

**Projet de règlement grand –ducal fixant, en matière de stockage géologique du dioxyde de carbone,**

- a) les critères de caractérisation et d'évaluation du complexe de stockage potentiel et des environs**
- b) les critères pour l'établissement et la mise à jour du plan de surveillance et pour la surveillance postfermeture.**

Nous Henri, Grand–Duc de Luxembourg, Duc de Nassau ;

Vu la loi du ... relative au stockage géologique du dioxyde de carbone ;

Vu la directive 2009/31/CE relative au stockage géologique du dioxyde de carbone et modifiant la directive 85/337/CE du Conseil, les directives 2000/60/CE, 2001/80/CE, 2004/35/CE, 2006/12/CE et 2008/1/CE et le règlement (CE) No 1013/2006 du Parlement Européen et du Conseil ;

Vu les avis de la Chambre de commerce, de la Chambre des métiers et de la Chambre des salariés;

Vu l'article 2(1) de la loi modifiée du 12 juillet 1996 portant réforme du Conseil d'Etat et considérant qu'il y a urgence ;

Sur le rapport de Notre Ministre délégué au Développement durable et aux Infrastructures, de Notre Ministre de l'Intérieur et à la Grande Région et de Notre Ministre du Travail, de l'Emploi et de l'Immigration et après délibération du Gouvernement en Conseil;

**A r r ê t o n s :**

**Art. 1<sup>er</sup>.** L'annexe I au présent règlement fixe, en matière de stockage géologique du dioxyde de carbone, les critères de caractérisation et d'évaluation du complexe de stockage potentiel et des environs.

L'annexe II au présent règlement fixe, en matière de stockage géologique du dioxyde de carbone, les critères pour l'établissement et la mise à jour du plan de surveillance et pour la surveillance postfermeture.

**Art. 2.** Notre Ministre délégué au Développement durable et aux Infrastructures, Notre Ministre de l'Intérieur et à la Grande Région et Notre Ministre du Travail, de l'Emploi et de l'Immigration sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent règlement qui sera publié au Mémorial.

## Annexe I

### **Critères de caractérisation et d'évaluation du complexe de stockage potentiel et des environs**

La caractérisation et l'évaluation du complexe de stockage potentiel et des environs s'effectuent en trois étapes selon les meilleures pratiques en vigueur au moment de l'évaluation et les critères ci-après. Des dérogations à un ou plusieurs de ces critères peuvent être autorisées par les ministres à condition que l'exploitant ait apporté la preuve que cela ne nuit pas à l'efficacité de la caractérisation et de l'évaluation pour les déterminations prévues à l'article 5, paragraphe 2 de la loi du ... relative au stockage géologique du dioxyde de carbone.

#### Étape 1: Collecte des données

Il convient de rassembler suffisamment de données pour construire un modèle géologique volumétrique et tridimensionnel (3D) statique du site de stockage et du complexe de stockage y compris la roche couverture, ainsi que des environs y compris les zones communiquant par des phénomènes hydrauliques. Ces données concernent au minimum les caractéristiques intrinsèques suivantes du complexe de stockage:

- a) géologie et géophysique;
- b) hydrogéologie (en particulier, les masses d'eau souterraines telles que définies dans la loi modifiée du 19 décembre 2008 relative à l'eau, ainsi que l'existence d'aquifères destinés à la consommation);
- c) ingénierie des réservoirs (y compris calculs volumétriques du volume du pore pour l'injection du CO<sub>2</sub> et capacité finale de stockage);
- d) géochimie (vitesses de dissolution, vitesses de minéralisation);
- e) géomécanique (perméabilité, pression de fracture);
- f) sismicité;
- g) présence de voies de passage naturelles ou créées par l'homme, y compris les puits et les forages, qui pourraient donner lieu à des fuites, et état de ces chemins de fuite.

Des documents sont présentés concernant les caractéristiques ci-après des alentours du complexe:

- h) domaines entourant le complexe de stockage susceptibles d'être affectés par le stockage de CO<sub>2</sub> dans le site de stockage;
- i) distribution de la population dans la région au-dessous de laquelle se situe le site de stockage;
- j) proximité de ressources naturelles importantes [en particulier sites Natura 2000 conformément à la directive 79/409/CEE du Conseil du 2 avril 1979 concernant la conservation des oiseaux sauvages et à la directive 92/43/CEE du Conseil du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages, aquifères d'eau potable et hydrocarbures];

- k) activités autour du complexe de stockage et interactions possibles avec ces activités (par exemple, exploration, production et stockage d'hydrocarbures, exploitation géothermique des aquifères et utilisation de réserves d'eau souterraines);
- l) proximité des sources potentielles de CO<sub>2</sub> (y compris estimations de la masse totale potentielle de CO<sub>2</sub> pouvant faire l'objet d'un stockage dans des conditions économiquement avantageuses) et réseaux de transport adéquats ;
- m) les zones de protection telles que définies à l'article 44 de la loi précitée du 19 décembre 2008.

### Étape 2: Construction du modèle géologique tridimensionnel statique

À l'aide des données collectées lors de l'étape 1, il s'agit de construire un modèle ou une série de modèles géologiques tridimensionnels statiques du complexe de stockage proposé, y compris la roche couverture et les zones et fluides communiquant par des phénomènes hydrauliques, en utilisant des simulateurs de réservoirs sur ordinateur. Le ou les modèles géologiques statiques caractérisent le complexe sous les angles suivants:

- a) structure géologique du piège naturel;
- b) propriétés géomécaniques et géochimiques et propriétés d'écoulement du réservoir, des couches sus-jacentes (roche couverture, formations étanches, horizons poreux et perméables) et des formations environnantes;
- c) caractérisation du système de fractures et présence éventuelle de voies de passage créées par l'homme;
- d) superficie et hauteur du complexe de stockage;
- e) volume de vide (y compris répartition de la porosité);
- f) répartition des fluides dans la situation de référence;
- g) toute autre caractéristique pertinente.

L'incertitude associée à chacun des paramètres utilisés pour construire le modèle est évaluée en élaborant une série de scénarios pour chaque paramètre, et en calculant les intervalles de confiance appropriés. L'incertitude éventuellement associée au modèle proprement dit est également évaluée.

### Étape 3: Caractérisation du comportement dynamique du stockage, caractérisation de la sensibilité, évaluation des risques.

Les caractérisations et l'évaluation reposent sur une modélisation dynamique comprenant des simulations d'injection de CO<sub>2</sub> dans le site de stockage avec différents pas de temps à l'aide du ou des modèles géologiques tridimensionnels statiques fournis par le simulateur du complexe de stockage sur ordinateur conçu à l'étape 2.

#### Étape 3.1: Caractérisation du comportement dynamique du stockage

Les facteurs suivants sont au moins pris en considération:

- a) débits d'injection possibles et propriétés des flux de CO<sub>2</sub>;
- b) efficacité de la modélisation couplée des processus (c'est-à-dire la façon dont les divers effets reproduits par le ou les simulateurs interagissent);
- c) processus réactifs (c'est-à-dire la façon dont les réactions du CO<sub>2</sub> injecté avec les minéraux in situ sont intégrées dans le modèle);

- d) simulateur de réservoir utilisé (plusieurs simulations peuvent s'avérer nécessaires pour valider certaines observations);
- e) simulations à court et long termes (pour déterminer le devenir du CO<sub>2</sub> et son comportement au cours des siècles et des millénaires, ainsi que la vitesse de dissolution du CO<sub>2</sub> dans l'eau).

La modélisation dynamique fournit des informations sur:

- f) la pression et la température de la formation de stockage en fonction du débit d'injection et de la quantité injectée cumulée dans le temps;
- g) la superficie et la hauteur de la zone de diffusion du CO<sub>2</sub> en fonction du temps;
- h) la nature du flux de CO<sub>2</sub> dans le réservoir, ainsi que le comportement des phases;
- i) les mécanismes et les vitesses de piégeage du CO<sub>2</sub> (y compris les points de fuite et les formations étanches latérales et verticales);
- j) les systèmes de confinement secondaires au sein du complexe de stockage global;
- k) la capacité de stockage et les gradients de pression du site de stockage;
- l) le risque de fracturation des formations de stockage et de la roche couverture;
- m) le risque de pénétration du CO<sub>2</sub> dans la roche couverture;
- n) le risque de fuite à partir du site de stockage (par exemple, par des puits abandonnés ou mal scellés);
- o) la vitesse de migration (dans les réservoirs ouverts);
- p) les vitesses de colmatage des fractures;
- q) les modifications dans la chimie des fluides, ainsi que les réactions subséquentes intervenant dans les formations (par exemple, modification du pH, formation de minéraux) et l'intégration de modélisation réactive pour évaluer les effets;
- r) le déplacement des fluides présents dans les formations;
- s) l'accroissement de la sismicité et de l'élévation au niveau de la surface.

### Étape 3.2: Caractérisation de la sensibilité

Des simulations multiples sont réalisées pour déterminer la sensibilité de l'évaluation aux hypothèses posées concernant certains paramètres. Les simulations sont réalisées en faisant varier les paramètres dans le ou les modèles géologiques statiques et en modifiant les fonctions du débit et les hypothèses s'y rapportant lors de la modélisation dynamique. Une sensibilité appréciable est prise en compte dans l'évaluation des risques.

### Étape 3.3: Évaluation des risques

L'évaluation des risques est notamment constituée des composantes ci-après:

#### 3.3.1. Caractérisation des dangers

La caractérisation des dangers consiste à caractériser le risque de fuite à partir du complexe de stockage, tel qu'il est établi par la modélisation dynamique et la caractérisation de la sécurité décrites ci-dessus. À cet effet, les aspects suivants sont notamment pris en considération:

- a) les chemins de fuite potentiels;
- b) l'ampleur possible des fuites pour les chemins de fuite recensés (débits);
- c) les paramètres critiques pour le risque de fuite (par exemple, pression maximale du réservoir, débit d'injection maximal, température, sensibilité du ou des modèles géologiques statiques aux diverses hypothèses);

- d) les effets secondaires du stockage de CO<sub>2</sub>, notamment les déplacements des fluides contenus dans les formations et les nouvelles substances créées par le stockage de CO<sub>2</sub>;
- e) tout autre facteur pouvant représenter un danger pour la santé humaine ou pour l'environnement (par exemple, structures physiques associées au projet).

La caractérisation des dangers couvre toutes les conditions d'exploitation possibles permettant de tester la sécurité du complexe de stockage.

3.3.2. Évaluation de l'exposition — basée sur les caractéristiques de l'environnement et la distribution et les activités de la population humaine au niveau du complexe de stockage ainsi que sur le comportement et le devenir potentiels du CO<sub>2</sub> s'échappant par les chemins de fuite mis en évidence lors de l'étape 3.3.1.

3.3.3. Évaluation des effets — basée sur la sensibilité d'espèces, de communautés ou d'habitats particuliers aux fuites potentielles envisagées à l'étape 3.3.1. Le cas échéant, il convient de tenir compte des effets d'une exposition à des concentrations élevées de CO<sub>2</sub> dans la biosphère [y compris dans les sols, les sédiments marins et les eaux benthiques (asphyxie, hypercapnie) et du pH réduit dans ces environnements, du fait des fuites de CO<sub>2</sub>]. L'évaluation porte également sur les effets d'autres substances éventuellement présentes dans les flux de CO<sub>2</sub> qui s'échappent (impuretés présentes dans le flux d'injection ou nouvelles substances créées par le stockage du CO<sub>2</sub>). Ces effets sont envisagés pour différentes échelles temporelles et spatiales, et sont associés à des fuites d'ampleur variable.

3.3.4. Caractérisation des risques — elle comprend une évaluation de la sécurité et de l'intégrité du site à court et à long termes, et une évaluation du risque de fuite dans les conditions d'utilisation proposées, ainsi que des conséquences sanitaires et environnementales dans le pire des scénarios. La caractérisation des risques s'appuie sur l'évaluation des dangers, de l'exposition et des effets. Elle comporte une évaluation des sources d'incertitude identifiées au cours des étapes de caractérisation et d'évaluation du site de stockage et, si les circonstances le permettent, une description des possibilités de réduction de l'incertitude.

## Annexe II

### Critères pour l'établissement et la mise à jour du plan de surveillance et pour la surveillance postfermeture

#### 1. Établissement et mise à jour du plan de surveillance

Le plan de surveillance visé à l'article 14, paragraphe 2 de la loi du ...relative au stockage géologique du dioxyde de carbone, est établi en fonction de l'analyse de l'évaluation des risques effectuée à l'étape 3 de l'annexe I, et mis à jour dans le but de satisfaire aux exigences de surveillance énoncées à l'article 14, paragraphe 1 de la loi du ... relative au stockage géologique du dioxyde de carbone, en fonction des critères suivants:

##### 1.1. Établissement du plan

Le plan de surveillance détaille la surveillance à mettre en œuvre aux principaux stades du projet, notamment la surveillance de base, la surveillance opérationnelle et la surveillance postfermeture. Les éléments suivants sont précisés pour chaque phase:

- a) paramètres faisant l'objet de la surveillance;
- b) techniques de surveillance employées et justification du choix de ces techniques;
- c) lieux de surveillance et justification de l'échantillonnage spatial;
- d) fréquence d'application et justification de l'échantillonnage temporel.

Les paramètres faisant l'objet de la surveillance sont choisis de façon à répondre aux objectifs de la surveillance. Cependant, le plan prévoit toujours une surveillance continue ou intermittente des éléments suivants:

- e) émissions fugitives de CO<sub>2</sub> au niveau de l'installation d'injection;
- f) débit volumique de CO<sub>2</sub> au niveau des têtes de puits d'injection;
- g) pression et température du CO<sub>2</sub> au niveau des têtes de puits d'injection (pour déterminer le débit massique);
- h) analyse chimique des matières injectées;
- i) température et pression du réservoir (pour déterminer le comportement et l'état de phase du CO<sub>2</sub>).

Le choix des techniques de surveillance est fonction des meilleures techniques disponibles au moment de la conception.

Les solutions suivantes sont envisagées et le cas échéant retenues:

- j) techniques permettant de détecter la présence, la localisation et les voies de migration du CO<sub>2</sub> dans les formations souterraines et en surface;
- k) techniques fournissant des informations sur le comportement pression-volume et la distribution verticale et horizontale de la zone de diffusion du CO<sub>2</sub> afin d'ajuster la simulation numérique 3D aux modèles géologiques 3D de la formation de stockage conçus conformément à l'article 5 de la loi du ... relative au stockage géologique du dioxyde de carbone et à l'annexe I;

- 1) techniques permettant d'obtenir une large couverture en surface afin de recueillir des informations sur d'éventuels chemins de fuite non encore repérés sur toute la superficie du complexe de stockage et des environs, en cas d'irrégularité notable ou de migration de CO<sub>2</sub> en dehors du complexe de stockage.

## 1.2. Mise à jour du plan

Les données recueillies lors de la surveillance sont rassemblées et interprétées. Les résultats observés sont comparés au comportement prévu par la simulation dynamique 3D du comportement pression-volume et de saturation entreprise dans le cadre de la caractérisation de la sécurité conformément à l'article 5 de la loi du... relative au stockage géologique du dioxyde de carbone et à l'annexe I, étape 3.

En cas d'écart important entre le comportement observé et le comportement prévu, le modèle 3D est recalé pour rendre compte du comportement observé. Le recalage s'appuie sur les observations effectuées à partir du plan de surveillance, ainsi que sur les données supplémentaires obtenues le cas échéant pour améliorer la fiabilité des hypothèses de recalage.

Les étapes 2 et 3 de l'annexe I sont réitérées avec le ou les modèles 3D recalés afin d'obtenir de nouveaux scénarios de dangers et de nouveaux débits et afin de réviser et d'actualiser l'évaluation des risques.

Au cas où la corrélation historique et le recalage des modèles permettent de mettre en évidence de nouvelles sources de CO<sub>2</sub> et de nouveaux chemins de fuite et débits ou de constater des écarts notables par rapport aux évaluations antérieures, le plan de surveillance est mis à jour en conséquence.

## 2. Surveillance postfermeture

La surveillance postfermeture est basée sur les informations assemblées et modélisées durant la mise en œuvre du plan de surveillance visé à l'article 14, paragraphe 2 de la loi du... relative au stockage géologique du dioxyde de carbone, et au point 1.2 de la présente annexe. Elle sert notamment à fournir les renseignements nécessaires aux fins de l'article 19, paragraphe 1 de la loi du ...relative au stockage géologique du dioxyde de carbone.

## Fiche d'évaluation d'impact

### Mesures législatives, réglementaires et autres

**Intitulé du projet:**

**Avant-projet de règlement grand-ducal fixant, en matière de stockage géologique du dioxyde carbone,**

**a) les critères de caractérisation et d'évaluation du complexe de stockage potentiel et des environs**

**b) les critères pour l'établissement et la mise à jour du plan de surveillance et pour la surveillance postfermeture**

**Ministère initiateur: MDDI (ENV)**

**Auteur(s) : MM. Claude Franck et Tom Schram**

**Tél : 2478-6814, 478-6840**

**Courriel : [claudе.franck@mae.etat.lu](mailto:claudе.franck@mae.etat.lu), [tom.schram@mev.etat.lu](mailto:tom.schram@mev.etat.lu)**

**Objectif(s) du projet :** Elaboration sur base de l'article 4 du projet de loi relative au stockage géologique du dioxyde de carbone. Le projet de loi a pour objet la transposition en droit national de la directive 2009/31/CE relative au stockage géologique du dioxyde de carbone et modifiant la directive 85/337/CE du Conseil, les directives 2000/60/CE, 2001/80/CE, 2004/35/CE, 2006/12/CE et 2008/1/CE et le règlement (CE) No 1013/2006 du Parlement Européen et du Conseil. L'article 4 dudit projet prévoit que sont fixés par règlement grand - ducal les critères de caractérisation et d'évaluation du complexe de stockage potentiel et des environs ainsi que les critères pour l'établissement et la mise à jour du plan du plan de surveillance. Il s'agit en la matière des dispositions de la directive 2009/31/CE précitée, et tout particulièrement des annexes I et II, qui ne sont pas reprises dans le projet de loi

**Autre(s) Ministère(s)/Organisme(s)/Commune(s) impliqué(e)s : Chambre des métiers, Chambre de commerce et Chambre des salariés.**

**Date : 15.6.2012**

### Mieux légiférer

1. Partie(s) prenante(s) (organismes divers, citoyens,...) consultée(s) : Oui  Non  <sup>1</sup>

Si oui, laquelle/lesquelles :

Remarques/Observations :

2. Destinataires du projet :

- Entreprises/Professions libérales :

Oui  Non

- Citoyens :

Oui  Non

<sup>1</sup> Double-click sur la case pour ouvrir la fenêtre permettant de l'activer.

- Administrations : Oui  Non

3. Le principe « Think small first » est-il respecté ? Oui  Non  N.a.<sup>2</sup>   
(c.à d. des exemptions ou dérogations sont-elles prévues suivant la taille de l'entreprise et/ou son secteur d'activité ?)

Remarques/Observations :

4. Le projet est-il lisible et compréhensible pour le destinataire ? Oui  Non   
Existe-t-il un texte coordonné ou un guide pratique, mis à jour et publié d'une façon régulière ? Oui  Non

Remarques/Observations :

5. Le projet a-t-il saisi l'opportunité pour supprimer ou simplifier des régimes d'autorisation et de déclaration existants, ou pour améliorer la qualité des procédures ? Oui  Non

Remarques/Observations :

6. Le projet contient-il une charge administrative<sup>3</sup> pour le(s) destinataire(s) ? (un coût imposé pour satisfaire à une obligation d'information émanant du projet ?) Oui  Non

Si oui, quel est le coût administratif<sup>4</sup> approximatif total ?  
(nombre de destinataires x coût administratif par destinataire)

7. Le projet prend-il recours à un échange de données inter-administratif (national ou international) plutôt que de demander l'information au destinataire ? Oui  Non  N.a.

Si oui, de quelle(s) donnée(s) et/ou administration(s) s'agit-il ?

8. Le projet prévoit-il :

- une autorisation tacite en cas de non réponse N.a.  de l'administration ? Oui  Non
- des délais de réponse à respecter par l'administration ? Non  N.a.  Oui
- le principe que l'administration ne pourra demander N.a.  des informations supplémentaires qu'une seule fois ? Oui  Non

9. Y a-t-il une possibilité de regroupement de formalités et/ou de Oui  Non  N.a.

<sup>2</sup> N.a. : non applicable.

<sup>3</sup> Il s'agit d'obligations et de formalités administratives imposées aux entreprises et aux citoyens, liées à l'exécution, l'application ou la mise en œuvre d'une loi, d'un règlement grand-ducal, d'une application administrative, d'un règlement ministériel, d'une circulaire, d'une directive, d'un règlement UE ou d'un accord international prévoyant un droit, une interdiction ou une obligation.

<sup>4</sup> Coût auquel un destinataire est confronté lorsqu'il répond à une obligation d'information inscrite dans une loi ou un texte d'application de celle-ci (exemple : taxe, coût de salaire, perte de temps ou de congé, coût de déplacement physique, achat de matériel, etc.).

procédures (p.ex. prévues le cas échéant par un autre texte) ?

Si oui, laquelle :

10. Le projet contribue-t-il en général à une :
- a. simplification administrative, et/ou à une Oui  Non
  - b. amélioration de la qualité réglementaire ? Oui  Non

Remarques/Observations :

11. En cas de transposition de directives communautaires, Oui  Non  N.a.   
le principe « la directive, rien que la directive » est-il respecté ?  
Sinon, pourquoi ?

12. Des heures d'ouverture de guichet, favorables et adaptées Oui  Non  N.a.   
aux besoins du/des destinataire(s), seront-elles introduites ?

13. Y-a-t-il une nécessité d'adapter un système informatique Oui  Non   
auprès de l'Etat (e-Government ou application back-office) ?

Si oui, quel est le délai pour disposer du nouveau système ?

14. Y a-t-il un besoin en formation du personnel de l'administration Oui  Non  N.a.   
concernée ?

Si oui, lequel ?

Remarques/Observations :

### **Egalité des chances**

15. Le projet est-il :

- principalement centré sur l'égalité des femmes et des hommes ? Oui   
Non

- positif en matière d'égalité des femmes et des hommes ? Oui  Non   
Si oui, expliquez de quelle manière :

- neutre en matière d'égalité des femmes et des hommes ? Oui  Non   
Si oui, expliquez pourquoi :

- négatif en matière d'égalité des femmes et des hommes ? Oui  Non   
Si oui, expliquez de quelle manière :

16. Y a-t-il un impact financier différent sur les femmes et les Oui  Non  N.a.   
hommes ?

Si oui, expliquez de quelle manière :

### **Directive « services »**

17. Le projet introduit-il une exigence relative à la liberté d'établissement soumise à évaluation <sup>5</sup>? Oui  Non  N.a.

Si oui, veuillez annexer le formulaire A, disponible au site Internet du Ministère de l'Economie et du Commerce extérieur :

[www.eco.public.lu/attributions/dg2/d\\_consommation/d\\_march\\_int\\_rieur/Services/index.html](http://www.eco.public.lu/attributions/dg2/d_consommation/d_march_int_rieur/Services/index.html)

18. Le projet introduit-il une exigence relative à la libre prestation de services transfrontaliers <sup>6</sup>? Oui  Non  N.a.

Si oui, veuillez annexer le formulaire B, disponible au site Internet du Ministère de l'Economie et du Commerce extérieur :

[www.eco.public.lu/attributions/dg2/d\\_consommation/d\\_march\\_int\\_rieur/Services/index.html](http://www.eco.public.lu/attributions/dg2/d_consommation/d_march_int_rieur/Services/index.html)

---

<sup>5</sup> Article 15 paragraphe 2 de la directive « services » (cf. Note explicative, p.10-11)

<sup>6</sup> Article 16, paragraphe 1, troisième alinéa et paragraphe 3, première phrase de la directive « services » (cf. Note explicative, p.10-11).