

Contexte

En collaboration avec le SCK•CEN, l'ONDRAF (Organisme national des déchets radioactifs et des matières fissiles enrichies) prépare un rapport sur la sécurité et la faisabilité (SFC-1) qui doit être soumis au gouvernement avant la fin 2013. L'objectif est de démontrer que le stockage géologique des déchets de haute activité et de combustible usé dans une formation argileuse est faisable et sûr. En Belgique, l'argile de Boom est considérée comme une formation rocheuse hôte de référence pour étudier le stockage géologique des déchets de haute activité et des déchets radioactifs à vie longue. La détermination de la capacité de confinement de la formation hôte envisagée est donc essentielle pour garantir la sécurité à long terme.

Objectifs

La recherche effectuée par l'unité de R&D sur le stockage a pour objectif d'aider à construire une base d'évaluation pour le SFC-1 en considérant la migration des radionucléides et les phénomènes de rétention. Ainsi, la recherche est effectuée sur:

- La caractérisation minéralogique de l'argile de Boom et géochimique de l'eau interstitielle.
- La modélisation de la géochimie et du transport réactif.
- Le processus de migration et de rétention de radionucléides impliqués dans les déchets.
- L'impact des perturbations sur les propriétés de l'argile de Boom, tels que:
 - les modifications thermique induites de l'argile de Boom;
 - perturbation alcaline;
 - la production et la migration de gaz;
 - le changement climatique.

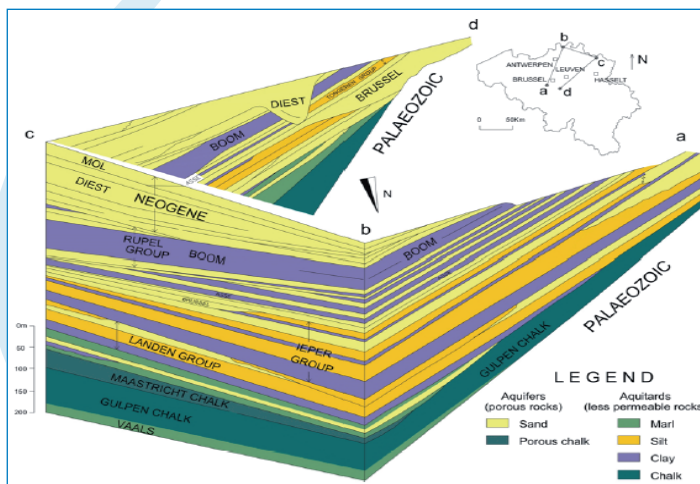


Figure 1: Coupe géologique à travers le bassin de la Campine (NE de la Belgique).

Activités principales

• Géosynthèse

Le principal but du projet géosynthèse est de compiler et d'intégrer toutes les connaissances géoscientifiques sur l'argile de Boom et son environnement géologique dans la région de la Campine, d'évaluer son passé, et si possible, son évolution à long terme (y compris la sismique, tectonique, magmatisme, ...). Pendant des millions d'années, la Campine a été un grand bassin sédimentaire dans lequel de grandes quantités de sédiments se sont déposés. Au cours de la période tertiaire, plusieurs phases de transgressions et de régressions ont eu lieu aboutissant au dépôt de couches d'argile et surtout de sable (Figure 1). Parmi elles, l'argile de Boom représente la couche la plus épaisse. La figure 2 représente une carte illustrant l'épaisseur totale de l'argile de Boom et la profondeur dans le bassin de la Campine. Au cours des ères géologiques, le climat terrestre change et continuera de changer. Un autre objectif du projet géosynthèse est d'évaluer les conséquences et l'impact des différents changements climatiques sur la géologie régionale et la performance des composantes du système référentiel.

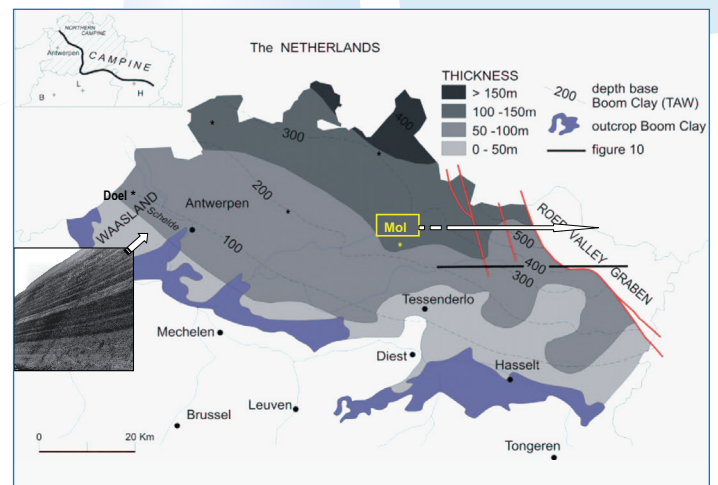


Figure 2: Epaisseur de l'argile de Boom dans le bassin de Campine (NE de la Belgique).

• Modélisation géochimique et réaction transport

L'un des points majeurs dans l'interprétation des données est l'exécution de calculs et de simulations fiables sur la géochimie et les réactions de transport. Le résultat de la modélisation est fortement dépendant des bases de données thermodynamiques utilisées dont la qualité a toujours été une préoccupation majeure dans le programme de recherche belge. C'est pourquoi, il a été décidé de compiler une base de données thermo-chimiques de haute qualité "MOLDATA" (en référence au SCK•CEN situé à Mol). La compilation de MOLDATA a été réalisée par un logiciel développé en interne, appelé Geochemical Database Processor (GDP). Ce logiciel permet de convertir et de recalculer les données géochimiques provenant de diverses sources et de formats différents.

• Migration et rétention des radionucléides relatifs aux déchets

Pendant de nombreuses années, le SCK•CEN a fait beaucoup d'efforts sur la mesure directe des paramètres de migration des radionucléides dans l'argile de Boom (Figure 3). Ce travail novateur a permis au SCK•CEN d'acquérir une grande expérience dans ce domaine et de collecter une énorme quantité de données. Toutefois, il reste des questions encore ouvertes et l'interprétation des expériences de migration n'est pas toujours simple. Par conséquent, le transport des radionucléides qui peuvent échapper au colis de déchets est étudié à la fois, à échelle réduite avec des échantillons de carottes représentatives dans le laboratoire de surface et à grande échelle dans le laboratoire souterrain de recherche HADES, situé à 225 mètres sous le site du SCK•CEN. Ces expériences essaient de simuler au mieux la situation réelle et peuvent être utilisées directement comme démonstration. Afin de comprendre les processus sous-jacents de la migration et de la rétention des radionucléides, des études détaillées sur l'interaction des radionucléides avec la matière organique naturelle (par exemple la formation de colloïdes), sur leur sorption, leur solubilité et leur spéciation sont nécessaires.



Figure 3: Experimentele opstellingen gebruikt voor de directe meting van radionuclide migratie parameters.

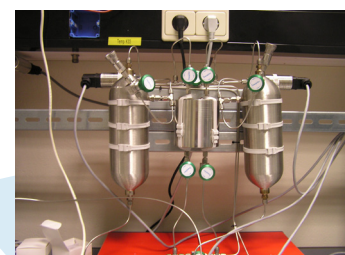
• Des perturbations sur les propriétés de l'Argile de Boom

Afin d'évaluer la sécurité d'un stockage dans l'argile de Boom, il est nécessaire d'évaluer l'impact des perturbations sur les propriétés originales de transport de l'argile de Boom. Par conséquent, les perturbations suivantes sont étudiées:

Modifications thermique induites de l'Argile de Boom

Même après une période de refroidissement d'environ 50 ans, les déchets vitrifiés de très haute activité et le combustible usé continuent de générer d'importantes quantités de chaleur après stockage qui va donc induire une augmentation de la température de la roche d'accueil.

Une conséquence importante de cette augmentation est la décomposition du kérogène (matière organique insoluble) présents dans l'argile de Boom et donc une production de CO₂ susceptible de perturber l'équilibre chimique du système eau/roche. Dans le cadre du projet européen TIMODAZ, l'importance de ces divers procédés thermo-chimique sur la stabilité des minéraux de l'argile de Boom sont identifiés et évalués. Une attention particulière est accordée à l'analyse des propriétés des argiles liées, p.ex. le gonflement, la capacité d'échange cationique, la superficie et la conductivité hydraulique. Outre les différentes études en laboratoire, le SCK•CEN, ESV EURIDICE et l'ONDRAF ont mené un test de chauffage in situ à grande échelle (l'expérience PRACLAY Heater) dans lequel le comportement thermo-hydro-mécanique-chimique de l'argile lorsqu'elle est chauffée sera suivi et étudié pour une longue période à échelle réelle.



À gauche: Système d'échantillonnage et d'analyse en ligne de l'eau et du gaz dans le cadre des essais de chauffage PRACLAY afin de suivre l'évolution chimique lors du chauffage.

À droite: Nouvelle conception du système de mesure des coefficients de diffusion des gaz à travers les carottes d'argile de Boom.

Front alcalin

L'utilisation de matériaux en béton est omniprésente dans le concept de référence actuel (c.-à-d. le concept de superconteneur). Les interactions entre la roche hôte et le ciment avec la création d'un front alcalin doivent donc être étudiées et évaluées.

Production/diffusion de gaz

Les principaux mécanismes qui peuvent générer des gaz dans des dépôts souterrains sont: la corrosion anaérobie des métaux dans les déchets; la radiolyse de l'eau et de certaines matières organiques dans les colis donnant principalement de l'hydrogène, et la dégradation microbienne de divers déchets organiques produisant principalement du méthane et du dioxyde de carbone. Le groupe d'expert W&D est impliqué dans le projet européen FORGE (Fate of repository gases), lancé pour répondre aux questions de sécurité associées à la production et au transport des gaz produits pendant le stockage.

Contact

Geert Volckaert

geert.volckaert@sckcen.be

Tel. + 32 14 33 32 30

Norbert Maes

norbert.maes@sckcen.be

Tel. + 32 14 33 32 35