

Editorial

Sur la scène internationale, les scientifiques s'accordent à dire qu'un dépôt final dans une formation géologique stable est une solution appropriée pour gérer les déchets radioactifs à long terme. En Belgique, la question est à l'étude depuis plus de 25 ans. Les recherches menées par l'ONDRAF doivent permettre de déterminer si un dépôt final dans des couches argileuses peu indurées (comme par exemple l'Argile de Boom au nord-est de la Belgique) peut garantir la protection de l'homme et de son environnement à long terme. Bien que des progrès importants aient été faits dans le cadre des évaluations de la faisabilité et de la sûreté à long terme d'un tel dépôt, les recherches doivent se poursuivre afin de lever les incertitudes subsistantes. Dans ce cadre, l'étude de la stabilité géologique du nord-est de la Belgique est importante.

Le présent numéro d'ACTUA fait le point sur l'étude paléosismique¹ de la faille géologique de Rauw menée par l'Observatoire royal de Belgique, en collaboration avec l'ONDRAF. Cette étude, qui entre dans sa phase décisive avec le creusement d'une tranchée, doit permettre à l'ONDRAF de se faire une meilleure idée de la stabilité à long terme de la région de Mol-Dessel, ainsi que de la fréquence et de la magnitude des tremblements de terre dans cette région.



Jean-Paul Minon

¹ Etude paléosismique : étude des tremblements de terre intervenus dans les temps géologiques (quelques milliers d'années au minimum).

Quelle destination finale pour les déchets radioactifs belges ?

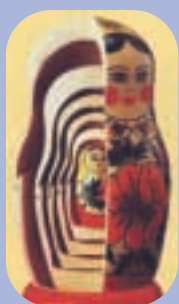
En Belgique, la gestion quotidienne des déchets radioactifs est parfaitement assurée. Après leur traitement et leur conditionnement, les déchets sont provisoirement entreposés dans des bâtiments spécialement conçus à cet effet sur le site de Belgoprocess, l'entreprise-filiale de l'ONDRAF à Dessel. Mais la cause n'est pas entendue pour autant. Une solution doit en effet être trouvée pour gérer ces déchets à long terme.

L'objectif d'un dépôt final est d'isoler les déchets radioactifs de la biosphère aussi longtemps que la radioactivité qu'ils contiennent ne s'est pas réduite, par décroissance naturelle, jusqu'à un niveau inoffensif pour l'homme et son environnement. Si certaines substances radioactives deviennent inoffensives après quelques secondes seulement, d'autres restent dangereuses pendant des dizaines, voire des centaines de milliers d'années.

Le principe de la barrière multiple

Pour protéger l'homme et son environnement à long terme des nuisances provenant des déchets radioactifs, deux choses doivent être évitées : d'une part, que le rayonnement émis par les substances radioactives atteigne les êtres vivants dans la biosphère, et d'autre part, que ces substances se répandent dans l'environnement. C'est pourquoi, la sûreté de l'installation de dépôt repose sur une succession de barrières naturelles et/ou artificielles.

Chaque barrière joue un rôle spécifique et complémentaire afin de confiner les substances radioactives, ralentir leur éventuelle dispersion à long terme, et limiter leur accessibilité. Au contraire d'un dépôt final en surface – envisagé uniquement pour les déchets de faible activité et/ou de courte durée de vie et où la sûreté repose sur la succession de différentes barrières artificielles – dans le cas d'un dépôt final en profondeur, c'est la couche géologique dans laquelle l'installation de dépôt a été construite qui constitue la barrière la plus importante à long terme. Pour les déchets de haute activité et/ou de longue durée de vie, c'est en effet la géologie du site de dépôt qui doit permettre de protéger l'homme et son environnement lorsque les barrières artificielles ne sont plus efficaces.



L'architecture générale d'un dépôt final en profondeur

Le concept de dépôt final en profondeur étudié en Belgique se présente comme une série de galeries de dépôt creusées dans une couche d'argile profonde. Ces galeries sont reliées entre elles par une ou plusieurs galerie(s) principale(s) accessible(s) par des puits. Les emballages de déchets conditionnés sont disposés, un à un, dans les galeries de dépôt avec un matériau de remblayage. L'architecture d'une éventuelle installation de dépôt final ainsi que les matériaux qui seraient utilisés pour sa construction sont encore en cours de développement. Lorsque toutes les galeries seront remplies, l'ensemble pourra être fermé de façon à ce que l'infrastructure de dépôt soit complètement isolée du monde extérieur.

Etude paléosismique de la faille de Rauw

La géologie parmi un éventail de disciplines scientifiques

L'ONDRAF a élaboré un programme de recherche & développement afin d'étudier la possibilité d'isoler les déchets radioactifs belges à long terme au sein d'un dépôt final dans l'Argile de Boom. Ce programme s'articule autour de ses deux objectifs principaux :

- d'une part, démontrer la faisabilité technique d'un tel dépôt final (le laboratoire souterrain de recherche exploité par le Groupement d'Intérêt Economique (GIE) EURIDICE joue ici un rôle capital) ;
- d'autre part, évaluer la sûreté à long terme d'un tel dépôt final.

Un dépôt final doit garantir la sûreté durant des périodes qui dépassent de très loin l'échelle des temps habituelle. Sa mise en oeuvre ne peut donc se baser sur l'expérience de réalisations similaires. Le chemin qui mène à l'établissement effectif d'un dépôt final est fatalement un processus long, progressif et flexible au cours duquel de nombreuses disciplines scientifiques interviennent : la géologie et l'hydrogéologie, le génie civil et minier, la géochimie, la physique des radionucléides, la science des matériaux, ou encore la statistique et l'analyse numérique.

Les recherches géologiques

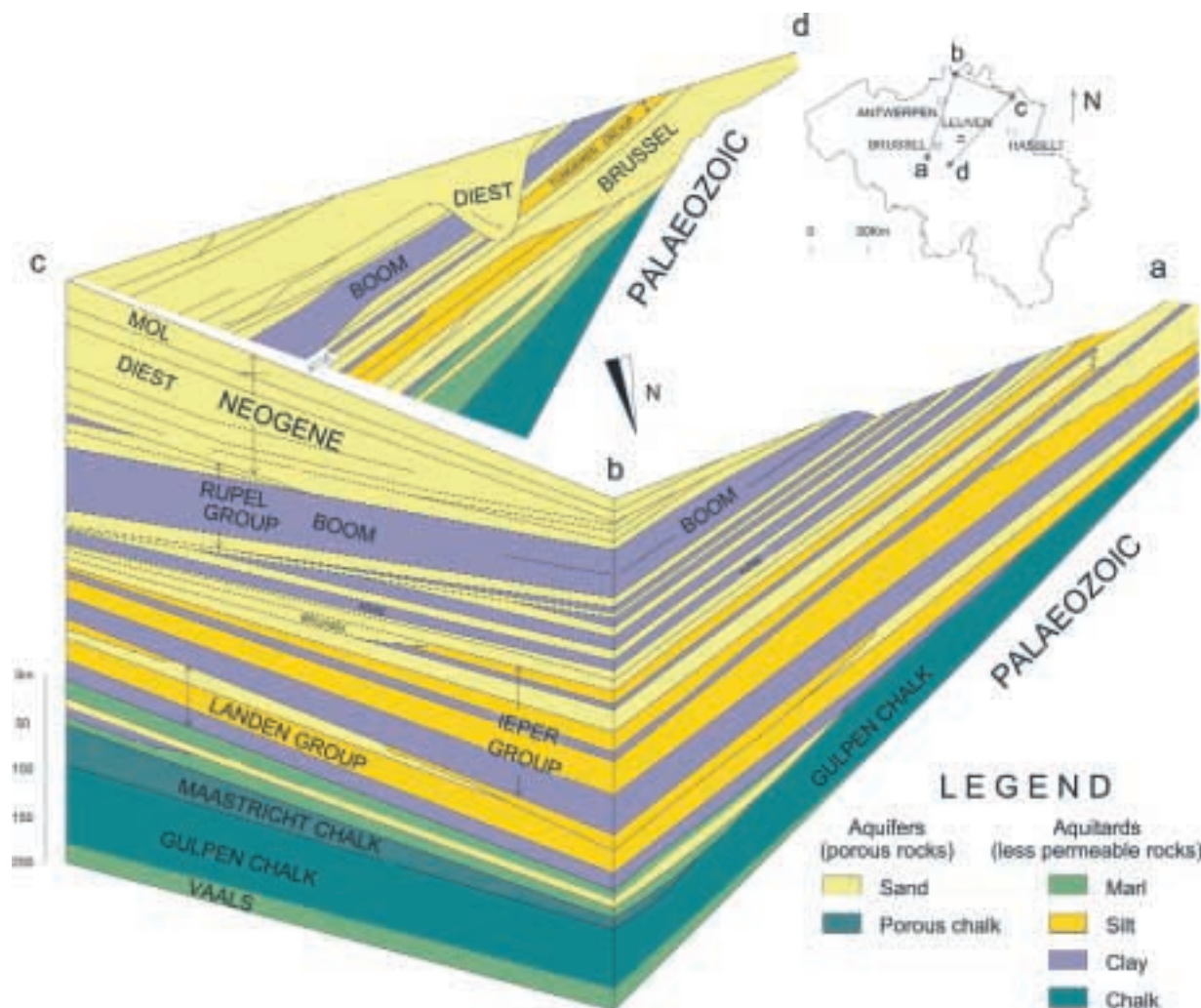
Les recherches géologiques ont pour principal objectif d'évaluer la qualité de la roche-hôte. En Belgique, ces recherches portent sur des couches argileuses, lesquelles possèdent une série de propriétés qui les rendent intéressantes en tant que formation hôte :

- premièrement, l'argile est plastique, ce qui signifie que les éventuels trous et fissures se referment spontanément dans ce type de roches ;
- deuxièmement, l'argile est peu perméable à l'eau, ce qui rend la probabilité de voir les substances radioactives mises en dépôt se répandre dans la biosphère par l'intermédiaire de mouvements d'eau relativement faible ;
- enfin, l'argile possède un important pouvoir de rétention, ce qui aura pour effet d'emprisonner les substances radioactives.

Toutes ces propriétés favorables doivent cependant encore être confirmées et quantifiées. C'est pourquoi un programme de recherches géologiques a vu le jour comprenant notamment des forages, des campagnes sismiques, des tests en laboratoires et des études bibliographiques.

Les recherches menées jusqu'ici par l'ONDRAF ont tout d'abord permis d'améliorer la connaissance et d'obtenir une meilleure perception de l'Argile de Boom :

- l'Argile de Boom est épaisse d'environ 100 mètres, l'inclinaison de sa pente est d'environ 1°, sa composition est assez comparable sur tout le territoire de la Campine et sa base se situe à des profondeurs comprises entre 200 et 400 mètres ;
- tous les résultats semblent confirmer que l'Argile de Boom est une couche stable depuis son dépôt il y a trente millions d'années ;
- l'Argile de Boom est peu perméable à l'eau et les blessures issues des travaux de creusement auront tendance à se cicatriser spontanément.



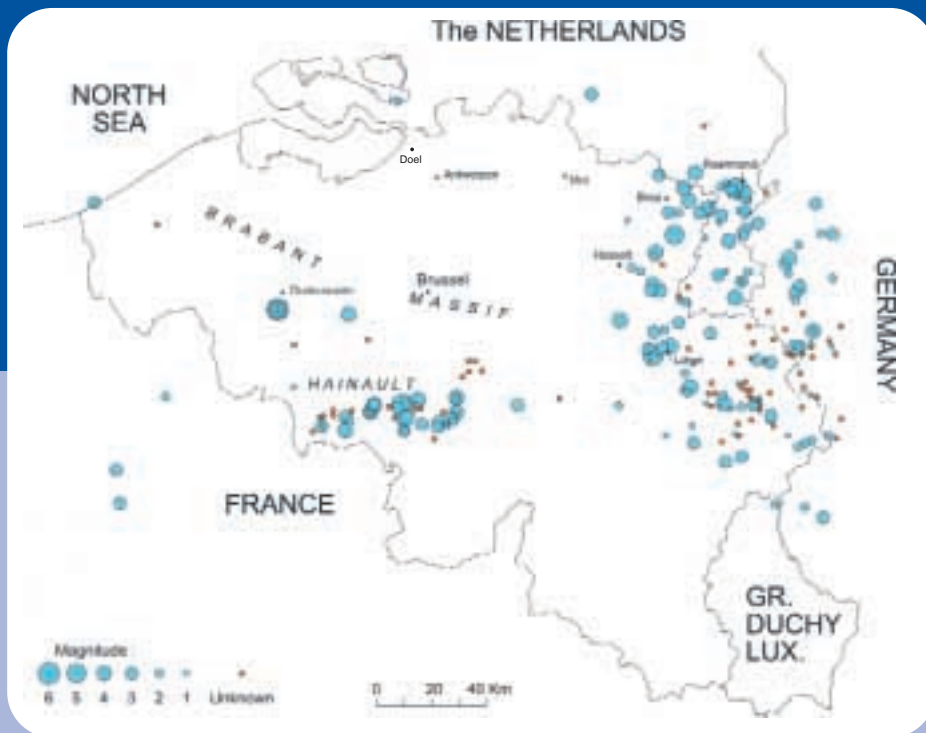
Localisation de l'Argile de Boom dans les couches géologiques

Les recherches géologiques ont également pour but de prévoir l'évolution géologique de la Campine et le comportement futur de l'Argile de Boom, ce qui permettra d'évaluer la stabilité et la sûreté à très long terme (environ un million d'années avec une attention particulière pour les premiers milliers d'années) d'un éventuel dépôt final en profondeur dans cette couche géologique. Qu'en est-il, par exemple, de la fréquence et de la magnitude maximale des tremblements de terre dans la région de Mol-Dessel ? Quel est leur impact sur la géologie de cette région ?

A l'extrême est de la Campine, se situe une zone (le graben² de Roermond) composée d'un réseau de failles géologiques³. L'activité de ces failles donne naissance à des tremblements de terre (comme par exemple celui de Roermond en 1992). Depuis une dizaine d'années, l'Observatoire royal de Belgique mène des recherches sur l'activité de ces failles. En collaboration avec l'ONDRAF, il a entamé une étude paléosismique sur la faille de Rauw, une des failles géologiques les plus proches de la région de Mol-Dessel.

² Graben : fosse d'effondrement continental étroit et allongé, limité par des failles normales, qui se crée en raison d'une rupture de la croûte sous l'effet d'une extension.

³ Faille géologique : fracture ou zone fracture dans le sous-sol le long de laquelle se produit un déplacement des couches rocheuses. Les couches situées d'un côté de la faille sont déplacées par rapport aux couches situées de l'autre côté.



Les tremblements de terre mesurés en Belgique sont indiqués en bleu

Qu'est-ce qu'un tremblement de terre ?

Les tremblements de terre se produisent lorsqu'il y a accumulation de contraintes dans une roche à un endroit déterminé. Cette accumulation de contraintes peut par exemple être provoquée par le frottement de deux blocs massifs qui peuvent être en mouvement l'un par rapport à l'autre, le long d'une faille. Lorsque les contraintes accumulées atteignent une certaine valeur limite, la roche bouge et toute l'énergie emprisonnée se libère soudainement. Cette énergie se manifeste sous la forme d'une onde de déformation élastique qui se propage à travers la terre et via la surface terrestre : c'est ce qu'on appelle un séisme ou un tremblement de terre.

Un des moyens de déterminer l'intensité d'un séisme est d'étudier ses effets à la surface de la terre. Les tremblements de terre peuvent en effet s'accompagner de mouvements de terrain plus ou moins importants dans les couches géologiques. En étudiant les traces d'escarpement dans les couches géologiques, il est possible d'évaluer la magnitude de ces tremblements de terre et de les dater.

La question du choix d'un site pour le dépôt final des déchets hautement radioactifs et/ou de longue durée de vie

L'ONDRAF considère l'Argile de Boom comme formation hôte de référence et la zone de Mol-Dessel comme site de référence pour les travaux de recherche, de développement et de démonstration relatifs au dépôt final en profondeur.

Le choix d'un site de dépôt final pour les déchets hautement radioactifs et/ou de longue durée de vie n'est dès lors pas encore à l'ordre du jour en Belgique. Jusqu'à maintenant, les travaux de recherche & développement menés par l'ONDRAF, ont porté sur la roche hôte. Ils ne sont nullement liés au choix d'un site de dépôt. Dans le cadre de ce dernier, de nombreux autres facteurs tant techniques que sociétaux devront en effet aussi jouer un rôle important.

Pourquoi une étude paléosismique de la faille de Rauw ?

Parmi les failles géologiques du graben de Roermond, les deux plus proches de la région de Mol-Dessel sont les failles de Rauw et de Poppel. Estimer si ces failles ont connu une activité sismique récente sur l'échelle des temps géologiques (1.000 ans et plus) peut apporter des réponses importantes dans le cadre des études sur la stabilité et la sûreté à très long terme d'un éventuel dépôt final en profondeur dans l'Argile de Boom. Le seul moyen d'y parvenir est d'étudier les traces de mouvements de faille dans les couches géologiques récentes. Pour ce faire, une tranchée⁴ doit être creusée là où une faille a été localisée.

L'objectif de l'étude menée par l'Observatoire royal de Belgique, en collaboration avec l'ONDRAF, fut donc dans un premier temps de déterminer le meilleur site pour creuser une tranchée.

Ceci s'effectua en trois étapes :

- premièrement, une étude bibliographique et des analyses géomorphologiques visant à déterminer approximativement l'emplacement des failles de Rauw et de Poppel ;
- deuxièmement, des mesures géophysiques et des forages manuels visant à appréhender plus en détails les trajectoires de ces failles à la surface ;
- troisièmement, le choix d'un site où une tranchée allait pouvoir être creusée.

Les études bibliographiques et les analyses géomorphologiques

Par rapport aux failles les plus actives de la région du graben de Roermond, les données existantes sur les failles de Rauw et de Poppel sont moins fournies. C'est pourquoi d'importantes recherches préliminaires ont dû être menées en vue de localiser approximativement la trajectoire de ces deux failles.

Durant les premières années d'études, les cartes topographiques de la région et les données existantes sur ces failles ont été examinées. Sur cette base, il a été possible de mieux localiser leur emplacement dans la zone située entre Mol et Lommel ainsi que dans celle située entre Leopoldsburg et la frontière néerlandaise, au nord de Postel.

Des anomalies topographiques causées par des escarpements⁵ - dont la taille varie entre 0.5 et 1 mètre - ont en effet été observées dans le paysage à des endroits où il n'y a eu aucune intervention de l'homme, sur base de la présence de dépressions anormales dans le paysage, de brusques changements des contours topographiques, de méandres dans les rivières et les vallées, d'aires marécageuses, de régions de dunes et bien sûr de témoignages géologiques et géophysiques dans la littérature existante.

Au contraire de l'escarpement causé par la faille de Rauw, celui de la faille de Poppel semble avoir été couvert par des dunes récentes, ce qui devrait empêcher son observation au sein d'une tranchée. C'est pourquoi, il a été décidé de concentrer les études ultérieures sur la faille de Rauw.

Les mesures géophysiques

Sur base des études bibliographiques et des analyses géomorphologiques, les sites les plus prometteurs pour observer la faille de Rauw au sein d'une future tranchée ont été sélectionnés. Des mesures géophysiques y ont été réalisées - mesurages topographiques détaillés, forages manuels et carottés, profils de résistance électromagnétique, tests de pénétration à l'aide de cônes, tomographies électriques - afin d'obtenir plus de certitude quant à la trajectoire exacte de la faille.

Sur la plupart de ces sites, des résistances superficielles anormales et des déplacements de frontières lithologiques ont été constatées au niveau où se situait probablement la faille de Rauw, ce qui permet de confirmer sa trajectoire.



Le choix d'un site pour la tranchée

Sur la base des résultats des mesures géophysiques, un site adéquat a été sélectionné à Postel (sur les terrains de Sibelco), à un endroit où une étude dans une tranchée était possible. Sur ce site, des indications de perturbations furent en effet mesurées à l'aide de radars.

Les travaux de creusement ont débuté le 31 mars 2003. Une tranchée de 100 mètres de long, 8 mètres de large et 3 mètres de profondeur a vu le jour. La tranchée se compose, d'un côté, d'une paroi unique avec une inclinaison de 60° et, de l'autre côté, d'une paroi verticale munie d'une terrasse à mi-hauteur. La terre retirée (environ 900 m³) sera reversée durant les travaux de rebouchage. Le niveau de l'eau se situant entre 1 mètre et 1,5 mètre en dessous de la surface, des opérations de pompage ont dû être réalisées quelques jours avant le début du creusement afin d'abaisser le niveau de l'eau à un niveau inférieur à la profondeur de la tranchée. Les opérations de pompage seront nécessaires durant toute la durée d'ouverture de la tranchée.

La tranchée sera accessible pendant plus ou moins un mois, soit le temps nécessaire à la réalisation de tous les travaux d'investigation : nettoyage des parois de la tranchée, placement d'une protection contre la pluie et d'un grillage pour pouvoir s'orienter sur les parois, description des observations, photographies, collecte d'échantillons, éventuellement réalisation de recherches géophysiques complémentaires, etc. Durant cette période, des experts de différents secteurs de recherche (science de la terre, datation, stratigraphie, géomorphologie, sédimentologie, géologie structurale, etc.) auront la possibilité de visiter la tranchée et d'apporter leur contribution aux interprétations.

⁴ Plusieurs tranchées ont été ouvertes dans la région du graben de Roermond au cours des dix dernières années. La tranchée de Rotem, qui fut ouverte en juin 2002, est le dernier exemple. Elle a permis de déterminer quand avaient eu lieu les derniers tremblements de terre provoqués par la faille du Feldbiss (faille située à l'ouest du graben de Roermond), quelle était leur magnitude et leur période de récurrence. De cette façon, il fut possible d'estimer plus précisément la date probable du prochain tremblement de terre.

⁵ Escarpement topographique : rupture dans le relief qui est visible dans la paysage, et qui peut avoir été causée par un tremblement de terre.

Les enseignements de l'étude de la faille de Rauw

A la suite des reconnaissances de terrain, l'analyse des observations et des échantillons pourra commencer. Les résultats, prévus pour 2004, devraient permettre de déterminer si la faille de Rauw a connu une activité sismique récente. La date des derniers tremblements de terre, leur magnitude maximale et leur période de récurrence devraient pouvoir être estimées de manière fiable. Grâce à ces données, une meilleure estimation du risque sismique dans la région de Mol-Dessel pourra être obtenue. Cette étude paléosismique aidera ainsi l'ONDRAF à lever certaines incertitudes relatives à la sûreté et à la stabilité à long terme d'un dépôt final de déchets radioactifs en profondeur dans l'Argile de Boom.

Pour en savoir plus :

- le site web de l'ONDRAF (www.nirond.be)
- le site web de l'Observatoire royal de Belgique (<http://www.astro.oma.be/SEISMO/SAFE/mol/index.html>)
- l'ouvrage « Géologie de la Campine – Essai de synthèse », à commander sur le site web de l'ONDRAF
- Le rapport SAFIR 2, à télécharger ou à commander sur le site web de l'ONDRAF
- Vers une gestion durable des déchets radioactifs - le rapport SAFIR 2 dans son contexte (dossier de presse du 4 février 2002), à télécharger ou à commander sur le site web de l'ONDRAF

Colophon

ACTUA est le bulletin d'information de l'ONDRAF (Organisme national des déchets radioactifs et des matières fissiles enrichies),
Avenue des arts 14,
BE-1210 Bruxelles

Editeur responsable:
Jean-Paul Minon

Contact et souscriptions:
Valentine Vanhove,
tél. + 32 2 212 10 34,
v.vanhove@nirond.be