

## L'utilisation de l'espace souterrain a un impact sur le site potentiel d'un stockage géologique

L'Europe, la Belgique et la Flandre font face à des défis majeurs en termes de climat, d'énergie, d'eau et de matières premières. Une utilisation réfléchie du sous-sol jouera un rôle important pour relever ces défis. Songeons aux énergies renouvelables, comme la géothermie. Ou au stockage souterrain de gaz tels que le gaz naturel, l'hydrogène et le CO<sub>2</sub>. Mais aussi à la mise en réserve d'excédents d'énergie sous forme de stockage de chaleur ou à l'extraction de ressources minérales pour le secteur de la construction et de matières premières critiques telles que le lithium et d'autres métaux rares. Une installation de stockage géologique pour les déchets de haute radioactivité et de longue durée de vie entrera en concurrence avec ces applications et occupera éternellement une partie de ce sous-sol – une partie qui ne pourra plus jamais être utilisée à d'autres fins.



Jan Van Roo est responsable de l'équipe Géologie et Environnement au Vlaams Planbureau voor Omgeving (Agence flamande de planification de l'environnement), Département Environnement.

“C'est loin d'être évident, un tel stockage géologique”, estime l'ingénieur Jan Van Roo du Vlaams Planbureau voor Omgeving (Agence flamande de planification de l'environnement). “L'implantation d'un stockage géologique pour les déchets radioactifs devra être précédée d'un processus de réflexion bien pensé, doublé d'une large consultation. Ce qu'on décidera aura des conséquences pour la région, ses habitants et des milliers de générations futures. On ne peut pas prendre cette décision sans tenir compte de toutes les parties concernées. Y compris la Région qui accueillera l'installation, car elle a des compétences importantes tant sur le sol que sur le sous-sol”.

### Une répartition des compétences basées sur l'utilisation et non sur la profondeur

“La répartition des compétences sur le sous-sol est un sujet complexe en Belgique”, admet Jan Van Roo. “Pour cela, il faut remonter à la grande réforme de l'État de 1980. La ‘loi spéciale de réforme institutionnelle’ stipule que les Régions sont compétentes entre autres en matière d'aménagement du territoire, d'environnement, de politique de l'eau, d'économie et de politique énergétique.”

Jan Van Roo concrétise immédiatement ce vaste ensemble de compétences en ce qui concerne l'impact possible sur un stockage souterrain : “La protection de l'environnement

couvre à la fois la protection du sol et du sous-sol. À une importante exception près : la protection contre les rayonnements ionisants, qui est restée une compétence fédérale. Selon la loi de réforme institutionnelle, la compétence en matière d'économie comprend également les ressources naturelles du sous-sol, et cette compétence a donc été attribuée aux Régions. Du moins en ce qui concerne les ressources naturelles souterraines dans leur sous-sol, car l'extraction des ressources minérales sur la Plaque continentale belge relève des compétences fédérales. Et en ce qui concerne la politique énergétique, il y a deux exceptions touchant au sous-sol : tout ce qui concerne le cycle du combustible nucléaire est resté une compétence fédérale (y compris donc le stockage géologique des déchets de haute radioactivité et de longue durée de vie) ainsi que les grandes infrastructures souterraines pour le stockage de gaz combustibles. Concrètement, il s'agit aujourd'hui du stockage souterrain de gaz naturel à Loenhout, dans la région anversoise de Noorderkempen”.

“En d'autres termes, la compétence sur tel ou tel aspect du sous-sol est légalement réglementée en fonction de l'utilisation spécifique et n'est pas liée à la profondeur”, poursuit Jan Van Roo. “Beaucoup de malentendus circulent à ce sujet. J'entends encore parfois dire que la Flandre (et les autres Régions) n'est compétente qu'à partir d'une certaine profondeur. C'est une erreur de jugement. La Flandre est compétente sur toute la profondeur du sous-sol pour les applications déterminées par la loi de réforme institutionnelle que j'ai indiquées plus haut.”

### **Mais différents systèmes d'autorisation pour exercer concrètement les compétences**

En fonction de la compétence, c'est donc un cadre législatif fédéral ou flamand qui s'applique. Les activités dans le sous-sol profond nécessitent de toute façon deux permis, un permis spécifique à l'activité et, en plus, un Permis environnemental flamand. Ce permis visant les grands projets stratégiques qui ont un impact significatif sur le sous-sol relève de ce que l'on appelle généralement le ‘mining law’ en Europe.

“Il n'est pas possible, par exemple, qu'une entreprise dépense des millions pour explorer le sous-sol en vue d'une application dans le sous-sol profond et qu'un voisin se contente simplement de faire un forage pour tirer profit de ces résultats positifs. Il faut donc mettre en place un système d'autorisation qui donne au titulaire d'un permis le droit exclusif de prospecter le sous-sol profond dans une zone définie et, si les résultats sont positifs, de l'exploiter. Les anciennes concessions de mines de charbon étaient un exemple de ce système avant la réforme de l'État.”

Pour l'application fédérale du stockage géologique de gaz, il existe une législation spécifique qui permet de délimiter des périmètres. Pour les applications relevant de la compétence flamande, il y a le décret flamand sur le sous-sol profond<sup>1</sup>. Il s'agit d'un système intégral pour l'exploration et l'extraction d'hydrocarbures, pour l'exploration de sites de stockage et le stockage de CO<sub>2</sub> et pour l'exploration et la production d'énergie géothermique profonde. Le décret régit aussi l'élaboration d'une vision structurelle du sous-sol profond. Le système ne vise que des applications à plus de 500 mètres de profondeur.

---

<sup>1</sup> Decreet betreffende de diepe ondergrond. <https://codex.vlaanderen.be/Portals/Codex/documenten/1018090.html>

Pour les applications flamandes peu profondes, telles que l'extraction de minéraux de surface dans des carrières à ciel ouvert ou l'extraction d'eau potable, un permis environnemental suffit. Un 'système de concession' n'est pas nécessaire, comme c'est aussi le cas dans la plupart des pays européens.

### Qu'est-ce que cela signifie pour un stockage géologique ?

“Comme tout le cycle du combustible nucléaire est une compétence fédérale, l'installation souterraine d'un stockage géologique devra être conforme à la législation fédérale”, poursuit Jan Van Roo. “Seulement ... il n'existe pas encore de disposition légale pour le stockage souterrain de déchets radioactifs. Reste donc à savoir comment le pouvoir fédéral élaborera juridiquement sa compétence en matière de stockage géologique des déchets de haute radioactivité et de longue durée de vie. En tout état de cause, le décret flamand sur le sous-sol profond ne s'applique pas au stockage géologique souterrain, même s'il était réalisé à plus de 500 m de profondeur.”

“En ce qui concerne les aspects environnementaux, à l'exception des rayonnements ionisants, le demandeur doit s'adresser aux Régions”, précise Jan Van Roo. Pour la Flandre, ces règles sont définies dans le Règlement flamand sur le permis environnemental, mieux connu sous l'acronyme VLAREM.”

### Un concurrence pour le sous-sol

“L'espace souterrain utilisable étant également très limité en Flandre, nous devons le gérer le plus efficacement possible. Nous voulons exploiter un maximum d'opportunités et éviter un morcellement sous-optimal du potentiel”, affirme Jan Van Roo. “C'est pourquoi, depuis 2016, le décret sur le sous-sol profond a ancré l'élaboration d'une 'Vision structurelle du sous-sol profond' afin d'avoir une vue d'ensemble complète du potentiel, des permis existants, des conditions préalables aux différentes applications et de l'impact des choix. Nous examinons aussi la possibilité de combiner des applications dans le temps et dans l'espace. La Vision structurelle comprendra également un système d'arbitrage qui fournira des outils pour faire des choix stratégiques”.

“Il faudra encore beaucoup de recherches géologiques pour cartographier et mieux comprendre le potentiel de ce sous-sol. Actuellement, nous subissons déjà des pressions sur l'espace souterrain et elles ne feront qu'augmenter. C'est pourquoi nous devons regarder plus loin qu'aujourd'hui... vers les générations futures. Une utilisation flexible du sous-sol doit permettre de développer plus tard des opportunités dans le sous-sol. Nous voulons évoluer vers une utilisation durable du sous-sol. D'autant plus que nous ne pouvons pas prévoir quelles applications viendront s'ajouter dans, disons, une centaine d'années. Regardons le passé : il y a cinquante ans, on n'avait aucune idée de l'importance des applications potentielles prometteuses du sous-sol par rapport aux défis énergétiques et climatiques dont il n'était pas encore question à l'époque. La géothermie, la mise en réserve d'énergie sous forme de chaleur ou d'hydrogène, le stockage géologique du CO<sub>2</sub>... sont autant d'idées qui ont gagné en importance au cours des dernières décennies”, selon Jan Van Roo.

### Le caractère peu évident d'un stockage géologique

Jan Van Roo observe dans certains milieux le raisonnement selon lequel quarante années de recherche sur un site suffisent pour considérer celui-ci comme étant adapté au stockage

géologique de déchets de haute radioactivité et de longue durée de vie et du combustible utilisé. “Pour nous, ce n’est pas une motivation suffisante”, affirme-t-il. “Il faut au moins procéder à une étude comparative honnête et poussée de sites alternatifs possibles. Cela nécessite une stratégie en plusieurs étapes. Il faut tout d’abord savoir avec certitude où un stockage géologique n’est absolument pas possible en Belgique, sur la base de critères objectifs qui font de la sécurité une priorité. En effet, décider de l’emplacement d’un site de stockage en se basant sur l’adhésion de la population locale, sans tenir suffisamment compte de toutes les conditions préalables en matière de sécurité, serait une mauvaise démarche.”

“De plus, il vaudrait mieux qu’un stockage géologique de déchets radioactifs – conforme aux règles internationales – soit situé dans un endroit qui ne se prête pas à d’autres utilisations. Il s’agit en effet d’une application qui durera éternellement, de sorte que l’espace occupé, avec éventuellement en plus une zone de sécurité tout autour, est perdu pour ces autres applications. Il faut donc prendre en compte les possibilités locales du sous-sol. Toutes les générations futures doivent aussi clairement connaître le site choisi, faute de quoi il y a un risque que de futures activités dans le sous-sol n’endommagent l’installation de stockage. Les générations futures pourraient ainsi se contaminer ou contaminer leur environnement. Ou pire encore, contaminer toute une région parce que des substances radioactives pénètrent dans les eaux souterraines.”

Concrètement, Jan Van Roo constate qu’il n’y a jamais eu d’évaluation de l’impact sur le sous-sol d’un stockage géologique de déchets de longue durée de vie et de haute radioactivité. “Nous procédons à une telle évaluation lorsque nous traitons des permis d’exploration et d’extraction de géothermie profonde qui sont accordés pour un volume concret dans le sous-sol. Je reconnais qu’une telle délimitation en 3D ne peut être réalisée en détail qu’après avoir choisi un site spécifique... mais tout de même... si vous avez déjà derrière vous 40 années de recherche sur un site, vous devriez être en mesure de faire une bonne estimation de l’ordre de grandeur d’une éventuelle zone tampon autour et en dessous du stockage. Dans le contexte de notre vision structurelle, une telle évaluation est vraiment importante, car elle détermine le nombre d’opportunités que nous pourrions hypothéquer en autorisant un tel site.”

### Des soucis pour l’eau

“Nous voulons en outre une certitude absolue quant à la sécurité et à l’intégrité d’un stockage souterrain”, précise Jan Van Roo. “Une question importante concerne son impact sur les eaux de surface et souterraines. La Flandre est une région très pauvre en eau, avec des réserves stratégiques et limitées d’eaux souterraines. Ces réserves doivent être sauvegardées et protégées à tout prix. À cet égard, nous voulons des résultats très convaincants montrant qu’un stockage géologique ne présente aucun danger. Les modèles actuels supposent une couche d’argile homogène théorique qui a un comportement prévisible et favorable. Mais en cas d’hétérogénéité dans la roche – par exemple, l’apparition de fractures ou la présence de zones plus poreuses dans l’argile – des voies d’écoulement préférentielles pour l’eau peuvent se former. Dans ce cas, il faut non seulement tenir compte de la diffusion et de la dilution, mais des isotopes radioactifs à très longue durée de vie peuvent aussi se retrouver dans des couches d’eau potable d’où on ne peut pas les éliminer par un simple filtrage ”.

## Il peut toujours y avoir des surprises...

En pratique, nous pouvons aussi toujours faire face à des surprises, que même les meilleurs modèles ne peuvent pas prévoir. Jan Van Roo cite la mise en service du premier projet de géothermie à Vito, en Campine, en 2016. De l'eau chaude est extraite du sous-sol, la chaleur est récupérée et l'eau refroidie est repompée dans le sous-sol. "Malgré une solide préparation, nous avons tous été surpris de constater que le champ de tension souterrain en Campine était différent de ce qui avait été postulé pendant des années", admet Jan Van Roo. "Nous n'avons pas vu venir l'activité sismique résultant du projet de géothermie. En fait, nous sommes tous en train d'apprendre le rôle des fractures dans la région campinoise."

"C'est dans cette même région que l'argile de Boom est étudiée depuis quarante ans pour ses propriétés potentielles de roche hôte pour le stockage géologique des déchets de haute radioactivité et du combustible nucléaire irradié", poursuit Jan Van Roo. "Ces recherches ont chaque fois souligné la stabilité de cette région et de ces couches d'argile, ainsi que le peu de fractures qu'elles présentent. D'un autre côté, l'activité sismique dans cette région suscite des inquiétudes depuis 2016. Nous avons nous-mêmes investi ces dernières années dans des recherches pour mieux comprendre l'activité souterraine naturelle et induite. Nous constatons qu'il subsiste de nombreuses incertitudes qui demandent des réponses."

## Un besoin de concertation

"La planification et la construction d'un stockage en profondeur de déchets radioactifs nécessiteront beaucoup de concertation", conclut Jan Van Roo, "non seulement au niveau fédéral, notamment entre l'ONDRAF/NIRAS et l'AFCN/FNAC, mais aussi avec les régions concernées. Cela me semble tout simplement logique, non ? Car le fil conducteur de notre politique (en Flandre) est d'utiliser efficacement le plus grand nombre possible d'opportunités et de les préserver pour l'avenir afin que nous et les générations futures puissions effectuer les transitions vers une plus grande durabilité. On ne peut pas purement et simplement 'saper' cette politique."