

STRATÉGIE ET PLANIFICATION

Aménagement du territoire en sous-sol

Recueil de bonnes pratiques



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Raumentwicklung ARE
Office fédéral du développement territorial ARE
Ufficio federale dello sviluppo territoriale ARE
Uffizi federal da svilup dal territori ARE

TABLE DES MATIÈRES

1.0 INTRODUCTION	3
-------------------------	----------

2.0 GÉODONNÉES ET GÉOINFORMATIONS	4
2.1 GÉODONNÉES	4
2.2 GÉOINFORMATIONS	5
2.3 TERMINOLOGIE UTILISÉE DANS LE PRÉSENT RAPPORT	5

3.0 AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE	6
3.1 IMPORTANCE DES GÉODONNÉES ET DES GÉOINFORMATIONS	6

4.0 EXEMPLES DE PROJETS	7
01 PLAN D'APPROVISIONNEMENT EN MATIÈRES PREMIÈRES 2020 ARGOVIE	8
02 TUNNEL DU WEINBERG ZURICH	10
03 PROGRAMME GÉOTHERMIES	12
04 WÄRMEVERBUND RIEHEN	14
05 PLAN D'AFFECTATION CANTONAL DES SOURCES THERMALES DE SCHINZNACH-BAD	16
06 SOLSTISS: SYSTÈME D'INFORMATION DU SOUS-SOL	18

5.0 SYNTHÈSE	20
---------------------	-----------

RÉFÉRENCES	25
-------------------	-----------

ADRESSES DE CONTACT POUR LES EXEMPLES DE PROJETS	26
---	-----------

1.0 INTRODUCTION

L'aménagement du sous-sol

Le rôle de l'aménagement du territoire est de coordonner, autant à la surface qu'en sous-sol, différentes exigences quant à l'utilisation et à la protection du territoire. La loi sur l'aménagement du territoire (LAT), ainsi que les lois cantonales sur les constructions et l'aménagement constituent, aujourd'hui déjà et dans une large mesure, un cadre approprié pour anticiper et éviter les conflits d'intérêts ou les résoudre lors de projets concrets. Néanmoins, en raison de l'intensification de l'utilisation du sous-sol l'aménagement du territoire continuera à être sollicité, tant au niveau communal, cantonal que fédéral.

La base: les données et informations relatives au sous-sol

Afin que l'aménagement du territoire soit en mesure de remplir ses tâches également lorsqu'elles se situent en sous-sol et puisse procéder à la pesée des intérêts nécessaire, il doit pouvoir disposer de bases suffisantes. Les géodonnées et les géoinformations font partie des bases indispensables. Aucun aménagement n'est possible, que ce soit en surface ou dans le sous-sol, sans données et informations décrivant le périmètre ou le volume concerné.

Postulat 16.4108

Mais quelles sont les informations nécessaires ? Qui se charge de recueillir ces données, à quel degré de détail ? Où et quand sont-elles disponibles ? Comment ces données et informations sont-elles intégrées dans l'aménagement du territoire ? – Par le Rapport du Conseil fédéral en réponse au postulat 16.4108 «Données géologiques relatives au sous-sol», l'Office fédéral du développement territorial (ARE) a été chargé de recueillir des exemples de bonnes pratiques qui montrent l'interaction entre l'aménagement du territoire et les données géologiques, et le moyen de transposer les données et informations géologiques en bases pour l'aménagement du territoire. Le présent rapport de synthèse constitue une base pour répondre à ce postulat.

Contenu et agencement

Ce rapport de synthèse présente d'abord un aperçu des géodonnées et des géoinformations relatives au sous-sol (chapitre 2), dont il explique l'importance générale pour l'aménagement du territoire (chapitre 3). Ensuite sont décrits six exemples de projets (chapitre 4). Ces exemples de projet se fondent sur des recherches et sur des interviews avec des représentants des autorités, de bureaux d'aménagement ou des bureaux d'études géologiques. Pour chaque exemple de projet, une fiche descriptive résume ses points essentiels et les principales connaissances tirées des entretiens. Les fiches descriptives des projets analysés montrent ainsi, par des exemples concrets, comment peut fonctionner, dans la pratique, l'interaction entre l'aménagement du territoire et les données relatives au sous-sol (chapitre 5). Comme les connaissances sont tirées uniquement des exemples analysés, le présent rapport de synthèse ne peut prétendre à l'exhaustivité. Mais les observations faites sont applicables à d'autres projets concernant le sous-sol.

Objectif et organisations visées

Le présent rapport montre par des exemples quels sont les facteurs qui contribuent à une interaction optimale entre les géodonnées et l'aménagement du territoire. Il explique aussi quels sont les obstacles à franchir. Il peut notamment apporter une aide aux autorités en charge de l'aménagement, aux bureaux de planification et aux exploitants d'infrastructures pour tout futur projet en rapport avec le sous-sol.

2.0 GÉODONNÉES ET GÉOINFORMATIONS

Aperçu général

Dans ce chapitre 2 sont définis divers termes en rapport avec les géodonnées et géoinformations. La figure 1 illustre les relations entre ces notions.

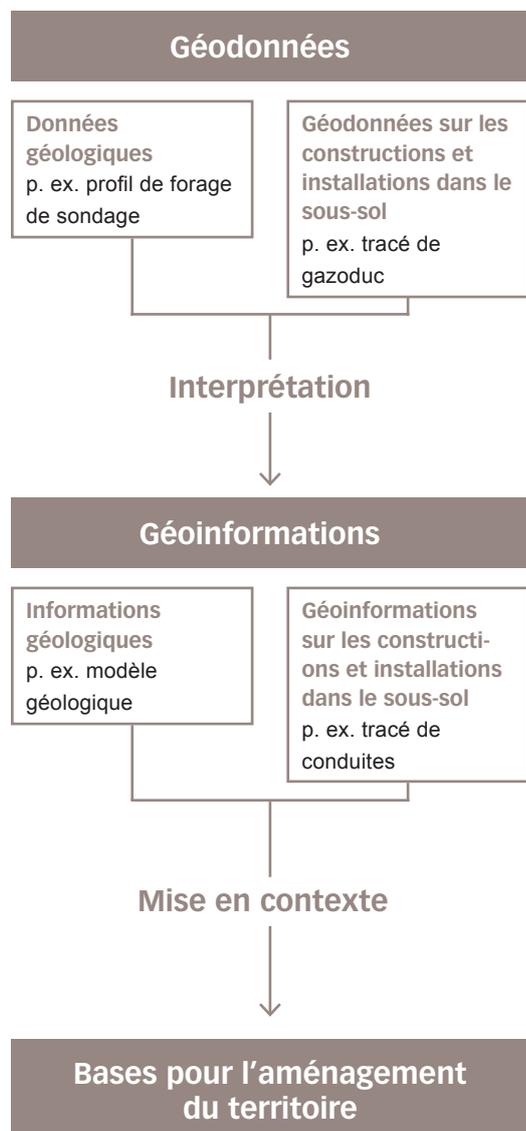


Figure 1
Représentation schématique des notions de géodonnées et de géoinformations sur le sous-sol

2.1 Géodonnées

La loi sur la géoinformation (LGéo) définit ainsi les géodonnées : «données à référence spatiale qui décrivent l'étendue et les propriétés d'espaces et d'objets donnés à un instant donné, en particulier la position, la nature, l'utilisation et le statut juridique de ces éléments».¹ Parmi les géodonnées concernant le sous-sol, une distinction peut être faite entre :

- A. Les «données géologiques» renseignent sur la configuration naturelle et les propriétés et la constitution du sous-sol, par ex. le profil d'un forage de sondage. Le relevé des données géologiques peut se faire notamment par des forages, par des analyses sismiques ou par radar au sol.
- B. Les «géodonnées sur les constructions et installations souterraines» renseignent sur le type et la situation des constructions et installations anthropogènes dans le sous-sol, p. ex. le tracé d'un gazoduc. Ces géodonnées peuvent également être recueillies par diverses méthodes, comme p. ex. le mesurage, les scanners laser 3D ou les caméras d'inspection de canalisations. Le relevé des données se fait souvent sur la base de plans d'exécution ou des plans de l'ouvrage exécuté.

Absence de standards et de normes

Il n'existe pas à ce jour de standards ni de normes de validité générale pour le mesurage du sous-sol. De ce fait, les données se présentent sous des formes très diverses et sont de qualité inégale.

Des relevés isolés

Le relevé de géodonnées sur le sous-sol est coûteux et demande beaucoup de temps. Il ne couvre donc pas toute une superficie de manière systématique, mais s'effectue en règle générale de façon isolée pour un but précis. Les travaux de relevé sont habituellement exécutés par un bureau d'études géologiques, sur mandat du maître de l'ouvrage ou des pouvoirs publics (Confédération / canton / commune), p. ex. pour une étude de terrain, dans le cadre d'un forage de sondage géothermique ou en vue de l'élaboration future d'une carte des eaux souterraines. Comme ces relevés se font pour un but précis, les possibilités d'utiliser les données géologiques recueillies pour d'autres buts sont souvent restreintes.²

¹ Art. 2 let. a LGéo

² Cf. CHGEOL, p. 4.

2.2 Géoinformations

Les géoinformations sont des « informations à référence spatiale acquises par la mise en relation de géodonnées ».³ De même que pour les géodonnées dans le chapitre 2.1, les géoinformations relatives au sous-sol se répartissent en deux catégories:

- A. Les « informations géologiques » sont p. ex. des cartes géologiques, des profils géologiques et des modèles géologiques de terrain.⁴ Elles renseignent par exemple sur l'extension des nappes phréatiques, sur la structure et la composition des couches géologiques, sur la répartition des températures dans le sous-sol, ou sur les sites contaminés.
- B. Les « géoinformations sur les ouvrages et installations dans le sous-sol » indiquent le type et la situation des constructions et installations souterraines. Le regroupement et l'interprétation des résultats de mesurage et des plans d'exécution permet p. ex. de dresser un cadastre des canalisations. Il s'agit ici de géoinformations sur les constructions et les installations dans le sous-sol.

Lors du passage des géodonnées aux géoinformations, différentes données sont combinées et interprétées. La combinaison et l'interprétation peuvent se faire par différents types d'exploitation des données: les données géologiques peuvent être combinées dans une vue d'ensemble puis être interprétées qualitativement, compensées entre elles, interpolées ou modélisées. Il est ainsi possible, par exemple, de regrouper en une image d'ensemble un grand nombre de forages de sondage visant des aquifères, puis de déduire par interpolation la forme en trois dimensions de l'aquifère. De manière similaire, par combinaison et par interprétation, le Service géologique national de swisstopo, à partir de données de plusieurs milliers de forages et de nombreuses autres géodonnées, a déduit des géoinformations sur le sous-sol du Plateau suisse et a établi un modèle géologique en 3D (fig. 2).

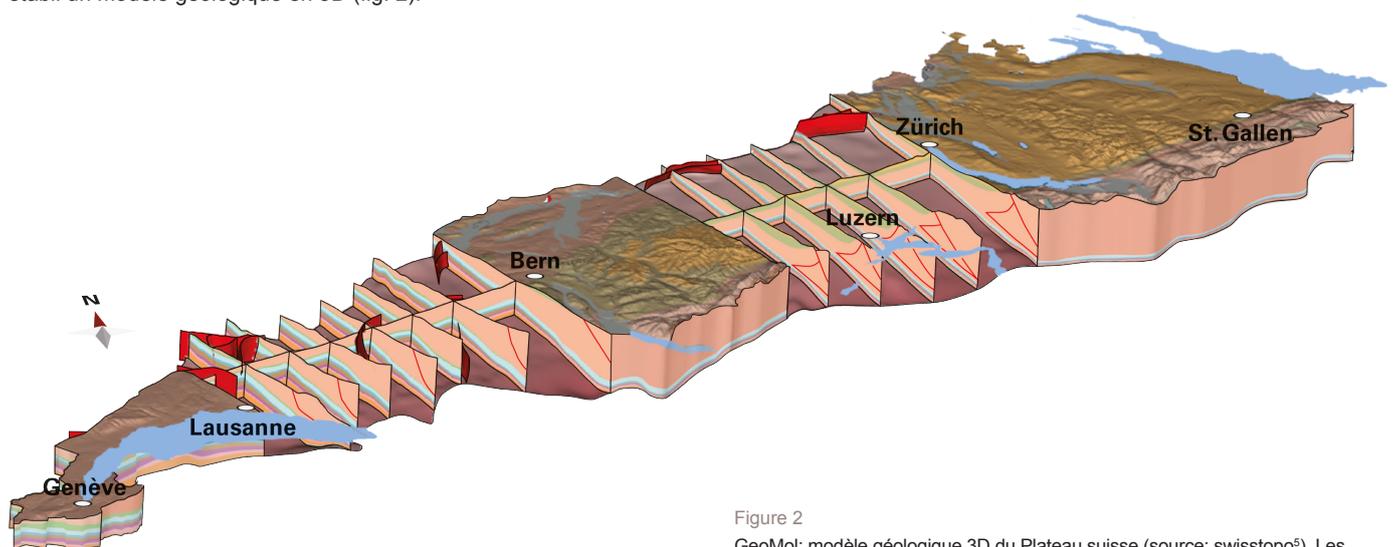


Figure 2

GeoMol: modèle géologique 3D du Plateau suisse (source: swisstopo⁵). Les géoinformations du modèle tridimensionnel sont déduites d'une grande quantité de géodonnées isolées.

³ Art. 3 let. b LGéo.

⁴ Cf. la définition légale à l'art. 2 let. g OGN: «[...] informations géologiques qui résultent de l'interprétation de données géologiques primaires ou de données géologiques primaires traitées, notamment des interprétations de données géophysiques, des cartes géologiques, des coupes géologiques, des modèles géologiques».

⁵ swisstopo (2017): GeoMol: Geologisches 3D-Modell des Schweizer Molassebeckens – Schlussbericht. – Rapports du Service géologique national, 10. Disponible en ligne à l'adresse: <https://www.swisstopo.admin.ch/fr/connaissances-faits/geologie/donnees-de-base/geologie-3d/profond/geomol.htm>.

3.0 AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE

Tâches

La Confédération, les cantons et les communes coordonnent leurs activités ayant des effets sur l'organisation du territoire.⁶ Dans le cadre de l'aménagement du territoire, ils réalisent une occupation et une utilisation du territoire axées sur le développement souhaité du pays et tiennent compte des données naturelles ainsi que des besoins de la population et de l'économie.⁷ L'aménagement du territoire doit coordonner les différentes exigences d'utilisation et de protection de l'espace tridimensionnel.

Les exigences d'utilisation et de protection dans le sous-sol
Actuellement déjà, diverses exigences d'utilisation et de protection se heurtent dans le sous-sol. Il faut s'attendre à ce que de nombreuses nouvelles infrastructures publiques et privées soient réalisées, raison pour laquelle les conflits entre intérêts vont augmenter. La prise en compte du sous-sol dans l'aménagement du territoire gagne dès lors en importance.

Les instruments de l'aménagement du territoire

L'aménagement du territoire, aux différents niveaux institutionnels de planification, comprend divers instruments, comme par exemple les plans sectoriels, les conceptions, les plans directeurs et les plans d'affectation. À cela s'ajoutent de nombreux instruments informels. Ces instruments formels et informels permettent, d'une part, à la Confédération, aux cantons et aux communes d'accomplir leurs tâches stratégiques, p. ex. l'approvisionnement en eau potable ou la planification des décharges. Ils créent, d'autre part, les conditions légales de la mise en œuvre des projets, p. ex. la délimitation d'une zone d'affectation pour l'extraction de roche dure.

L'aménagement du territoire au sens large comprend encore des mesures, des contenus liants et des approbations destinées à organiser le territoire en fonction de son potentiel naturel, économique et social, ou à le rendre utilisable, par ex. des délimitations de zones de protection, des autorisations de construire, etc.

3.1 Importance des géodonnées et des géoinformations

Des bases pour l'aménagement du territoire

Pour que l'aménagement du territoire puisse accomplir ses tâches, il convient de recenser les intérêts en jeu, de les apprécier et de les peser soigneusement.⁸ Il est indispensable pour cela de disposer de bases détaillées sur les intérêts en question, tant à la surface qu'en sous-sol.

Géoinformations nécessaires

Pour l'aménagement du territoire, il faut disposer d'informations, d'une part sur la nature géologique et hydrogéologique du sous-sol (informations géologiques), et d'autre part sur les utilisations antérieures, actuelles et futures du sous-sol (géoinformations sur les constructions et installations souterraines).

Informations et bases nécessaires en fonction du problème ou de la question posée

Prises isolément, les informations et les bases ne sont que d'une aide restreinte pour une pesée détaillée des intérêts. Ce n'est que l'interaction et l'évaluation combinée de différentes d'informations qui permet d'obtenir une image fondée et cohérente qui peut être utilisée pour des tâches d'aménagement du territoire. La particularité est ici que ces informations sont plus difficiles à relever et à vérifier que pour les planifications à la surface. Il est généralement nécessaire de recourir aux compétences d'un bureau d'études géologiques ou d'autres experts. Le degré de détail et l'étendue des informations nécessaires ainsi que des bases dont il faut disposer dépendent en outre du problème ou de la question posée.

⁶ Sont considérées, au sens de l'art. 1 OAT comme «ayant des effets sur l'organisation du territoire» les activités qui «modifient l'utilisation du sol ou l'occupation du territoire ou qui visent à les maintenir en l'état».

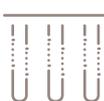
⁷ Art. 1 LAT.

⁸ Art. 3 OAT.

4.0 EXEMPLES DE PROJETS

Présentation générale

Une liste de projets possibles a été établie sur la base d'une enquête effectuée auprès de divers acteurs. Après évaluation ont été retenus les candidats appropriés pour figurer sur la liste des exemples de bonnes pratiques. La sélection a veillé à ce que soient représentés les différentes utilisations du sous-sol et les différents niveaux de planification.

Utilisation	Confédération	Canton	Commune
 Matière première		01 PLAN D'APPROVISION- NEMENT EN MATIÈRES PREMIÈRES 2020 ARGOVIE	
 Transports	02 TUNNEL DU WEINBERG ZURICH		
 Géothermie		03 PROGRAMME GÉOTHERMIES	04 CHAUFFAGE À DISTANCE RIEHEN
 Protection des sources et des eaux souterraines		05 PLAN D'AFFECTATION CANTONAL DES SOURCES THERMALES DE SCHINZNACH-BAD	
 Niveau supérieur (plus général)		06 SOLSTISS: SYSTÈME D'INFORMATION DU SOUS-SOL	

01 PLAN D'APPROVISIONNEMENT EN MATIÈRES PREMIÈRES 2020 DU CANTON D'ARGOVIE



Canton

Description du projet

Le Plan d'approvisionnement en matières premières (RVK) constitue la base pour la mise en réserve, dans le Plan directeur cantonal, de zones d'extraction de matériaux. Le canton d'Argovie et l'Union argovienne des producteurs de graviers et de béton (VKB) ont élaboré ce plan en commun en 1995 et l'ont remanié entre 2018 et 2020. Le RVK sera mis à jour au plus tard lors de la prochaine révision du Plan directeur cantonal.

Emplacement

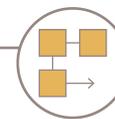


Objectifs



- Adaptation aux conditions actuelles et améliorations des sites d'extraction:
 - Divers forages (p. ex. forages de prospection pour l'extraction de graviers, sondes géothermiques, pompes à chaleur pompant dans les nappes) ont montré que les données du Plan d'approvisionnement de 1995 ne sont plus d'actualité.
 - Adaptation aux changements des paramètres (transports, accessibilité, meilleures connaissances géologiques, adaptation des aires d'eaux souterraines prioritaires).
 - Quelques surfaces définies dans le RVK de 1995 n'ont pas pu être exploitées, notamment en raison de problèmes d'accès.
- Les sites d'extraction couvrent les besoins prévus, leur exploitation est judicieuse du point de vue géologique, et il est tenu compte de l'approvisionnement régional.
- Pas d'extension des volumes d'extraction.
- Planification globale: sur la base de la version remaniée du RVK, le canton révisera les inscriptions dans l'ensemble du Plan directeur cantonal. Cette manière de faire est plus appropriée et plus efficace qu'une adaptation des sites au cas par cas.
- Traitement conjoint par le canton et le VKB.

Étapes de planification



2017

A

Évaluation des sites d'extraction

- Évaluation sommaire / pré-sélection des sites selon RVK 1995.
- Enquête auprès des membres du VKB.
- Évaluation des sites, compte tenu des géodonnées existantes et relevées, sur la base d'un catalogue, avec des critères définis d'exclusion et d'évaluation, et vérification des sites sous la forme d'une analyse de sensibilité.

B

Définition des besoins

- Détermination des besoins futurs sur la base des matériaux déjà extraits et de l'évolution estimée (à l'horizon 01.01.2020).

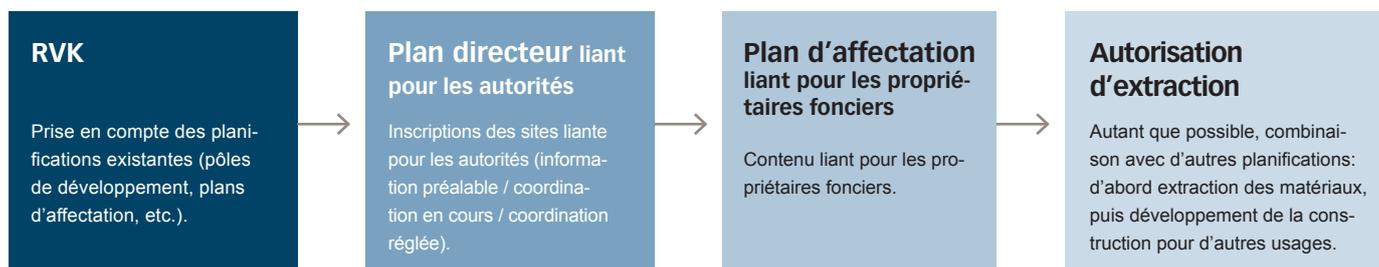
C

Recommandation de sites d'extraction

- Sur la base de l'évaluation des sites, de la définition des besoins, ainsi que de facteurs propres à la région, recommandations pour l'inscription de sites dans le Plan directeur cantonal et propositions pour la suppression de sites qui ne sont plus appropriés.

2020

Lien avec d'autres planifications



01 Interaction des données et de l'aménagement du territoire

Données existantes	Disponibilité
Données selon RVK 1995	Le RVK 1995 peut être consulté auprès du canton.
Données SIG (par ex. zones alluviales protégées, zones de protection des eaux souterraines, etc.)	Données publiques : géoportail
Profils de forages <ul style="list-style-type: none"> — sondes géothermiques — pompes à chaleur pompant dans les nappes — forages pour l'extraction de graviers 	Les profils des forages pour les pompes à chaleur à sonde géothermiques ou avec pompage dans les nappes sont visibles dans le cadastre des forages. En cas d'intérêt motivé, il est possible d'accéder au cadastre des forages et de télécharger les profils. En ce qui concerne les forages de prospection pour l'extraction de graviers, un embargo de dix ans est imposé. Pendant ce délai, les données ne sont pas mises à la disposition du public mais le canton peut les utiliser à des fins internes. À la levée de l'embargo, ces coupes sont elles aussi disponibles dans le cadastre des forages.
Statistique des matières premières	Depuis 1992, le canton d'Argovie tient des statistiques annuelles des concernant les extractions et les comblements (par des enquêtes effectuées auprès des entreprises) ; il les analyse au niveau régional et cantonal et les publie avec des commentaires sur le site de l'administration cantonale.
Données relevées	Disponibilité
Données de base nouvellement relevées par les membres du VKB (par ex. indications sur l'efficacité de l'utilisation du sol).	Les membres du VKB ont mis à disposition du canton les données nouvellement relevées. Quelques-uns, de leur propre initiative, ont réalisé plus de forages que ce qui était exigé.



Qualité des données

- Dans l'ensemble, les données existantes ou récemment relevées sont de bonne qualité.
- Il existe des différences de qualité selon le but dans lequel les données ont été relevées à l'origine : les données provenant de forage de prospections pour l'extraction de graviers sont d'excellente qualité, tandis que les données des sondages géothermiques sont parfois moins adéquates.



Collaboration entre les acteurs

Compétences et attributions en rapport avec l'utilisation des données

- Le canton d'Argovie, en tant que responsable de la planification, en collaboration avec un bureau spécialisé, a analysé et exploité les données déjà existantes et celles fournies par les membres du VKB.
- Les membres du VKB ont relevé des données et les ont mises à disposition du canton d'Argovie. Une délégation du VKB a participé activement à l'actualisation au sein de l'équipe de projet.



Disponibilité des données

- Vorhandene und erhobene Daten dienen als Grundlage für den weiteren Planungsprozess (siehe Abbildung «Zusammenhang mit anderen Planungen»).



Bilan pour une interaction optimale entre données et aménagement du territoire

- +** **Éléments de réussite**
 - Étroite collaboration avec la branche (membres du VKB). Les membres du VKB étaient incités à relever à leurs frais les gisements de matières premières et à les mettre à disposition du canton car ces analyses constituent la condition préalable de l'inscription ultérieure d'un site d'extraction dans le Plan directeur à l'état de coordination réglée.
 - Depuis plus de 20 ans, le canton d'Argovie oblige les privés, par le biais d'une condition dans l'autorisation de forage de sondage, à lui remettre le profil géologique, les résultats des essais de pompage, les observations sur le niveau des eaux souterraines, les éventuelles analyses des eaux souterraines, et un «rapport final contenant tous les résultats des analyses et les interprétations».¹ Il existe en outre depuis 2013 dans le canton d'Argovie une obligation, lors de sondages géothermiques, d'en mesurer et d'en documenter le tracé.² Le canton a le droit d'utiliser ces données à ses propres fins. Les profils des forages sont rassemblés pour figurer dans le cadastre des forages.
- **Obstacles**
 - La concurrence entre les entreprises d'extraction et, partant, la protection des données pour la sauvegarde des secrets d'affaires. Mesure prise pour remédier à ce problème : le canton a traité de manière confidentielle les fiches de sites contenant des informations détaillées.

¹ Renseignements fournis le 12.05.2021 et le 25.06.2021 par la Division de l'environnement du canton d'Argovie.

Base légale actuelle de cette obligation: § 3 de la loi cantonale sur l'utilisation du sous-sol et l'extraction de ressources minières (GNB).

² § 15, al. 2 EG UWR.

02 TUNNEL DU WEINBERG ZURICH



Confédération

Description du projet

Le tunnel du Weinberg, long de 4,8 km, en tant qu'élément de la ligne diamétrale de Zurich, relie la gare centrale de Zurich à celle d'Oerlikon. Il passe sous l'aile sud de la gare principale, classée comme monument historique, et sous le nœud ferroviaire Bahnhofquai. Plus loin, son tracé passe sous la Limmat dans des roches meubles gorgées d'eaux souterraines et sous des bâtiments extrêmement sensibles aux secousses (hôpital universitaire et studios de la radio SRF).

Emplacement



Objectifs

- Ligne diamétrale offrant une liaison ferroviaire directe entre Altstetten et Oerlikon via la gare centrale.
- Accélération des liaisons est-ouest existantes.
- Allègement de la charge pesant sur la gare centrale.
- Combinaison en tant que ligne à double voie pour le RER et les trains grandes lignes.
- Plus grande stabilité de l'horaire (dans toute la Suisse).

Étapes de planification

- 1** Étude (2000-2002)
Étude des variantes
 - 2** Avant-projet
Tracé exact, au mètre près, de la meilleure variante
 - 3** Projet de construction
 - 4** Projet de la mise à l'enquête
 - 5** Décision d'approbation des plans
 - 6** Réalisation
- 2014 Ouverture du tunnel du Weinberg

Lien avec d'autres planifications

La Confédération est responsable de la procédure de planification et d'approbation du tunnel du Weinberg. Le tracé a été ensuite repris dans les plans directeurs cantonal et régional en tant qu'orientation.



02 Interaction des données et de l'aménagement du territoire

Données existantes	Disponibilité
Données de base (p. ex. zones de protection des eaux souterraines, etc.)	Données SIG publiques: géoportail
Données des CFF issues d'autres projets	Les données étaient disponibles auprès des CFF ou des bureaux de géologie mandatés et ont pu être utilisées pour le projet (données non publiques). Dans le contrat de projet, les CFF se réservent le droit d'utiliser sans restriction les résultats des travaux pour d'autres fins. C'est pour cette raison que les données issues de projets précédents ont pu être utilisées.
Données concernant des constructions existantes ou projetées (demandes d'autorisation de construire, études, documents historiques, etc.)	Les données étaient disponibles auprès de la ville de Zurich et ont pu être utilisées pour le projet (données non publiques).
Données issues de constructions privées en sous-sol (p. ex. galeries)	Certaines données n'étaient pas disponibles et la liste des données disponibles n'était pas connue. La récolte des données a donc demandé de gros efforts.
Données issues de sondages géothermiques	La carte géothermique indique les emplacements des sondages (avec ou sans profil de forage). Les informations détaillées sur les profils des forages ne sont toutefois pas publiques.

Données relevées	Remarque
Essais de pompage et forages	Dans les parties pour lesquelles il n'existait ni données, ni bases, des essais de pompage et des sondages ont été effectués afin de relever des données sur la structure du sol et la situation des eaux souterraines. Les relevés ont été réalisés principalement dans les zones de croisement (par ex. du tunnel avec des canalisations).
Essais de dynamitage et mesures	À cause de la sensibilité de certaines installations dans les environs immédiats (par ex. hôpital, studios d'enregistrement SRF), des analyses spécifiques ont été effectuées pour évaluer les vibrations, le bruit soldien et le rayonnement électromagnétique.



Qualité des données

- Parmi les données existantes sont apparues des différences de qualité selon le but dans lequel elles avaient été relevées à l'origine. Elles ont donc dû être adaptées ou complétées pour le projet concret.
- Les données relevées étaient adaptées aux besoins du projet et de bonne qualité.



Disponibilité des données

- Vu l'abondance des données, la communauté de planificateurs n'a traité et réutilisé que les données concernant directement le projet (concernant p. ex. les zones de croisement).
- Les CFF ont transmis à la ville de Zurich les données existantes et relevées. Ces données peuvent être réutilisées à l'avenir pour d'autres projets.



Collaboration entre les acteurs

Maître de l'ouvrage:

- CFF

Mandataires des CFF:

- communauté des planificateurs
 - bureaux de géologie intégrés à la communauté de planificateurs
- Les bureaux de géologie ont rassemblé les données existantes, relevé de nouvelles données et défini le tracé en fonction de ces éléments.

Autorité d'approbation:

- Approbation des plans par l'Office fédéral des transports (OFT)

Autres parties prenantes:

- Ville de Zurich (division des travaux publics, division protection et sauvetage)
- propriétaires fonciers concernés (p. ex. studios radio SRF, EPFZ, hôpital universitaire)



Bilan pour une interaction optimale entre données et aménagement du territoire



Éléments de réussite

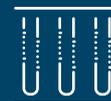
- Les CFF ont mandaté des bureaux de géologie ayant de bonnes connaissances de la situation locale afin de tirer le meilleur profit des données et des bases existantes.
- Les lieux de forage des sondages géothermiques étaient connus : les sondes géothermiques concernées ont donc pu être mises hors service et recréusées à un autre endroit sur la parcelle.
- À partir des données, des solutions techniques ont été élaborées pour anticiper et réduire les atteintes aux constructions et aux installations existantes. Le projet a pu être réalisé dans un site construit urbain sans retard superflu.



Obstacles

- Une difficulté toute particulière a été de récolter les documents et les plans sur les constructions souterraines existantes, puis de définir le tracé sur cette base. L'auteur du projet a dû s'adresser pour cela à d'innombrables autorités, exploitants d'infrastructures et propriétaires fonciers. Mesure prise pour remédier à ce problème: la collaboration sous forme de partenariat entre les CFF et les autorités a été d'une importance décisive pour la réussite du projet.

03 PROGRAMME GEOTHERMIES

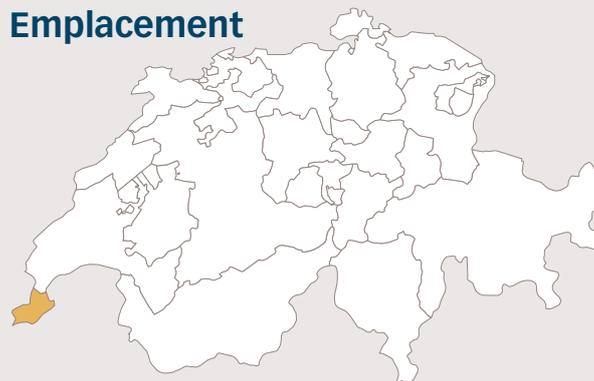


Canton

Description du projet

Le canton de Genève souhaite tirer profit des ressources géothermiques existantes sur son territoire, afin de produire de la chaleur ou du courant électrique. Dans le cadre du programme cantonal «GEOthermies» (successeur du programme «GEO-THERMIES2020»), les Services industriels de Genève (SIG) étudient le potentiel géothermique du territoire cantonal.

Emplacement

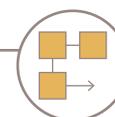


Objectifs



- Buts essentiels du programme GEOthermies:
 1. Améliorer la connaissance du sous-sol genevois.
 2. Améliorer le cadre institutionnel de la prospection et de l'utilisation de la géothermie.
- Les connaissances acquises sur le sous-sol et ses ressources permettront de tirer profit de ces ressources pour la collectivité et de les exploiter de manière écologique.

Étapes de planification



2014

1

Prospections préliminaires

- Objectifs: repérer les couches aquifères; déterminer les emplacements appropriés pour les sondages.
- Mesures: analyses sismiques (2014-2019); évaluation des emplacements de sondage, notamment du point de vue de l'aménagement du territoire (en cours).

2

Exploration

- Objectifs: vérifier l'exactitude des hypothèses sur les couches aquifères.
- Mesures: quatre sondages de prospection et essais de pompage (2018 : Satigny ; 2020 : Lully ; évaluation des emplacements pour les deux autres sondages, encore en cours ; septembre-octobre 2021 : exploration du sous-sol de l'ensemble du territoire par une campagne sismique 3D).

3

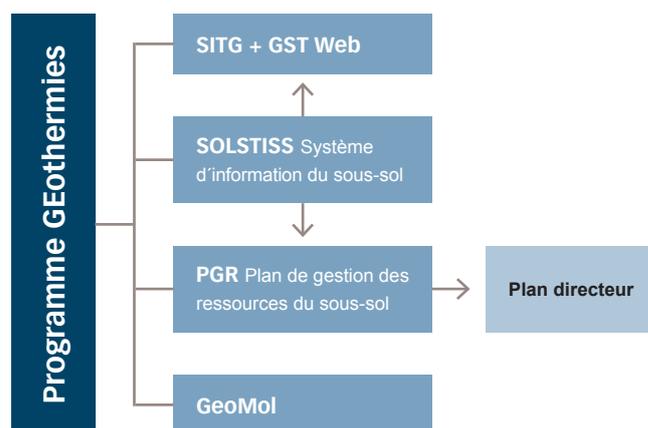
Réalisation

- Objectifs: utilisation thermique des eaux souterraines aux emplacements ayant fait l'objet d'une évaluation.

2026

Lien avec d'autres planifications

- Les observations tirées des sondages et de la préparation des géodonnées issues du programme GEOthermies sont intégrées dans la mise en place de SOLSTISS (fiche d'information no 6).
- Les données créées dans le cadre du programme GEOthermies sont rendues publiques par l'intermédiaire du Système d'information du territoire à Genève (SITG).
- Les résultats du programme sont intégrés dans le Plan de gestion des ressources (PGR), lequel fait partie du Plan directeur cantonal.
- Dans le cadre du projet GeoMol, le Service géologique national, en collaboration avec cinq partenaires, a élaboré un modèle géologique du bassin molassique du Plateau. Le programme GEOthermies a réalisé la partie du modèle qui concerne le territoire du canton de Genève et les territoires français voisins.



03 Interaction des données et de l'aménagement du territoire

Données existantes	Disponibilité
<p>Données sur le territoire genevois provenant de la branche pétrolière:</p> <ul style="list-style-type: none"> — principalement données de forages — quelques données sismiques 	<p>Les SIG ont reçu ces données par la France (Bureau de recherches géologiques et minières, BRGM). Elles ne peuvent être utilisées que dans le cadre du programme GEothermies.</p>
<p>Diverses données existantes : par ex. études académiques, rapports techniques, données géophysiques, données provenant des essais de pompage, etc.</p>	<p>Dans un premier temps, ces données sont mises en sécurité et traitées dans une base de données des SIG. Elles sont ensuite transférées dans la base de données du canton.</p>
<p>Diverses données déjà existantes dans le Système cantonal d'information du territoire (SITG).</p>	
Données relevées	
<p>Informations sur l'approvisionnement en énergie (densité des besoins thermiques, supports énergétiques utilisés, infrastructure de réseau existante)</p>	



Qualité des données

- La qualité des données récoltées et des données relevées est très inégale.

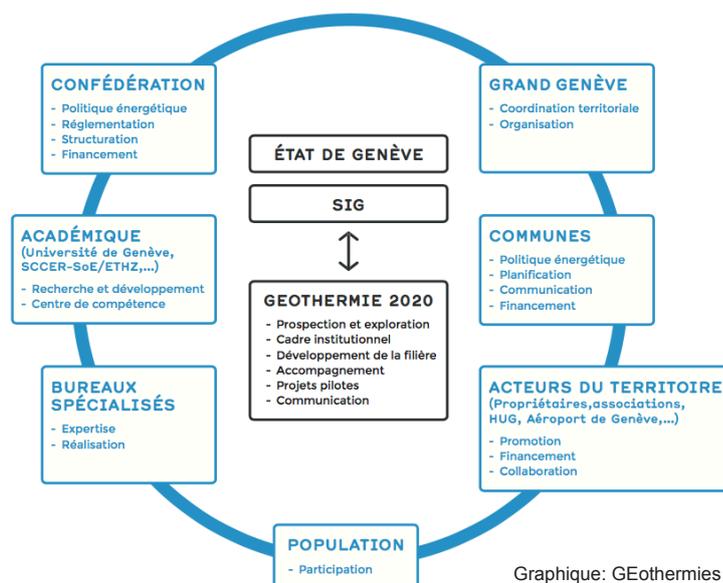


Disponibilité des données

- Le canton réutilise les données générées dans le cadre du programme afin d'adapter les cartes thématiques existantes (p. ex. la carte hydrogéologique du canton). Ces cartes servent de base aux planifications stratégiques ultérieures (p. ex. carte de protection des eaux souterraines).
- Par leur publication dans le SITG (2D) ou dans GST-Web (3D), les données générées dans le cadre du programme peuvent aider non seulement à la recherche d'emplacements appropriés pour l'exploitation des ressources géothermiques, mais aussi à quantité d'autres utilisations du sous-sol.
- Le programme a reçu des subventions fédérales pour un montant de 27,5 millions de francs pour la poursuite du traitement des données géologiques relevées.



Collaboration entre les acteurs



Graphique: GEothermies

Bilan pour une interaction optimale entre données et aménagement du territoire



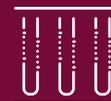
Éléments de réussite

- Les personnes chargées du relevé et du traitement des géodonnées pour le programme GEothermies et celles qui ont participé à la mise en place du projet SOLSTISS (voir fiche d'information no 6) ont eu des échanges réguliers dont les deux projets ont bénéficié.
- La considération de l'ensemble du territoire cantonal, au lieu de réalisations de projets géothermiques isolés, a généré des données et des informations géologiques qui sont précieuses également pour quantité d'autres utilisations du sous-sol.
- La collaboration entre les acteurs concernés fonctionne très bien et permet d'agir de manière coordonnée et transversale dans tous les domaines. Les acteurs se complètent dans leurs tâches.



Obstacles

- La mise en œuvre du programme paraît se heurter à quelques obstacles : une pensée compartimentée « en silo » dans certaines organisations, les coûts de la mise en place de la base de données et le temps nécessaire pour l'acquisition et la standardisation des données de base.



Description du projet

Le développement du chauffage à distance de la société « Wärmeverbund » pour le chauffage à distance de Riehen vise à tirer la moitié de sa production de chaleur de la géothermie. Une installation géothermique en service depuis 1994 pompe de l'eau à 67° d'une profondeur de plus de 1500 m. Deux centrales à gaz de cogénération constituent une autre source de chaleur importante. À ce jour, 38 km de conduites de chauffage à distance ont été installés. Une seconde installation géothermique est à l'étude (projet «geo2riehen»).

Emplacement



Objectifs

- Objectif d'ordre supérieur de la société « Wärmeverbund » pour le chauffage à distance de Riehen : produire de l'énergie de chauffage et la distribuer dans la zone d'approvisionnement.
- Réduire l'utilisation des combustibles fossiles et augmenter la part des énergies renouvelables.
- Les possibilités d'installation de sondes géothermiques privées à Riehen sont limitées en raison des conditions géologiques. Les installations géothermiques de la société « Wärmeverbund » de Riehen permettent, par le réseau, d'utiliser de la chaleur d'origine géothermique dans une grande partie du territoire communal.

Étapes de planification

1980 Début de la planification

A Un rapport du géologue cantonal (1986) confirme l'hypothèse de l'existence de couches aquifères.

B **Projet**
Un groupe de projet dirigé par le Conseil d'État du canton de Bâle-Ville élabore un projet prêt pour l'exécution, avec devis : approbation par le Conseil communal et le Grand Conseil en mars 1987.

C **Sondages RB-1 Bachtelenweg et RB-2 Stettenfeld (1988)**
Les sondages confirment la présence d'eau à 67° à une profondeur de 1500 m, avec un débit de 20 l/s.

1994 Mise en service

2017 Extension par le projet «geo2riehen»

2017 | phase 1 : études préliminaires par les actionnaires

2018 | phase 2 : étude de faisabilité

2019-2021 | phase 3 : approbation du projet

2022 | phase 4 : campagne de mesurage

2023-2024 | phase 5 : préparation / sondage 3

2025-2026 | phase 6 : sondage 4, construction de l'installation

2027 Mise en service

Plan directeur de l'énergie de Bâle-Ville

Le canton de Bâle-Ville entend réduire les émissions de CO₂. Pour cela, une mesure essentielle consiste à abandonner le chauffage au mazout et au gaz au profit de systèmes utilisant de l'énergie renouvelable.

Concept énergétique

Le concept énergétique prévoit l'extension de l'utilisation de la géothermie.

Étude de faisabilité

L'étude de faisabilité a pour but de vérifier que l'extension de l'utilisation de la géothermie prévue par le programme énergétique est possible.

Stratégie du propriétaire

La stratégie du propriétaire est un instrument de conduite du Conseil municipal ; elle donne les lignes directrices pour l'exploitation et le développement du chauffage à distance.

04 Interaction des données et de l'aménagement du territoire

Données existantes	Disponibilité
Sondages dans le secteur des sources thermales de Bad Bellingen, Neuwiller et Rheinfelden	Par les sondages précédemment effectués, la présence de couches aquifères dans la région était connue.
Informations sur la «flexure de la vallée du Rhin»	La «flexure de la vallée du Rhin», accident sous-terrain qui traverse le territoire de la commune, est bien connue comme condition favorable pour l'accessibilité des eaux profondes.
Données relevées	Disponibilité
Sondages RB-1 Bachtelenweg et RB-2 Stettenfeld	En 1988, deux sondages ont été réalisés pour le projet 1, à une profondeur d'environ 1500 m. Ces forages ont attesté la présence de conditions hydrologiques favorables.
Campagne de mesures sismiques	Dans le cadre du projet «geo2riehen», la configuration des couches rocheuses souterraines est modélisée au moyen d'une campagne de mesures sismiques afin d'obtenir un objectif de forage concret dans une couche aquifère. Les données existantes issues des sondages RB-1 et RB-2 contribuent à augmenter la probabilité de réussite de «geo2riehen»
Autres forages	Le projet «geo2riehen» prévoit d'autres forages en 2024 / 2025.



Qualité des données

- Les relevés (mesures et sondages/forages) sont adaptés aux questions et au problème posés. Les données sont donc de bonne qualité.
- Les résultats des mesures doivent être traités et interprétés. Le «décryptage» des données brutes se fait sur la base d'un forage déjà réalisé, où les profondeurs des différentes couches rocheuses sont connues.



Disponibilité des données

- Les données sont remises à la Confédération et, selon les besoins, au canton et à la commune, qui peuvent les réutiliser pour d'autres projets ultérieurs. Les données brutes et les données traitées peuvent être publiées.



Collaboration entre les acteurs

- Elaboration du projet et relevé des données par la société anonyme du chauffage à distance «Wärmeverbund» de Riehen (actionnaires: 50% commune de Riehen, 50% Services industriels de Bâle, IWB) ; la direction et la coordination sont confiées à une entreprise tierce locale.
- Étroite collaboration avec les autorités compétentes: échanges réguliers lors des réunions de coordination.
- Confédération (Office fédéral de l'énergie): subventionne et suit le projet «geo2riehen».
- Canton: a octroyé en 1994 à la commune une concession pour l'exploitation des eaux profondes.
- Public: le projet «geo2riehen» est largement ouvert à une participation du public, afin de le faire mieux accepter par la population. Une fondation indépendante a été chargée pour cela de concevoir et de gérer le «geo2dialog».
- Projet transfrontalier : une conduite du réseau approvisionne Weil am Rhein (D). La coordination régulière avec les autorités compétentes aide à identifier les problèmes et à limiter au mieux les éventuels retards malgré les différences dans les bases légales et les compétences.



Bilan pour une interaction optimale entre données et aménagement du territoire



Éléments de réussite

- Les forages du premier projet ont facilité l'interprétation des mesures sismiques du deuxième projet («geo2riehen»).
- Le projet «geo2riehen» est fractionné en étapes : les données relevées permettent d'adapter le projet à chaque étape, pour réagir aux imprévus ou aux défis qui peuvent surgir.



Obstacles

- Une partie de la population voit un risque dans l'exploitation de la géothermie à grande profondeur. Politiquement, le projet ne fait pas l'unanimité. Mesure prise en réaction à ce problème: un dialogue régulier et indépendant est mis en place avec la participation d'un bureau de médiation externe pour expliquer, en des termes compréhensibles de tous, le projet et ses caractéristiques techniques (sondages, mesures, etc.), et pour prendre en compte, autant que possible, les besoins locaux. Cela contribue à faire mieux accepter le projet.
- Collaboration transfrontalière : une commune allemande est touchée par le projet d'exploration. Les différences dans les bases légales des deux pays rendent la coordination difficile. Mesure prise en réaction à ce problème: des échanges réguliers entre les acteurs concernés qui favorisent la compréhension mutuelle et améliorent la collaboration transfrontalière.

05 PLAN D'AFFECTATION CANTONAL DES SOURCES THERMALES DE SCHINZNACH-BAD

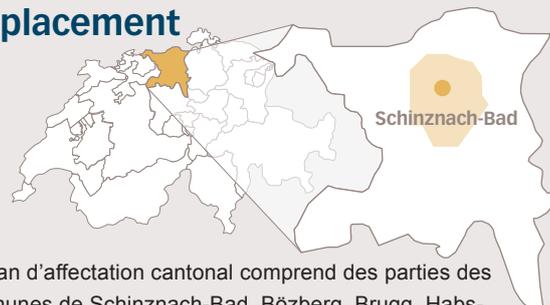


Canton

Description du projet

Il existe sur le terrain des Bains de Schinznach SA trois sources thermales (eaux curatives) qui doivent être protégées par le canton et la commune d'après la Constitution du canton d'Argovie (§ 43 Cst. AG). En édictant un Plan d'affectation cantonal « Sources thermales de Schinznach-Bad », le canton remplit la tâche que lui assigne la Constitution et définit pour les sources thermales des zones de protection et des aires d'alimentation.

Emplacement



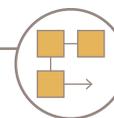
Le Plan d'affectation cantonal comprend des parties des communes de Schinznach-Bad, Bözberg, Brugg, Habsburg, Hausen, Holderbank, Lupfig, Schinznach, Veltheim, Villnachern et Zeihen.

Objectifs



- Protection globale des sources thermales contre toute construction susceptible de porter atteinte à leur débit ou à la qualité de l'eau.
- Pas d'interdiction générale de construire dans les zones de protection ; pour la préservation des sources, les forages, les sondages géothermiques et les ouvrages de génie civil ne sont cependant possibles que si les prescriptions de sécurité en vigueur dans la zone concernée sont respectées (p. ex. limite de profondeur, obligation d'élaborer un programme de surveillance des thermes ou de produire une expertise géologique ou hydrogéologique, etc.).

Étapes de planification



2014

A

Rapport hydrogéologique

établi par un bureau technique privé, sur mandat du canton, élaboration en quatre étapes:

1. Modélisation géologique (pas de données détaillées, seulement les bases sommaires)
2. Élaboration d'un modèle géologique
3. Élaboration d'un modèle hydrogéologique (voies d'écoulement, perméabilités, ...)
4. Vérification du modèle (mesures sismiques, sondages, essais de marquage, ...)

B

Plan d'affectation cantonal

Sur la base du rapport hydrogéologique, le Département a établi un Plan d'affectation cantonal ; participation publique dans les onze communes concernées ; mise à l'enquête publique dans les onze communes concernées ; approbation par le Grand Conseil ; mise en vigueur le 28.02.2019.

2019

Lien avec d'autres planifications

Concession

La concession, qui date de 1869, octroie à la SA des Bains de Schinznach le droit d'utiliser les sources thermales et fixe un périmètre sommaire de protection («à une heure de marche»).

Plan d'affectation cantonal

Le Plan d'affectation cantonal fixe le périmètre de protection des sources thermales de manière précise, avec force obligatoire pour les propriétaires fonciers.

Plan d'affectation communal

Les plans d'affectation communaux (plan de zones et plan des terres cultivables) des communes concernées reprennent à titre d'orientation le périmètre de protection.

05 Interaction des données et de l'aménagement du territoire

Données existantes	Disponibilité
Données de Bad Schinznach SA (cartes géologiques et essais au traceur artificiel)	Les données étaient disponibles auprès du bureau de géologie mandaté. Il s'agit de données non publiques.
Profils des sondages <ul style="list-style-type: none"> — sondes géothermiques — pompes à chaleur pompant dans les nappes — sondages de prospection 	Les profils des forages pour les sondes géothermiques sont visibles dans le cadastre des forages. En cas d'intérêt motivé, il est possible d'accéder au cadastre des forages et de télécharger les profils. Pour les sondages de prospection en vue de l'extraction de graviers, un embargo de dix ans est imposé. Durant ce délai, les données ne sont pas accessibles publiquement. Le canton peut toutefois les utiliser à des fins internes. À l'expiration du délai, ces profils sont également visibles dans le cadastre des forages.
Données de base de la Nagra (p. ex. NAB-Seismik)	Disponible sur le site Internet de la Nagra.
Données des CFF provenant du programme de protection des thermes pour la construction du nouveau tunnel à deux voies du Bözberg.	Les CFF, par un contrat, ont donné à la SA des Bains de Schinznach le droit d'utiliser les données du programme de protection des thermes.
Données relevées	
Il n'y a pas eu de nouveaux relevés de données. Les données disponibles ont été évaluées et interprétées.	



Qualité des données

- Les données constituaient une bonne base d'évaluation et d'interprétation.
- Comme les données avaient été relevées à l'origine pour d'autres projets, elles ont dû être traitées et interprétées pour le Plan d'affectation cantonal.



Collaboration entre les acteurs

- Canton d'Argovie en tant que responsable de la planification. Échanges réguliers entre le canton d'Argovie et la SA des Bains de Schinznach.
- Informations régulièrement communiquée aux communes concernées (p. ex. exposés à la conférence régionale d'aménagement, réunions d'information).
- Élaboration du rapport de base par un bureau privé de géologie.



Disponibilité des données

- Le rapport hydrogéologique n'est pas public.
- Les enseignements sont intégrés dans l'élaboration du Plan d'affectation cantonal pour la source thermale de Bad Zurzach (en cours d'élaboration).

Bilan pour une interaction optimale entre données et aménagement du territoire



Éléments de réussite

- Le plan d'affectation cantonal (§ 10 Baug/AG, loi cantonale sur les constructions) concrétise la protection des eaux thermales dans onze communes à la fois. Les prescriptions ont force obligatoire pour tous les propriétaires fonciers, sans que de nouvelles décisions séparées soient nécessaires.
- Afin d'éviter des retards dans le projet du tunnel du Bözberg, les CFF ont relevé des données sur la source thermale de Schinznach Bad (programme de protection des thermes). Ces données ont pu être utilisées intégralement pour la délimitation de la zone de protection des thermes.
- Depuis plus de vingt ans, le canton d'Argovie, par le biais d'une condition figurant dans l'autorisation pour les forages de sondage, oblige les particuliers à remettre le profil géologique, les résultats des essais de pompage, les observations sur le niveau des eaux souterraines, les éventuelles analyses des eaux souterraines, et un « rapport final contenant tous les résultats des analyses et les interprétations ». Depuis 2013 existe en outre l'obligation, lors de sondages géothermiques, d'en mesurer et d'en enregistrer le tracé. Le canton peut utiliser ces données à ses propres fins.
- Le canton a mandaté le bureau de géologie qui avait déjà réalisé plusieurs analyses sur mandat de la SA des Bains de Schinznach.
- Les données publiques sur les sondages/forages (cadastre des forages) et les données de la Nagra constituent une base solide.



Obstacles

- Du fait des écoulements par endroits très lents et de la profondeur de l'eau thermale, quelques incertitudes subsistent. Il aurait fallu des efforts disproportionnés pour effectuer des mesures sur un temps suffisamment long ou à plusieurs kilomètres de profondeur afin d'éliminer toutes ces incertitudes. Mesure prise pour remédier à ce problème : la zone de protection est délimitée en partie sur des hypothèses. Elle comprend actuellement son étendue maximale.

06 SOLSTISS: SYSTÈME D'INFORMATION DU SOUS-SOL

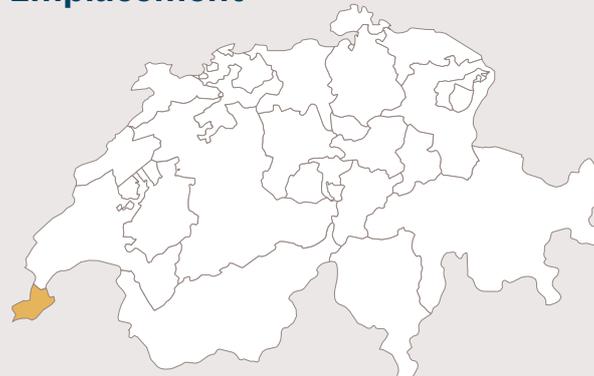


Canton

Description du projet

En 2021, le canton de Genève a mis en service son application en ligne SOLSTISS. Elle offre premièrement des analyses SIG pour les projets qui utilisent le sous-sol. Elle permet deuxièmement le traitement numérique des autorisations d'analyse ou d'utilisation du sous-sol. Elle permet troisièmement, une fois le projet réalisé, une saisie centralisée et uniforme des données relevées dans le sous-sol.

Emplacement



Objectifs

- Le projet SOLSTISS les données existantes doivent être plus disponibles et elles doivent être réutilisables.
- Il s'agit en particulier de rendre disponibles les données relevées pour le programme GEothermies (fiche descriptive du projet 03).
- Le projet vise à améliorer la connaissance du sous-sol, faciliter la planification de son utilisation et réduire les risques qui en découlent.
- Le canton ne doit plus simplement réaliser des projets un par un de manière isolée mais agir de manière globale.
- Le projet SOLSTISS doit enfin contribuer à une utilisation plus durable et plus efficaces des ressources du sous-sol.

Étapes de planification

- 2000
● SITG (Système d'information du territoire à Genève) comprend notamment des cartes du sous-sol
- 2003
● **Loi cantonale**
Entrée en vigueur de l'obligation légale de remise des données géologiques
- 2015
● **GST Web**
avec des cartes 3D du sous-sol
- 2021
● **SOLSTISS**

Lien avec d'autres planifications



- SOLSTISS est un moyen de réalisation des objectifs du PGR. Le PGR quant à lui se fonde sur la «Stratégie cantonale de gestion du sous-sol».
- Le PGR fait partie du Plan directeur cantonal.
- Les données géologiques générées par SOLSTISS servent de base pour l'établissement de cartes et de modèles qui sont publiés par le SITG et GST Web.

06 Interaction des données et de l'aménagement du territoire

Projets réalisés par l'intermédiaire de SOLSTISS	Données à fournir par l'intermédiaire de SOLSTISS
Analyses du sous-sol	Données sur les forages et leur équipements
Projet de construction dans le sous-sol	Données des analyses géophysiques
Projets géothermiques	Installations géothermiques



Qualité des données

- Certaines géodonnées sont introduites par l'auteur de la demande, au moyen d'un masque de saisie dans SOLSTISS. De la sorte, le canton dispose de ces données sous une forme unifiée. Jusqu'à présent, la remise des géodonnées au canton se faisait sous la forme d'un document PDF.
- L'auteur de la demande introduit en outre dans SOLSTISS les documents contenant les résultats de l'interprétation des géodonnées (p. ex. plans, rapports, etc.).



Collaboration entre les acteurs

- Les maîtres d'ouvrage qui souhaitent effectuer des analyses du sous-sol (p. ex. sondage) ou utiliser les ressources du sous-sol (sonde géothermique) sont tenus par la loi de remettre au canton, par l'intermédiaire de SOLSTISS, les données géologiques recueillies à cette occasion.
- Le programme «GEothermies» (fiche descriptive du projet 03) a mis à la disposition du canton de nombreuses données qui ont été intégrées dans les nouvelles cartes.



Disponibilité des données

- Avec SOLSTISS, le canton de Genève génère et réutilise les données géologiques de la manière suivante:
 1. Dans le système SOLSTISS sont recueillies les données géologiques relevées dans le cadre de projets émanant de particuliers ou de collectivités publiques.
 2. Le canton interprète les données géologiques recueillies et en tire des informations géologiques, comme p. ex. des modèles ou des cartes géologiques contenant des indications sur les réservoirs aquifères ou la température du sous-sol.
 3. Les documents géologiques servent de base pour l'élaboration, par le canton, de bases pour l'aménagement du territoire, comme p. ex. des cartes qui représentent les zones de protection des eaux souterraines ou les emplacements où des sondages géothermiques sont autorisés.
- Les portails SITG et GST Web permettent aux utilisateurs de consulter diverses cartes et divers modèles du sous-sol établis par le canton.
- SOLSTISS permet en outre aux utilisateurs d'effectuer une géoanalyse d'un périmètre donné, en vue d'une analyse ou d'une utilisation du sous-sol.

Bilan pour une interaction optimale entre données et aménagement du territoire



Éléments de réussite

- Depuis 2003, le canton de Genève impose aux particuliers l'obligation légale de lui remettre les données géologiques relevées et leur interprétation (actuellement : art. 16 de la loi sur les ressources du sous-sol, LRSS, du 7 avril 2017, rsGE L 3 05). Aujourd'hui, il dispose des données géologiques issues d'environ 18'000 forages.¹
- Le masque de saisie dans SOLSTISS garantit l'uniformité des données sur le sous-sol transmises par les particuliers.



Obstacles

- Malgré le format à respecter, les données peuvent être de mauvaise qualité.
- L'établissement et la mise à jour des modèles et des cartes géologiques demande beaucoup de temps.

¹ Canton Genf, Fiche 11 Système d'information du sous-sol, Kap. «Historique de la gestion des données géologiques ».

5.0 SYNTHÈSE

Les exemples de projets étudiés montrent que les trois aspects suivants sont particulièrement importants pour la réussite de l'interaction entre l'aménagement du territoire et les géodonnées:



Qualité des données



Réutilisation des données



Collaboration entre les acteurs

Pour chacun de ces trois thèmes, les éléments de réussite et les obstacles sont résumés ci-après sur la base des exemples étudiés. Puis des enseignements généraux seront tirés de l'analyse de ces projets.



Qualité des données

Les exemples étudiés ont fait apparaître des inégalités dans la qualité des données existantes. Cela s'explique notamment par le fait que les données ont des niveaux de détail différents en fonction de l'objectif pour lequel elles ont été collectées. Il y a des projets pour lesquels une marge d'incertitude dans les données est acceptable, tandis que d'autres nécessitent des données très détaillées.

Les géodonnées renseignent sur les conditions géologiques du sous-sol, sur les constructions et installations existantes. Si conditions géologiques ne changent pas ou alors très lentement, les données concernant les constructions ou les installations dans le sous-sol peuvent cependant vite être périmées en raison de nouvelles constructions ou de changement d'utilisation. La qualité des données peut donc varier selon la date ou la période des relevés. Il faut également tenir compte du fait que les formats de données peuvent devenir obsolètes ou que la méthode de collecte évolue et que, par conséquent, le niveau de détail varie. Par conséquent, il peut arriver que des informations sur les conditions géologiques relevées il y a plusieurs années soient encore valables, mais n'en constituent pas moins des données de mauvaise qualité pour l'utilisation actuelle à cause d'un format devenu périmé ou de méthodes de relevé dépassées.

La qualité des géodonnées peut en principe être qualifiée de bonne lorsque celles-ci permettent d'évaluer différentes variantes et qu'elles sont traitées de manière à pouvoir servir divers objectifs (aptitude technique à la réutilisation). Lorsque les autres utilisations potentielles et les éventuelles synergies sont examinés à temps, les données peuvent être relevées et traitées de manière à ce qu'elles puissent être utilisées à des fins aussi diverses que possibles (au niveau local) sans occasionner des coûts et des efforts disproportionnés.

Pour que les données relevées puissent servir à long terme à un maximum de fins, il faut en particulier que soient remplies les conditions suivantes:

- Que les données sont documentées avec des métadonnées dans des formats standard reconnus de manière à permettre d'évaluer leur utilité à diverses fins.
- Que le déroulement de relevé et du traitement des données soient documentés de façon complète. Que la méthode de relevé, le moment et le procédé utilisé soient consignés de manière compréhensible pour des tiers.
- Que les données soient lisibles pour la machine, qu'elles existent consignées dans des formats de données standard (non privés) ou que les données existantes soient numérisées dans les formats prescrits.
- Que les données disposent d'un modèle de données documenté, ou qu'elles suivent un modèle de données commun ou un ensemble de modèles de données (p. ex. standards de la branche professionnelle).

+ Éléments de réussite

- Les pouvoirs publics édictent des instructions concrètes sur les standards à respecter pour le relevé de nouvelles géodonnées, afin d'assurer une qualité uniforme. Le modèle de données de la Confédération (swisstopo) peut servir d'instruction.
- Les autorités mettent un logiciel à disposition, dans lequel les données issues des forages ne peuvent être introduites que selon un standard prédéfini. Cela garantit une qualité uniforme et des données numériques structurées et harmonisées. Par exemple, swissforages.ch de swisstopo peut être utilisé non seulement pour la saisie des données mais aussi comme base de données sur le forage pour un stockage structuré (standardisation : modèle de données sur les forages) ainsi que pour la conservation des données.
 - Exemple de projet **06 SOLSTISS: SYSTÈME D'INFORMATION DU SOUS-SOL**

— Obstacles

- Le traitement des données existantes, en particulier des données anciennes non encore numérisées, peut être coûteux et demander beaucoup d'efforts.
- Exemple de projet
 - Exemple de projet **02 TUNNEL DU WEINBERG ZURICH**



Disponibilité des données

Les exemples de projets étudiés ont montré que pour de nombreux projets de planification, les données existantes sont utilisées cela se justifie notamment par le fait que les conditions géologiques ne changent pas en quelques années et que par conséquent les données offrent longtemps encore une bonne base.

Outre les problèmes décrits ci-dessus et concernant la qualité des données (aptitude technique à la réutilisation), il existe des difficultés quant à la mise à disposition (aptitude organisationnelle à la réutilisation); autrement dit, pour pouvoir réutiliser les données, elles doivent être disponibles pour les autres acteurs.

Les exemples analysés ont montré que ce but peut être atteint de trois manières:

Variante A

- C'est le mandant (maître de l'ouvrage) et/ou le bureau de géologie qui détient le droit d'utiliser les données relevées. Le mandant ou le bureau utilise ces données dans ses autres projets.

Variante B

- C'est le mandant (maître de l'ouvrage) qui détient le droit d'utiliser les données relevées. Par une convention, il transmet ce droit à un autre particulier.

Variante C

- Le mandant ou le bureau de recherches géologiques transmet à l'État les données relevées ou les informations qui en sont déduites. L'État réunit et centralise les données et les informations pour les publier ou pour les utiliser à des fins propres.

Dans les trois cas, il est important que les données soient accessibles facilement et puissent être obtenues par un système automatisé. Pour cela, il faut qu'elles présentent une structure unifiée et soient disponibles sous forme numérique, et qu'elles puissent être trouvées et obtenues de manière centralisée par l'intermédiaire d'un répertoire, d'un portail ou d'un catalogue de données, ou d'un moteur de recherche. Du point de vue de l'aménagement du territoire, la variante C présente l'avantage d'une administration centralisée des données. Elles constituent alors une base à disposition pour d'autres buts et d'autres projets.

+ Éléments de réussite

Variante A

- Le bureau de géologie, respectivement le mandant dispose de sa propre gestion durable des connaissances et des données grâce à laquelle les données existantes peuvent être systématiquement trouvées, répertoriées et indexées. Le mandant, respectivement le bureau de géologie sait de quelles données il dispose en interne, de telle sorte que ces données peuvent donc être trouvées rapidement si besoin. En outre, elles restent utilisables longtemps.

Variante B

- Créer pour le mandant une incitation, financière ou autre, à mettre ses données à disposition d'autres acteurs.
 - Exemple de projet 03 **PROGRAMME GÉOTHERMIQUES**

Variante C

- L'État oblige les particuliers à mettre à sa disposition les nouvelles données relevées. Cette obligation existe p. ex. dans les cantons d'Argovie et de Genève.
 - Exemple de projet 01 **PLAN D'APPROVISIONNEMENT EN MATIÈRES PREMIÈRES 2020 ARGOVIE**
 - Exemple de projet 03 **PROGRAMME GÉOTHERMIQUES**
- L'État alloue des aides financières ou crée d'autres moyens d'inciter les particuliers à relever et à traiter des données, puis à les mettre à sa disposition.
 - Exemple de projet 03 **PROGRAMME GÉOTHERMIQUES**
 - Exemple de projet 04 **CHAUFFAGE À DISTANCE RIEHEN**
- L'État ouvre l'accès aux données ou informations existantes, p. ex. au moyen d'une plateforme en ligne. C'est ce que font déjà de nombreux cantons ; la consultation de données sur le sous-sol sera particulièrement conviviale à l'avenir dans le canton de Genève.
 - Exemple de projet 06 **SOLSTISS: SYSTÈME D'INFORMATION DU SOUS-SOL**



Obstacles

Variante A

- Si c'est le bureau de géologie qui détient le droit d'utiliser les données, le mandant doit pouvoir mandater ce bureau pour un autre projet. Or les mandants soumis au droit des marchés publics ne peuvent pas toujours attribuer les mandats au bureau de leur choix.

Variante B

- Il n'existe pas d'aperçu central des données disponibles chez les particuliers dans la région concernée. Découvrir quelles sont, parmi les données nécessaires, celles qui sont déjà disponibles et à qui il faut s'adresser pour les obtenir peut donc se révéler compliqué et prendre beaucoup de temps. Pour le tunnel du Weinberg à Zurich, p. ex., il a fallu demander les données à de nombreux particuliers. Actuellement, les données relatives aux analyses géotechniques effectuées sur le territoire de la ville de Zurich sont déposées dans les archives du sous-sol, et les rapports géotechniques peuvent être demandés à la commune.

→ Exemple de projet 02 **TUNNEL DU WEINBERG ZURICH**

- Les mandants et les bureaux de géologie ne sont pas obligés légalement de remettre à d'autres particuliers les données relevées. De ce fait, les données existantes ne sont pas forcément disponibles pour d'autres projets.

Variante C

- Le fait que les particuliers soient obligés de remettre les données peut avoir pour conséquence qu'ils ne sont pas intéressés à effectuer des relevés. Une entreprise d'extraction de graviers n'a, par exemple, aucun intérêt à relever des données qui risquent d'être consultées par la concurrence. L'embargo est un moyen de remédier à ce problème.

→ Exemple de projet 01 **PLAN D'APPROVISIONNEMENT EN MATIÈRES PREMIÈRES 2020 ARGOVIE**



Collaboration entre les acteurs

Les géodonnées sur le sous-sol sont indispensables autant pour les autorités de planification aux différents niveaux que pour les maîtres d'ouvrage. Elles sont généralement relevées par des bureaux de géologie, sur mandat des autorités de planification ou des maîtres d'ouvrage.

Les projets de construction en sous-sol suscitent parfois des réserves dans la population, touchant par exemple à la protection des eaux ou aux séismes. Un traitement des géodonnées adapté à leurs destinataires peut contribuer à atténuer ces réserves et ainsi à faire mieux accepter les projets.

Pour une interaction efficace entre les géodonnées et l'aménagement du territoire, il faut une bonne collaboration tant entre les différentes autorités qu'entre ces dernières et les particuliers. Une communication avec le public bien préparée est également nécessaire. Pour une bonne collaboration, il est déterminant de clairement définir les compétences et les procédures (déroulement).

- Les autorités chargées de la planification et de l'approbation au niveau fédéral, cantonal et communal ont besoin de géodonnées pour l'accomplissement de leurs tâches de planification. Une partie de ces données sont administrées par d'autres services que les autorités de planification et d'approbation. Il est donc indispensable que les différents services et offices d'une collectivité publique échangent leurs données. De même, la collaboration sous forme de partenariat est essentielle entre les différents niveaux fédéraux.
- La collaboration entre les autorités de planification et les particuliers peut se fonder sur une base volontaire et des objectifs communs, ou être dirigée par des prescriptions légales. Ainsi les maîtres d'ouvrages sont tenus, d'une part, de démontrer par des géodonnées que leur projet est conforme aux lois en vigueur (p. ex. protection des eaux), et, d'autre part, ils peuvent être obligés de remettre à l'État non seulement les données, mais aussi le droit de les utiliser.



Éléments de réussite

- L'État crée des incitations afin d'encourager les particuliers à s'associer au projet.
 - Exemple de projet 01 **PLAN D'APPROVISIONNEMENT EN MATIÈRES PREMIÈRES 2020 ARGOVIE**
- Les données publiques accessibles par un portail SIG constituent une base fiable, tant pour les autorités que pour les particuliers.
 - Exemple de projet 01 **PLAN D'APPROVISIONNEMENT EN MATIÈRES PREMIÈRES 2020 ARGOVIE**
 - Exemple de projet 02 **TUNNEL DU WEINBERG ZURICH**
- Le système est particulièrement attrayant pour les utilisateurs lorsque les informations recherchées peuvent être directement sélectionnées et analysées dans l'application informatique et que celle-ci permet d'exécuter la procédure d'autorisation par voie numérique.
 - Exemple de projet 06 **SOLSTISS: SYSTÈME D'INFORMATION DU SOUS-SOL**
- Le porteur de projet informe régulièrement et à temps les personnes concernées afin de faire mieux accepter le projet.
 - Exemple de projet 04 **CHAUFFAGE À DISTANCE RIEHEN**
 - Exemple de projet 05 **KANTONALER NUTZUNGSPLAN THERMALQUELLEN SCHINZNACH-BAD**



Obstacles

- Une situation de concurrence peut amener des acteurs à retenir délibérément des informations.
 - Concurrence entre entreprises d'extraction de graviers:
 - Exemple de projet 01 **PLAN D'APPROVISIONNEMENT EN MATIÈRES PREMIÈRES 2020 ARGOVIE**

RÉFÉRENCES

Lois et ordonnances fédérales

LAT	Loi fédérale sur l'aménagement du territoire (LAT), du 22 juin 1979, RS 700
LEne	Loi sur l'énergie (LEne), du 30 septembre 2016, RS 730.0
LGéo	Loi fédérale sur la géoinformation (Loi sur la géoinformation, LGéo), du 5 octobre 2007, RS 510.62
OAT	Ordonnance sur l'aménagement du territoire (OAT), du 28 juin 2000, RS 700.1
OGN	Ordonnance sur la géologie nationale (OGN), du 21 mai 2008, RS 510.624
PMC-LGéo	Modification de la loi sur la géoinformation (données géologiques pour l'aménagement du territoire ; mise en œuvre du postulat Vogler 16.4108), projet pour la mise en consultation, 19 mai 2021

Lois et règlements cantonaux

EG UWR/AG	Einführungsgesetz zur Bundesgesetzgebung über den Schutz von Umwelt und Gewässern (EG Umweltrecht, EG UWR), SAR 781.200
GNB/AG	Gesetz über die Nutzung des tiefen Untergrunds und die Gewinnung von Bodenschätzen (GNB) vom 19. Juni 2012, SAR 671.200
LCG/VD	Loi sur le cadastre géologique (LCG) vom 6. November 2007, BLV 211.65
LRSS/GE	Loi sur les ressources du sous-sol (LRSS) vom 7. April 2017, rsGE L 3 05
RUESS/GE	Règlement sur l'utilisation des eaux superficielles et souterraines (RUESS) vom 15. September 2010, rsGE L 2 05.04

Bibliographie et matériaux

CHGEOL	Prise de position de CHGEOL sur la gestion des données et informations géologiques, 10 février 2020
--------	---

ADRESSES DE CONTACT POUR LES EXEMPLES DE PROJETS

L'élaboration des fiches descriptives des exemples de projets s'est faite notamment sur la base d'entretiens avec les personnes nommées ci-après.

01 PLAN D'APPROVISIONNEMENT EN MATIÈRES PREMIÈRES 2020 ARGOVIE

Lea Kiefer

Fachspezialistin Rohstoffe & Geologie
Kanton Aargau
Departement Bau, Verkehr und Umwelt
Abteilung für Umwelt
Entfelderstrasse 22
5001 Aarau
lea.kiefer@ag.ch
+41 62 835 34 06

02 TUNNEL DU WEINBERG ZURICH

Des informations ont été recueillies auprès de diverses personnes qui avaient participé au projet (chefs de projet des phases successives, coordonnateur pour la planification de la technique ferroviaire, etc.).

03 GÉOTHERMIES

Michel Meyer

Responsable géothermie
SIG
Case postale 2777
1211 Genève 2
michel.meyer@sig-ge.ch
+41 22 420 77 27

04 CHAUFFAGE À DISTANCE DE RIEHEN

Matthias Meier

Geschäftsführer
Wärmeverbund Riehen AG
Margarethenstrasse 40
4002 Basel
matthias.meier@erdwaermeriehen.ch
+41 61 275 55 04

05 PLAN D'AFFECTATION CANTONAL DES SOURCES THERMALES DE SCHINZNACH-BAD

Andreas Märki

Fachspezialist Grundwasser & Geologie
Kanton Aargau
Departement Bau, Verkehr und Umwelt
Abteilung für Umwelt
Entfelderstrasse 22
5001 Aarau
andreas.maerki@ag.ch
+41 62 835 33 90

Christian Häring

Geschäftsführer
Geo Explorers AG
Wasserturmplatz 1
410 Liestal
christian.haering@geo-ex.ch
+41 79 518 16 96

06 SOLSTISS: SYSTÈME D'INFORMATION DU SOUS-SOL

Stéphanie Favre

Responsable de SOLSTISS Système d'information du sous-sol
République et Canton de Genève
Département du territoire (DT)
Service de géologie, sols et déchets (GESDEC)
Quai du Rhône 12
1205 Genève
stephanie.favre@etat.ge.ch
+41 22 546 70 96

IMPRESSUM

Éditeur / Mandant

Office fédéral du développement territorial ARE

Auteurs de la publication

Rédaction : Leonie Dörig, Christina Kohl,

Jonas Hunziker, Ralph Straumann

Design : Andrea Bianchin, Muriel Mathys

EBP Schweiz AG

Mühlebachstrasse 11

8032 Zürich, Schweiz

Téléphone +41 44 395 16 16

info@ebp.ch

www.ebp.ch

Accompagnement du projet ARE

Timon Richiger

Production

Communication ARE

Source

www.are.admin.ch

Illustration de couverture

Le ciel vu depuis l'accès au tunnel du Weinberg à

Oerlikon (KEYSTONE / EQ IMAGES / Andy Mueller)

Formulation

Pour faciliter la lisibilité, il n'est pas fait usage des formes spécifiques à chaque genre. Dans l'ensemble du texte, ce sont toujours à la fois la forme féminine et la forme masculine qui sont entendues.

© Office fédéral du développement

territorial ARE — 06.2023