

| | |
|---------------------|--|
| Zeitschrift: | Horizons : le magazine suisse de la recherche scientifique |
| Herausgeber: | Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique |
| Band: | 31 [i.e. 30] (2018) |
| Heft: | 118: Far West sous la Suisse : les nouveaux conflits générés par l'exploitation croissante du sous-sol |
| Rubrik: | Point fort Sous-sol : plongée sous la terre |

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 11.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Plongée sous la terre

L'humanité pénètre toujours plus profondément dans les entrailles de notre planète. Enquête sur les nouvelles questions soulevées par l'exploitation croissante du sous-sol.

Terre de non-droit

A qui appartient le sous-sol suisse et quels usages faut-il favoriser? La loi manque de clarté pour encadrer efficacement l'exploitation accrue des profondeurs.

Par Geneviève Ruiz

La Suisse peut se targuer d'être une championne des profondeurs: deuxième plus long tunnel de transport de personnes, une partie de la plus grande expérience scientifique souterraine jamais réalisée (le LHC du CERN) et une multitude de canalisations et bunkers qui font des Alpes un beau morceau d'emmental. Du moins en ce qui concerne l'ingénierie – car question gouvernance, le sous-sol helvétique ressemble plutôt à un «nouveau Far West», lance Olivier Lateltin, responsable du Service géologique national à Swissstopo: «Il est peu connu et peu légiféré. La règle qui prévaut parfois, c'est celle du premier arrivé, premier servi...»

Les administrateurs du pays ne savent donc pas très bien ce qu'ils doivent gérer sous leurs pieds. «Contrairement à d'autres nations, la Suisse n'a que peu exploré ses profondeurs, car aucun gisement pétrolier de grande importance n'y a été découvert, explique Nathalie Andenmatten, responsable du programme de géothermie du canton de Genève. Durant la Seconde Guerre mondiale, la France ou l'Allemagne ont notamment étudié leur sous-sol pour des raisons stratégiques, dans un but d'autosuffisance énergétique.»

Ce manque de connaissances ne touche pas seulement les couches profondes, mais également ce qui se trouve à moins de 30 mètres de la surface: seules quelques grandes villes disposent une cartographie précise de leur réseau de conduites. Pour le reste, il s'agit d'informations inexistantes, lacunaires ou difficiles à obtenir. «Le cadastre du sous-sol s'apparente à un no man's land», poursuit Olivier Lateltin. Pour trouver les informations, il faut souvent

s'adresser à une multitude d'acteurs, tels les opérateurs télécoms et les services industriels de la commune.»

Une loi fragmentaire

A ce savoir insatisfaisant s'ajoute une législation des plus floues: la Suisse ne possède pas de loi fédérale propre au sous-sol. Dans les faits, c'est l'article 667 du Code civil qui tente de régler la question, en étendant la propriété d'un terrain «dans toute la hauteur et la profondeur utile à son exercice», comme le sous-sol dans lequel de l'énergie est prélevée pour chauffer un bâtiment. (Le droit romain, au contraire, attribuait la propriété sans limites jusqu'au centre de la Terre.) Au final, «la question du domaine privé et du domaine public n'est pas résolue à l'heure actuelle en ce qui concerne le sous-sol», note Thierry Largey, spécialiste du droit de l'aménagement du territoire à l'Université de Lausanne.

«Le cadastre du sous-sol s'apparente à un no man's land.»

Olivier Lateltin

La situation ne va pas sans poser de problèmes, en particulier avec des bâtiments de plus en plus élevés qui nécessitent des ancrages de plus en plus profonds. «C'est notamment le cas lorsque, suivant la configuration du terrain, les ancrages s'écartent de la colonne de sous-sol située en-dessous des parcelles, poursuit le chercheur. Le propriétaire doit-il obtenir une autorisation de

la part de son voisin ou plutôt du canton?» Au même moment, le développement de la géothermie fait se multiplier les sondes pouvant aller jusqu'à 300 mètres afin de chauffer un logement individuel, ce qui augmente d'autant la profondeur «utile» à l'exercice de la propriété en surface.

Au-delà des zones régies par la propriété privée, le sous-sol suisse est un bien du domaine public, au même titre que les lacs, les névés ou les zones impropre à la culture. Ce sont les cantons qui exercent leur souveraineté sur les usages de ces espaces, au travers de leur droit administratif. «La gestion du sous-sol reste cependant très sectorielle, observe Thierry Largey. Il n'y a aucune vue d'ensemble et aucune harmonisation entre les cantons. Si des lois cantonales datent du XIXe siècle, d'autres ont été récemment révisées.» Certains cantons ne possèdent même pas de législations explicites pour des thèmes précis tels que la géothermie. Au niveau du droit fédéral, les usages du sous-sol ne sont pas expressément mentionnés dans la législation sur l'aménagement du territoire. Malgré cela, une certaine coordination de l'exploitation des ressources souterraines reste possible, grâce en particulier aux outils de planification aux niveaux fédéral et cantonaux.

Conflits programmés

Jusqu'à récemment, cette législation lacunaire et cette méconnaissance posaient peu de véritables problèmes. Ce n'est que depuis quelques années que les spécialistes tirent la sonnette d'alarme. Suite notamment à l'urbanisation et au développement de nouvelles technologies, ils s'inquiètent de la compétition accrue des

► pp. 10/11

Le gratte-ciel sous terre: une entreprise teste un nouvel ascenseur dans un puit de 200 mètres de profondeur installé dans une carrière de calcaire encore en activité, à l'ouest d'Helsinki. Photo: Getty Images/Bloomberg/Roni Rekomaa

usages du sous-sol susceptibles d'entraîner des conflits ainsi qu'une utilisation non durable des ressources. Les espaces souterrains ont en effet une spécificité: une fois construits, ils ne peuvent presque plus subir de changements d'affectation.

Les usages du sous-sol helvétique peuvent être classés en quatre grandes catégories: l'extraction des matières premières (principalement le gravier et le sable), la gestion des eaux souterraines (qui couvrent 82% des besoins), la construction (y compris les voies de communication) et l'énergie (production et stockage). «Des conflits dans les usages du sous-sol sont susceptibles de survenir partout, mais c'est surtout dans les agglomérations urbaines que la situation risque de se tendre ces prochaines années», souligne Stéphane Nahrath, professeur à l'Institut de hautes études en administration publique à Lausanne et chercheur du Programme national de recherche «Utilisation durable de la ressource sol».

Métro vs géothermie

Par exemple, la pollution peut toucher des nappes phréatiques. Surtout, les sous-sols déjà encombrés ne vont pas permettre à tout le monde d'installer sa sonde géothermique. Ainsi, à Lausanne, les propriétaires dont le bien se situe au-dessus du tracé du futur métro M3 ne seront pas en mesure d'utiliser la chaleur du sous-sol. Ce qui pose la question suivante: seront-ils indemnisés? «Aucune législation ne permet actuellement de trancher», répond Stéphane Nahrath. L'essor de la géothermie - encouragé par la Stratégie énergétique 2050 - entre déjà en conflit avec des projets de tunnels de transport.

Les problèmes potentiels ne s'arrêtent pas là: d'autres initiatives envisagent de stocker CO₂, gaz naturel ou encore déchets radioactifs dans des entrepôts souterrains, et d'enterrer les lignes à haute tension. Le manque chronique de surfaces à bâtir pousse les architectes à lorgner de plus en plus vers une extension des constructions dans le sous-sol, qui fournit de plus d'excellentes propriétés thermiques. De gros projets d'infrastructures se profilent également à l'horizon, comme «Cargo Sous Terrain», un tunnel de fret en réseau entièrement automatisé, ou encore Eurotube, qui veut développer une technologie de transport à haute vitesse à travers un tube métallique, auquel participent les deux écoles polytechniques fédérales.

«Un grand nombre de ces projets concernent l'avenir, poursuit Olivier Lateltin. Mais il est nécessaire de mettre maintenant en place des outils de gestion

de l'espace souterrain.» Pour Stéphane Nahrath aussi, «nous devons coordonner à long terme l'aménagement du territoire en incluant le sous-sol. Il faut établir des plans, définir des zonages et planifier les usages, comme nous savons très bien le faire pour la surface. Si nous ne clarifions pas la législation du sous-sol, c'est la jurisprudence du Tribunal fédéral qui s'en chargera ces prochaines années. Car les cas vont probablement se multiplier. Or, on sait que dans ce domaine, il est toujours mieux d'anticiper la réflexion». Si la Suisse n'étoffe pas sa législation, ce seront les juges qui décideront comment gérer notre sous-sol - sans que les experts n'aient vraiment leur mot à dire.

A Genève, Nathalie Andenmatten relève un autre problème: «Si l'on ne planifie pas mieux l'utilisation du sous-sol, on risque d'empêcher le développement de certaines technologies dans le futur.» Dans le cas de la géothermie, on a vu en Suisse ces dernières années se multiplier les sondes géothermiques à faible profondeur, jusqu'à 300 mètres environ. Elles peuvent bien convenir à des villas individuelles, mais bien moins aux besoins des bâtiments des centres-villes, où les sous-sols sont déjà encombrés. Ces constructions bénéficient davantage d'un système collectif basé sur la géothermie sur nappe ou à moyenne profondeur.

Les limites du fédéralisme

«Si les autorités laissent maintenant les particuliers installer leurs sondes ou champs de sondes individuellement sans planification, elles ne pourront plus envisager de systèmes collectifs dans ces quartiers-là», explique la géologue. Elle estime aussi que la disparité, voire l'absence de législations adaptées dans les cantons rend très difficile l'implémentation de grands projets dans le domaine de la géothermie: «Les données à fournir sont différentes dans chaque canton; quelque chose sera interdit à un endroit et permis à un autre; bref, cela décourage les porteurs de projets. Pour que la géothermie de moyenne profondeur se développe en Suisse (de 300 à 3000 mètres de profondeur), il faudrait une évolution et une harmonisation des pratiques intercantoniales.»

La géothermie n'est pas le seul secteur à réclamer une harmonisation, car de nombreux projets souterrains dépasseront les frontières cantonales. La solution viendra peut-être de la seconde révision de la loi fédérale sur l'aménagement du territoire (LAT 2) qui prévoit de considérer et planifier l'aménagement du territoire dans sa troisième dimension. «Il serait évidemment

souhaitable que la LAT 2 détaille l'aménagement du territoire en sous-sol, souligne Marianne Niggli, présidente de l'Association suisse des géologues. Celle-ci organise un symposium l'automne prochain dans le but notamment de débattre du contenu de la future loi avec des géologues, des urbanistes, des entrepreneurs ainsi que des spécialistes de l'aménagement du territoire.

«Des conflits dans les usages du sous-sol peuvent survenir partout.»

Stéphane Nahrath

En attendant, des projets menés par Swissstopo en collaboration avec les administrations fédérales et cantonales pourraient grandement améliorer la connaissance du sous-sol suisse (voir «Cartographie d'un monde invisible», p.19). «Nous mettons en place différentes bases de données sur les structures souterraines d'intérêt national, tels les forages de grande profondeur ou les lignes sismiques, explique Olivier Lateltin. Nous voulons instaurer des standards pour la description des données géologiques en Suisse et aider les cantons à les mettre à disposition, notamment pour les planificateurs et les porteurs de projets. Je pense que d'ici dix ans, nos modèles géologiques du sous-sol seront performants pour les grandes agglomérations du Plateau suisse.»

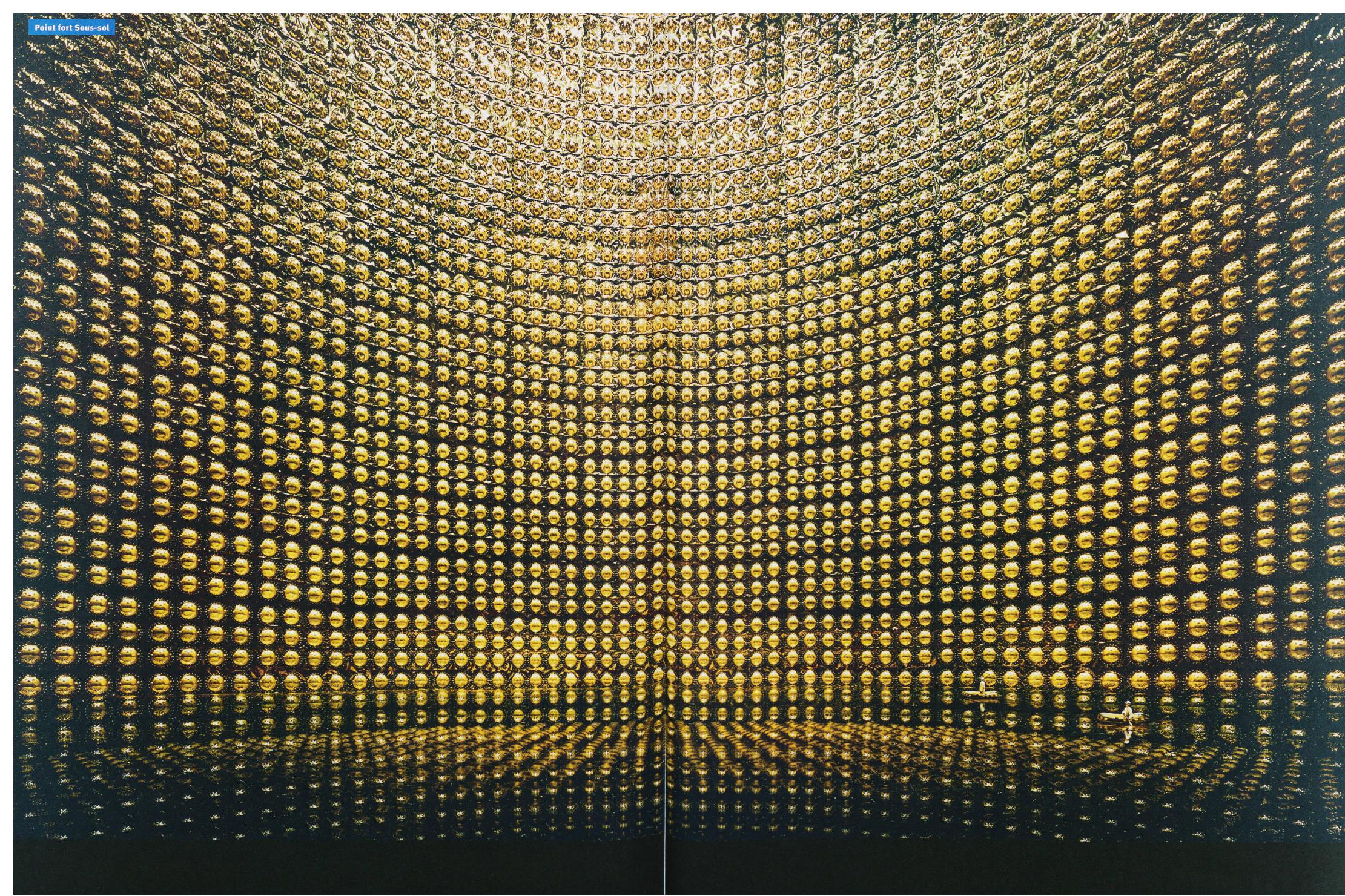
Ces données faciliteront-elles l'adoption d'une nouvelle législation? Peut-être, «mais il ne faudrait pas non plus trop de régulations pouvant avoir des effets pervers», considère Marianne Niggli. Il reste de fait un certain nombre d'incertitudes concernant les projets futurs. Les nouvelles normes devraient selon elle être instaurées petit à petit, en fonction de l'avancée des connaissances. Et avec celles-ci, les spécialistes du sous-sol réclament à cor et à cri la formation de groupes d'experts, la formulation de standards techniques ainsi que la diffusion de bonnes pratiques. Conditions nécessaires pour exploiter rationnellement et avec bonne mesure le «fondement» même de notre nation.

Geneviève Ruiz est une journaliste libre basée à Nyon.

A l'abri des regards: dans l'ancienne mine de zinc de Kamioka au Japon, 13 000 détecteurs placés dans un réservoir de 50 000 tonnes d'eau attendent le signal d'un neutrino éphémère. Photo: Andreas Gursky/Pro Litteris, Bonn 2018, Courtesy Sprüth Magers

pp. 14/15 ▶

Point fort Sous-sol



Science en sous-sol

Dans les grottes et les égouts, sur les chantiers et sous nos pieds: les sites de recherche foisonnent.

Incursion dans la connaissance profonde.

Texte: Roland Fischer
Infographie: Vollkorn

50 tonnes sur coussin d'air

Laboratoire à Rüschlikon (ZH)

Mener des expériences de pointe en nanotechnologie exige une chose: réduire le plus possible les vibrations, bruits et autres variations de température susceptibles de perturber les mesures. C'était une chance que la roche sous le centre de recherche d'IBM à Rüschlikon près de Zurich ne soit qu'à une profondeur de 8 mètres, sous une couche de terre et d'argile. L'entreprise a donc pu y fixer les fondations en béton de son centre de nanotechnologies. Elle y aménage six laboratoires des plus spéciaux: les tables d'expérimentation sont soutenues par des socles en béton de 50 tonnes flottant sur des coussins d'air. De quoi les protéger des vibrations dues à l'autoroute qui passe à une centaine de mètres de là. Ils permettent d'effectuer des expériences dans un «silence» unique au monde, également abrité des rayonnements électromagnétiques et des bruits acoustiques. La température ne varie pas de plus de 0,01 degré au cours d'une expérience pour éviter la dilatation des instruments qui fausserait les mesures.

Point fort Sous-sol

Les messages du passé

Fouilles

Cela arrive parfois: une machine de chantier tombe par hasard sur des reliques historiques d'intérêt scientifique. Les archéologues prennent alors le relais, avec toute la prudence nécessaire. Ou c'est l'érosion qui met à jour ces témoins silencieux d'un autre siècle. Il s'agit alors de procéder à des fouilles urgentes pour sauver les vestiges. Mais l'archéologue moderne préfère pouvoir laisser les découvertes sur place: elles y sont bien protégées et gardent le plus d'informations contextuelles. Le sous-sol offrant les meilleures archives, on ne procède à des fouilles que si la substance historique est menacée. Pour Armand Baeriswyl de l'institut des sciences

archéologiques de Berne, l'archéologie est d'ailleurs une forme de destruction contrôlée. A noter qu'en Suisse, ce sont les cantons qui décident: le Code civil spécifie que «les curiosités naturelles et les antiquités qui n'appartiennent à personne et qui offrent un intérêt scientifique sont la propriété du canton sur le territoire duquel elles ont été trouvées».

Des microbes pour le stockage des déchets nucléaires

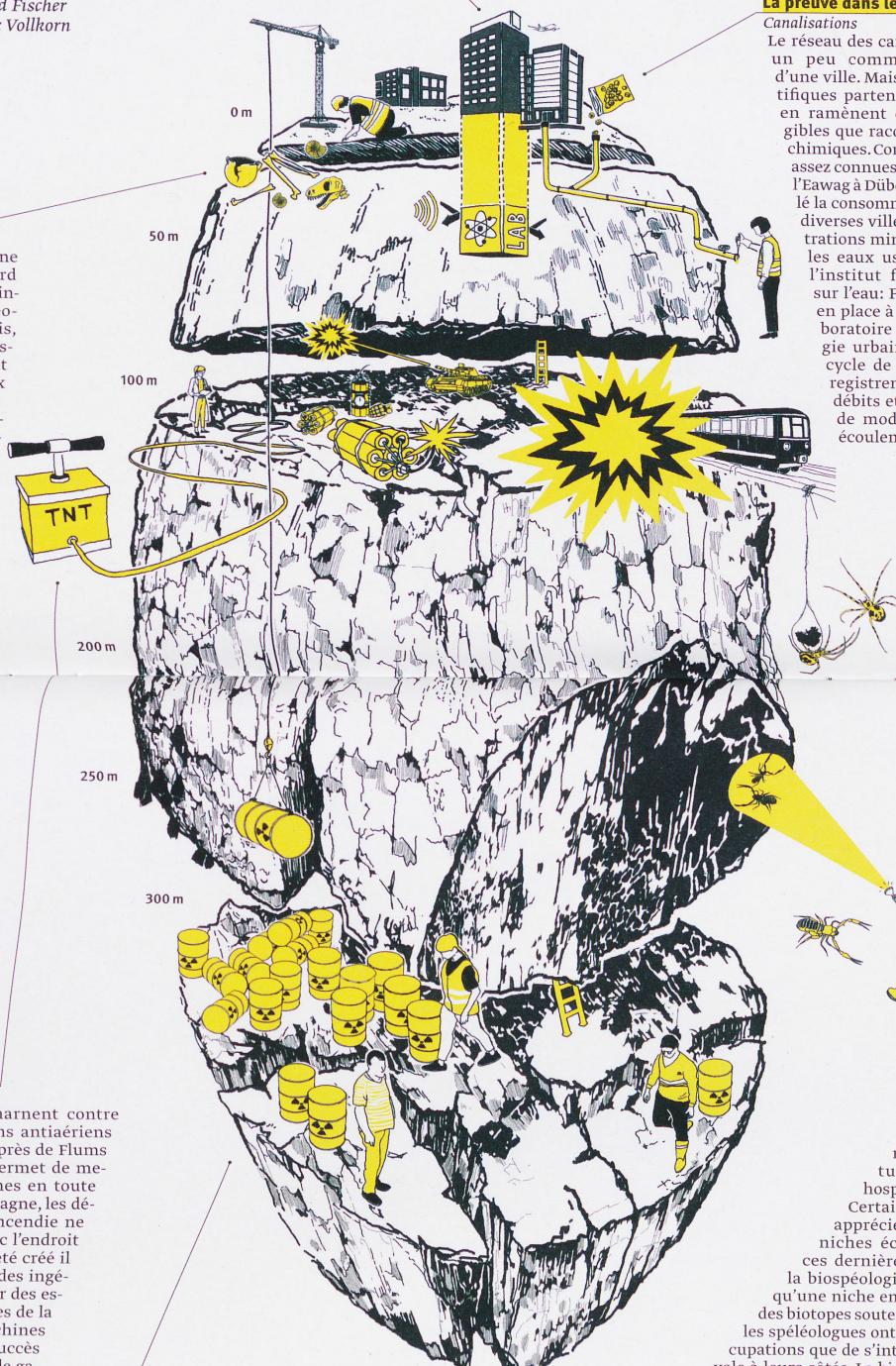
Galerie au Mont Terri (JU)

Cette montagne qu'on ne laisse jamais tranquille: le Mont Terri isolant l'Ajoie du reste du canton du Jura, on devait bien finir par y creuser des tunnels, d'abord ferroviaire puis routier. De plus, on a découvert que l'argile à opalines qu'on y trouve fait partie des couches géologiques les plus stables et les plus imperméables. La Nagra a aménagé à côté du tunnel autoroutier une galerie destinée à mener des recherches sur l'entreposage de déchets nucléaires (et non pas à les stocker). Par exemple, une chercheuse de l'EPFL a récemment montré que l'on pourrait mieux contrôler la corrosion de conteneurs en acier en cultivant des micro-organismes particuliers à proximité.

La preuve dans les égouts

Canalisations

Le réseau des canalisations, c'est un peu comme l'inconscient d'une ville. Mais quand des scientifiques partent les explorer, ils en ramènent des histoires tangibles que racontent des résidus chimiques. Comme les recherches assez connues de Christoph Ort de l'Eawag à Dübendorf, qui a extrapolé la consommation de drogues de diverses villes à partir de concentrations minimales mesurées dans les eaux usées. Autre projet de l'institut fédéral de recherche sur l'eau: Frank Blumensaat met en place à Fehraltdorf (ZH) un laboratoire de terrain en hydrologie urbaine pour l'ensemble du cycle de l'eau. Des capteurs enregistrent les précipitations, les débits et le niveau des eaux afin de modéliser précisément leur écoulement dans l'espace urbain.



Science citoyenne souterraine

Grottes

Sombres, froides et humides: les grottes constituent des biotopes peu hospitaliers pour les humains.

Certains animaux en revanche apprécient particulièrement ces niches écologiques. Mais comme ces dernières sont des plus exiguës,

la biospéologie ne constitue elle aussi qu'une niche en biologie. Les spécialistes des biotopes souterrains sont rares, alors que les spéléologues ont en général d'autres préoccupations que de s'intéresser à ce qui rampe ou vole à leurs côtés. La biospéologie représente ainsi un bel exemple de science citoyenne: des amateurs rapportent de temps à autre des trouvailles que les spécialistes trient et classifient. Ainsi, récemment, trois espèces de pseudoscorpions ont été découvertes dans les grottes du Höllsch (SZ) ou encore du Schrattenfluh (LU).

Point fort Sous-sol



Cartographie d'un monde invisible

Le sous-sol helvétique doit fournir de l'énergie, stocker le CO₂ et servir au transport. Deux nouveaux modèles de la Suisse des profondeurs veulent faciliter la planification des nouveaux projets.

Par Yvonne Vahlensieck

Aucun problème à trouver des photos ou des cartes de la Lune et de Mars. En revanche, le monde situé directement sous nos pieds reste largement inconnu - alors même qu'il intéresse un nombre croissant d'acteurs. Ils rêvent d'en tirer de l'électricité par géothermie, d'y stocker les déchets nucléaires et du CO₂, ou encore d'y faire transiter des marchandises.

Sous-sol en 3D

La plupart de ces projets concernent le Plateau, densément peuplé. Pour accélérer leur planification, l'Office fédéral de topographie Swisstopo a développé un modèle 3D de sa structure géologique. Ce bassin molassique atteint des profondeurs allant de quelques centaines de mètres au nord à six mille mètres au sud. Il est constitué de couches sédimentaires telles le calcaire, la marne et le grès qui se sont déposées voilà 300 millions d'années, une époque où la mer recouvrait encore la Suisse.

«Avec une visualisation tridimensionnelle, les décideurs non-spécialistes peuvent comprendre la structure du sous-sol», dit Robin Allenbach, responsable du projet à Swisstopo. Grâce au modèle Geomol 17, les ingénieurs civils sont en mesure par exemple de prévoir plus précisément à quels types de roches ils seront confrontés lors du percement de tunnels

et éviter ainsi que le tracé ne traverse des formations défavorables, de la roche non consolidée.

Cet outil joue déjà un rôle important pour la planification du réseau du projet «Cargo Sous Terrain» qui envisage de relier les grandes villes du pays par un réseau de tunnels. Les marchandises devront être transportées de manière entièrement automatisée dans des tubes de 6 mètres de diamètre à bord de véhicules autonomes. Selon ses promoteurs, jusqu'à 40% du transport des marchandises pourrait à l'avenir être assuré sous terre. Ils projettent d'ouvrir en 2030 un premier tronçon de 70 kilomètres de long entre Niederbipp (SO) et Zurich.

«L'origine des cours d'eau souterrains dans les Alpes constitue l'un des plus grands mystères géologiques de Suisse.»

Gunter Siddiqi

Le modèle de Swisstopo visualise le parcours et l'épaisseur des couches géologiques ainsi que les zones de failles, qui jouent un rôle déterminant dans le choix des sites pour des projets de construction

souterrains, en particulier pour les forages profonds. «Le modèle 3D permet par exemple d'envisager la manière dont l'eau s'écoule dans ces failles, ce qui s'avère essentiel pour les projets de géothermie, explique Gunter Siddiqi de l'Office fédéral de l'énergie. Il localise environ 600 failles, contre une poignée seulement pour les représentations antérieures. C'est un projet incroyablement important pour la Suisse.»

Précieuses archives

Pour cette modélisation, les géologues n'ont pas recueilli de nouvelles données mais ont consolidé les milliers d'informations déjà disponibles auprès de sources très différentes: des entreprises privées telles que la société Seag active dans la prospection gazière et pétrolière en Suisse, ainsi que des projets de recherche, notamment ceux menés par la Cedra sur le stockage en profondeur des déchets radioactifs. «Nous avons scanné et traité des montagnes de documents, poursuit Robin Allenbach. C'est la mise à niveau de toutes ces données qui nous a demandé le plus de travail, car certaines étaient très anciennes.» Swisstopo a bénéficié de l'appui du Musée cantonal de géologie à Lausanne ainsi que des universités de Genève, Fribourg, Berne et Bâle.

En analysant à nouveau les carottes de forage et le matériau broyé récolté lors

Tourisme souterrain: la mine de sel de Turda en Roumanie propose un éclairage spectaculaire, des tours en bateau, une grande roue, un terrain de football et même une salle de concert. Photo: Getty Images/Luxy Images

«Nous avons scanné des montagnes de documents.»

Robin Allenbach

d'anciennes campagnes, les scientifiques du projet ont pu mieux comprendre la composition des roches et ainsi obtenir des informations essentielles sur la structure du sous-sol. Mais ce type d'exploration reste rare au vu de leur coût et des moyens nécessaires: on dénombre jusqu'à présent seulement 165 forages à des profondeurs dépassant 500 mètres, soit environ quatre forages par 1000 kilomètres carrés. Raison pour laquelle il existe par endroits une très bonne compréhension du sous-sol suisse, mais seulement en quelques points, selon Gunter Siddiqi.

A l'écoute de la Terre

Une autre méthode pour ausculter les couches profondes, plus fréquentes mais moins précises, passe par des mesures sismiques. Des secousses artificielles sont provoquées dans le sol à l'aide de vibrateurs ou d'explosifs. Les ondes générées se répercutent dans le sous-sol et leur vitesse permet aux géologues de déduire la structure des couches rocheuses inférieures. «Une sismique 3D sophistiquée permet désormais de visualiser des zones de failles avec une résolution de quelques centaines de mètres, parfois quelques douzaines», dit Marco Herwegen, professeur de géologie structurale à l'Université de Berne.

La cartographie du sous-sol utilise également les ondes sismiques provoquées par des tremblements de terre naturels. L'initiative AlpArray coordonnée par l'ETH Zurich et l'Université de Lausanne a installé au cours des dernières années un réseau de 600 sismographes dans un vaste périmètre autour des Alpes. Ces senseurs extrêmement précis enregistrent les plus légers tremblements de terre.

Mais une modélisation complète du sous-sol alpin manque encore à ce jour. Elle serait utile: l'espace alpin pourrait compter de nombreuses rivières d'eau chaude,

qui expliqueraient les multiples sources thermales trouvées en Valais et ouvriraient surtout des perspectives pour la production d'électricité géothermique (voir «Électricité géothermique grâce au CO₂»). Afin de reconstituer le parcours de l'eau, les géologues déterminent son âge et les types de roches qu'elle a traversées à l'aide d'analyses chimiques. Pour l'instant, l'origine précise de ces sources d'eau est l'un des plus grands mystères géologiques de Suisse, selon Gunter Siddiqi.

Le modèle du massif de l'Aar développé par Marco Herwegen constitue un premier pas. Son équipe analyse les données sismiques disponibles, les couches ainsi que les failles des formations rocheuses visibles en surface et projette en profondeur

ces lignes de coupe afin d'imaginer comment les couches rocheuses se poursuivent sous terre. Marco Herwegen est convaincu que ce type d'approche portera ses fruits: «Un modèle génère des indications sur les endroits où des forages géothermiques ont de bonnes chances d'aboutir. Certes, il n'y a jamais de garantie absolue. Mais c'est ce qui rend ce travail si passionnant.»

Yvonne Vahlensieck est une journaliste scientifique installée dans la région de Bâle.

Électricité géothermique grâce au CO₂

En Suisse, des sondes géothermiques permettent de chauffer un nombre croissant de bâtiments. Mais la géothermie pourrait à l'avenir également servir à produire de l'électricité. De l'eau chaude souterraine serait pompée à la surface pour y actionner une turbine, directement ou à l'aide d'un échangeur de chaleur.

La technique fonctionne en Islande, qui tire parti de l'eau peu profonde chauffée par le sol volcanique. En Suisse, atteindre les 100 ou 120 degrés nécessaires pour les technologies conventionnelles exige de descendre à une profondeur moyenne de 4 kilomètres, explique Gunter Siddiqi de l'Office fédéral de l'énergie. Et les projets pilotes menés à Bâle et à Saint-Gall ont montré que de tels forages ne sont pas seulement compliqués et coûteux, mais susceptibles de déclencher des tremblements de terre. Un effet secondaire particulièrement problématique en milieu urbain.

D'autres approches impliquant des sources de chaleur moins profondes sont donc sou-

haitables. Martin O. Saar de l'ETH Zurich a son idée: utiliser des sites de stockage du dioxyde de carbone qui réduisent de 90% les émissions de CO₂ produites dans des centrales électriques ou des usines. Il en existe une quinzaine dans le monde, et le chercheur se dit confiant que la Suisse en aura elle aussi dans un proche avenir.

Chaudé par géothermie, le gaz stocké atteint des températures d'environ 80 degrés à des profondeurs de 2,5 kilomètres déjà. «Nous pourrions le ramener brièvement à la surface pour produire de l'électricité avant de le repomper dans les profondeurs pour le stocker de manière permanente, explique Martin O. Saar. Les propriétés physiques du CO₂ permettraient de produire du courant deux fois plus efficacement qu'avec de l'eau – et cela à des températures moins élevées, à une moindre profondeur et de manière rentable.» Le chercheur espère bientôt trouver les fonds pour une installation pilote.

Hommage: Andreas Gursky met en scène les habits de mineurs suspendus pour sécher, suite à la fermeture en 2008 de la mine de charbon d'Ost in Hamm en Allemagne. Photo: Andreas Gursky/Pro Litteris, Bonn 2018, Courtesy Sprüth Magers



Des trous suisses remplis d'imaginaire

Bunkers, abris, tunnels: notre pays creuse inlassablement et enterre sa mémoire, ses mythes et son identité. Visite guidée avec André Ourednik, géographe et auteur de science-fiction. *Propos recueillis par Nic Ulmi*

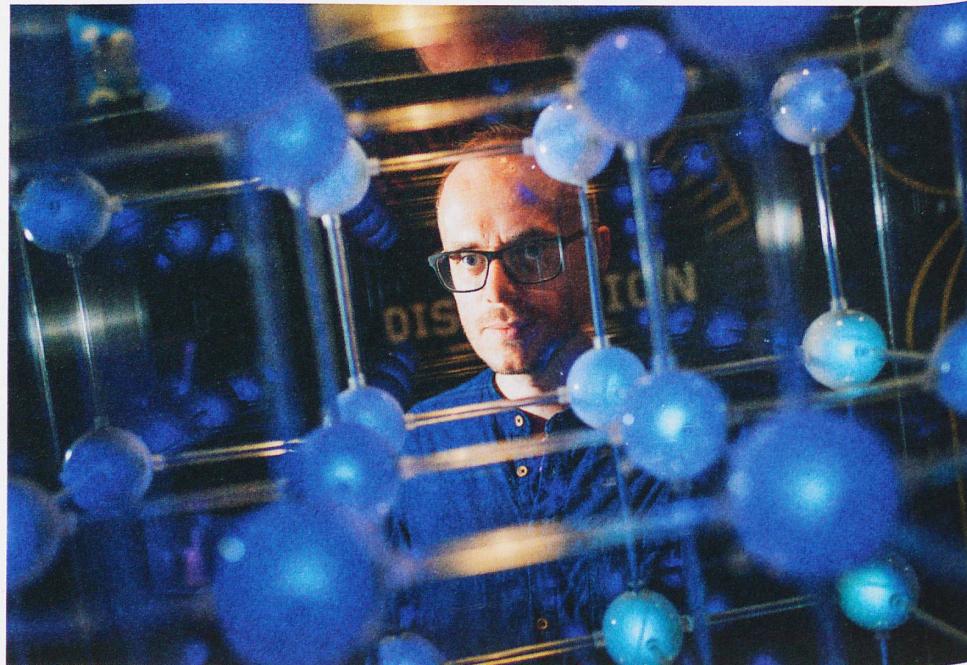
Un réseau de trous, doté de proportions épiques et d'un rayonnement légendaire, traverse les tréfonds du territoire suisse. Du réduit national aux tunnels ferroviaires en passant par le carnotzet, le pays entretient une relation singulièrement passionnée avec son sous-sol. Pour explorer ce lien à la fois tangible et imaginaire, Horizons s'est entretenu avec André Ourednik. Géographe spécialisé dans l'espace habité et chargé d'enseignement à l'EPFL ainsi qu'à l'Université de Neuchâtel, le chercheur d'origine tchèque est également un écrivain de science-fiction dont les romans visitent régulièrement les mondes souterrains.

Comment analysez-vous la relation de la Suisse avec son sous-sol?

Première chose: il y a un aspect identitaire, une part de l'identité nationale qui s'est construite en lien avec la capacité des Suisses de creuser des tunnels. On fait ainsi beaucoup de cas du fait que nos tunnels seraient les plus longs. Sauf que ce n'est pas vrai: le Gothard est le plus long tunnel ferroviaire transportant des personnes et passant sous des montagnes, mais le plus long tunnel tout court est la ligne 3 du métro de Guangzhou (Canton), en Chine. Simplement, personne n'en parle, et les Chinois s'en fichent, parce que les tunnels ne font pas partie de leur mythes nationaux.

«La claustrophobie, c'est le piège du carnotzet éternel.»

L'obsession suisse pour les tunnels présente évidemment des aspects économiques. Il y a un savoir-faire à exporter, une valeur marchande à prouver. Comme pour la construction des abris souterrains antiatomiques pendant la guerre froide, elle résulte en partie du lobbying mené par l'industrie du ciment auprès des parlementaires afin de rendre obligatoire l'aménagement de ces abris.



Le souterrain représente autant le monde des morts qu'un lieu de gestation, selon l'écrivain et géographe André Ourednik. Photo: Alain Wicht/La Liberté

Le réduit national développé durant la Seconde Guerre mondiale n'était pas destiné à la population. Mais elle y a cru...

Il existe en effet un double imaginaire du souterrain. D'une part, c'est depuis les Suissiens le monde des morts, un lieu auquel on ne survit que si l'on est un dieu ou un héros, Gilgamesh, Amon Ré, Orphée... D'autre part, il y a un imaginaire positif du souterrain comme lieu où on se préserve, comme lieu de gestation d'où une société renouvelée va surgir lorsque les conditions du monde seront à nouveau propices. A l'échelle de la vie quotidienne, cette idée est présente en Suisse dans le folklore du carnotzet, la cave à vin convertie en lieu de sociabilité souterrain où l'on se structure soi-même, coupé de l'extérieur et entouré

de son groupe d'amis, en se fabriquant une intimité. Mais cette posture poussée à l'excès conduit à une forme particulière de claustrophobie qu'on observe à bord des sous-marins, ainsi que dans toutes les circonstances où des personnes sont confinées ensemble longtemps dans un même endroit: irritabilité, troubles obsessionnels, paranoïa. C'est le piège du carnotzet éternel...

Après les tunnels alpins, le réduit national et les abris antiatomiques, ce lien privilégié de la Suisse avec ses profondeurs se renouvelle aujourd'hui avec les projets de stockage de données.

En effet, la Suisse se positionne aujourd'hui sur le marché de la sécurisation des données. Comme l'entreprise tessinoise

Dataverna, qui a acheté une partie des galeries de service creusées pendant la réalisation du tunnel de base du Gothard afin d'y installer des serveurs informatiques.

L'expression «data mining» désigne l'exploration et l'exploitation des données. C'est comme si cette métaphore est en train de devenir une réalité concrète.

D'un côté, il semblerait en effet que le monde physique donne raison à la métaphore. Mais on peut voir les choses dans l'autre sens: la matérialité des choses, imprégnée d'un imaginaire ancien et d'usages passés, persiste et détermine notre manière de penser. C'est vrai pour des choses anodines: la disposition des lettres sur nos claviers d'ordinateur vient de la matérialité des barres de frappe des anciennes machines à écrire, qui risquaient de s'emmêler si certaines lettres étaient trop proches.

Des anciennes pratiques sociales continuent donc à s'imprimer dans notre esprit et dans nos comportements à travers la matérialité des choses. L'impact de ce type d'empreinte s'observe de manière caractéristique avec les tunnels. J'ai travaillé pour le projet PostCarWorld à l'EPFL, qui explore l'hypothèse d'un monde d'où les voitures auraient été éliminées. Dans ce cadre, on remarque que la réalisation d'un tube supplémentaire pour les voitures dans le Gothard, votée en 2016, nous condamnera en quelque sorte à rentabiliser cet ouvrage. On crée une infrastructure parce qu'il y a des voitures, donc on va continuer à faire des transports à longue distance en voiture parce que cette possibilité existe. La logique qui a conduit à creuser des trous sous les Alpes, propre à nos ancêtres, persiste dans nos pratiques parce qu'elle est inscrite dans la matière.

Ce qui nous amène à un dernier aspect important de l'imaginaire du souterrain: le monde est susceptible de changer, mais la matière persiste, et ce qu'on y a imprimé, enseveli dans le sol, pourrait donc en ressurgir.

Comme les 7000 tonnes de munitions enfouies pendant la Seconde Guerre mondiale dans le dépôt de Mitholz dans l'Oberland bernois, qui ont provoqué une déflagration meurtrière en 1947 et qui pourraient exploser à nouveau...

Ou comme les documents de l'armée secrète P26 placés dans le «Musée Résistance Suisse», inauguré en présence du conseiller fédéral Ueli Maurer en novembre 2017 dans le bunker même où cette armée s'entraînait, à Gstaad. Les archives concernant l'organisation censée orchestrer une

résistance en cas d'invasion par le pacte de Varsovie sont couvertes par le secret par décision du Conseil fédéral, mais seront ouvertes en 2041. Sous terre, nous avons donc enseveli non seulement notre mémoire, mais aussi nos intentions passées, ainsi que des combats contre un ennemi plus ou moins mythique qui n'existe plus. Dans l'imaginaire du souterrain, tout cela peut se réveiller à tout moment. Comme le char d'assaut du film «Underground» d'Emir Kusturica, qui surgit d'un tunnel bien après l'effondrement de la Yougoslavie, qui est toujours prêt à faire la guerre et qui se cherche un ennemi.

Vous avez exploré toute sorte de profondeurs dans votre œuvre littéraire.

La première fois, c'était dans ma nouvelle «Naufrage», où les personnages voyagent en bateau à travers une Suisse souterraine dans des tunnels aquatiques. L'idée renvoyait à deux mythologies nationales, celle de la Suisse comme lieu de connexion unique à travers les Alpes et celle du réduit national, le système de fortifications alpin censé assurer la défense du pays pendant la Seconde Guerre mondiale.

«Les Chinois s'en fichent, car les tunnels ne font pas partie de leur mythes nationaux.»

Une autre source d'inspiration de ce texte était une nouvelle de Friedrich Dürrenmatt, «Le Tunnel», écrite en 1952. Le protagoniste voyage en train entre Zurich et Berne, il entre dans un tunnel, le temps passe, tout à coup il réalise qu'une heure s'est écoulée et que le train n'est toujours pas ressorti à la lumière du jour... Dans ma nouvelle, les choses se gâtent aussi: une paroi se déchire - c'est un peu comme si la structure de la Suisse idéale s'effritait - et le bateau se retrouve emporté par une chute d'eau dans un trou à la Jules Verne. On débouche ainsi dans un espace souterrain où vivent des soldats de toutes les époques du passé, de Winkelried au général Guisan, cachés et préservés dans le réduit national.

C'est tout le décor qui s'enfonce sous terre dans votre roman «Les cartes du boyard Kraïenski»...

C'est l'histoire d'un cartographe suisse qui est envoyé en mission pour définir la frontière est de l'Europe. Le cartographe arrive dans le château d'un boyard, quelque part près de l'Ukraine, où il doit scanner une

collection de cartes anciennes pour fixer le tracé exact de la frontière. Mais les cartes se contredisent, elles ne collent pas les unes avec les autres, sans compter que le château est en train de s'enfoncer progressivement sous terre...

Il y a deux thèmes qui m'intéressaient ici. L'un est lié à une branche des systèmes d'information géographiques qu'on appelle la géodésie, qui s'attelle à recalculer régulièrement les coordonnées d'une série de points sur Terre. Ces repères se déplacent relativement vite: la dérive des continents va jusqu'à 10-15 centimètres par an, ce qui fait tout de même quelque 2 kilomètres depuis la fondation de Jéricho. Je suis fasciné par cette impermanence du territoire liée au mouvement des plaques tectoniques. Les frontières bougent non seulement historiquement, mais aussi géologiquement, sous l'effet de ce mouvement des profondeurs, qui implique une instabilité fondamentale de tout territoire de référence.

L'autre thème est lié au mouvement du château qui s'enfonce. A un moment donné, le protagoniste part fouiller dans le sous-sol et découvre que des couches antérieures du manoir sont en train de macérer dans la terre glaise. Il est confronté alors à cette capacité qu'a la terre d'engloutir la réalité qu'on construit dessus, au fait que toute forme de projet humain retourne tôt ou tard à cette pâte indéterminée.

Vous reliez ensuite l'imaginaire du souterrain et celui des mégadonnées.

Dans mon dernier roman «Omniscience» de 2017, on est à nouveau sous terre, dans une grotte où l'on stocke des quantités illimitées de données sous une forme liquide, et où des plongeurs tissent des fils narratifs en s'immergeant dans ce vaste bassin... Et il y a encore un roman à paraître, un texte de commande en lien avec l'œuvre «Atomik Submarine» de l'artiste François Burland, qui a construit un modèle de sous-marin soviétique de dix-huit mètres, évoquant la peur de l'ennemi rouge qu'on imaginait voir surgir n'importe où dans la Suisse des années 1970-1980. Dans ce roman, on se retrouve encore une fois sous terre et on rencontre Gabi I et Gabi II - les noms donnés aux deux tunneliers qui creusaient le nouveau tunnel du Gothard -, qui continuent à excaver, sans qu'on sache pourquoi... Vous voyez, on n'a pas fini de creuser.

Nic Ulmi est journaliste libre à Genève.