujourd'hui l'essentiel du courant produit à Genève (environ 80%). L'enjeu est de pouvoir maintenir dans la durée cette production au niveau actuel (700 GWh/an environ), en dépit des aléas liés à la variabilité des précipitations et de la fonte des neiges. L'essentiel du potentiel se concentre sur le solaire photovoltaïque, qui permettrait en théorie de couvrir plus de la moitié de la consommation d'électricité cantonale (cf. PDE p. 18) – mais avec une problématique de stockage saisonnier pour laquelle des solutions restent à inventer. Dans cette optique, la production électrique via des centrales « chaleur-force » (incinération des déchets, CCF bois...), voire même par des éoliennes, pourrait constituer un appoint précieux à certaines périodes de l'année, en particulier en hiver.

➤ L'énergie thermique renouvelable qui pourrait être valorisée localement couvrirait largement la consommation du canton.



- FICHE 3.1 Développer massivement le solaire thermique et photovoltaïque dans le canton de Genève**
- FICHE 3.2 Valoriser au maximum les rejets thermiques dans le canton de Genève**
- FICHE 3.3 Explorer et exploiter massivement les ressources géothermiques du canton de Genève**
- FICHE 3.4 Mettre en place des filières pour valoriser la ressource bois-biomasse dans le canton de Genève**
- FICHE 3.5 Optimiser les ressources hydroélectriques du canton de Genève**
- FICHE 3.6 Étudier et développer le potentiel éolien du canton de Genève**

OBJECTIFS DE DÉVELOPPEMENT DU SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE À GENÈVE

350 MWc
en 2030



► **En matière de solaire photovoltaïque, l'objectif que le canton s'était donné pour fin 2023 a été atteint (120 MWc de capacités installées). Mais pour parvenir à l'objectif fixé à fin 2030 (350 MWc), la mobilisation de tous les acteurs concernés doit encore s'accroître.**

Un développement encourageant du solaire photovoltaïque qui doit être confirmé

Depuis l'adoption du Plan directeur de l'énergie, le rythme de déploiement annuel du solaire photovoltaïque a plus que doublé à Genève, passant de 8 MWc de capacités installées en 2020 à près de 20 MWc au cours de l'année 2023. Cet essor a permis d'atteindre l'objectif intermédiaire que s'était fixé le canton (120 MWc de capacités installées à fin 2023). Ces résultats encourageants, en ligne avec le cap fixé par le Plan directeur de l'énergie (350 MWc installés à fin 2030), doivent cependant être confirmés. Car pour relever ce défi, les entreprises genevoises devront être en capacité d'installer plus de 30 MWc/an au cours des années qui viennent.

En complément des centrales solaires développées par les SIG, plusieurs initiatives destinées à soutenir la filière ont été lancées dans le cadre de GEnergie. Le nombre d'entreprises locales partenaires du programme solaire SIG-éco21 a ainsi pratiquement triplé. Une étude a aussi été confiée à la faitière Swissolar, afin d'évaluer plus finement les besoins en compétences des acteurs genevois. Un projet pour mettre en place de nouvelles filières de formation et favoriser les reconversions a par ailleurs été engagé, en collaboration avec

l'association faitière des métiers techniques du bâtiment (MBG), la Fondation pour la formation professionnelle et continue (FFPC) et l'Office cantonal de l'emploi (OCE).

Afin d'encourager la pose de panneaux solaires photovoltaïques, des programmes spécifiques ont été lancés par SIG-éco21 afin d'inciter les communes, les entreprises ou les propriétaires de maisons individuelles à équiper leurs toitures (une prime solaire a même été mise en place en complément des subventions octroyées par la Confédération et certaines communes).

Des projets destinés à promouvoir le solaire sur les immeubles d'habitation ou les toitures industrielles ont également été lancés, en collaboration avec le WWF (Genevois), la Fondation Nomads (Green Deal solaire), et 2050 Today (projet solaire avec les organisations internationales). Enfin, au sein du Grand Conseil, un contre-projet à l'initiative IN 191 (Pour une transition rapide vers le solaire à Genève) est en cours de discussion, avec la contribution du Conseil d'État, afin d'aménager les conditions-cadres pour le développement du solaire à Genève.



Solar CAD II, inaugurée en février 2021 par Simonetta Sommaruga, est l'une des plus grandes centrales solaires thermiques de Suisse. Basée sur une technologie innovante de capteurs solaires sous vide, elle permet de produire chaque année 500 GWh de chaleur qui sont directement injectés dans le réseau de chauffage à distance des SIG.

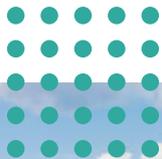
Des perspectives prometteuses pour la valorisation des autres ressources renouvelables

En dehors du solaire photovoltaïque, la valorisation des autres ressources renouvelables du territoire du canton revêt des réalités contrastées.

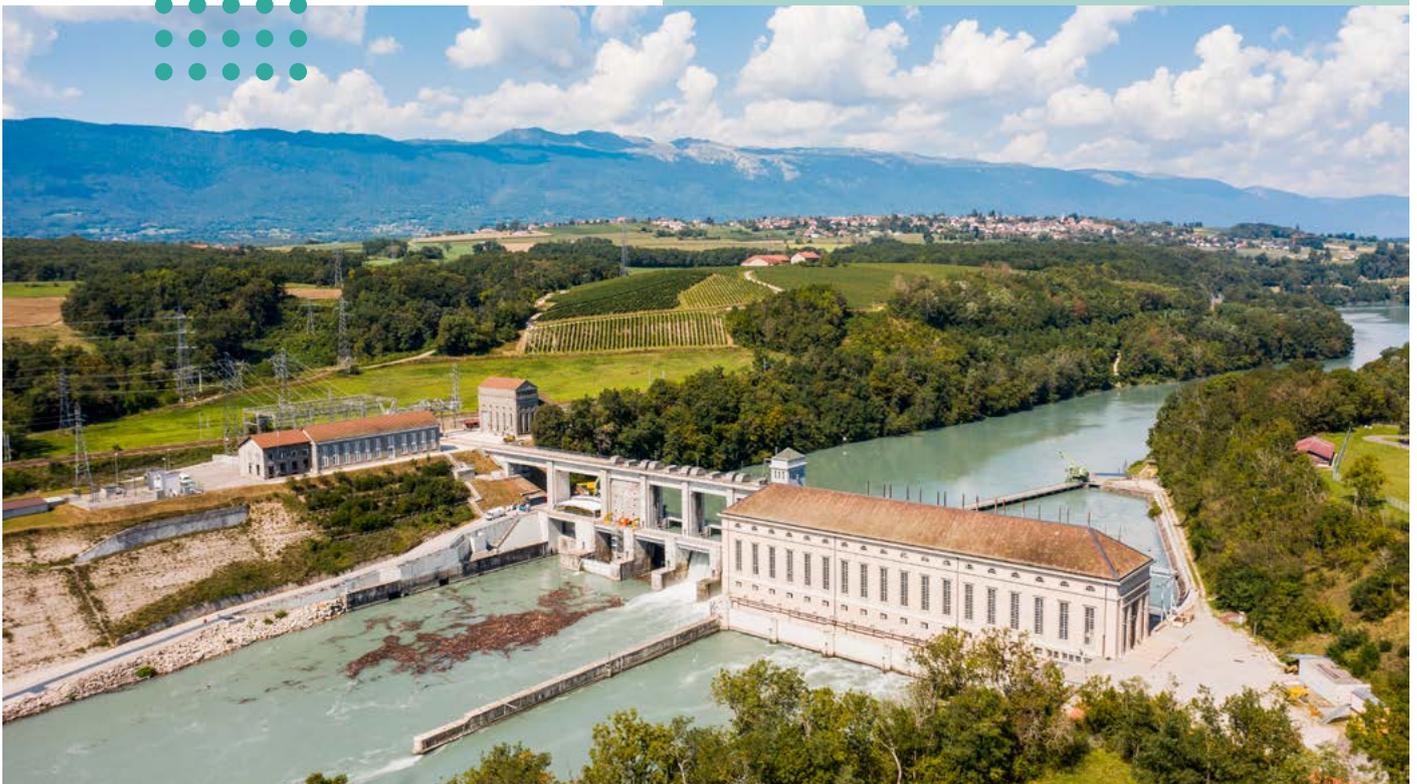
- › Elle s'opère de façon très concrète pour le solaire thermique (capacité installée d'environ 25 GWh/an), dont le développement se poursuit avec la rénovation du parc bâti et les projets de densification de la zone villas (l'installation de panneaux thermiques est une obligation légale en cas de rénovation de la toiture ou pour les constructions neuves).
- › Elle est aussi à l'œuvre pour la récupération des rejets de chaleur (actuellement de l'ordre de 260 GWh/an), qui va s'amplifier au travers de divers projets en cours dans le canton, d'une part sur certains sites des SIG, de l'autre dans les zones industrielles en collaboration avec la FTI.
- › Dans la filière bois-biomasse, l'autorisation administrative a été délivrée pour la réalisation de Pôle Bio (voir ci-contre), et le choix d'un site d'implantation se précise pour le projet de CCF Bois-Déchet (production combinée de chaleur et d'électricité). Une vaste étude sur le gisement « bois naturel » est également en cours à l'échelle du Grand Genève.
- › Dans la géothermie de moyenne profondeur, des avancées notables ont été enregistrées (voir p. 35), en parallèle des projets à faible profondeur qui se réalisent régulièrement.
- › Enfin, dans l'éolien, une étude stratégique a été lancée afin de mieux qualifier le potentiel éolien cantonal et d'identifier des zones d'implantation qui pourraient être intégrées dans le Plan directeur cantonal. Ses conclusions sont attendues d'ici à fin 2024. En parallèle, une étude sur le mini-éolien est en cours, en collaboration avec la HES Genève.



Le projet Pôle Bio vise à créer une nouvelle unité de traitement des déchets organiques, en remplacement de l'usine de méthanisation-compostage de Châtillon, qui arrive en fin de vie. La valorisation de ces déchets verts permettra de produire environ 20 000 m³ de biofertilisant et 12 000 tonnes de compost, ainsi que l'équivalent de 25 GWh/an d'énergie sous forme de biogaz. Plus d'infos sur : www.polebio.ch



Le barrage de Chancy-Pougny, exploité par les SIG et la CNR, produit 250 GWh/an d'électricité, soit plus de 8% de la consommation du canton de Genève.





La campagne sismique 3D réalisée à l'automne 2021 a permis de confirmer le potentiel géothermique du canton à moyenne profondeur.

Des avancées majeures pour le programme GEothermies

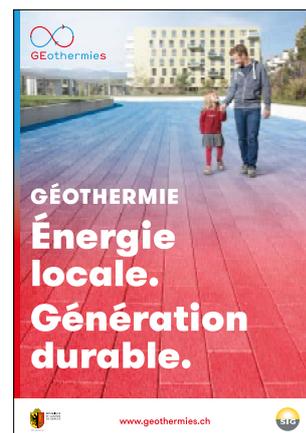
Le programme GEothermies est mené conjointement par les SIG, l'OCEV et l'OCEN. Après plusieurs études et des forages exploratoires menés à Satigny et à Lully, il a connu une avancée majeure avec la réalisation, à l'automne 2021, d'une campagne sismique 3D sur l'ensemble du territoire du canton. Les résultats de cette étude, présentés fin 2022, ont confirmé les perspectives très prometteuses d'un développement à grande échelle de la géothermie à moyenne profondeur, ainsi que les objectifs que s'est fixé le canton en matière d'alimentation thermique (couverture d'environ 15% des besoins de chaleur à l'horizon 2035 et 30% en 2050).

Cette meilleure connaissance du sous-sol genevois va permettre de mieux cibler les forages prévus au cours des prochaines années. Une première opération en vue d'exploiter la géothermie de moyenne profondeur devrait débuter fin 2024 dans le secteur de la ZIMEYSA (puissance de l'ordre de 7 MWth et 40 GWh/an raccordés aux RTS si les débits escomptés sont confirmés). Une deuxième opération du même type est prévue dans le secteur de Veyrier-Troinex, avec

un forage exploratoire qui pourrait être mis en service rapidement en cas de succès. Enfin, une troisième opération est prévue entre Meyrin et le secteur des Nations à horizon 2027.

À côté de ces projets à moyenne profondeur, la géothermie continue de se développer à faible profondeur (entre 30 et 400 mètres) afin d'alimenter des bâtiments ou des quartiers à plus petite échelle. Les SIG sont ainsi intervenus dans différents secteurs pour évaluer les potentiels géothermiques, par exemple en ville de Genève, à Aire, à Vernier ou à Onex.

- En cas de succès, les deux prochains forages exploratoires prévus dans le cadre du projet GEothermies passeront directement en phase d'exploitation.



La mise en place du guichet GEothermies a pour but de mieux valoriser la ressource géothermique en accompagnant très en amont les porteurs de projet (réseaux ou solutions décentralisées). Plus d'informations sur: www.ge.ch/dossier/gestion-durable-ressources-du-sous-sol/vous-accompagner/guichet-geothermies

AXE 4 STOCKAGE & GESTION

Une vision prospective du système énergétique du futur

De nouveaux besoins de stockage et de flexibilité

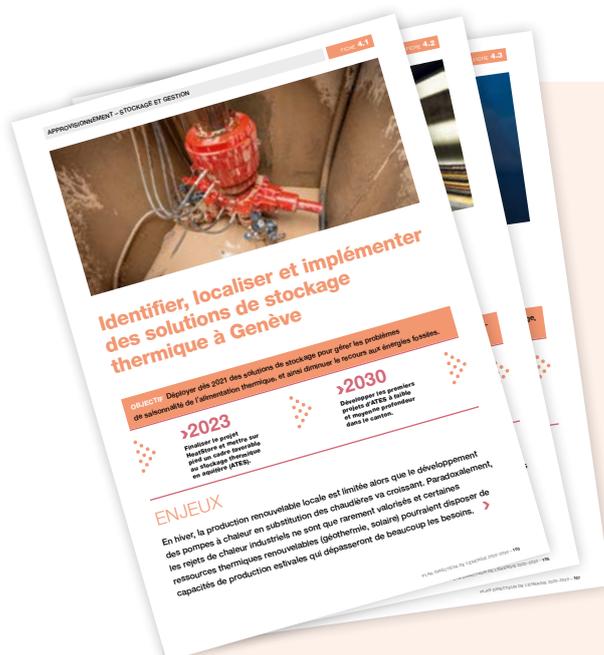
» La question du stockage est une problématique de long-terme qui a essentiellement fait l'objet d'études prospectives et de travaux d'anticipation des futurs besoins.

L'abandon des énergies fossiles implique une valorisation massive des ressources renouvelables locales, en particulier via la géothermie, le solaire (photovoltaïque et thermique) et le captage de l'énergie de l'environnement par des pompes à chaleur. Cette transformation, compte tenu de l'irrégularité et de l'intermittence des productions renouvelables aux niveaux local, suisse ou européen, implique de développer d'importantes capacités de flexibilité et de stockage journalier et saisonnier, pour l'énergie thermique comme pour l'électricité.

Côté thermique, le sous-sol genevois recèle d'importantes capacités de stockage de chaleur, en particulier dans les aquifères (grands réservoirs poreux ou fracturés contenant des nappes d'eau souterraines). Ces derniers peuvent accumuler les excès de production renouvelable estivaux afin de les utiliser en hiver.

Côté électrique, il est nécessaire d'identifier les besoins de stockage et de flexibilité, les technologies les mieux adaptées, ainsi que les modèles d'affaires les plus pertinents. Ces moyens permettent de limiter les besoins de renforcement du réseau et d'éviter les émissions induites de gaz à effet de serre. Il est également opportun de tirer parti du couplage des secteurs pour développer des solutions de type « power-to-x ».

De manière générale, le besoin d'adapter la consommation à l'irrégularité de la production renouvelable nécessite la mise en place de mécanismes d'incitation pour consommer l'énergie au bon moment – i.e. quand l'énergie est la plus « propre ». Afin de garantir un approvisionnement énergétique sûr, économique et respectueux de l'environnement, le canton et les SIG collaborent activement pour anticiper les besoins et fixer les conditions du développement de ces capacités de flexibilité et de stockage.



FICHE 4.1 Identifier, localiser et implémenter des solutions de stockage thermique à Genève

FICHE 4.2 Développer des capacités de stockage de l'électricité à Genève

FICHE 4.3 Poursuivre le développement de la filière hydrogène à Genève

Études prospectives et projets pilotes

De multiples acteurs (OCEN, SIG, Université de Genève, fondation Nomads, etc.) se sont mobilisés et coordonnés dans des actions de prospective et de veille technologique autour des questions liées à l'approvisionnement et à la distribution d'énergie dans le canton. Les études sismiques 3D réalisées en 2021 dans le cadre du programme GEothermies ont permis de localiser des aquifères de stockage thermique et de CO₂ potentiels. La prochaine étape, en s'appuyant sur les résultats d'autres projets (Gestock, HeatStore, P2ATES, etc.), consiste à superposer les cartes des rejets, des besoins, des capacités de stockage, et des réseaux thermiques à basse et à haute température, afin d'identifier les solutions les plus pertinentes.

En parallèle, les conditions-cadres pour favoriser le stockage thermique sont en cours d'élaboration, avec l'appui de l'Université de Genève. Ces travaux doivent permettre de parvenir à une modélisation du système énergétique, sur la base des scénarios identifiés, et intégrant des solutions de stockage.

Le développement d'une filière hydrogène est une solution prometteuse pour répondre aux enjeux de stockage et de diminution des émissions de gaz à effet de serre (alimentation des poids-lourds, stockage saisonnier, etc.). Un réseau romand des acteurs de l'hydrogène – le Réseau H2 – impliquant les cantons de Genève et Vaud a été inauguré en 2023. Il doit permettre de mutualiser les ressources afin d'explorer, au niveau régional, les potentialités de l'hydrogène pour contribuer à la transition énergétique.



Le projet GOH, porté par un consortium d'acteurs genevois et soutenu par le Département du territoire, ouvre des perspectives prometteuses quant au développement d'une filière hydrogène à Genève. Plus d'informations : www.goh.ch/fr/

LES ENJEUX EN MATIÈRE DE STOCKAGE ET DE FLEXIBILITÉ

Les principaux paramètres à prendre en compte pour faire évoluer le système énergétique du canton sont les suivants:

- › Envisager et étudier les possibilités de stockage de la production solaire thermique, de la production géothermique et des rejets thermiques pour répondre aux besoins de chaleur hivernaux.
- › Préciser les besoins et les types de stockage d'électricité nécessaires pour garantir l'approvisionnement de Genève, en fonction des échéances temporelles (stockage journalier et saisonnier).
- › Développer de nouvelles capacités de flexibilité et de stockage de l'électricité (y compris au travers de la charge intelligente des véhicules électriques).
- › Mettre en place les conditions-cadres pour le développement d'une filière hydrogène qui réponde aux besoins de la transition énergétique à Genève (cf. L 12936 Loi ouvrant un crédit d'investissement de 10 MioCHF en faveur du développement d'un plan hydrogène cantonal).

Le développement de l'électro-mobilité va entraîner de nouveaux usages et de nouveaux besoins en matière d'approvisionnement en électricité, mais ouvre des perspectives en matière de flexibilité (véhicule-to-grid).

