

PLAN DE GESTION DES RESSOURCES DU SOUS-SOL

Version 0 - 2020



© Crédits

Légende Arial 6pt



REPUBLIQUE
ET CANTON
DE GENEVE

POST TENEBRAS LUX



SOMMAIRE

1. UN RÔLE CROISSANT DES RESSOURCES DU SOUS-SOL DANS LE DÉVELOPPEMENT DU CANTON	6
1.1 MOTIVATIONS ET VISIONS	7
1.2 EVOLUTION DES CONDITIONS-CADRES	8
1.2.1 Bases légales	8
1.2.2 Politiques publiques et planification directrice	9
1.3 DES RESSOURCES MIEUX CARACTÉRISÉES ET DE PLUS EN PLUS EXPLOITÉES	10
1.3.1 Connaissances du sous-sol genevois	10
1.3.2 Utilisation des ressources renouvelables du sous-sol genevois	11
1.3.3 Potentiel des ressources renouvelables du sous-sol genevois	11
2. ASSURER UN DEVELOPPEMENT DURABLE DES RESSOURCES DU SOUS-SOL CANTONAL	12
2.1 ENJEUX DU DÉVELOPPEMENT COORDONNÉE DU SOUS-SOL	13
2.1.1 Exploiter et gérer des ressources renouvelables	13
2.1.2 Nouvelles opportunités pour le développement du canton	13
2.1.3 Des risques à minimiser	14
2.2 PRINCIPES	15
2.2.1 Assurer une gestion durable	15
2.2.2 Exploiter de manière efficiente les ressources	16
2.3 OBJECTIFS	16
2.3.1 Coordonner les développements	16
2.3.2 Acquérir et diffuser de nouvelles connaissances	17
2.3.3 Clarifier les conditions d'exploitation	18
3. VERS UNE MISE EN ŒUVRE DU PGR	19
3.1 RENFORCER LA GOUVERNANCE	20
3.2 DÉVELOPPER LES OUTILS ET INSTRUMENTS DE GESTION	20
3.3 PROMOUVOIR ET ACCOMPAGNER LES PROJETS	21



RÉSUMÉ

Le sous-sol cantonal comporte des ressources renouvelables en eau et en énergie géothermique. Ces ressources naturelles locales sont stratégiques pour mettre en œuvre la politique environnementale cantonale et réaliser la **transition écologique** de Genève. Si les ressources du sous-sol apportent de nouvelles opportunités, leur mise en valeur n'est pas sans risques : incertitude géologique, risques économiques et juridiques, vulnérabilité environnementale et faible réversibilité des interventions sont autant de facteurs qui doivent faire l'objet d'une **pesée d'intérêt**. Les ressources du sous-sol sont sujettes à de **nouvelles ambitions**, en particulier dans le domaine du développement de l'énergie géothermique. Aussi, on peut s'attendre à une multiplication, voire à une massification de leur exploitation dans le futur.

Dans ce contexte le canton **assure une gestion durable et une exploitation efficiente des ressources du sous-sol** et établit un plan de gestion des ressources du sous-sol (PGR).

Le PGR s'articule autour **d'une vision** soutenue par **deux principes directeurs**. Il vise **3 objectifs stratégiques** et propose pour les atteindre de développer et mettre en œuvre **des moyens et des actions**. La figure ci-dessous représente le PGR en synthèse.



PRÉAMBULE : VERS UNE UTILISATION DURABLE ET AMBITIEUSE DES RESSOURCES DU SOUS-SOL.

En cohérence avec le droit fondamental à un environnement sain, l'Etat met en œuvre une politique de protection du sous-sol et des ressources qu'il comporte, par exemple par des mesures complémentaires et cohérentes de protection des eaux souterraines. Si cet objectif de protection demeure pertinent et prioritaire, l'impératif de la transition écologique fait émerger de nouveaux enjeux de coordination et de mise en valeur des ressources renouvelables du sous-sol cantonal. En effet, en tant que propriétaire du sous-sol, le canton est responsable de la bonne gestion de celui-ci. Il a pour mission de gérer les données du sous-sol, les différentes ressources en présence et de se prémunir des risques éventuels, en les estimant et en prenant les mesures nécessaires pour les limiter.

Face au changement climatique, au développement urbain, à l'augmentation de la population, l'utilisation des eaux souterraines, de même que le nombre de constructions atteignant les nappes phréatiques ou les traversant sont en constante hausse, le développement de la géothermie notamment, tout comme la recherche d'espace de stockage mettent le milieu souterrain à forte contribution et le rendent de ce fait plus facilement vulnérable aux risques environnementaux.

Pour répondre à ces défis, les cartes et les plans sur lesquels les autorités s'appuient pour remplir leurs missions traditionnelles (expertise de terrain à bâtir, protection des eaux souterraines, gravières, zones instables ou réalimentation de la nappe du Genevois entre autres), ne suffisent plus. Ceux-ci nécessitent une planification du sous-sol qui requiert elle-même une représentation tridimensionnelle et dynamique de ses caractéristiques et utilisations, ainsi que des installations qui s'y trouvent. Pour mener à bien ces tâches, il est indispensable de pouvoir s'appuyer sur un système d'information et des modèles géologiques à même de croiser les différentes données et permettre leur intégration dans les planifications en surface. Il s'agit de traiter les ressources du sous-sol avec la même prévoyance et une approche des usages que les ressources naturelles présentes en surface telles que les rivières ou les forêts. Si le canton ne gère pas mieux l'utilisation du sous-sol, il court le risque d'être à contre-courant avec les enjeux d'adaptation et d'empêcher le développement de certaines technologies dans le futur.

Le canton au travers notamment de son programme GÉothermies a pris conscience de la richesse des ressources de son sous-sol et de la nécessité d'avoir une stratégie pour son utilisation.

Une utilisation durable et efficiente du sous-sol passe impérativement par une meilleure connaissance du sous-sol, le prérequis à une utilisation coordonnée et à une protection renforcée et adaptée des ressources.

La première version du plan de gestion des ressources du sous-sol, présentée ci-après, pose les bases pour en assurer une gestion durable et une exploitation efficiente, elle a pour ambition principale de **contribuer au développement et à la clarification de la stratégie cantonale de gestion du sous-sol** et d'être le support à une démarche de consultation et concertation avec les parties prenantes concernées en formulant les principes et objectifs d'une pleine valorisation du sous-sol.

Le rôle du canton évolue, en plus de son rôle traditionnel de régulateur chargé de protéger les ressources, d'assurer l'innocuité environnementale des installations dans le sous-sol, il doit aujourd'hui également devenir planificateur, promoteur, coordinateur et administrateur d'une quantité de plus en plus importante de données que génère une utilisation croissante du sous-sol.



LES RESSOURCES SOUTERRAINES POUR RÉALISER LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE

UNE VISION

2
PRINCIPES

**PROTÉGER
ET ASSURER**
une gestion durable

EXPLOITER
de manière efficiente
les ressources

3
OBJECTIFS
PRIORITAIRES


COORDONNER
les
développements


**ACQUÉRIR
et DIFFUSER**
de nouvelles
connaissances


CLARIFIER
les conditions
d'exploitation

Le plan de gestion des ressources du sous-sol PGR prend la forme d'une aide à l'exécution soutenue par des cartes, des fiches et des directives destinées aux porteurs de projets et aux autorités.



1. UN RÔLE CROISSANT DES RESSOURCES DU SOUS-SOL DANS LE DÉVELOPPEMENT DU CANTON

1.1 - MOTIVATIONS ET VISIONS

L'exploitation des ressources renouvelables du sous-sol est influencée par différents changements et évolutions du contexte cantonal, en particulier:

- La transition écologique au cœur de la politique environnementale du canton.
- De nouveaux intérêts et ambitions pour l'exploitation des **ressources géothermiques** avec le programme cantonal de géothermie (www.geothermies.ch) et les objectifs du plan directeur de l'Energie (PDE –fiche géothermie et stockage).
- Le développement de l'agglomération franco-valdo-genevoise et l'intérêt grandissant sur les ressources en partage.
- La vulnérabilité des ressources en eau potable face au **changement climatique et à la pollution**.
- L'évolution du contexte légal et institutionnel autour du sous-sol cantonal notamment après l'adoption et la mise en œuvre de la **loi cantonale sur les ressources du sous-sol** (LRSS L 3 05) du 7 avril 2017.
- L'acquisition massive de nouvelles connaissances du sous-sol.

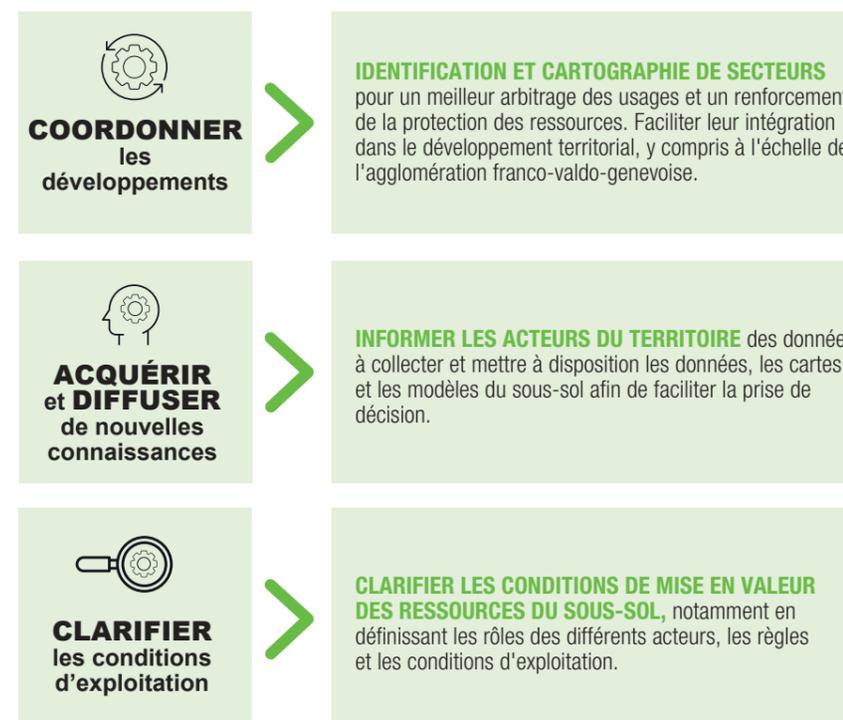
Le 4 décembre 2019, le Conseil d'Etat déclarait l'urgence climatique et annonçait sa décision de renforcer les objectifs climatiques cantonaux. Le sous-sol et les ressources qu'il contient (géothermie,

eau potable ou encore stockage) sont clés pour l'atteinte de ces objectifs et sont sujets à de fortes pressions. En réponse aux enjeux sur la gestion du sous-sol qui en découlent, il s'agit maintenant d'accélérer une **utilisation efficiente** du sous-sol tout en maîtrisant les risques et la **pérennité des ressources**.

C'est dans ce contexte que le canton a décidé de mettre en œuvre une véritable **stratégie cantonale de gestion du sous-sol**. La vision portée par cette stratégie est la suivante :

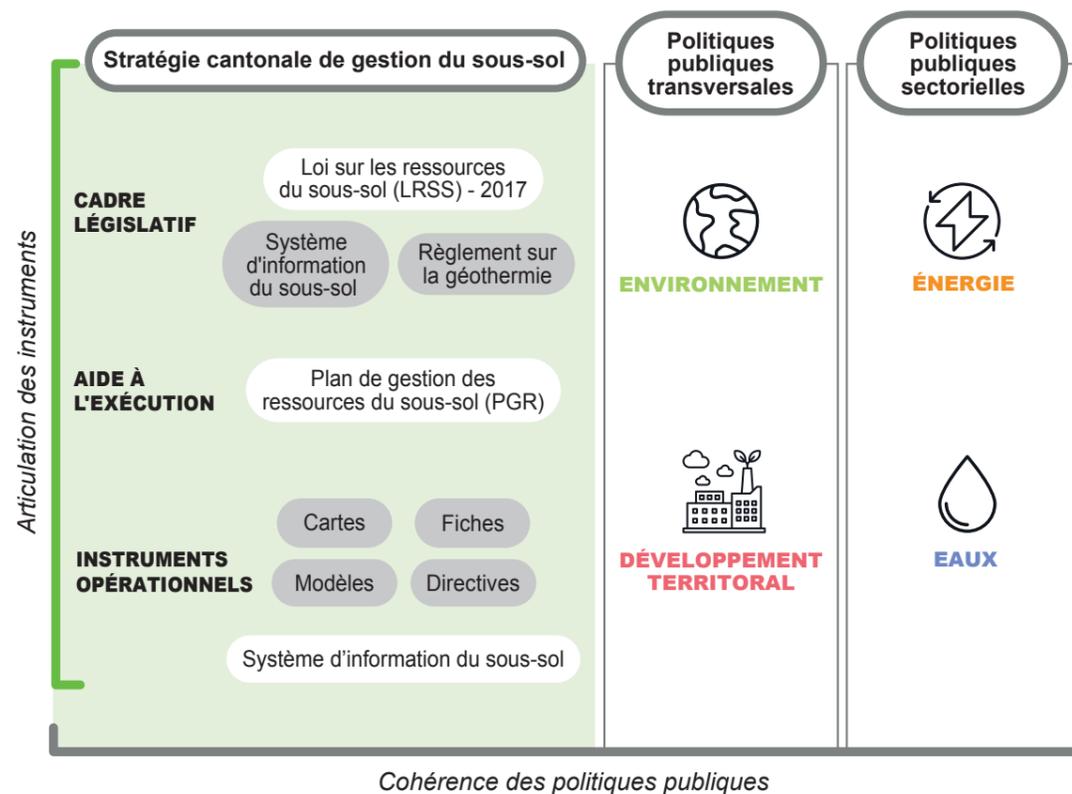
La transition écologique du canton de Genève est accélérée par une pleine mise en valeur du potentiel des ressources souterraines renouvelables dans le cadre d'une exploitation durable.

Cette vision est gouvernée par deux principes : assurer une gestion durable et exploiter les ressources de manière efficiente. Le présent « Plan de Gestion des Ressources du sous-sol (PGR) » guide les autorités et les porteurs de projets pour la mise en œuvre de cette politique du sous-sol. Il est élaboré et porté par le département en charge de l'environnement, dans le cadre des compétences conférées par l'art. 3 LRSS. Il vise en particulier les objectifs suivants :



Le PGR est un **document évolutif et dynamique** : les cartes et annexes qu'il contient sont actualisées de manière continue pour tenir compte de l'évolution des connaissances et des besoins.

ARTICULATION DES POLITIQUES PUBLIQUES



1.2 - EVOLUTION DES CONDITIONS-CADRES

1.2.1 Bases légales

Les instruments de gestion étatiques relatifs au sous-sol sont en développement et le PGR contribue à ce développement. La stratégie de gestion du sous-sol qui se met en place est en relation avec d'autres politiques publiques : en particulier, une cohérence est nécessaire avec les politiques transversales de l'environnement et de l'aménagement du territoire et avec les politiques publiques sectorielles de l'énergie et de l'eau. Les principales lois fédérales et cantonales affectant la gestion des ressources du sous-sol sont jointes en annexe du présent document. Elles forment un corpus législatif complexe qui définit les conditions-cadres de cette gestion.

Parmi celles-ci, la loi sur les ressources du sous-sol (LRSS) est un instrument novateur dont s'est doté le canton de Genève en 2017 dans un domaine législatif encore exclusivement cantonal. C'est le **texte principal d'encadrement** de la gestion des ressources du sous-sol. Il a été modifié récemment pour y inscrire les principes de gestion durable et efficiente, ainsi que l'établissement du PGR (révision LRSS, 2021).

L'ensemble du corpus législatif relatif aux ressources du sous-sol concerne en particulier les domaines suivants :

- **Gestion durable et protection des ressources du sous-sol** : le développement durable et le droit à un environnement sain sont des principes cardinaux de la constitution cantonale genevoise qui priorise également l'exploitation des ressources énergétiques renouvelables et indigènes. Ces principes de durabilité sont également au cœur des lois et politiques sectorielles et transversales sur l'énergie, l'eau ou encore le développement territorial. En particulier, la préservation des eaux souterraines systématique et axée sur les usages est assurée par la législation tant fédérale que cantonale sur les eaux, qui impose des principes de prévention et des instruments de protection et d'aménagement du territoire. C'est une mission de base du canton à mener en étroite collaboration avec les instances transfrontalières.
- **Extension de la propriété privée, du domaine public et définition des monopoles publics d'exploitation** : la propriété privée du sous-sol est liée à la surface et s'étend jusqu'à la profondeur utile d'exercice de cette dernière. Les principales ressources renouvelables du sous-sol (en particulier eau et géothermie) font partie du domaine public ou sont tout du moins soumises aux monopoles publics d'exploitation. L'intensification et la diversification des usages de la géothermie font apparaître certains besoins de clarification sur la définition et la mise en œuvre de ces monopoles.



- **Mise en valeur et exploitation des ressources** : la législation sur l'énergie vise au développement des énergies renouvelables et indigènes et inscrit pour cela dans la loi des instruments de promotion, en particulier financière (reprise et rétribution, financement des projets et des risques).
- **Gestion des données relatives aux ressources** : ce domaine législatif en développement vise notamment à accroître la disponibilité des données et en augmenter l'exploitabilité. Ces données sont indispensables au développement et la coordination de projets de mise en valeur des ressources du sous-sol. Le cadre législatif donne un rôle central à l'État qui peut acquérir des différents acteurs les données du sous-sol, mais également les analyser et les diffuser dans certaines limites de confidentialité.

Pour tous ces domaines, une étroite collaboration au sein du territoire franco-valdo-genevois est indispensable afin de garantir une approche cohérente au sein du bassin géologique qui ne connaît lui par nature pas de frontière.

1.2.2 Politiques publiques et planification directrice

La politique publique environnementale est décrite dans le concept cantonal de protection de l'environnement 2030 qui vise à la **transition environnementale pour assurer un environnement sain** au travers de 4 objectifs stratégiques :

- Augmenter la durabilité énergétique (Cet objectif identifie notamment comme axe d'action le développement des énergies renouvelables, dont la géothermie)
- Conserver et développer les ressources naturelles locales
- Prévenir et prendre en compte les risques en lien avec l'environnement et la santé humaine
- Favoriser l'émergence d'espaces urbains à haute performance environnementale – agglomération compacte, multipolaire et verte

Le **plan directeur cantonal** présente la politique transversale du développement territorial. Il vise une stratégie volontariste de l'urbanisation pour répondre au déficit de logement du canton, tout en évitant la dispersion de l'habitat et le mitage du territoire. La durabilité que propose la densification du territoire est exprimée dans les objectifs transversaux du PDCn, notamment ceux portant sur les **questions environnementales et les questions énergétiques**.

Le PDCn explicite la nécessaire coordination avec d'autres politiques et impose au canton de réviser périodiquement les effets de la planification cantonale quant à son impact sur l'environnement et les ressources naturelles. Reflet des enjeux du sous-sol pour le futur, il est prévu que le PGR soit intégré sous forme de fiche dans le PDCn.

La politique sectorielle de l'énergie est en évolution dans le canton de Genève dans la perspective de la stratégie énergétique 2050 de la Confédération et de la déclaration d'urgence climatique par le Grand Conseil. Le **Plan directeur de l'énergie (PDE)** s'inscrit résolument dans la transition écologique, il donne une impulsion forte pour privilégier les ressources renouvelables locales, tels que la géothermie et le stockage d'énergie (qui font l'objet de fiches). Il intègre les aspects environnementaux, économiques et sociétaux, et vise à mobiliser l'ensemble des acteurs publics et privés du canton et, plus largement, du Grand Genève ainsi qu'à renforcer la transversalité entre les politiques publiques. En complément du PDE, le **plan directeur des énergies de réseaux (PDER – en préparation)**, proposé par les SIG fixera les grandes lignes stratégiques et les règles de fonctionnement pour le déploiement des réseaux thermiques structurants.

Le **plan climat cantonal (PCC)** a pour objectif de réduire les émissions des gaz à effet de serre de 60 % d'ici à 2030 (par rapport à 1990) et de parvenir à la neutralité climatique en 2050. Interdépendant du PDE, il s'appuie sur des mesures spécifiques afin de prendre le cap d'une société post-carbone et de maîtriser les conséquences des changements climatiques, ainsi que sur des actions engagées dans le cadre des politiques sectorielles concernées.

Ces 2 planifications étroitement liées ont une forte influence sur le PGR qui s'inscrit résolument dans le même esprit de transversalité des actions et objectifs.

Le canton ne dispose pas encore de planification directrice en matière d'eau potable, une démarche pilotée par l'OCEAU a été initiée pour mettre en place une planification directrice à l'échelle transfrontalière. A ce jour, les principaux instruments de planification des eaux sur le territoire genevois sont les **schémas de protection d'aménagement et de gestion des eaux (SPAGE)** qui assurent la coordination des actions dans le domaine de la gestion des eaux à l'échelle du bassin versant. De par l'échelle de planification, les **SPAGE peinent toutefois à refléter les enjeux de la gestion des eaux souterraines** dont l'extension géographique n'est pas concomitante à celle des bassins versants hydrographiques. Le plan de gestion des ressources (PGR) constitue une nou-

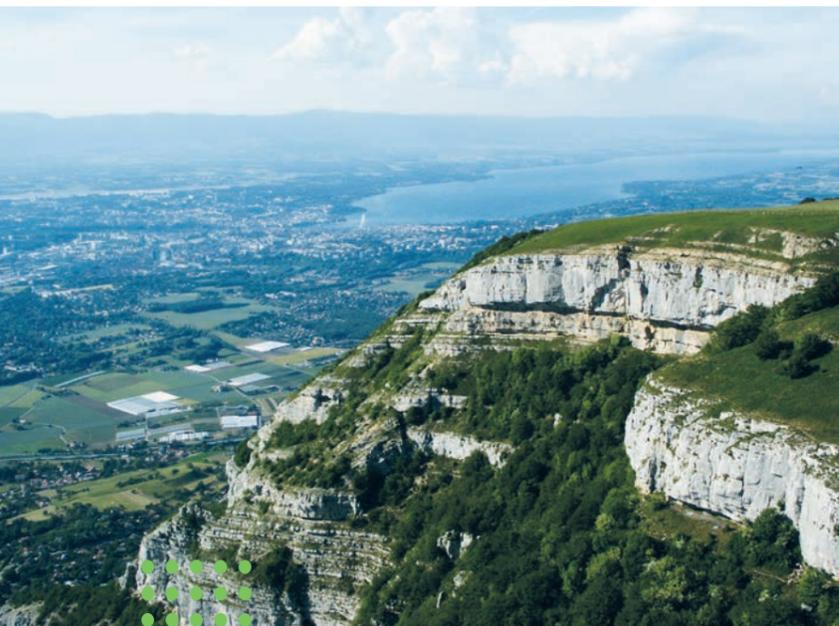
velle aide pour coordonner les différents usages de l'eau souterraine et permettre une meilleure préservation à long terme de l'approvisionnement en eau potable.

Le projet de territoire du Grand Genève qui constitue un document de référence pour un certain nombre de planifications cantonales. Ce projet fait l'objet d'un travail de réécriture avec désormais la transition écologique comme fil directeur (dénommé le projet PACTE)

1.3 - DES RESSOURCES MIEUX CARACTÉRISÉES ET DE PLUS EN PLUS EXPLOITÉES

1.3.1 Connaissances du sous-sol genevois

Encaissé entre les chaînons du Jura, du Vuache et du Salève, le bassin genevois présente une succession géologique caractéristique du plateau suisse :



- Le **socle** formé de roches cristallines (ou sédimentaires d'origine permo-carbonifère) se trouve à une profondeur estimée entre 3.5 et 4 km
- Sur ce socle, un empilement de **roches principalement calcaires et marneuses** forme la couverture sédimentaire **mésozoïque** d'une épaisseur de l'ordre de 2,5 à 3 km.

- Au-dessus des roches d'âge mésozoïque, on trouve jusqu'à plusieurs centaines de mètres de roches d'origine détritiques provenant de l'érosion alpine : la molasse.
- Finalement, le remplissage sédimentaire du bassin genevois se termine par les **dépôts quaternaires** de terrains meubles (graviers, sables et argiles).

La carte hydrogéologique du canton de Genève distingue 3 types de nappes au sein des dépôts quaternaires : **principales, superficielles et temporaires**. Les nappes principales sont des nappes d'eau du domaine public au sens de l'art 4 de la LEaux-GE, leur protection est assurée entre autres éléments par les secteurs de protection des eaux prévues dans la législation. Les nappes superficielles et temporaires sont des **nappes de faible capacité** au sens de la LEaux-GE. On en compte quelques dizaines qui circulent principalement dans des formations alluvionnaires récentes et se trouvent parfois en relation avec des rivières.

Les nappes profondes du canton sont encore mal caractérisées, mais les travaux en cours de prospection et d'exploration sont très encourageants quant à leur importance

Avec plus de 100km de frontière avec la France, le territoire cantonal est un **territoire fortement transfrontalier** qui se développe dans l'agglomération du grand Genève. Ce caractère transfrontalier est aussi caractéristique des ressources naturelles, à fortiori de celles du sous-sol et il est important de situer les formations géologiques et hydrogéologiques dans ce contexte international.

La connaissance du sous-sol genevois reste encore lacunaire. Aussi, **une importante dynamique exploratoire est en cours sur le canton** et les connaissances du sous-sol sont en perpétuelle évolution. Du fait de cette évolution, les données actuelles, particulièrement les différentes cartes sont amenées à être actualisées fréquemment.

Pour combler ce manque de connaissance et mieux caractériser les ressources géothermiques à faible comme à moyenne et grande profondeur, le programme cantonal GEothermies **a entamé depuis 2014 un important effort** qui implique aussi des démarches d'échelles inter cantonales et transfrontalières en cohérence avec la réalité du bassin géologique : la consolidation et la réinterprétation des données existantes, la réalisation de campagnes sismiques, de forages de reconnaissance dans les nappes peu profondes ainsi que de forages exploratoires profonds dans les niveaux géologiques du Mésozoïque.



La consolidation et la mise à disposition des connaissances du sous-sol sont des enjeux importants pour promouvoir le développement durable de ce dernier.

Fort de ce constat et en accord avec le mandat de la LRSS, l'administration cantonale développe un système d'information du sous-sol : SOLSTISS.

1.3.2 Utilisation des ressources renouvelables du sous-sol genevois

Actuellement, les ressources renouvelables du sous-sol genevois sont principalement exploitées pour deux usages :

- **L'eau de boisson ; ainsi que pour les usages agricoles, voire industriels (récentes autorisations de captage)**
- **L'énergie géothermique par des sondes géothermiques.**

Les eaux souterraines **des nappes du Genevois et de l'Allondon contribuent à environ 20% de l'approvisionnement en eau potable du canton**. La nappe du Genevois est la plus importante réserve d'eau potable souterraine du canton. Elle est exploitée par SIG au travers de 10 puits. Une surexploitation dans les années soixante a mené à un abaissement de plusieurs mètres du niveau de la nappe. Pour faire face à cette situation, une alimentation artificielle est réalisée à Vessy en bordure de l'Arve depuis les années 1980. Le principe et le financement de cette alimentation artificielle sont objet de l'article 34 de la LEaux-GE. Par ailleurs, l'exploitation de ces ressources fait l'objet d'une convention transfrontalière et d'une gouvernance franco-genevoise.

L'énergie géothermique du sous-sol cantonal est aujourd'hui **principalement exploitée par des systèmes de sondes géothermiques** à des profondeurs typiquement comprises entre 100 et 300 mètres. Les sondes géothermiques produisent de relativement faibles puissances thermiques et sont principalement adaptées pour des systèmes de chauffage et refroidissement individuels. L'utilisation géothermique des **nappes à faible profondeur** se limite à quelques installations dans tout le canton. **Les nappes profondes**, dont les caractéristiques sont méconnues, ne sont pas utilisées à ce jour.

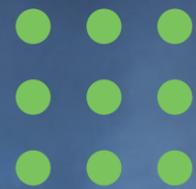
1.3.3 Potentiel des ressources renouvelables du sous-sol genevois

L'utilisation des eaux souterraines pour les besoins de boisson est et restera un enjeu prioritaire. Le changement climatique amorcé est susceptible de modifier non seulement la qualité, mais également la quantité des ressources disponibles

Il convient d'assurer que cette exploitation n'excède pas **le débit renouvelable de la ressource** sans impacter les autres éléments naturels (sources ou nappes alimentant les cours d'eau) et de rechercher des ressources nouvelles pour diversifier les sources d'approvisionnement et diminuer la vulnérabilité face à une pollution des nappes exploitées actuellement ou du lac Léman. Le canton dispose pour s'en assurer d'un réseau de suivi de puits et de piézomètres. Les études en cours laissent présager de nouvelles réserves en eau potable.

En termes d'exploitation géothermique, c'est aujourd'hui seulement **une fraction du potentiel qui est mis en valeur**. L'exploitation géothermique à Genève consiste principalement en des sondes géothermiques. Ce mode d'exploitation, s'il est intéressant pour assurer les besoins thermiques de petits bâtiments indépendants, **répond mal aux besoins d'un tissu urbain dense** tel que celui du canton de Genève. Des systèmes d'exploitation de plus grande puissance permettraient le développement d'installations mutualisées et l'alimentation de réseau de chaleur ou de froid. Aussi, le programme GEothermies vise en particulier le développement de l'exploitation de la chaleur des nappes souterraines. Il a mis en évidence que la géothermie pourrait contribuer à la transition énergétique du canton à la condition d'utiliser l'ensemble des nappes souterraines disponibles à tous les niveaux de profondeur.

Le sous-sol du bassin Genevois riche en eaux souterraines est à priori **très favorable** à l'exploitation géothermique, tant à faible, moyenne que grande profondeur. Toutefois, la disparité des connaissances et la variabilité spatiale de leurs propriétés hydrogéologiques rendent la cartographie de leur potentiel encore délicate. Il est nécessaire de poursuivre l'acquisition des connaissances à l'échelle du bassin géologique, afin de disposer d'informations suffisantes pour chiffrer le potentiel exploitable, **aussi bien pour la géothermie que pour l'eau potable**.



2. ASSURER UN DÉVELOPPEMENT DURABLE DES RESSOURCES DU SOUS-SOL CANTONAL



2.1 - ENJEUX DU DÉVELOPPEMENT COORDONNÉ DU SOUS-SOL

2.1.1 Exploiter et gérer des ressources renouvelables

Dans une perspective de durabilité, il convient d'exploiter le flux renouvelable des ressources en eau souterraine et en énergie géothermique et non la réserve ou le stock. Il est par ailleurs parfois possible d'augmenter les débits et flux exploitables durablement dans le sous-sol par des techniques de recharge artificielle :

- Réalimentation artificielle des nappes, telle que pratiquée dans la nappe du Genevois;
- Injection de chaleur dans le sous-sol, cette dernière stratégie peut par ailleurs être pertinente pour assurer les besoins de froid de certains utilisateurs.

La surexploitation des eaux souterraines conduit à une baisse graduelle des niveaux phréatiques, pouvant conduire à l'extrême à la disparition de la ressource exploitable, mais également pouvant avoir des impacts importants pour l'environnement ou le milieu urbain : dénoyage des puits d'exploitation, réduction des débits dans les cours d'eau, tassement des terrains, intrusion de polluants, etc.

La surexploitation de l'énergie géothermique conduit à une baisse graduelle de la température du sous-sol pouvant conduire à des effets indésirables tels que le gel du sous-sol, la rupture des systèmes d'exploitation ou des modifications drastiques des écoulements ou des échanges chimiques et biologiques dans les nappes.

Au-delà de l'évaluation de chaque exploitation, dans une perspective de durabilité ce sont les interactions qui peuvent surgir de la multiplication des usages des ressources renouvelables du sous-sol qu'il s'agit de maîtriser.

Il convient de s'assurer que de nouvelles installations ne prêterent pas les installations existantes, mais il est également important d'anticiper et de pouvoir conserver des conditions qui pourront permettre le développement de projets ambitieux avec un bon rapport coût/bénéfice. Ainsi, il peut être intéressant dans une nappe souterraine importante de privilégier le développement futur de systèmes d'exploitation mutualisés aux dépens du développement actuel de projets individuels.

Dans un contexte transfrontalier, il convient de s'assurer que les futurs projets genevois et français, en particulier les plus ambitieux d'entre eux, ne soient pas générateurs de tensions futures entre voisins, mais préservent au contraire le potentiel de collaboration pour une utilisation optimale des ressources en partage. Il s'agira de veiller aux conditions de réciprocité de la France vers Genève pour les projets situés à proximité de la frontière mais au-delà de la frontière cantonale.

Au final, il s'agit pour le canton de passer de la surveillance d'une installation à la gestion durable d'une ressource.

Celle-ci doit permettre non seulement une protection axée sur les usages, mais également une protection systématique de la ressource en maintenant le milieu dans un état aussi proche que possible de l'état naturel afin de préserver les usages actuels comme futurs et de garantir la préservation de l'environnement. Une telle gestion durable doit être mise en place dans une perspective de gestion transfrontalière.

2.1.2 Nouvelles opportunités pour le développement du canton

Le canton de Genève est résolument engagé dans la transition énergétique. Un axe de cette transition consiste à décarboner la consommation thermique des bâtiments. Ainsi, dorénavant les bâtiments neufs ne pourront plus utiliser d'agents fossiles pour leurs besoins individuels de chaleur.

Dans ce contexte, l'énergie géothermique offre un panel de possibilités pour la production d'énergie thermique renouvelable.

C'est une ressource locale, disponible tout au long de l'année et largement exploitable sur le territoire.

La relativement faible conductivité du sous-sol offre des possibilités de déphasage des productions, voire de stockage, permettant ainsi de répondre avec efficacité à la variation inter saisonnière des besoins.

2.1.3. Des risques à minimiser

Travailler dans et avec le sous-sol comporte implicitement des risques. Parmi ceux-ci, il s'agit en particulier de considérer :

- **Les incertitudes géologiques.**

La connaissance du sous-sol est encore partielle, elle fait appel à la prospection et à l'exploration, mais également à la modélisation et à l'interprétation. Les discontinuités et les hétérogénéités sont inhérentes au milieu géologique. Ainsi, l'exploitation du sous-sol est toujours entachée d'une marge d'incertitude et d'aléas géologiques qu'il convient de réduire, mais aussi d'évaluer et de prendre en compte lors du développement de projets.

- **Les risques économiques et juridiques.**

Le sous-sol est un espace encore peu planifié et réglementé en comparaison avec l'espace de surface. La limite entre la propriété privée et le domaine public n'est pas déterminée de manière univoque et si l'exploitation du sous-sol est un monopole public, les conditions dans lesquelles pourra être mis en œuvre ce monopole ne sont pas encore toutes déterminées (quels opérateurs, quels modèles de concession, etc.). Par ailleurs, les projets thermiques de réseau sont encore relativement peu développés en Suisse et un marché concurrentiel doit se développer or, le bilan financier des projets géothermique est généralement caractérisé par de fortes charges d'investissement : aujourd'hui, la rentabilité à moyen et long terme des projets mutualisés doit être précisée.

- **La vulnérabilité environnementale et la faible réversibilité des interventions.**

En particulier, les eaux souterraines sont un milieu vulnérable de grande importance pour la Suisse. Dans le sous-sol, les processus physiques sont généralement beaucoup plus lents qu'en surface, aussi les éventuels impacts sur les eaux souterraines (pollution, modification des écoulements) peuvent durer pendant des dizaines, voire des centaines d'années. Le sous-sol est peu propice à des stratégies d'expérimentation risquées.

- **Le risque d'image :**

Le sous-sol et son exploitation restent méconnus. La géothermie est un sujet sensible, que ce soit en raison des amalgames avec les gaz de schistes et les techniques associées, la sismicité induite ou encore la perte de confiance en cas d'échec partiel ou total d'un projet. Il s'agit dès lors de soigner la communication et la perception du sous-sol auprès de tous les acteurs.

Finalement, les opportunités que laisse entrevoir l'exploitation de la chaleur des nappes aux différentes profondeurs permettront de passer à des échelles de production intéressantes et efficaces pour des usages mutualisés et pour contribuer à l'alimentation et à la gestion de nouveaux réseaux de chaleur en développement.



2.2 - PRINCIPES

2.2.1 Assurer une gestion durable

Les ressources renouvelables du sous-sol urbain sont mises en valeur avec une vision de **transition écologique** et dans la perspective du **concept cantonal de protection de l'environnement**. En particulier, les objectifs stratégiques de ce dernier dirigent la mise en œuvre de la politique du sous-sol :

- **Augmenter la durabilité énergétique :**

L'augmentation de la part d'énergie renouvelable géothermique dans le mix cantonal contribue à augmenter cette durabilité. L'exploitation géothermique complète et ne remplace toutefois pas l'ensemble des mesures menées pour réduire à la source la demande énergétique du canton.

- **Conserver et développer les ressources naturelles locales :**

Les ressources du sous-sol sont exploitées en respectant le principe préalable de préservation des ressources et de leur potentiel, à savoir dans les limites de leur part renouvelable tout en intensifiant l'utilisation du potentiel des nappes d'eau souterraines.

- **Prévenir et prendre en compte les risques en lien avec l'environnement et la santé humaine :**

Une évaluation des risques est indispensable pour le développement et la mise en œuvre de tout nouveau projet d'exploitation des ressources du sous-sol. En particulier, la protection des nappes d'eau souterraines est un intérêt public prépondérant. Dans le cadre de son rôle de gestionnaire du sous-sol, le département en charge de l'environnement veille à anticiper les impacts négatifs et prévenir les conflits. Les décisions administratives sont établies en réalisant une pesée d'intérêt entre les risques et les avantages d'un projet, notamment en prenant en compte pour les risques : leur probabilité, leur impact, mais également la réversibilité des projets et des décisions.

- **Favoriser l'émergence d'espaces urbains à haute performance environnementale – agglomération compacte, multipolaire et verte :**

Le sous-sol d'une manière générale doit être mieux pris en compte et intégré dans les politiques d'aménagement du territoire cantonal et d'agglomération. En ce qui concerne les ressources renouvelables du sous-sol, leur exploitation et leur préservation contribuent à l'augmentation de la performance environnementale et de la qualité de vie. Dans ce sens, l'articulation des politiques publiques sectorielles est primordiale. En particulier, un accent est mis sur la cohérence entre le développement des réseaux de chaleur structurants et non structurants et l'exploitation de l'énergie géothermique. A cette fin, il est prévu que le présent plan soit intégré dans le plan directeur cantonal sous forme d'une fiche.

Afin de mettre en œuvre les principes de gestion durable, le département en charge de l'environnement développe et maintient à jour une aide à l'exécution sous la forme d'un plan de gestion des ressources. Le PGR contient notamment des cartes et des **directives** pour faciliter la réalisation de projets. Par ailleurs, il contribue à l'acquisition et à la diffusion des connaissances et met en place un **système de monitoring** de l'exploitation des ressources. Ce monitoring permet en particulier de s'assurer que la part des ressources exploitées n'excède pas la part renouvelable et que les éventuels impacts environnementaux sont aussi limités que possible et ne dépassent en aucun cas les limites légales.

2.2.2 Exploiter de manière efficiente les ressources

Par-delà sa gestion durable, l'exploitation des ressources du sous-sol doit être **efficiente**. L'énergie géothermique pourrait contribuer significativement à couvrir les besoins thermiques du canton. Dans la perspective de la politique énergétique fédérale et cantonale,

il est indispensable de remplacer les ressources énergétiques carbonées et polluantes par des ressources renouvelables et indigènes telles que la géothermie.

L'**efficience** implique notamment de mettre en œuvre les solutions permettant le plus grand bénéfice énergétique et environnemental pour un coût donné. Dans ce cadre, il convient d'optimiser les projets en s'assurant que l'ensemble des opportunités soient considérées et de développer les mécanismes de gouvernance et d'arbitrage pour assurer la prise de décision rationnelle et la priorisation de l'intérêt public. Généralement, les projets énergétiques les plus efficaces misent sur : la mutualisation des infrastructures, la complémentarité des ressources énergétiques et la multiplicité des usages (par exemple répondre conjointement à des besoins de chaleur, froid, stockage, électricité, etc.). A Genève, l'efficience suppose également d'appréhender les risques et les opportunités sur un plan transfrontalier en regard de la réalité géographique et le fonctionnement du bassin de vie.

Par ailleurs, un **développement ambitieux** permettra un changement d'échelle dans le développement des ressources renouvelables, en particulier celui de la géothermie par la mise en valeur du plein potentiel du sous-sol.

Pour assurer ce changement d'échelle, il convient de mieux évaluer et connaître les ressources disponibles, de les considérer de manière beaucoup plus systématique dans le développement de projets énergétiques et territoriaux et finalement de prendre des risques (mesurés et raisonnés) en mettant en œuvre des projets pilotes ou expérimentaux.

2.3 - OBJECTIFS

2.3.1 Coordonner les développements

Les usages multiples des ressources renouvelables du sous-sol, particulièrement la perspective d'une mise en valeur complexe de l'énergie géothermique avec la production de chaud, de rafraîchissement, du stockage voire d'électricité, met en évidence un important **besoin de coordination**. Dans ce contexte, le département chargé de l'environnement **pilote la gestion des ressources du sous-sol**.

La stratégie de gestion des ressources du sous-sol portée par le département est fondée notamment sur des instruments législatifs (en premier lieu la LRSS) et opérationnels (PGR).

Le département assure la cohérence verticale entre les instruments, mais également l'articulation horizontale avec les autres politiques publiques : en particulier la bonne intégration de la stratégie de gestion du sous-sol dans les politiques de l'aménagement du territoire, de l'environnement, de l'énergie et de l'eau.

La stratégie cantonale de gestion du sous-sol est construite en tenant compte des enjeux des politiques connexes et le contexte du sous-sol ainsi que les orientations primordiales de sa mise en valeur sont pris en compte lors de la révision de ces politiques.

Les **instances de gouvernance ad hoc** sont mises en place pour assurer cette cohérence et cette articulation. Dans le cadre de la gestion des ressources transfrontalières d'importance, la gouvernance intègre les partenaires français et vaudois en vue d'assurer une gestion cohérente d'une même ressource et l'articulation des politiques reflète les enjeux de part et d'autre des frontières cantonales et nationales. Un renforcement de cette gouvernance est en cours.

Le département se dote des instruments nécessaires pour **réaliser les arbitrages** entre l'exploitation des ressources du sous-sol et leur protection ainsi qu'entre projets d'exploitation du sous-sol afin de trouver les meilleures solutions à moyen et long terme pour assurer l'approvisionnement en eau et la pérennité des ressources naturelles. En particulier, **la préservation des nappes principales du domaine**



public et leur exploitation comme eau de boisson (actuelle ou potentielle dans le futur) forment un intérêt supérieur de la politique publique du sous-sol. La préservation du fonctionnement de toutes les nappes en tant qu'élément alimentant les cours d'eau, notamment en période d'étiage, est également essentielle en particulier dans le contexte de changement climatique actuel. D'autre part, dans le domaine géothermique, lorsque les conditions techniques le permettent, les solutions mutualisées sont privilégiées sur les solutions individuelles.

2.3.2 Acquérir et diffuser de nouvelles connaissances

Une utilisation judicieuse du sous-sol requiert tout d'abord d'en connaître les ressources : qualifier et quantifier le potentiel, diminuer les risques d'échec de la géothermie et augmenter la résilience du canton en diversifiant les ressources en eau potable.

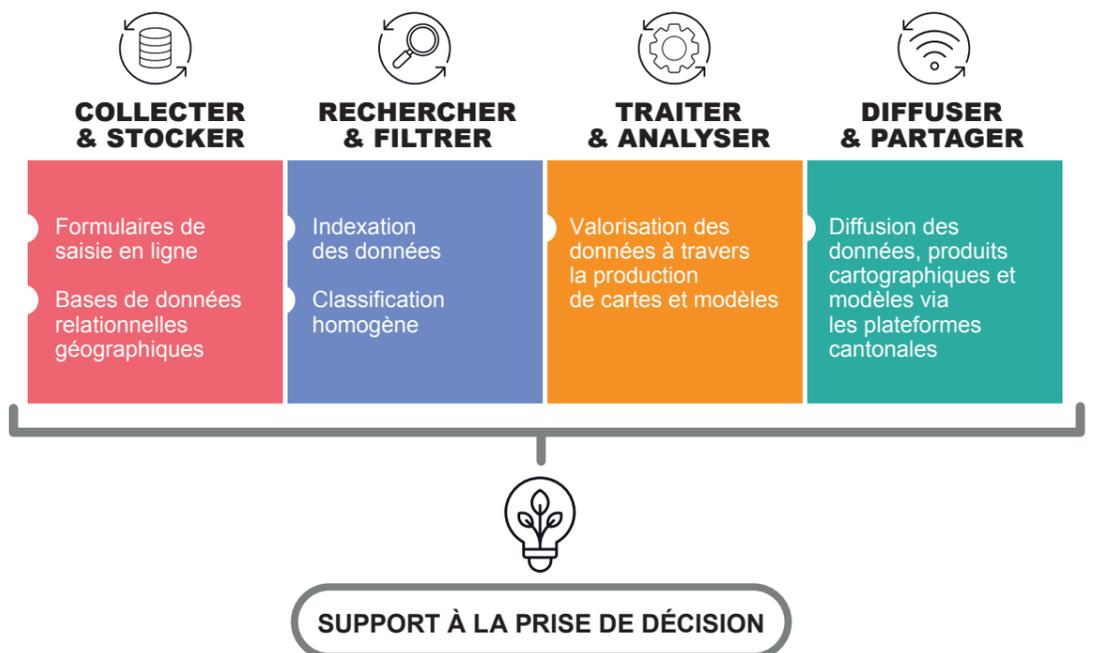
Dans ce contexte, l'État assume un rôle de pionnier : il poursuit notamment, au travers du **programme GEothermies**, un objectif d'exploration du sous-sol cantonal en coordination avec les projets et les

Le département détermine dans le territoire les **secteurs à enjeux**, dans lesquels il oriente et priorise le développement de certaines solutions d'exploitation de la ressource. Pour cela, il tient compte du contexte du sous-sol, mais également des conditions d'urbanisation et des planifications énergétiques, en particulier l'existence ou le développement de réseaux thermiques et d'approvisionnement en eau potable.

instruments mis en place par la Confédération. Les travaux menés à l'échelle du bassin géologique fournissent de nouvelles connaissances au-delà de la géothermie, sur de nouvelles sources d'approvisionnement en eau ou encore sur des environnements qui pourraient être favorables au stockage d'énergie ou de CO₂.

Par ailleurs, le département est tenu d'établir et de mettre en place un système d'information du sous-sol qui regroupe les informations géologiques (art. 17 LRSS modifié 2021). Ce système dénommé SOLSTISS combine une base de données avec des outils et processus afin de structurer les données acquises et de partager les informations.

SOLSTISS : FONCTIONS DU SYSTÈME D'INFORMATION DU SOUS-SOL GENEVOIS



Les produits et outils développés dans le cadre de SOLSTISS faciliteront le développement de projets urbains et de mise en valeur des ressources ainsi que les démarches administratives associées à ces projets. SOLSTISS permettra une mise à jour plus dynamique avec un accès à un état des connaissances actualisé sur le sous-sol cantonal au gré des nouvelles connaissances.

2.3.3 Clarifier les conditions d'exploitation

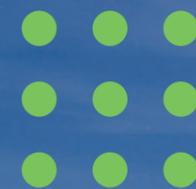
Les connaissances acquises révèlent des potentiels nouveaux et prometteurs, sources d'enjeux majeurs. En particulier, **les eaux souterraines du domaine public doivent être distinguées**. Les principes directeurs fixés dans le cadre de la stratégie de gestion du sous-sol nécessitent une **coordination, une exploitation mutualisée et la préservation d'un usage mixte** de ces ressources d'importance.

Il importe de considérer les arbitrages entre les usages et entre les systèmes d'exploitation de l'eau potable et de la géothermie.

Les modèles d'exploitations promus doivent tenir compte d'une pondération des risques et de la nécessité d'assurer un développement coordonné tout en conservant de la flexibilité dans l'exploitation des ressources.

Il est important que les modèles d'exploitation puissent répondre agilement aux enjeux de l'évolution urbaine, de la mise en œuvre de la politique énergétique et de la planification de l'approvisionnement en eau potable. Ces arbitrages devraient aussi pouvoir s'adapter aux opportunités transfrontalières.

L'exploitation des eaux souterraines du domaine public (nappes principales) pour l'eau de boisson est assurée par SIG qui est chargé de l'approvisionnement en eau potable du canton de Genève. L'Etat est chargé du contrôle et de la régulation de cette activité en termes de pression sur la ressource. D'autre part, l'exploitation de la géothermie est **un monopole public que l'État peut exercer lui-même ou soumettre à des tiers (Art 170. Constitution)**. L'exploitation au travers de **sondes géothermiques** (ou systèmes assimilés tels que géostructures énergétiques et champs de sondes) peut être réalisée par des tiers publics ou privés dans les parties du territoire qui ne sont pas soumises à des restrictions (protection des eaux souterraines). Leur construction est conditionnée à une demande d'autorisation de construire et à une déclaration de forage. L'ensemble des autres systèmes d'exploitation géothermique doivent faire l'objet d'une demande de concession auprès de l'autorité cantonale.



3. VERS UNE MISE EN ŒUVRE DU PGR





3.1 - RENFORCER LA GOUVERNANCE

L'application des principes de la stratégie cantonale est une compétence du département en charge de l'environnement qui le pilote. L'élaboration du PGR constitue une aide à l'exécution qui doit permettre d'assurer un usage durable de la ressource, **au bénéfice du plus grand nombre ou de l'effet le plus positif sur l'environnement** (environnement au sens large, incluant la pollution atmosphérique, les nuisances et l'impact sur le climat, etc.).

Avec le PGR, le département instaure un processus de consultation et de concertation en son sein et avec les parties prenantes concernées. Il s'agit d'un processus dynamique qui facilite la prise en compte du sous-sol dans un territoire en mouvement et en préservant le potentiel de développement de ce dernier.

Le PGR veillera à assurer la **cohérence avec les politiques publiques connexes**, en particulier celles de l'environnement, l'aménagement du territoire, l'énergie et l'eau. A moyen terme, une gouvernance cantonale et une coordination transfrontalière des ressources du sous-sol devraient être précisées.

Un **comité de gestion de la géothermie** veillera à ce que le développement de la géothermie réponde aux objectifs du PGR et soit en adéquation avec les autres planifications.

3.2 - DÉVELOPPER LES OUTILS ET INSTRUMENTS DE GESTION

Plusieurs instruments législatifs et outils opérationnels sont en cours de développement :

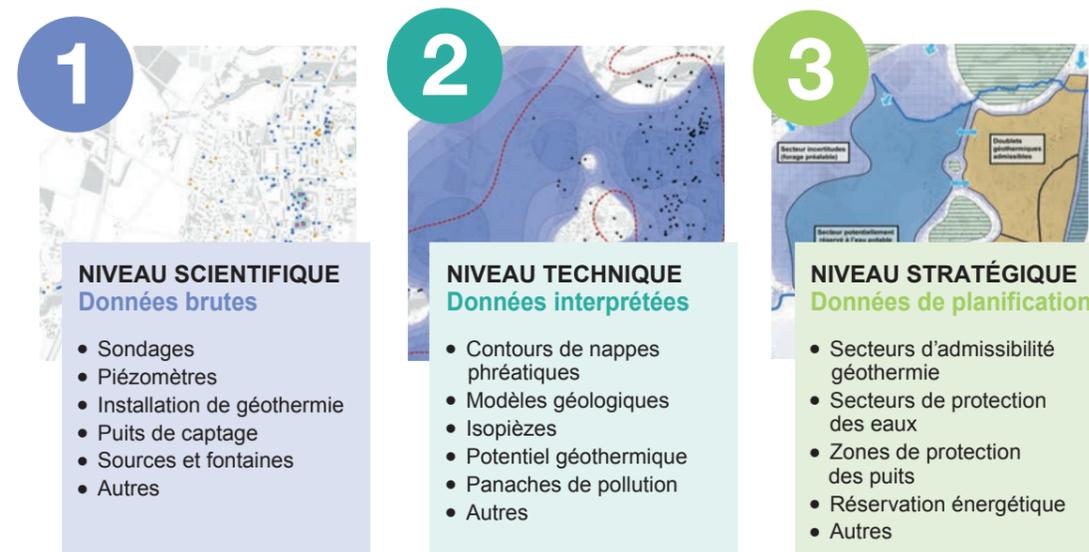
- La **réglementation de la LRSS** en cours de rédaction comportera deux premiers volets : un règlement sur le système d'information du sous-sol et un règlement sur la géothermie. Des directives sont prévues et viendront préciser les marches à suivre pour les opérations dans le sous-sol et le suivi des installations.
- Le renforcement de la protection des eaux souterraines par une **extension de l'utilisation des outils juridiques** existant en la matière : périmètres de protection pour l'établissement de réserves en eau potable futures ou aire d'alimentation Zu comme instrument pour la gestion opérationnelle d'utilisation mixte (eau potable/géothermie).
- La mise en place d'un **observatoire des nappes et aquifères exploités** grâce à un réseau de piézométrie cantonale étendu à l'ensemble des nappes souterraines du canton. Une réflexion sur la collaboration et coordination des suivis qualitatifs entre les différentes analyses en matière de qualité de l'eau potable, ainsi que l'élargissement de son périmètre au Grand Genève devra encore être menée
- La poursuite du développement de **SOLTISS** (système d'information du sous-sol): outil indispensable pour le stockage d'une **quantité grandissante de données et pour la définition de secteurs** dans le sous-sol. Ces données servent de base à la production de cartes et de modèles géologiques pour des analyses cartographiques et statistiques. Le système SOLTISS sera mis en place en deux étapes. Un premier lot livré à la fin de l'année 2020 permet d'améliorer la collecte des données, le stockage des documents et l'analyse géographique. Un second lot intégrera dans le futur la gestion administrative des projets et procédures.

3.3 - PROMOUVOIR ET ACCOMPAGNER LES PROJETS

Pour intensifier l'usage durable des ressources du sous-sol, il convient de mieux appuyer et accompagner les projets. Dans ce sens, des outils sont notamment développés comme annexe au PGR qui contient des cartes, modèles et fiches pour faciliter la mise en œuvre de la stratégie et l'atteinte des objectifs.

Mises à jour et création de nouveaux produits cartographiques et sets de données. Les produits cartographiques diffusés sur SITG sont classés en 3 niveaux :

3 NIVEAUX DE DONNÉES ET DE CARTES



1. Premier niveau – **Données** : centralise et présente les diverses données disponibles. Ces cartes sont mises à jour de manière incrémentale (intégration des nouvelles données acquises).

2. Deuxième niveau – **Cartothèque** : représente des informations interprétées sur les conditions du sous-sol ; par exemple des cartes du contour des nappes, sommets des aquifères, carte de risques. Ces cartes sont mises à jour de manière fréquente à l'aide de processus métier (interprétation des nouvelles données et/ou amélioration des processus de modélisation).

3. Troisième niveau – **Planification** : indique ce que l'on souhaite atteindre ou faire au niveau stratégique selon des enjeux transversaux (urbanistiques, énergétiques...). Ces cartes sont mises à jour périodiquement en parallèle à la mise à jour du PGR : processus administratif et politique. Elles font l'objet d'un processus de concertation avec les différents acteurs concernés.

Etablissement de **fiches informatives et directives** pour expliquer certains éléments, contenus ou outils du PGR. Ces fiches sont développées et mises à jour régulièrement par le département en charge de l'environnement. Elles visent à la diffusion des connaissances sur le sous-sol ainsi qu'à l'accompagnement au développement et à l'exécution de projets d'exploitation des ressources du sous-sol. Les fiches sont diffusées sur la plateforme électronique du PGR (lien).



UN GUICHET UNIQUE

Afin de faciliter la mise en œuvre de solutions permettant le plus grand bénéfice énergétique et environnemental, un **guichet unique géré par le programme GEothermies** (geothermies_guichet@etat.ge.ch) veillera à une prise en compte optimum des opportunités dans l'intérêt général. Le guichet accompagne les porteurs d'un porteur de projet de géothermie dans la **réalisation d'un projet durable** intégré. Il privilégiera une utilisation mutualisée de la ressource en fonction du potentiel et des infrastructures de réseaux existantes ou planifiées. Le guichet assure une **bonne adéquation entre les ressources en sous-sol, les besoins énergétiques en surface, les acteurs concernés en prenant en compte le planning du porteur de projet**. Le guichet ne remplace pas les services, il n'ajoute pas une boucle de décision, au contraire il doit faciliter la ligne de vie des projets de géothermie et la rendant plus claire.

- Le sous-sol reste méconnu, les ressources qu'il contient sont régulièrement oubliées, leur exploitation suscite encore toujours des craintes. Une des raisons est notamment **l'absence de représentation** de cette dimension souterraine dans l'imaginaire de la population, la difficulté à appréhender les incertitudes associées et à l'intégrer dans la réalité des projets.

Le PGR avec ses cartes, modèles, fiches et autres outils de visualisation constitue un instrument de communication.

Une bonne communication accompagnera le développement de projets et améliorera la compréhension des enjeux associés. Au final le PGR doit faciliter la prise de conscience du rôle clé que les ressources du sous-sol peuvent jouer dans la transition écologique.



WWW.GE.CH