

M. Nils-Axel MÖRNER

En tant que président de l'INQUA-Commission d'études tectoniques (1981-1989) et responsable de l'édition du bulletin d'études tectoniques (1978-1996) Nils Axel Mörner a permis l'avancée des connaissances sur la tectonique (science qui étudie les déformations des terrains sous l'effet des forces internes, postérieurement à leur mise en place) et la sismologie paléolithique. En 1977, il organisa, à Stockholm le congrès international sur la géodynamique (dynamique des différentes enveloppes constitutives du globe terrestre). *Earth Rheology, Isostasy and Eustasy* (1980 by Wiley).

Il a publié des centaines d'articles dans des revues scientifiques internationales et plusieurs livres. Il est l'organisateur (en 1977, 1999, 2008, 2011 et 2013) d'excursions internationales sur le terrain pour étudier la sismologie paléolithique et les mouvements tectoniques de la Suède. Son travail sur la sismicité paléolithique en Suède : un nouveau paradigme, a été édité comme contribution pour l'INQUA. Il donne une documentation détaillée de 52 événements sismiques de grandes amplitudes survenus en Suède durant le paléolithique, dont 17 tsunamis.

Aujourd'hui son catalogue sur la période paléolithique en Suède recense 62 événements répertoriés.

contact //

Tél int. 46 - 87 17 18 67

Email morner@pog.nu

Site web www.pog.nu

« INVALIDATION DES MÉTHODES DE RECHERCHE SUR L'ENFOUISSEMENT EN PROFONDEUR DES DÉCHETS HAUTEMENT RADIOACTIFS. »

Les industriels du nucléaire en Suède et en Finlande affirment que les déchets nucléaires à haute activité peuvent être enfouis dans la roche, avec une garantie de sécurité pour au moins 100 000 ans si l'on en croit KBS-3 en Suède, ou 1 million d'années selon Posiva en Finlande. Au regard des faits observés en sismologie paléolithique, et des découvertes récentes en géodynamique sur les mouvements des couches géologiques pour une période équivalente à celle de la durée de vie des déchets, on constate que les méthodes de calcul utilisées par KBS-3 sont inadéquates. Dès lors ce serait une grave erreur pour la France de s'appuyer sur ces travaux pour poursuivre l'enfouissement. Il faut trouver une solution alternative, nous proposons l'entreposage à sec.

// Analyse des prévisions sismiques.

Le projet d'enfouissement des déchets nucléaires à haute activité, nous oblige à prévoir les mouvements sismiques pour une période d'au moins 100 000 ans. Cette tâche, quasiment impossible, doit être menée à partir des bases de données des études paléolithiques. Les conclusions suivantes sont tirées d'éléments connus :

- Les industriels du nucléaire (SKB en Suède, POSIVA en Finlande, Andra en France) ont des affirmations bien trop optimistes sur la sismicité à long terme, se basant sur des données sismiques récentes qui ignorent les données connues de la sismologie paléolithique. Imaginer l'avenir sismique à partir de données qui s'appuient sur les enregistrements des 100 dernières années, n'a pas de sens et induit en erreur.

- Les bases de données sismiques viennent de périodes trop récentes pour être applicables à des prévisions à long terme. De plus, les événements connus ne peuvent être représentatifs de la fréquence et de la magnitude des événements à venir.
- Travailler à partir de la modélisation semble une méthode trop rudimentaire pour des prévisions à long terme sérieuses. De plus c'est déjà contredit pour les prévisions basiques par le fait que ces prévisions ne prennent pas en compte les événements observés pendant les périodes de déglaciation et postglaciaires.
- Les seules prévisions sismiques ayant du sens doivent se baser sur les connaissances de sismologie paléolithique. On peut le faire suivant différentes méthodes. Les résultats varieront en fonction des méthodes mais la réponse principale est claire : il y aura dans le futur des événements bien trop nombreux et bien trop puissants pour pouvoir affirmer que l'entreposage géologique en profondeur pourra rester intact pour des périodes de minimum 100 000 ans. On peut affirmer le contraire : aucun entreposage sûr, mais des effondrements.

La solution face à cette « situation sans issue » est l'abandon du concept d'enfouissement lancé par SKB-3, et la recherche d'une technologie différente. ■

// Les bases de données sismiques paléolithiques en Suède.

En raison du nombre important de soulèvements isostatiques des glaciers à la fin de la période glaciaire, il y a 100 000 ans, l'activité sismique en Suède a été particulièrement importante. Le « paysage sismique » de Fennoscandia à cette époque de déglaciation est caractérisé par des événements sismiques paléolithiques de grande amplitude pendant 102 ans à partir de l'année varve de -10 490 jusqu'à -10 388. Plusieurs secousses ont atteint une magnitude bien supérieure à 8. Des failles actives existent du nord au sud de la Suède. En sismologie paléolithique, on étudie à la fois des structures primaires (c'est à dire les failles et fractures en fonction de l'épicentre), mais également l'effet des secousses (c'est-à-dire les strasses de sédiments et roches, les phénomènes de liquéfaction, les tsunamis et changements magnétiques). Le facteur clé est la datation. La chronologie varve en Suède offre des moyens exceptionnels pour dater les événements sismiques de façon précise sur une année et parfois sur la saison de l'année.

Les amplitudes des tremblements de terre augmentent quand on remonte dans le temps. Elles sont inférieures à 4,8 durant le siècle dernier, inférieures à 5,5 durant les derniers 600 ans, atteignent 7 en sismologie paléolithique il y a 5 000 ans et sont supérieures à 8 il y a 11 000 ans. Cela signifie qu'on ne peut faire de prévisions sismiques à long terme qu'en incluant les données obtenues à partir des connaissances obtenues grâce à la sismologie paléolithique.

Le catalogue des données sismologiques paléolithiques Suédois est constamment mis à jour. Y sont actuellement répertoriés 62 événements. Toute tentative de prédiction des événements sismiques pour les 100 000 ans à venir, serait de multiplier les données des 59 événements qui ont eu lieu après la fonte des glaces, par 10, et cela sur un rayon de 250 kms. Ce rayon de référence de 250 kms correspond aux recommandations de l'AIEA (2010) « une région de référence... c'est 300 kms ». ■

// Dégagements de méthane avec les mouvements tectoniques.

Les dégagements de méthane suite aux mouvements tectoniques est un processus découvert récemment (Mörner, 2003, 2011 et Sjöberg, 2011). Cela ajoute de nouvelles conséquences aux prévisions des secousses sismiques et peut augmenter considérablement les failles et fractures dans la roche, autant sur les axes horizontaux

que verticaux. Quand le pouvoir nucléaire industriel affirme que les fractures se limitent à un déplacement de quelques centimètres de déplacements et cela dans une zone de 50 à 100 m autour du point d'impact, nous observons des déformations de plusieurs décimètres, jusqu'au mètre et cela sur 10 à 50 kms à partir de l'épicentre.

Le méthane apparaît dans la nature sous forme gazeuse, ou, dans les sédiments sous la forme de glace (méthane hydrate ou clathrate). Le rapport du volume entre la structure glaciaire ou gazeuse est de 1/168, ce qui implique une large expansion quand le méthane passe de la forme glaciaire à la forme gazeuse. Cette transition est liée à la température et à la pression. Après une période glaciaire la température augmente et la pression diminue, la croûte terrestre se soulève. Ces deux processus affecteront la stabilité de méthane accumulé sous forme de glace dans la roche. La transformation de la glace en gaz est un phénomène instantané. Par conséquent, la probabilité d'une explosion due au méthane devenu gazeux est très élevée.

C'est précisément ce qu'ont démontré nos recherches en Suède, il y a à la fois des infiltrations de gaz méthane dans l'argile varve laissant des points de carbonate précipité, ainsi que de grandes déformations loin de l'épicentre ce qui génère des transformations du méthane de glace en gaz entraînant des phénomènes de dégagement gazeux. Même durant la fin de l'Holocène, on connaît deux cas de violents dégagements gazeux. L'un d'eux est survenu -2900 au nord de Hudiksvall et a entraîné un tsunami avec des vagues de 20 mètres de haut. L'autre site se situe juste au sud de Stockholm et semble être survenu il y a 4000 ans. Dans les deux cas d'énormes blocs de roches ont été précipités en l'air et restent maintenant sur des cônes de roches. ■

// Au sujet des lieux d'enfouissements sélectionnés.

Les lieux retenus pour l'enfouissement en Finlande et en Suède sont tous deux situés sur une zone à large activité sismique durant la période au moins des derniers 10 000 ans. Selon KBS-3, les méthodes de calcul, imaginées en 1983, doivent permettre un enfouissement définitif à 500 m de profondeur dans la roche Précambrienne, sans possibilité de récupération dans le futur.

Si l'on s'appuie sur les événements sismiques paléolithiques dans une zone de 250 km autour du site choisi, on trouve : 4 secousses de magnitude supérieure à 8, 5 autour de 7-8, 19 à 6-7 et 7 inférieures à 7. Si on multiplie par 10 ces données cela contredit les affirmations de l'exploitant sur une sécurité garantie sur 100 000 ans pour l'enfouissement.

Il y a donc de bonnes raisons scientifiques pour affirmer que tant au niveau des lieux choisis que des méthodes de calcul, les affirmations sur la sécurité du site pour 100 000 ans en Suède ou 1 million d'années en Finlande ne peuvent être considérées comme crédibles. Toutes ces certitudes s'écroulent à cause de méthodes de calcul erronées.

En France, l'Andra voudrait disposer d'une zone de 30 km² pour le dépôt à 500 m sous terre dans l'argilite Jurassique. La planification du projet se poursuit. Ils affirment fièrement que l'argilite est homogène (ce qui ne l'est jamais dans ce type de roche), est sans faille (juste à 20 km il y a de profondes failles qui traversent la couche d'argilite) et sans risque sismique. (Il y a eu plusieurs tremblements de terre dans la région et la sismicité paléolithique est difficilement évaluée.)

L'argilite de Bure contient très certainement des matières organiques et des gaz. Les gaz rocheux ont un impact très négatif pour la sécurité à long terme. Dans la région de Bure, il y a de nombreuses failles, et le taux de sismicité est relativement important. Il y a peu de connaissances répertoriées sur l'activité sismique paléolithique. Sans cette base de données, il est impossible de faire la moindre prédiction sur l'activité sismique de la roche pendant la période où devraient être enfouis les déchets nucléaires à haute activité. Donc, en France, comme ailleurs, on devrait admettre que les méthodes scientifiques utilisées pour prédire le comportement de la roche ne sont pas valides. ■

// Une méthodologie et une technologie alternative.

A ce jour nous ne connaissons aucune méthode pour rendre les déchets nucléaires inoffensifs. Enterrer les déchets dans un lieu rendu inaccessible est irresponsable. La recherche va continuer de progresser sur la façon de

gérer ces déchets. C'est pourquoi ils ne devraient pas être enrobés ou enfouis, mais rester accessibles ; cela ne peut se faire qu'avec l'entreposage à sec, que j'appelle DRD (Dry Rock Deposit).

Si on ne peut résoudre un problème aujourd'hui, la seule chose intelligente à faire est d'attendre et de maintenir sa liberté d'action.

DRD, l'entreposage à sec implique un dépôt dans la roche avec une garantie d'absence d'eau.

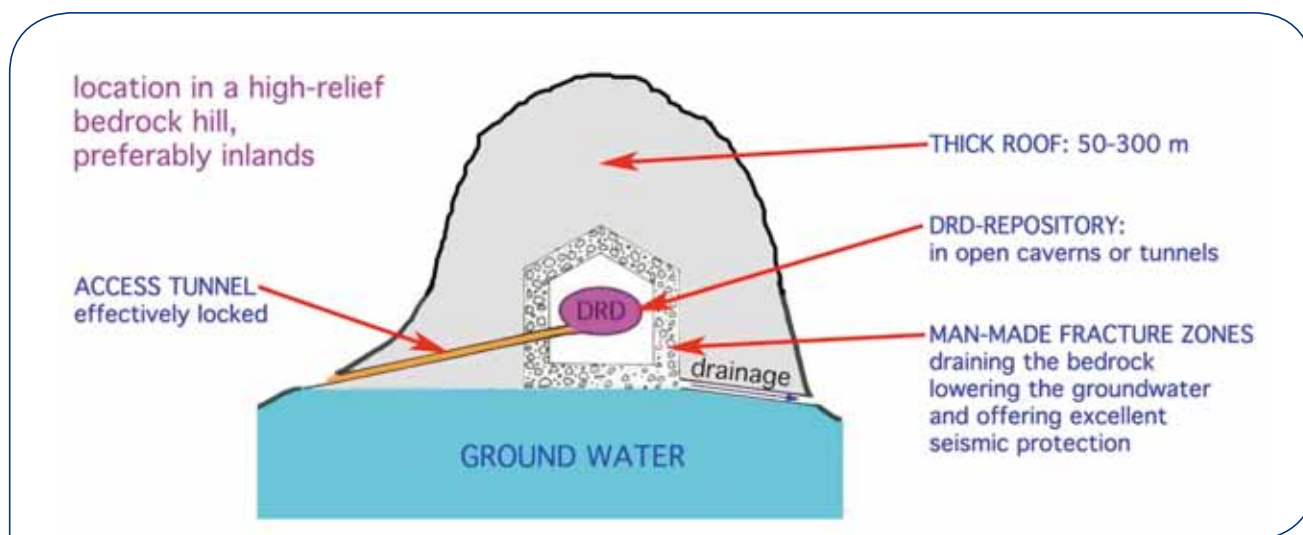
Il faut choisir un relief où une colline rocheuse est entourée par une zone de failles artificielles, qui servira de zone de drainage pour assurer le maintien au sec de la zone d'entreposage.

Ce dépôt implique des tunnels et des galeries, l'épaisseur

au dessus de ces galeries doivent être comprise entre 100 et 300 m. Les zones de fracturations qui entourent le site constituent une protection contre les dégâts dus aux tremblements de terre.

Les déchets restent accessibles, bien protégés et dans un lieu fermé. Le lieu reste facilement contrôlable et peut être réparé. Il peut être réutilisé si l'innovation technique le permet.

Cela coûte moins cher que l'enfouissement. ■



C O N C L U S I O N

L'analyse des prévisions sismiques basées sur des faits observables invalide les méthodes de KBS-3. L'observation des failles et des fractures dans la roche montre une répartition spatiale qui excède la distance de référence utilisée par KBS et POSIVA par un facteur 1000, invalidant l'espace rapproché des fûts prévus à Forsmark et Olkiluoto. Le dégagement de méthane est un autre aspect de la réalité qui invalide un dépôt définitif dans la roche. Dans cette situation, la seule solution semble être l'entreposage à sec (Mörner 2013)

L'enfouissement proposé en France – des fûts métalliques de déchets entreposés dans des galeries de béton à 500 m de profondeur – ne fournit pas une meilleure solution. Les problèmes de rejets gazeux sont largement sous évalués. L'analyse sur les risques de tremblements de terre peut être considérée comme inexistante. Il est impératif de mener une étude détaillée sur la sismicité paléolithique dans un rayon de 300 km autour de Bure.

RÉFÉRENCES :

> Mörner, N.-A., 2013a. Patterns in seismology and palaeoseismology, and their application in long-term hazard assessments – the Swedish case in view of nuclear waste management. *Pattern Recognition Physics*, 1, 75-89.

> Mörner, N.-A., 2013c. Collapse – Kollaps – Romahdus (in English, Swedish & Finnish) P&G-print, 72 pp.

> Mörner, N.-A., 2013d. The DRD method – a short presentation (in English & Swedish). P&G-print, 28 pp.

> All the other references can be found in Mörner, 2013a, accessible at www.pattern-recogn-phys.net/1/75/2013/

