



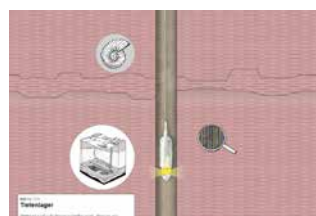
Comment construire au mieux un dépôt en couches géologiques profondes?

Page 2



Conteneurs de dépôt final: à la recherche du matériau prévu de durer pour «l'éternité»

Page 3



Voyage interactif dans le sous-sol du nord de la Suisse

Page 4

# Info

Nagra informe: actualités sur la gestion des déchets nucléaires

N° 50

Juillet 2018

ACTUALITÉ

## Regards perçants sur le passé et l'avenir géologiques

Les glaciers ont façonné notre paysage. Comment précisément? C'est ce qu'étudie actuellement la Nagra en procédant à des forages dits quaternaires dans les régions d'implantation. Les conclusions permettront d'améliorer les prévisions sur l'évolution future du paysage et sur la sûreté des dépôts en couches géologiques profondes.

La Suisse est un pays de glaciers qui a connu plusieurs périodes glaciaires ces derniers millions d'années. Les grands glaciers ont façonné notre paysage. Dépôts de débris et vallées encaissées témoignent des périodes glaciaires passées. Beaucoup de nos lacs subalpins ont aussi été creusés par des glaciers.

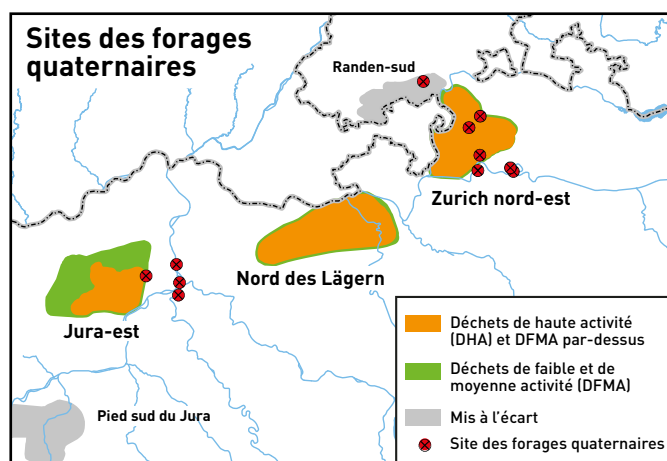
### La prochaine période glaciaire se prépare

Bien que les discussions portent aujourd'hui plutôt sur le réchauffement climatique, les climatologues partent du principe que la prochaine période glaciaire arrivera tôt ou tard.

Avec les forages dits quaternaires, la Nagra étudie actuellement la manière précise dont les glaciers ont marqué dans le passé le paysage des trois régions d'implantation possibles (voir la carte ci-dessous).

### Prévisions sur l'avenir géologique

En géologie, la clé de la compréhension du présent et de l'avenir repose dans le passé. Si on veut savoir comment le paysage évoluera dans le futur, on doit en comprendre le passé géologique. Concrètement, les forages donnent des informations sur la profondeur à laquelle les glaciers se sont creusés dans le paysage et sur la quantité de roches meubles qui se sont déposées par-dessus.



Les sites des forages quaternaires de la Nagra en 2018.

Dans les régions d'implantation, la Nagra planifie des dépôts profonds pour déchets radioactifs aussi sûrs que possible. Elle doit pour ce faire tenir compte des changements attendus pour les glaciers ainsi que des processus d'érosion qui leur sont liés. Les forages quaternaires permettent de comprendre si les couches rocheuses sus-jacentes protégeront suffisamment bien un dépôt en couches géologiques profondes contre de futures progressions des glaciers.

### Forages quaternaires et forages d'exploration

Il ne faut pas confondre les forages quaternaires et les forages d'exploration (forages profonds) de la Nagra prévus dès 2019. Les forages quaternaires n'atteignent généralement que quelques dizaines de mètres de profondeur, les forages d'exploration plusieurs centaines.



Foreuse et chantier du forage quaternaire à Riniken (AG). Plus d'informations sous [www.nagra-blog.ch](http://www.nagra-blog.ch). Photo: Nagra

## 2 Comment construire au mieux un dépôt en couches géologiques profondes?



Voici comment on construit un tunnel dans les argiles à Opalinus : l'opérateur de la foreuse de section partielle explique les difficultés de son travail aux visiteurs du Laboratoire souterrain du Mont Terri. Photo: Nagra

**Depuis vingt ans, la Nagra poursuit des recherches au Laboratoire souterrain du Mont Terri.**

**L'extension du laboratoire est réalisée actuellement sous la direction de swisstopo. Les chercheurs ont besoin de plus de place pour de nouvelles expériences. L'extension en soi promet d'apporter aussi de nouveaux éléments sur la construction de dépôts profonds.**

Les Suisses sont des experts reconnus dans la construction de tunnels. Environ 1300 tunnels et galeries témoignent de nos compétences dans ce domaine. L'expérience acquise dans la construction classique de tunnels et de galeries profite aussi à la construction d'un dépôt en couches géologiques profondes.

«Les argiles à Opalinus ont par nature des propriétés de confinement exceptionnelles. Nous entendons les préserver.»



Linard Cantieni  
Ingénieur spécialisé dans la construction de tunnels auprès de la Nagra.

L'extension du Laboratoire souterrain du Mont Terri – construit dans les argiles à Opalinus – contribue à optimiser les techniques et méthodes de construction des dépôts profonds qu'on prévoit d'implanter en Suisse dans cette même couche d'argiles à Opalinus. Elle fournira aussi de nouvelles informations sur la manière dont cette roche d'argile se comporte pendant la construction.

### Préserver la capacité de confinement des argiles

«Les argiles à Opalinus ont par nature des propriétés de confinement exceptionnelles. Pour les préserver, il faudra creuser la roche en ménageant le terrain rocheux», explique Linard Cantieni, ingénieur spécialisé dans la construction de tunnels auprès de la Nagra. Un procédé de construction idoine est actuellement utilisé pour l'extension du laboratoire souterrain. De même, pour le choix du type et de la quantité des matériaux de construction utilisés, on prendra soin de ne pas trop altérer les propriétés de confinement des argiles à Opalinus, poursuit Linard Cantieni.

### Nouvelle galerie: de la place pour de nouvelles expériences

Depuis l'ouverture du laboratoire souterrain il y a plus de 20 ans, 150 expériences ont été et sont encore réalisées.

#### Votre visite du laboratoire souterrain

Vous pouvez visiter le Laboratoire souterrain du Mont Terri. L'entrée est gratuite. Profitez-en pour expérimenter personnellement la recherche high-tech à 300 mètres de profondeur dans la roche.

Inscriptions auprès de Madame Renate Spitznagel,  
056 437 12 82 ou [renate.spitznagel@nagra.ch](mailto:renate.spitznagel@nagra.ch).

[www.nagra.ch/fr/visites-guidees.htm](http://www.nagra.ch/fr/visites-guidees.htm)

Les chercheurs ont besoin maintenant de plus de place. Les 16 partenaires de recherche du Mont Terri planifient 50 nouvelles expériences prévues d'optimiser encore la sûreté à long terme des dépôts profonds. Le Laboratoire souterrain du Mont Terri est exploité par l'Office fédéral de topographie swisstopo.

Le coût de l'extension se monte à environ 4,5 millions de francs; il est supporté par les 16 partenaires de projet nationaux et internationaux. La Nagra est de loin le partenaire de recherche le plus important au Mont Terri.

D'autres informations sur [www.mont-terri.ch](http://www.mont-terri.ch)

#### Pays participants au Mont Terri:

Allemagne, Belgique, Canada, Espagne, Etats-Unis, France, Japon et Suisse.



La visite du Laboratoire souterrain du Mont Terri vaut le déplacement. Des scientifiques de la Nagra expliquent les projets de recherche. Photo: Nagra

# Conteneurs de dépôt final: à la recherche du matériau prévu de durer pour «l'éternité»



Le cuivre est le matériau que le concept suédois du stockage en profondeur prévoit pour les conteneurs de dépôt final. On discute actuellement de la stabilité du cuivre sur de longues périodes, dans des conditions de dépôts profonds. Photo: TRM

**Les éléments combustibles usés et les déchets vitrifiés sont enfermés dans des conteneurs de dépôt final pendant des milliers d'années. La Nagra prévoit pour la Suisse des dépôts profonds construits dans les argiles à Opalinus et des conteneurs en acier pour les déchets de haute activité. Son organisation jumelle en Suède construit ses dépôts profonds dans le granite et mise sur des conteneurs en cuivre. On discute maintenant du comportement du cuivre face à la corrosion dans des conditions de dépôts profonds.**

Plusieurs barrières de sécurité assurent le confinement des déchets radioactifs dans les dépôts profonds. L'une d'entre elles est formée par le conteneur de dépôt final, véritable gaine d'emballage des éléments combustibles usés ou des déchets vitrifiés de haute activité issus du retraitement. La combinaison optimale de toutes les barrières détermine la sûreté à long terme d'un dépôt profond. Généralement, plus les barrières sont résistantes, étanches et stables, plus le dépôt profond est sûr. La Nagra utilise l'acier, parfaitement approprié aux conditions prévalant en Suisse. Mais depuis des années, elle travaille aussi sur des matériaux alternatifs, en collaboration avec des partenaires étrangers.

## Barrière principale: conteneur ou roche?

En Suisse, le concept de stockage a donné aux argiles à Opalinus le rôle principal dans le confinement des substances radioactives. En Suède, il n'y a pas d'argiles à Opalinus mais exclusivement du granite. Comme le granite est dur et cassant, des fissures peuvent s'y former et de l'eau circuler à travers les interstices de la roche. Pour réaliser le confinement des déchets dans ces circonstances, la Suède mise sur un conteneur de dépôt final en cuivre, sa barrière principale. Mais avec le temps, une pression élevée s'établit dans la galerie et tout au-

tour du conteneur. La tension qui en résulte et la corrosion peuvent alors s'influencer l'une l'autre.

## Demande d'autres études sur le cuivre

Les autorités environnementales de Suède exigent maintenant notamment que l'organisation suédoise de gestion des déchets radioactifs SKB analyse plus en détail la corrosion de fissures sous contrainte.

La Nagra suit depuis assez longtemps les débats sur la résistance du cuivre. Les discussions pourraient avoir une influence sur le concept suisse des dépôts finals, car le cuivre pourrait être utilisé pour une couche additionnelle sur les conteneurs en acier. La recherche sur les matériaux montrera finalement quels sont les matériaux qui assurent le meilleur confinement des déchets hautement radioactifs dans un dépôt profond.

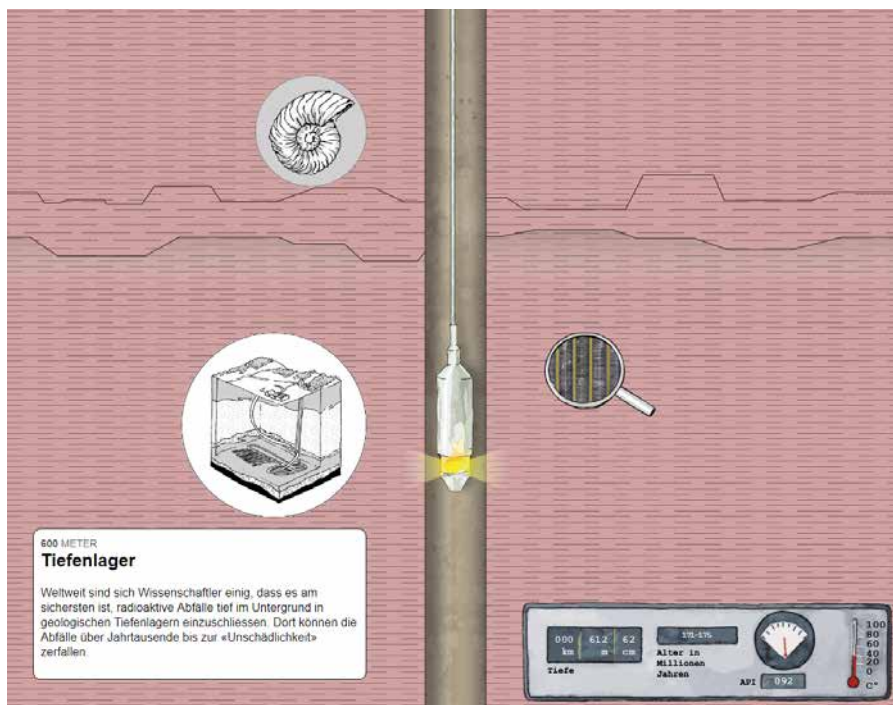
**Actuellement, la Nagra prévoit d'utiliser pour les déchets de haute activité des conteneurs en acier d'une épaisseur d'environ 15 cm. Elle envisage aussi un revêtement en cuivre pour les conteneurs en acier. On analyse d'autres alternatives aux conteneurs métalliques en travaillant aussi sur d'autres matériaux de revêtement. La Nagra a encore du temps pour choisir définitivement le matériau. Ce n'est qu'avec l'octroi de l'autorisation de construire le dépôt en couches géologiques profondes pour déchets de haute activité (dès environ 2045) que cette question sera tranchée.**



Modèle d'une galerie de stockage des déchets de haute activité à l'échelle 1:1. On voit bien le conteneur en acier découpé qui enferme les éléments combustibles. Les visites guidées du Laboratoire souterrain du Grimsel (BE) ou du Laboratoire souterrain du Mont Terri (JU) permettent de voir ce modèle de près. Photo: Comet Photoshopping, Dieter Enz

## 4 etc.

## Voyage interactif dans le sous-sol du nord de la Suisse: nouveaux films d'animation sur le canal YouTube de la Nagra



Faites descendre une sonde jusqu'à une profondeur de 5000 mètres et découvrez la géologie du nord de la Suisse. Quelles roches y trouvons-nous? Quel était le paysage à l'époque du Jurassique il y a 145 à 201 millions d'années? Pourquoi le schiste à Posidonies renferme-t-il de si nombreux fossiles bien conservés? Où se trouve l'un des puits les plus profonds de Suisse? Réponses sur notre page interactive: [www.nagra-blog.ch/tiefe-und-zeit/](http://www.nagra-blog.ch/tiefe-und-zeit/) (en allemand).



Nouveau sur le canal YouTube de la Nagra: deux films d'animation. Lors de foires ou de manifestations scolaires, on nous demande souvent comment stocker les déchets radioactifs de manière sûre. Dans notre film sur le stockage en couches géologiques profondes, apprenez-en plus sur l'origine des déchets radioactifs et sur leur durée de confinement dans des dépôts profonds. Qu'est-ce que la radioactivité exactement? Comment nous en protéger? Les réponses se trouvent dans le film sur le thème de la «radioactivité», qui donne aussi des informations sur les différents types et sources de rayonnement.

## «Tour de Suisse de la Nagra» avec le «Voyage dans le temps vers un dépôt en profondeur»

Au cours du deuxième semestre 2018, l'exposition «Voyage dans le temps vers un dépôt en profondeur» sera présentée dans neuf foires du nord de la Suisse. Elle sera l'occasion de discuter et d'échanger des faits, des idées et des opinions sur le thème du stockage des déchets radioactifs. Venez sur notre stand. Nous nous réjouissons de vous y rencontrer!

8. septembre	Markt Veltheim	Veltheim
27. au 30. septembre	Gewerbeschau Dielsdorf	Dielsdorf
03. au 07. octobre	Messe am Hochrhein	Waldshut
11. au 14. octobre	Rega Kleindöttingen	Kleindöttingen
12. au 14. octobre	Hela-Messe	Laufenburg
18. au 21. octobre	Expo Brugg	Brugg
24. au 28. octobre	SH-Herbstmesse	Schaffhausen
15. au 18. novembre	FLG; Bau- und Energiemesse	Bern
21. au 25. novembre	Winti-Mäss	Winterthur
1 <sup>er</sup> décembre	Swiss Geology Meeting	Bern

## Cahier thématique de la Nagra sur l'évolution géologique à long terme (érosion)

La variété de notre paysage est le résultat de soulèvement, affaissement et érosion de couches rocheuses dans le passé. L'érosion peut être causée par les rivières, les glaciers, la gravité et même par des vents puissants dans les déserts. Les processus d'érosion se déroulent la plupart du temps très lentement. Et pourtant, sur des périodes de temps géologiques, ils peuvent éroder et transporter la roche sur plusieurs centaines de mètres.

Le cahier thématique de la Nagra sur l'érosion décrit les processus qui ont marqué notre paysage dans le passé. Le cahier détaille aussi la configuration possible de notre environnement naturel dans le futur. De futures périodes glaciaires possibles ainsi que l'érosion fluviale sont au centre des considérations. Ces changements attendus dans notre environnement concernent aussi les dépôts en couches géologiques profondes, l'objectif consistant à protéger durablement les dépôts profonds des processus d'érosion.

Téléchargement ou commande du cahier thématique (en allemand) sous [www.nagra.ch](http://www.nagra.ch) > Téléchargements > Publications > Publications thématiques



Les glaciers et les rivières essentiellement sont responsables de la formation de notre paysage.  
 Photos: Beat Müller

**nagra**

Nagra  
 Société coopérative nationale  
 pour le stockage  
 des déchets radioactifs

Hardstrasse 73  
 5430 Wettingen  
 Suisse

Tél. +41 56 437 11 11  
 Fax +41 56 437 12 07

[www.nagra.ch](http://www.nagra.ch)  
[info@nagra.ch](mailto:info@nagra.ch)  
[www.nagra-blog.ch](http://www.nagra-blog.ch)

### Impressum

Rédaction: Heinz Sager, Nagra  
 Tirage: 327'930 (f/i/a)

Reproduction avec indication des sources seulement.

