

# Le stockage de déchets radioactifs dans des formations géologiques

Autor(en): **Jäckli, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **68 (1977)**

Heft 19

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-915072>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Le stockage de déchets radioactifs dans des formations géologiques

Par H. Jäckli

*Die in Kernkraftwerken und in Wiederaufbereitungsanlagen anfallenden radioaktiven Abfälle können in verschiedene Aktivitätsgruppen gegliedert werden. Je nach der spezifischen Aktivität sind verschiedene Einlagerungsmethoden und Anforderungen an das Wirtsgestein der Lagerstätte erforderlich. In der Schweiz werden seit rund acht Jahren systematisch geeignete Gesteinsformationen untersucht. Die deutschsprachige Fassung dieses Artikels wurde bereits im Bulletin SEV/VSE Nr.1 (1977) veröffentlicht.*

*Les déchets radioactifs issus des centrales nucléaires et des usines de retraitement peuvent être classés dans différentes catégories, selon leur degré d'activité. De celui-ci dépend le mode de stockage et les conditions requises pour les roches dans lesquelles est aménagé le lieu de stockage. On étudie systématiquement depuis huit ans déjà en Suisse les formations géologiques paraissant appropriées. Actuellement, une demande de permis pour des travaux de reconnaissance géologique à cinq endroits est en main de la Confédération.*

## 1. Déchets radioactifs

Les centrales nucléaires et les usines de retraitement produisent des déchets radioactifs dont il faut se débarrasser d'une façon appropriée, c'est-à-dire en toute sécurité et sans danger pour l'environnement.

Comment se présentent maintenant ces déchets, quelle est leur quantité, qu'a-t-on fait d'eux jusqu'à présent et que veut-on faire d'eux à l'avenir, particulièrement en Suisse?

### 1.1 Déchets faiblement radioactifs

On appelle déchets faiblement radioactifs les déchets dont l'activité spécifique est faible soit inférieure à 3 Ci/m<sup>3</sup> après dix ans. Ce sont des survêtements, des gants, des chiffons et du matériel de nettoyage, des filtres, des outils faiblement contaminés et d'autres objets de ce genre.

On les met habituellement dans des fûts d'acier de 200 l; après 10 ans, la puissance calorifique oscille entre 0,01 et 0,5 W/m<sup>3</sup> et le taux de radioactivité en surface entre 0,05 et 0,2 R/h.

Les dépôts de tels fûts sont accessibles; une brève manipulation des fûts pleins ne présente pas de danger.

### 1.2 Déchets moyennement radioactifs

Sont rangés dans la catégorie des déchets moyennement radioactifs ceux qui, par fût, selon le groupe de nuclide, développent une activité de quelques centaines de curies, une puissance calorifique de 0,5 à 5 W/m<sup>3</sup> avec un taux de radioactivité en surface de 0,2 à 300 R/h. C'est la raison pour laquelle ils ne peuvent être transportés et manipulés qu'avec un blindage de protection. Les sites de stockage doivent être inaccessibles. Il s'agit en particulier de résines échangeuses d'ions, de bougies de filtres ou de petites pièces de réacteurs activées qui doivent être remplacées, comme par exemple des plaques de métal, des soupapes ou des tuyaux.

Pour une centrale nucléaire à eau légère de 1000 MW, il faut compter suivant le mode de traitement 500-1000 fûts de 200 l de déchets faiblement ou moyennement radioactifs par an, ce qui représente en gros un volume de 200 à 300 m<sup>3</sup> par an. Jusqu'à présent, ces fûts ont été déposés en Suisse à l'IFR à Würenlingen ou dans les halles de stockage des centrales nucléaires, c'est-à-dire à la surface du sol et en partie aussi immergées dans l'Atlantique sous contrôle international.

### 1.3 Déchets hautement radioactifs

Les déchets hautement radioactifs apparaissent dans les usines de retraitement, où sont conditionnés les éléments de combustible brûlé, c'est-à-dire où sont séparés chimiquement le plutonium et l'uranium non encore épuisé des produits de fission et des autres transuraniens. Au début, ces déchets haute-

ment radioactifs libèrent une grande quantité de chaleur, raison pour laquelle ils sont en premier lieu conservés pendant quelques années à la surface sous forme liquide dans des réservoirs réfrigérés, puis par exemple solidifiés par vitrification dans des cylindres de 30 cm de diamètre et d'une longueur de 3 m. Une centrale de 1000 MW produit annuellement 10 cylindres de cette sorte. Après dix ans, l'activité spécifique des déchets hautement radioactifs solidifiés est encore de l'ordre de quelques millions de Ci/m<sup>3</sup>, la puissance calorifique de quelques milliers de W/m<sup>3</sup> et le taux de radioactivité en surface de plusieurs milliers de R/h.

Comme il n'y a pas d'usines de retraitement en Suisse, ces déchets hautement radioactifs restent pour le moment à l'étranger dans les usines mêmes où nous envoyons notre combustible brûlé. Il n'est cependant pas exclu qu'à l'avenir les déchets hautement radioactifs issus de nos éléments de combustible soient renvoyés chez nous pour leur stockage définitif.

En résumé:

– pour les déchets faiblement et moyennement radioactifs, nous pouvons trouver des formations géologiques sèches, imperméables à l'eau, de telle sorte qu'il soit possible d'excaver des dépôts pour les fûts,

– pour les déchets hautement radioactifs, nous devons chercher à grande profondeur des roches d'une haute conductivité thermique afin que la chaleur puisse être assimilée sans dommage.

Dans les deux cas, la biosphère, c'est-à-dire le milieu où évoluent les êtres vivants, ne doit pas pouvoir être atteinte par le rayonnement.

## 2. Méthodes de stockage

Parmi les différentes manières ou méthodes d'élimination de ces déchets radioactifs, on discute actuellement sur le plan international de celles-ci:

1. Le stockage en surface ou à faible profondeur.
2. L'immersion dans la mer ou dans le sous-sol marin.
3. L'enfouissement dans les glaces de l'Antarctique.
4. Le lancement dans l'espace.
5. Le stockage dans des formations géologiques.

Par la suite, nous ne parlerons que de la dernière variante énoncée, soit du stockage dans les formations géologiques, car c'est actuellement la solution la plus étudiée dans tous les pays, ainsi qu'en Suisse où elle tient la toute première place.

On prévoit pour le stockage des *déchets faiblement et moyennement radioactifs des cavernes ou des galeries* dans lesquelles seront empilés des fûts de 200 l.

Pour les déchets hautement radioactifs, on considère en ce moment que le forage de puits est la méthode de stockage la plus appropriée, leur profondeur garantissant que l'émission de chaleur des déchets ne soit plus perceptible à la surface du sol.

### 3. Caractéristiques des roches réceptrices

Quelles propriétés géologiques sont attendues des roches destinées à recevoir des déchets radioactifs?

#### 3.1 Imperméabilité à l'eau

La condition primordiale et la plus importante est l'imperméabilité à l'eau, ceci afin que les déchets radioactifs ne puissent pas, par la circulation souterraine de l'eau, contaminer leur environnement, c'est-à-dire le monde extérieur.

Connaissons-nous de telles roches imperméables?

a) Il y a d'abord le *sel gemme*, dont les dômes peuvent atteindre un niveau nettement inférieur à celui de la mer et, selon les expériences faites dans de nombreuses salines, rester secs et imperméables. De telles cavernes creusées dans le sel sont déjà utilisées en Allemagne et aux Etats-Unis pour les déchets faiblement et moyennement radioactifs; une semblable affectation est projetée en Hollande. La Suisse malheureusement ne possède pas de tels dépôts salins en forme de dôme.

b) Une autre roche imperméable est l'anhydrite compact et pur, qui doit être tenu pour imperméable par le fait qu'au contact de l'eau, il se transforme en gypse en augmentant son volume de 61 %. Les filets d'eau éventuels sont bouchés grâce à ce processus de dilatation spontanée, qui s'exprime par la formule chimique:

Anhydrite et eau → gypse



$$\gamma = 2,96 \quad \gamma = 2,32$$

$$\text{Volume} = 100 \% \quad \text{Volume} = 161 \%$$

c) Les *roches cristallines*, soit les granites et les gneiss, sont reconnues en Scandinavie et au Canada comme étant très imperméables, raison pour laquelle on projette d'y excaver des cavernes de stockage. En Suisse, les galeries et les tunnels creusés dans des granites et des gneiss ont montré que ces formations étaient excessivement aquifères et que pour cette raison elles étaient impropres à recevoir des cavernes sèches.

d) Les *roches argileuses*, soit le schiste argileux et la marne argileuse, sont étanches pour autant qu'elles soient pures et exemptes de failles. L'Italie et la Belgique procèdent à l'étude systématique du stockage de déchets radioactifs dans des roches argileuses. Malheureusement, dans notre pays, on rencontre très souvent des intercalations sédimentaires de couches perméables, tels des grès ou des calcaires à travers lesquelles une certaine circulation d'eau serait possible. A cela s'ajoute que de telles roches ne sont pas très stables ni résistantes à l'altération.

#### 3.2 Pouvoir de rétention envers des radionuclides

Il est souhaitable que les radionuclides en solution se fixent le mieux possible à la roche par sorption.

Les roches argileuses ou micacées donnent des résultats favorables dans ce sens, de même que les schistes cristallins feldspathiques; en revanche le sel gemme se révèle inadéquat. Le calcaire, la dolomie, le gypse et l'anhydrite donnent moyennement satisfaction.

#### 3.3 Résistance mécanique de la roche

Une haute résistance mécanique du terrain est désirable pour le percement des galeries et des cavernes. Là où cette résistance s'avérerait insuffisante, des coffrages en béton seraient nécessaires, ce qui bien sûr augmenterait considérablement le coût des excavations.

#### 3.4 Propriétés thermiques

En ce qui concerne les déchets faiblement à moyennement radioactifs dont le dégagement de chaleur est insignifiant, les propriétés thermiques des roches ne sont pas de première importance. Il en va autrement du stockage des déchets hautement radioactifs pour lequel la roche réceptrice doit si possible présenter une conductibilité thermique optimale et une bonne stabilité à haute température. A cet égard, l'anhydrite paraît particulièrement propice vu sa haute conductibilité thermique et son point de fusion élevé.

### 4. Caractéristiques des sites de stockage

#### 4.1 Aspects hydrologiques

Les dépôts de déchets radioactifs ne doivent pas se trouver dans des régions possédant une nappe aquifère. De même, il faut s'assurer que toutes les sources alimentant nos besoins, ainsi que les sources thermales et minérales ne soient contaminées d'aucune façon. En effet, l'eau des sources thermales provient toujours d'une très grande profondeur, sans quoi elle ne serait pas chaude et il faut vérifier dans chaque cas s'il ne pourrait exister une liaison hydrologique entre les cavernes de stockage prévues et de telles sources thermales.

Malheureusement, les gisements alpins d'anhydrite se présentent souvent bordés de tufs calcaires et de dolomies dans lesquelles l'eau peut circuler facilement, selon les expériences faites, et d'où jaillissent des sources gypseuses qui ne doivent pas être contaminées par des déchets radioactifs.

En ce qui concerne l'implantation de telles cavernes, nous préférons des zones d'altitude qui se trouvent au-dessus du niveau de la nappe souterraine du fond de la vallée; cela doit permettre d'une part de restreindre le danger de toute entrée d'eau dans le dépôt, par exemple à l'occasion d'un tremblement de terre, et d'autre part de posséder une meilleure vue d'ensemble géologique afin de mieux prévoir les éventuels écoulements d'eau souterrains provenant du dépôt.

#### 4.2 Stabilité géologique

En plus, en ce qui concerne de tels sites de stockage, certaines conditions indispensables de «stabilité géologique» sont exigées. Il faut entendre par là qu'un tel dépôt doit être à l'abri d'un danger d'éboulement, de tassement, de glissement ou d'une érosion fluviale ou torrentielle. Il ne doit pas non plus pouvoir être atteint par l'érosion glaciaire; nous savons en effet que dans la dernière période glaciaire, il y a environ 15000 ans, les glaciers alpins s'étendaient au-delà de Zurich. Le Plateau en a été affecté et l'on peut observer des phénomènes d'érosion jusqu'à quelques centaines de mètres de profondeur.

Il faut tenir pleinement compte de l'érosion glaciaire dans le cas des dépôts de déchets hautement radioactifs dont la durée de stockage est très longue. Cette exigence ne se pose en revanche pas actuellement en Suisse en ce qui concerne les déchets faiblement et moyennement radioactifs pour lesquels on prévoit un stockage de quelques centaines à un millier d'années au maximum.

Une grande attention doit être portée aux secousses et aux déplacements de la croûte lors de tremblements de terre car il se peut alors que de nouvelles fentes apparaissent dans le sous-sol terrestre, provoquant ainsi une circulation d'eau indésirable. Cela implique que l'on évite des régions à haute activité sismique pour leur préférer des contrées où la croûte terrestre est stable.

#### 4.3 Dimensions du gisement

Les cavernes de stockage, qui doivent avoir 10–20 m de hauteur, nécessitent des formations géologiques dont l'épaisseur est de 30–40 m au minimum; un multiple de ces chiffres sera nécessaire pour les puits.

### 5. Conséquences

Considérant ces divers aspects géologiques, nous cherchons systématiquement en Suisse depuis environ huit ans des terrains qui remplissent ces conditions et qui ainsi paraissent se prêter au stockage des déchets radioactifs.

5.1 Dans toute la mesure du possible, c'est en premier lieu l'anhydrite pur et compact, d'une épaisseur et d'une étendue relativement importante, et de composition la plus homogène possible, qui paraît le mieux adapté aux cavernes et galeries pour déchets faiblement et moyennement radioactifs. On recherche des gisements sur le flanc des vallées, loin des sources captées et, pour des motifs psychologiques, à l'écart des villages.

En second lieu, pourraient également entrer en ligne de compte les roches argileuses telles qu'on en trouve dans les argiles du Jura, dans les marnes de la Molasse du Plateau et dans les marnes du Valanginien helvétique des Alpes, dans l'Aalénien des Préalpes ou encore dans les séries argileuses des schistes lustrés.

Comparé à l'anhydrite compact, nous considérons pour le moment que les propriétés des roches argileuses sont moins favorables sur deux points:

a) plus que dans l'anhydrite, nous craignons qu'une certaine circulation d'eau soit facilitée par la présence d'intercalations sédimentaires de grès ou de calcaires ainsi que le long des failles et des diaclases provoquées par la tectonique;

b) nous sommes convaincus que leur stabilité est bien moindre que celle de l'anhydrite, ce qui entrave la construction de galeries.

5.2 En ce qui concerne le stockage des déchets hautement radioactifs dans des trous forés, les formations géologiques qui s'y prêtent sont les suivants: l'anhydrite à structures profondes, les roches argileuses de forte épaisseur, le sel gemme très profond dans des régions où il n'est pas déjà exploité pour le ravitaillement en sel ménager, et les granites et les gneiss du substratum cristallin à grande profondeur, là où la circulation d'eau est très réduite.

### 6. Recherches concernant l'anhydrite

En prenant pour exemple l'anhydrite, on montrera brièvement dans ce qui va suivre comment les recherches en Suisse sont menées à l'heure actuelle.

#### 6.1 Facteurs de complications

Les études sur l'anhydrite ont mis en évidence les particularités suivantes:

a) L'anhydrite n'affleure pas naturellement; on ne le découvre généralement que 20–30 m au-dessous de la surface du

terrain. Au-dessus, le gypse se substitue à l'anhydrite. Pour s'assurer de la présence d'anhydrite, des forages et des galeries de sondage sont absolument nécessaires.

b) Jusqu'à l'heure actuelle, l'anhydrite était considéré comme une matière première à peine utilisable, économiquement inintéressante et pour cela n'avait fait l'objet d'aucune étude géologique précise. On ne trouve dans la littérature que très sporadiquement des données sur ses propriétés et l'emplacement de gisements.

c) En outre, il est connu depuis longtemps que l'anhydrite contenant des impuretés se transforme en gypse par hydratation; suite au gonflement provoqué par le phénomène appelé hydratation, son volume augmente de 61 %. C'est pourquoi, lors de tous les percements de tunnels à travers le Jura suisse, apparaissaient des phénomènes de gonflement exceptionnellement importants (le dernier en date lors du percement du tunnel du Belchen) chaque fois qu'on touchait de l'anhydrite impur, alterné avec des couches argileuses.

d) En Allemagne, l'anhydrite accompagné de sel gemme passe pour aquifère; une grande partie des salines allemandes sont inondées pendant ou après l'exploitation par des irrup-tions venant des couches d'anhydrite.

e) La solubilité du gypse étant assez bonne, la surface d'un gisement de gypse au-dessous duquel se trouve généralement de l'anhydrite est souvent recouverte de profondes dolines par lesquelles l'eau de surface, s'infiltrant au-travers du gypse, peut atteindre les cavernes situées dans le gypse.

Tenant compte de ces propriétés défavorables de l'anhydrite, il est indispensable d'étudier dans des galeries et des cavernes de reconnaissance, si et dans quelle mesure les gisements d'anhydrite sont réellement imperméables et si ils remplissent aussi les autres exigences des roches réceptrices.

Actuellement, l'anhydrite en tant que roche réceptrice pour déchets radioactifs ne fait l'objet d'études dans aucun autre pays, car partout ailleurs ce sont d'autres formations géologiques qui paraissent les plus propices à savoir des roches cristallines comme au Canada ou en Suède, du sel gemme, comme en Allemagne, aux Etats-Unis ou en Hollande, ou encore des roches argileuses comme en Italie ou en Belgique. Pour ce qui a trait à l'anhydrite, la Suisse fait cavalier seul et ne peut compter sur aucune étude analogue provenant d'autres pays.

Il y a toutefois deux raisons qui nous permettent de considérer toujours l'anhydrite comme étant une roche propice:

– Chaque fois que l'on a creusé des tunnels et des galeries dans de l'anhydrite compact et pur, il s'est révélé sec et stable.

– Tous les examens expérimentaux effectués jusqu'à présent sur l'anhydrite ont sans exception donné des résultats favorables qui correspondent aux exigences des roches réceptrices.

#### 6.2 Recherches expérimentales en laboratoire

Une courte liste de ces études pourra illustrer la pluralité des examens.

a) Etudes minéralogiques et pétrographiques sur coupes minces, au spectrographe à rayons X et analyses chimiques exécutées par les instituts géologiques de l'EPF, de l'Université de Lausanne et à l'IFAM à Dübendorf.

b) Essais physico-mécaniques portant sur le poids, la porosité et la résistance à la pression à l'IFAM et au laboratoire de mécanique des roches de l'Institut géologique de l'EPF.

c) Recherches sur le gonflement au contact de l'eau, au contact d'un lait de ciment Portland, d'une lessive de potasse,

du sulfate de potassium, d'eau salée, soit précisément le phénomène qui engendre de graves dégâts lors du percement de tunnels dans l'anhydrite argileux et impur, et qui dans l'anhydrite pur devrait garantir une «auto-obturation». La vitesse ainsi que la pression du gonflement sont étudiés à l'IFAM, à l'Institut géologique de l'EPF-Z et à l'Institut de l'EPF-Z pour les fondations et la mécanique des sols.

d) Effet d'un rayonnement gamma pur sur l'anhydrite, analysé à l'IFR à Würenlingen.

e) Pouvoir de rétention du gypse et de l'anhydrite envers des solutions de cérium, de ruthénium et de césium, mesuré à l'IFR à Würenlingen.

f) Effet corrosif du gypse et de l'anhydrite sur des fûts et des gaines cylindriques fabriqués à partir de divers matériaux et avec divers revêtements protecteurs, étudié à l'IFR à Würenlingen.

### 6.3 Prospection de terrains

Parallèlement à ce travail de laboratoire, il fallait entreprendre des prospections géologiques étudiant le gisement en question en grandeur naturelle. Ces prospections commencent généralement par des *forages* afin de déterminer la présence, l'étendue et les limites de l'anhydrite, sa structure pétrographique et sa perméabilité. Si ces résultats sont positifs, il faut continuer par le percement de galeries de prospection, pour étudier l'imperméabilité de l'anhydrite et l'éventuelle présence d'eau dans les formations voisines en fonction des saisons ainsi que les limites tridimensionnelles du gisement et sa résistance et ses déformations après le percement, et tout cela à l'échelle 1:1. Ceci devrait, selon nous, s'assimiler à une caverne-laboratoire pour l'anhydrite, où de tels travaux pourraient être effectués et à partir de laquelle pourraient être entrepris d'autres forages dans toutes les directions.

### 6.4 Programme de sondages

Jusqu'à présent, la CEDRA a déposé auprès de la Confédération cinq demandes d'autorisation de sondages géologiques aux endroits suivants:

#### a) «Wabrig», dans le Jura tabulaire argovien

Communes de Wegenstetten, Hellikon, Zuzgen, Schupfart et Obermumpf. Plateau à environ 550 m d'altitude, consacré à l'agriculture. De haut en bas, on y trouve les calcaires durs du Muschelkalk, plus les couches tendres du «groupe d'anhydrite» de 50 m environ d'épaisseur, puis les marnes du «Wellengebirge». On note des sources au contact des calcaires au-dessus des marnes supérieures du «groupe d'anhydrite».

#### b) Le Montet, près de Bex VD

Colline isolée, 250 m de hauteur sur la plaine du Rhône, située au Nord de Bex, à 650 m d'altitude, consiste en un noyau d'anhydrite, recouvert d'une couche de gypse.

Appartient au Trias ultrahelvétique de la nappe Bex-Laubhorn. En 1974, le consortium pour le stockage souterrain a entrepris 3 forages verticaux de 120, 120 et 250 m de profondeur sans qu'aucun n'atteigne la limite inférieure du gisement d'anhydrite. Le gypse recouvrant l'anhydrite a une épaisseur d'environ 30 m et est exploité à ciel ouvert au sommet du Montet par la Gips-Union.

Aucune source. Les précipitations s'infiltrent dans le karst gypseux et atteignent par voie souterraine les alluvions du fond de la vallée.

#### c) Stüblenen

Communes de La Lenk et Lauenen BE.

Sommet à 2109 m d'altitude à la ligne de partage des eaux entre La Lenk et Lauenen.

Couche de gypse épaisse de 100 à 200 m, probablement avec un noyau d'anhydrite, plongeant vers le N, dont la surface est couverte de dolines.

On trouve dans la région des sources gypseuses non captées. Il est possible que les sources minérales de La Lenk, distantes de 4,5 km, jaillissent de ce même Trias.

Aucun sondage n'a encore été entrepris jusqu'à aujourd'hui.

#### d) Glauenbüelen

Commune de Giswil OW.

Terrain couvert de forêts et de pâturages entre Obwald et l'arrière-Entlebuch, à 1200–1500 m d'altitude.

Gisement de gypse de 4 km de longueur, 100–300 m d'épaisseur inséré entre des couches de flysch, plongeant faiblement vers le SE.

Aucun sondage n'a encore été entrepris jusqu'à ce jour.

#### e) Val Canaria

Commune d'Airolo TI.

A 2 km à l'Est d'Airolo, dans le Val Canaria, se trouve un gisement de gypse entre 1200 et 1800 m d'altitude. Le noyau est constitué d'anhydrite métamorphique alpin à gros grain. Il fait partie du Trias de la «Bedretto-Mulde».

La formation plonge de 60 à 80° vers le NNW; on peut s'attendre avec cette structure en pente à ce que le gisement soit d'une profondeur considérable.

Une petite galerie de sondage de 70 m de longueur fut percée en 1931, puis en 1975 le consortium pour le stockage souterrain avait implanté un forage horizontal de 554 m de longueur. Il s'est avéré que l'épaisseur de l'anhydrite dépasse à cet endroit 500 m.

Malheureusement, les autorités locales et partiellement aussi les autorités cantonales ne nous ont pas autorisés à entreprendre de nouveaux forages et de nouvelles galeries de sondage.

Les complications politiques et psychologiques qui ont un effet si paralysant n'ont cependant rien à voir avec des considérations géologiques et seraient tout aussi susceptibles de se produire si nous voulions effectuer des sondages dans d'autres types de roches.

Une fois en possession des résultats de travaux géologiques équivalents portant sur quelques gisements d'anhydrite apparemment propices, il faut procéder à une évaluation des différents gisements. En plus des facteurs géologiques, il faut soulever de nombreux autres aspects: en droit minier, la collision d'intérêts juridiques avec des concessionnaires déjà installés; le raccordement routier ou ferroviaire; l'éloignement des agglomérations; ou encore des incidences psychologiques et politiques, des motifs de protection de la nature et des sites qui ne soient pas des aspects techniques ni scientifiques de la question. La décision appartenant en dernier ressort aux autorités fédérales, ce seront elles qui devront résoudre les problèmes énumérés.

## 7. Exécution

La CEDRA (Société coopérative nationale pour l'entreposage de déchets radioactifs) est actuellement responsable des études en Suisse. En sont membres la Confédération et six

entreprises s'occupant de planification, de construction et d'exploitation de centrales nucléaires. La CEDRA de son côté est membre du «Consortium pour le stockage souterrain» avec l'Union pétrolière, Carbura, Swissgas, et la Société des Salines suisses du Rhin réunies. Alors que la CEDRA exécute surtout pour son compte les analyses de laboratoire, estimant que les industries pétrolière, gazière ou saline n'y ont aucun intérêt, le «Consortium pour le stockage souterrain» poursuit les recherches sur le terrain. Il entreprend tous les sondages par forages et percements de galeries jusqu'au moment où il trouve un gisement se prêtant effectivement à des projets de stockage de déchets radioactifs.

Ce programme de recherche, axé d'un bout à l'autre sur la sécurité contre les dommages de la radioactivité, est très coûteux. Paradoxalement, il se heurte dans sa première phase déjà, c'est-à-dire au stade des sondages, à une forte opposition dont les motifs sont psychologiques et politiques.

Tirant argument de considérations de politique purement locale, les autorités communales et cantonales empêchent les sondages et méconnaissent ainsi le caractère national du problème. De telles interdictions de prospecter ont déjà retardé de plusieurs années la mise en évidence de formations géologi-

ques importantes et intéressantes. Et ceci alors que chacun sait que ces déchets sont produits depuis longtemps dans les centrales nucléaires existantes, dans les hôpitaux et les laboratoires de recherches et que finalement la planification du stockage définitif piétine de façon inquiétante. Nous pouvons d'ores et déjà considérer que nous avons quinze ans de retard sur l'Allemagne.

Ce que la majorité de la population considère comme une mesure nécessaire dans une conception moderne de la protection de l'environnement – et c'est avec raison qu'elle l'exige –, la minorité qui habite dans le voisinage d'un site de stockage le perçoit bien entendu comme une atteinte.

Faire comprendre à cette minorité qu'une telle atteinte *n'est pas insupportable*, qu'elle n'est pas plus grave que n'importe quelle autre atteinte que nous sommes chaque jour prêts à accepter, voilà une tâche qui, bien qu'impopulaire, devrait apparaître comme un devoir de première nécessité aux yeux de nos plus hautes autorités fédérales.

#### Adresse de l'auteur

Heinrich Jäckli, Dr. ès sc. nat., Professeur de géologie à l'EPFZ, Limmatstrasse 289, 8049 Zurich.

---

## Nationale und internationale Organisationen Organisations nationales et internationales



### UNIPEDE: Studienkomitee für die Entwicklung der Anwendungen der elektrischen Energie

Am 13./14. Juni 1977 fand in Lyon eine Sitzung des Studienkomitees für die Entwicklung der Anwendungen der elektrischen Energie statt. Die verschiedenen, dem Studienkomitee unterstellten Arbeitsgruppen referierten über ihre Tätigkeit.

Das Studienunterkomitee für Belastungskurven wird für das CEE-Symposium in Rom vom kommenden Herbst einen Bericht über die Tätigkeit der UNIPEDE auf dem Gebiet der Belastungsanalyse abgeben. Ferner werden einige Herren des Studienunterkomitees an diesem Symposium teilnehmen. Im übrigen bearbeiten die Arbeitsgruppen für Messverfahren und -geräte und für Regionalstudien im Primärnetz ihre Sachgebiete weiter und führen im nächsten Winter Messungen durch.

Die Arbeitsgruppe für elektrische Raumheizung und Klimatisierung hat das Kolloquium von Bordeaux vom 11. bis 15. Oktober 1977 vorbereitet. Es wird ein reges Interesse für dieses Kolloquium festgestellt. Die Arbeitsgruppe untersucht gegenwärtig die Möglichkeiten der Warmwasserzubereitung. Ferner will sie sich ein Bild über die Haltung der verschiedenen Länder zu der Wärmepumpe machen. Die Haltung der Bevölkerung gegenüber der elektrischen Heizung soll in den verschiedenen Ländern untersucht werden, da es sich zeigt, dass diese Heizungsart nicht in allen Ländern auf Verständnis stösst.

Die Expertengruppe für die Entwicklung der Anwendung im Tertiärsektor führt Studien über Wärmerückgewinnung und sinnvollen Einsatz der elektrischen Energie im Dienstleistungssektor durch. Es wurde angeregt, dass die Frage des sparsamen Einsatzes von Primärenergie speziell untersucht wird.

Die Expertengruppe für die Entwicklung der industriellen Anwendungen untersucht gegenwärtig auf Anregung des Studienunterkomitees für Belastungskurven die Unterbrechungsmöglichkeiten der Stromversorgung im Industriebereich. Dabei soll untersucht werden, was in den einzelnen Industriebranchen für Möglichkeiten bestehen und wie sie sich auf die Belastungskurven auswirken.

### UNIPEDE: Comité d'études du développement des applications de l'énergie électrique

Les 13 et 14 juin 1977 eut lieu à Lyon une réunion du Comité d'études du développement des applications de l'énergie électrique. A cette occasion, les groupes de travail placés sous son autorité ont rendu compte de leurs activités.

Le Sous-comité d'études des courbes de charge élaborera, pour les besoins du symposium de la CEE prévu à Rome cet automne, un rapport sur l'activité de l'UNIPEDE sur le plan de l'analyse de la charge. Certains membres de ce sous-comité assisteront à ce symposium. Le Groupe d'experts des méthodes et de l'appareillage ainsi que celui des études régionales dans le réseau primaire poursuivent leurs travaux respectifs et procéderont à des mesures pendant l'hiver prochain.

Le Groupe de travail du chauffage électrique et de la climatisation des locaux a préparé le colloque de Bordeaux prévu du 11 au 15 octobre 1977, pour lequel s'est manifesté un grand intérêt. Ce groupe de travail examine actuellement les possibilités dans le domaine de la production d'eau chaude. Il envisage d'analyser la position adoptée par les différents pays vis-à-vis de la pompe à chaleur. Parallèlement à cela, il étudiera l'attitude de la population dans ces mêmes pays à l'égard du chauffage électrique, car il s'est avéré que dans certains pays on est parfois pas bien disposé à son endroit.

Le Groupe d'experts du développement des applications dans le secteur tertiaire fait des études sur la récupération de la chaleur et l'utilisation rationnelle de l'énergie électrique dans le secteur des services. Il a été suggéré d'examiner spécialement la question de l'utilisation économe de l'énergie primaire.

Le Groupe d'experts du développement des applications industrielles étudie en ce moment, à l'instigation du Sous-comité d'études des courbes de charge, les possibilités d'interrompre l'alimentation électrique dans le secteur industriel, en différenciant par branches. Il en examine aussi les répercussions sur les courbes de charge.