

## VLAAMSE OVERHEID

N. 2009 — 2548 (2009-2365)

[C — 2009/35673]

## 8 MEI 2009. — Decreet betreffende de diepe ondergrond. — Erratum

In het *Belgisch Staatsblad* van 6 juli 2009 werd op blz. 45942 en volgende bovengenoemd decreet gepubliceerd.

De publicatie gebeurde evenwel zonder de bijlagen die integraal deel uitmaken van het decreet.

Hieronder volgen de bijlagen.

**BIJLAGE I****IN ARTIKEL 39 BEDOELDE CRITERIA VOOR DE KARAKTERISERING EN EVALUATIE VAN HET POTENTIËLE OPSLAGCOMPLEX EN HET OMLIGGENDE GEBIED**

De in artikel 39 bedoelde karakterisering en evaluatie van het potentiële opslagcomplex en het omliggende gebied wordt overeenkomstig de op het moment van de evaluatie bestaande optimale praktijken en met gebruikmaking van de hierna volgende criteria uitgevoerd in drie fasen. Afwijkingen van één of meer van die criteria kunnen door de Vlaamse Regering worden toegestaan op voorwaarde dat de exploitant heeft aangetoond dat niet wordt geraakt aan het vermogen om via karakterisering en evaluatie geschikte opslaglocaties aan te duiden overeenkomstig artikel 39.

**Fase 1 - Gegevensverzameling**

Er moeten voldoende gegevens worden verzameld om een volumetrisch en statisch driedimensionaal (3D) model voor de opslaglocatie en het opslagcomplex uit te werken, met inbegrip van de afdichtende laag en het omliggende gebied, inclusief de hydraulisch verbonden gebieden. Deze gegevens omvatten minimaal de volgende intrinsieke kenmerken met betrekking tot het opslagcomplex:

- a) geologie en geofysica;
- b) hydrogeologie (met name de aanwezigheid van voor consumptie bestemd grondwater);
- c) engineering van het reservoir (onder meer volumetrische berekening van het poriënvolume met het oog op koolstofdioxide-injectie en uiteindelijke opslagcapaciteit);
- d) geochemie (oplossnelheid, mineraliseringssnelheid);
- e) geomechanica (permeabiliteit, breukspanning);
- f) seismische activiteit;
- g) aanwezigheid van natuurlijke en door de mens veroorzaakte lekroutes, met inbegrip van bronnen en boorgaten die kunnen leiden tot lekkage, en de toestand van deze routes.

De volgende kenmerken van de omgeving van het opslagcomplex dienen te worden gedocumenteerd:

- h) domeinen die het opslagcomplex omringen waarvoor de opslag van koolstofdioxide in de opslaglocatie gevolgen kan hebben;
- i) bevolkingsspreiding in de regio boven de opslaglocatie;
- j) nabijheid van waardevolle natuurlijke rijkdommen (met name onder meer de speciale beschermingszones overeenkomstig het decreet van 21 oktober 1997 betreffende het natuurbehoud en het natuurlijk milieu, drinkbaar grondwater en koolwaterstoffen);
- k) activiteiten in de omgeving van het opslagcomplex en mogelijke interactie met deze activiteiten (bijvoorbeeld opsporing, winning en opslag van koolwaterstoffen, geothermisch gebruik van waterhoudende grondlagen en gebruik van ondergrondse waterreserves);
- l) nabijheid van de voor opslag in overweging genomen potentiële koolstofdioxidebronnen (inclusief raming van de totale potentiële massa van koolstofdioxide die economisch beschikbaar is voor opslag) en van adequate vervoersnetwerken.

**Fase 2 - Opbouw van het driedimensionaal statisch geologisch model**

Met de in fase 1 verzamelde gegevens wordt een driedimensionaal statisch geologisch model, of worden een reeks modellen van het kandidaat-opslagcomplex, met inbegrip van de afdichtende laag en de hydraulisch verbonden gebieden en vloeistoffen, opgebouwd met computersimulaties van reservoirs. Met die statische geologische modellen wordt een opslagcomplex gekarakteriseerd in termen van:

- a) de geologische structuur van de fysische insluiting;
- b) de geomechanische, geochemische en stroomtechnische kenmerken van het reservoir, van de bovenliggende lagen (afdichtende laag, afdichtingen, poreuze en ondoordringbare horizonts) en van de omliggende formaties;

- c) karakterisering van het breukensysteem en de aanwezigheid van door de mens gemaakte routes;
- d) oppervlakte en hoogte van het opslagcomplex;
- e) volume van de poriënruimte (inclusief de verdeling van de porositeit);
- f) uitgangssituatie van de waterdistributie;
- g) andere relevante kenmerken.

De onzekerheid op het gebied van de afzonderlijke parameters die worden gebruikt om het model te ontwerpen, wordt ingeschat door voor elke parameter een reeks scenario's uit te werken en de desbetreffende betrouwbaarheidsgrenzen te berekenen. Ook de onzekerheid op het gebied van het model als geheel moet worden ingeschat.

### **Fase 3 - Karakterisering van het dynamisch opslaggedrag, karakterisering van de gevoeligheid, risicobeoordeling**

De karakterisering en de beoordeling worden gebaseerd op een dynamische modellering, die een reeks timestep-simulaties van koolstofdioxide-injecties in de opslaglocatie omvat en waarbij gebruik wordt gemaakt van het statische geologische model voor de in de tweede fase ontworpen computersimulatie van het opslagcomplex.

#### **Fase 3.1 - Karakterisering van het dynamisch opslaggedrag**

Ten minste de volgende elementen worden in de beschouwing betrokken:

- a) mogelijke injectiesnelheden en koolstofdioxidestroomkenmerken;
- b) de efficiëntie van de modellering van gekoppelde processen (d.w.z. de manier waarop verschillende afzonderlijke effecten in de simulator op elkaar inwerken);
- c) reactieve processen (d.w.z. de manier waarop het model terugkoppelt op reacties van het geïnjecteerde koolstofdioxide met mineralen in situ);

- d) de gebruikte simulator van het reservoir (om bepaalde bevindingen te valideren, moeten wellicht meerdere simulaties worden gebruikt);
- e) korte- en langetermijnsimulaties (om het gedrag van het koolstofdioxide te bestuderen in een tijdsbestek van decennia, dan wel millennia, inclusief de oplossnelheid van koolstofdioxide in water).

De dynamische modellering moet een inzicht geven in:

- f) druk en temperatuur van de opslagformatie afgezet tegen de injectiesnelheid en de in de tijd geaccumuleerde injectiehoeveelheid;
- g) oppervlakte en hoogte van de koolstofdioxideformatie versus tijd;
- h) aard van de koolstofdioxidestroom in het reservoir, inclusief fasegedrag;
- i) koolstofdioxide-insluitingsmechanismen en -snelheden (inclusief overlooppunten en laterale en verticale afsluitingen);
- j) omliggende opslagformaties in het geheel van het opslagcomplex;
- k) opslagcapaciteit en drukgradiënten in de opslaglocatie;
- l) het risico van het doorbreken van de opslagformatie(s) en de afsluitende laag;
- m) het risico dat koolstofdioxide in de afdichtende laag binnendringt;
- n) het risico van lekkage uit de opslaglocatie (bijvoorbeeld via verlaten of niet goed afgesloten putten);
- o) het migratietempo (in niet-begrensde reservoirs);
- p) afdichtingssnelheden bij breuken;
- q) wijzigingen van de vloeistofchemie in formatie(s) en daaruit voortkomende reacties (bijvoorbeeld wijziging van de pH, vorming van mineralen) en integratie van reactieve modellering om de effecten in te schatten;

r) verplaatsing van vloeistoffen in de opslagformatie;

s) toegenomen seismische activiteit en landhoogte aan de oppervlakte.

### Fase 3.2 - Karakterisering van de gevoeligheid

Er moeten meerdere simulaties worden uitgevoerd ter bepaling van de gevoeligheid van de simulaties aan aannamen voor specifieke parameters. Daarbij worden de parameters in het statische geologische model van de opslaglocatie gewijzigd, alsook de snelheidsaannamen en de aannamen bij de dynamische modellering. Bij de risico-evaluatie wordt rekening gehouden met elke significante gevoeligheid.

### Fase 3.3 - Risicobeoordeling

De risicobeoordeling omvat onder meer:

#### 3.3.1 Karakterisering van de gevaren

De karakterisering van de gevaren gebeurt op grond van een inschatting van het lekkagerisico voor het opslagcomplex, als bepaald via de hierboven beschreven dynamische modellering en karakterisering van de veiligheid. Daarbij wordt onder meer gekeken naar:

- a) potentiële lekroutes;
- b) potentiële omvang van lekkages voor welbepaalde lekroutes (stroomsnelheden);
- c) kritische parameters die het lekkagepotentieel beïnvloeden (bijvoorbeeld maximale reservoirdruk, maximale injectiesnelheid, temperatuur, gevoeligheid aan de verschillende aannamen in het statische geologische model enzovoort);
- d) secundaire effecten van de opslag van koolstofdioxide, zoals weggedrukte vloeistoffen in de formatie en nieuwe verbindingen die bij de opslag van koolstofdioxide worden gevormd;
- e) andere factoren die een gevaar kunnen vormen voor de volksgezondheid of het milieu

(bijvoorbeeld fysieke structuren in verband met het project).

De karakterisering van de gevaren verloopt voor de volledige reeks potentiële bedrijfsomstandigheden waarbij de veiligheid van het opslagcomplex wordt getest.

3.3.2 Evaluatie van de blootstelling gebaseerd op de kenmerken van het milieu en de spreiding en de activiteiten van de menselijke bevolking boven het opslagcomplex, en het potentiële en toekomstige gedrag van koolstofdioxidelekken via de in fase 3.3.1 geïdentificeerde potentiële lekroutes;

3.3.3 Evaluatie van de effecten – gebaseerd op de gevoeligheid van bepaalde soorten, gemeenschappen of habitats voor potentiële lekkage-incidenten als geïdentificeerd in fase 3.3.1. Wanneer relevant worden ook de effecten van blootstelling aan verhoogde koolstofdioxideconcentraties in de biosfeer in rekening gebracht (inclusief bodems, mariene sedimenten en water bij de zeebodem (asfyxiatie, hypercapnia enzovoort) en verlaagde pH in dergelijke omgevingen ten gevolge van weglekkend koolstofdioxide). Dit omvat ook een beoordeling van de effecten van andere stoffen die aanwezig kunnen zijn in de ontsnappende koolstofdioxidestromen (hetzij de in de oorspronkelijke injectiestroom aanwezige onzuiverheden, hetzij nieuwe verbindingen die bij de opslag van koolstofdioxide zijn ontstaan). Deze effecten worden nader bekeken op diverse schalen van ruimte en tijd en er wordt gekeken naar de onderscheiden grootteordes van lekkage-incidenten.

3.3.4 Karakterisering van de risico's – Dit omvat een evaluatie van de veiligheid en integriteit van de locatie op korte en lange termijn, met inbegrip van een beoordeling van het lekkagerisico onder de voorgestelde exploitatieomstandigheden en de effecten op milieu en volksgezondheid in het worstcasescenario. De karakterisering van de risico's wordt uitgevoerd op basis van de karakterisering van de gevaren en de evaluatie van de blootstelling en de effecten. Zij omvat een beoordeling

van de bronnen van onzekerheid die tijdens de karakteriseringsfases en de beoordeling van de opslaglocatie zijn vastgesteld en, indien haalbaar, een beschrijving van de mogelijkheden om de onzekerheid te verminderen.

Gezien om gevoegd te worden bij het decreet betreffende de diepe ondergrond.

Brussel, 8 mei 2009

De minister-president van de Vlaamse Regering,

Kris Peeters

De Vlaamse minister van Openbare Werken, Energie,  
Leefmilieu en Natuur,

Hilde Crevits

---

**BIJLAGE II****CRITERIA VOOR DE VASTSTELLING EN ACTUALISERING VAN HET IN ARTIKEL 48 BEDOELDE MONITORINGSPLAN EN VOOR DE MONITORING IN DE PERIODE NA AFSLUITING****1. Vaststelling en actualisering van het monitoringsplan**

Het in artikel 48 bedoelde monitoringsplan wordt vastgesteld overeenkomstig de in fase 3 van bijlage I uitgevoerde risicoanalysebeoordeling, en geactualiseerd teneinde te voldoen aan de monitoringseisen van artikel 48, met gebruikmaking van de volgende criteria:

**1.1 Vaststelling van het plan**

Het monitoringsplan bevat nadere gegevens betreffende de monitoring die moet gebeuren in de voornaamste fasen van het project, inclusief de monitoring in de voorbereidingsperiode, de exploitatieperiode en de periode na afsluiting. In elke fase worden de volgende elementen gespecificeerd:

- a) de gemonitorde parameters;
- b) de gebruikte monitoringstechnologie en een rechtvaardiging voor de keuze van die technologie;
- c) de plaatsen waar wordt gemonitord en de redenen voor die ruimtelijke verdeling;
- d) de monitoringsfrequentie en de redenen voor die spreiding in de tijd.

De te monitoren parameters worden zo gekozen dat zij de monitoringsdoeleinden dienen. Het monitoringsplan moet echter in ieder geval de continue of periodieke monitoring omvatten van de volgende items:

- e) de vluchtige emissie van koolstofdioxide aan de injectiefaciliteit;
- f) de volumetrische koolstofdioxidestroom in de injectieboorputten;
- g) de koolstofdioxidedruk en -temperatuur in de injectieboorputten (om de massastroom te bepalen);

- h) de chemische analyse van het geïnjecteerde materiaal;
- i) temperatuur en druk van het reservoir (om het fasegedrag van het koolstofdioxide en de fase-toestand te bepalen).

De keuze van de monitoringstechnologie wordt gebaseerd op de beste praktijken die op het tijdstip van ontwerp beschikbaar zijn. De volgende opties worden nader bekeken en naar gelang van de behoeften gebruikt:

- j) technologieën die het mogelijk maken het bestaan, de plaats en de migratieroutes van koolstofdioxide in de ondergrond en aan de oppervlakte te detecteren;
- k) technologieën die informatie kunnen opleveren over het druk-volume-gedrag en de distributie van saturatie in horizontale en verticale richting van de koolstofdioxidepluim, meer bepaald ter verfijning van de numerieke 3D-simulatie op de 3D-geologische modellen van de opslagformatie als uitgewerkt overeenkomstig artikel 39 en bijlage I;
- l) technologieën die een brede zonale spreiding mogelijk maken teneinde informatie te verzamelen over eventueel vroeger over het hoofd geziene potentiële lekroutes in het geheel van het gebied van het opslagcomplex en de omgeving daarvan, in het geval van belangrijke onregelmatigheden of de migratie van koolstofdioxide uit het opslagcomplex.

**1.2 Actualisering van het plan**

De bij de monitoring verzamelde gegevens worden bijeengebracht en geïnterpreteerd. De resultaten van de waarnemingen worden vergeleken met het gedrag dat werd voorspeld in de dynamische simulatie van het 3D-druk-volume- en saturatiegedrag, uitgevoerd in de context van de karakterisering van de veiligheid overeenkomstig artikel 39 en bijlage I, fase 3.

Wanneer er een aanzienlijke afwijking wordt geconstateerd tussen het waargenomen en het voorspelde gedrag wordt het 3D-model opnieuw geijkt met het oog op een betere weergave van het reële gedrag. Die herijking wordt gebaseerd op de gegevenswaarneming van het monitoringsplan. Waar nodig om het vertrouwen in de bij de herijking gebruikte aannamen te versterken, worden aanvullende gegevens verzameld.

Fase 2 en 3 van bijlage I worden herhaald met gebruikmaking van het (de) herijkte 3D-model(len) ten einde nieuwe gevarensenario's en fluxen te genereren en de risicobeoordeling te herzien en te actualiseren.

Wanneer nieuwe koolstofdioxidebronnen, lekroutes en fluxen of waargenomen significante afwijkingen van eerdere beoordelingen worden vastgesteld als resultaat van de verwerking van waarnemingen en de herijking van modellen, wordt het monitoringsplan dienovereenkomstig geactualiseerd.

## 2. Monitoring in de periode na afsluiting

De monitoring in de periode na afsluiting wordt gebaseerd op de informatie die is ingezameld en in een model gegoten is tijdens de tenuitvoerlegging van het monitoringsplan als bedoeld in artikel 48, en hierboven in punt 1.2 van deze bijlage. De monitoring in de periode na afsluiting wordt vooral gebruikt om de informatie te verkrijgen die nodig is voor de vaststelling van het in artikel 53 bedoelde besluit.

Gezien om gevoegd te worden bij het decreet betreffende de diepe ondergrond.

Brussel, 8 mei 2009

De minister-president van de Vlaamse Regering,

Kris Peeters

De Vlaamse minister van Openbare Werken, Energie,  
Leefmilieu en Natuur,

Hilde Crevits

## TRADUCTION

## AUTORITE FLAMANDE

F. 2009 — 2548 (2009-2365)

[C - 2009/35673]

## 8 MAI 2009. — Décret concernant le sous-sol profond. — Erratum

Au *Moniteur belge* du 6 juillet 2009 le décret susmentionné a été publié aux pages 45942 et suivantes.

Le décret a cependant été publié sans les annexes, qui font partie intégrante du décret.

Ci-après sont publiées les annexes.

ANNEXE I<sup>re</sup>

**LES CRITERES VISES A L'ARTICLE 39 POUR LA CARACTERISATION ET L'EVALUATION DU COMPLEXE POTENTIEL DE STOCKAGE ET DE LA ZONE ENVIRONNANTE**

La caractérisation et l'évaluation visées à l'article 39 du complexe potentiel de stockage et de la zone environnante sont exécutées en trois phases, conformément aux pratiques optimales existantes au moment de l'évaluation et aux critères suivants. Des dérogations à l'un ou à plusieurs de ces critères peuvent être autorisées par le Gouvernement flamand à condition que l'exploitant ait démontré que cela ne nuit pas à la capacité d'indiquer des sites de stockage appropriés conformément à l'article 39, par le biais de la caractérisation et de l'évaluation.

Phase 1 – Collecte des données

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

- a) géologie et géophysique;
- b) hydrogéologie (en particulier, l'existence d'aquifères destinés à la consommation);
- c) ingénierie du réservoir (entre autres, le calcul volumétrique du volume des vides pour l'injection du dioxyde de carbone et la capacité finale de stockage);
- d) géochimie (vitesse de dissolution, vitesse de minéralisation);
- e) géomécanique (perméabilité, pression de fracture);
- f) sismicité;
- g) la présence des voies de passage naturelles ou créées par l'homme, y compris les puits et les trous de forage qui pourraient donner lieu à des fuites, et l'état de ces chemins de fuite.

Les caractéristiques suivantes des alentours du complexe de stockage doivent être documentées :

- h) les domaines entourant le complexe de stockage susceptibles d'être affectés par le stockage du dioxyde de carbone dans le site de stockage;
- i) la répartition de la population dans la région au-dessous de laquelle se situe le site de stockage;
- j) la proximité de ressources naturelles précieuses (notamment, entre autres, les zones de protection spéciales, conformément au décret du 21 octobre 1997 concernant la conservation de la nature et le milieu naturel, les aquifères d'eau potable et les hydrocarbures);
- k) les activités dans les environs du complexe de stockage et l'éventuelle interaction avec ces activités (par exemple, la recherche, l'extraction et le stockage d'hydrocarbures, l'exploitation géothermique des aquifères et l'utilisation de réserves d'eau souterraines);
- l) la proximité de sources potentielles de dioxyde de carbone pouvant faire l'objet d'un stockage (y compris l'estimation de la totalité de la masse potentielle de dioxyde de carbone qui est économiquement disponible pour stockage) et des réseaux de transport appropriés.

Phase 2 – Elaboration du modèle géologique tridimensionnel statique

À l'aide des données collectées en phase 1, on élabore un ou une série de modèles géologiques tridimensionnels statiques du complexe de stockage proposé, incluant la roche couverture et les zones communiquant par des phénomènes hydrauliques, et ce, en utilisant des simulateurs de réservoirs sur ordinateur. Ces modèles géologiques statiques permettent de caractériser le complexe de stockage en termes de :

- a) structure géologique du piège naturel;
- b) propriétés géomécaniques, géochimiques et propriétés d'écoulement du réservoir, des strates supérieures (roche couverture, formations étanches, horizons poreux et perméables) et des formations environnantes;
- c) caractérisation du système de fractures et présence de voies de passage créées par l'homme;
- d) superficie et hauteur du complexe de stockage;
- e) volume des vides (répartition de la porosité incluse);
- f) situation de référence de la distribution d'eau;
- g) autres caractéristiques pertinentes.

L'incertitude associée à chacun des paramètres utilisés pour concevoir le modèle sera évaluée par le biais d'une série de scénarios élaborés pour chaque paramètre et du calcul des coefficients de probabilité correspondants. L'incertitude éventuellement associée au modèle proprement dit devra également être évaluée.

Phase 3 – Caractérisation du comportement de stockage dynamique, caractérisation de la sensibilité, évaluation des risques

La caractérisation et l'évaluation reposent sur une modélisation dynamique comprenant des simulations d'injection de dioxyde de carbone à divers intervalles de temps dans le site de stockage, et ce, à l'aide du modèle géologique statique conçu en phase 2 pour la simulation sur ordinateur du complexe de stockage.

Phase 3.1 – Caractérisation du comportement de stockage dynamique

La considération comprend au moins les éléments suivants :

- a) les débits d'injection possibles et les propriétés du flux de dioxyde de carbone;
- b) l'efficacité de la modélisation des processus couplés (c'est-à-dire la façon dont divers effets séparés interagissent dans le simulateur);
- c) processus réactifs (c'est-à-dire la façon dont les réactions du dioxyde de carbone injecté avec les minéraux in situ sont intégrées dans le modèle);
- d) le simulateur de réservoir utilisé (plusieurs simulateurs peuvent s'avérer nécessaires pour valider certaines observations);

e) les simulations à court et à long terme (afin d'étudier le comportement du dioxyde de carbone au cours des décennies ou des millénaires, y compris la vitesse de dissolution du dioxyde de carbone dans l'eau).

La modélisation dynamique fournira 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 formation de dioxyde de carbone en fonction du temps;

h) la nature du débit de dioxyde de carbone dans le réservoir, ainsi que le comportement des phases;

i) les mécanismes et les vitesses de piégeage du dioxyde de carbone (y compris les points de débordement et les formations étanches latérales et verticales);

j) les formations de stockage environnantes 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 de la (des) formation(s) de stockage et de la roche couverture;

m) le risque de pénétration du dioxyde de carbone 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) le taux 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 la(es) formation(s) (par ex., la 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.

Phase 3.2 – Caractérisation de la sensibilité

De multiples simulations devront être réalisées pour déterminer leur sensibilité aux hypothèses posées concernant certains paramètres. Dans ce contexte, les paramètres utilisés dans le modèle géologique statique du site de stockage, ainsi que les hypothèses de vitesse et de modélisation dynamique sont modifiés. Lors de l'évaluation des risques, toute sensibilité significative doit être prise en compte.

Phase 3.3 – Evaluation des risques

L'évaluation des risques comprend entre autres :

3.3.1 La caractérisation des dangers

La caractérisation des dangers s'appuie sur une estimation du risque de fuite à partir du complexe de stockage, comme établi par la modélisation dynamique et la caractérisation de la sécurité décrites ci-dessus. À cet effet, les aspects suivants devront, entre autres, être pris en considération :

a) les chemins de fuite potentiels;

b) l'ampleur potentielle des fuites pour les chemins de fuite recensés (débits des flux);

c) les paramètres critiques qui influencent le potentiel de fuite (par exemple, la pression maximale du réservoir, le débit maximal d'injection, la température, la sensibilité du modèle géologique statique aux diverses hypothèses, etc.);

d) les effets secondaires du stockage de dioxyde de carbone, notamment les déplacements des fluides contenus dans les formations et les nouveaux composés créés par le stockage du dioxyde de carbone;

e) tout autre facteur pouvant représenter un danger pour la santé publique ou pour l'environnement (par exemple, les structures physiques associées au projet);

La caractérisation des dangers couvre toute la série de conditions d'exploitation potentielles permettant de tester la sécurité du complexe de stockage.

3.3.2 L'évaluation de l'exposition basée sur les caractéristiques de l'environnement, sur la répartition et les activités de la population humaine vivant au-dessus du complexe de stockage, ainsi que sur le comportement potentiel et futur du dioxyde de carbone s'échappant par les chemins de fuite potentiels de CO<sub>2</sub> identifiés dans la phase 3.3.1;

3.3.3 L'évaluation des effets basée sur la sensibilité de certaines espèces, de communautés ou d'habitats particuliers, aux fuites potentielles envisagées à la phase 3.3.1.

Le cas échéant, il convient également de tenir compte des effets d'une exposition à des concentrations accrues de dioxyde de carbone 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 dioxyde de carbone). L'évaluation portera également sur les effets d'autres substances éventuellement présentes dans les flux de dioxyde de carbone qui s'échappent (impuretés présentes dans le flux d'injection ou nouveaux composés créés par le stockage du CO<sub>2</sub>). Ces effets seront étudiés par rapport à différentes échelles temporelles et spatiales, et ils seront associés à des fuites d'ampleur variables.

3.3.4 Caractérisation des risques – Elle comprend une évaluation de la sécurité et de l'intégrité du site à court et à long terme, ainsi qu'une évaluation du risque de fuite dans les conditions d'exploitation proposées et des conséquences sanitaires et environnementales dans le pire des scénarios. La caractérisation des risques est fondée sur la caractérisation des dangers et sur l'évaluation de l'exposition et de ses effets. Elle comprend une évaluation des sources d'incertitude identifiées au cours des phases de caractérisation et d'évaluation du site de stockage et, si les circonstances le permettent, une description des possibilités de réduction de l'incertitude.

Vu pour être annexé au décret concernant le sous-sol profond.

Bruxelles, le 8 mai 2009.

Le ministre-président du Gouvernement flamand,  
K. PEETERS

Le ministre flamand des Travaux publics, de l'Énergie, de l'Environnement et de la Nature,  
H. CREVITS

## ANNEXE II

**CRITERES POUR L'ETABLISSEMENT ET LA MISE A JOUR DU PLAN DE SURVEILLANCE VISE A L'ARTICLE 48, AINSI QUE POUR LA SURVEILLANCE POSTFERMETURE**

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

Le plan de surveillance visé à l'article 48 est établi conformément à l'évaluation de l'analyse des risques effectuée en phase 3 de l'annexe I<sup>re</sup>, et mis à jour afin de satisfaire les exigences de surveillance énoncées à l'article 48, en fonction des critères suivants :

## 1.1 Etablissement du plan

Le plan de surveillance détaille la surveillance qui doit être exercée au cours des principales phases du projet, incluant la surveillance en période de préparation, la surveillance en période d'exploitation et la surveillance postfermeture. Les éléments suivants sont précisés pour chaque phase :

- a) les paramètres faisant l'objet de la surveillance;
- b) La technologie de surveillance employée et une justification pour le choix de cette technologie;
- c) les lieux de surveillance et la justification de cet échantillonnage spatial;
- d) la fréquence de la surveillance et la justification de cet échantillonnage temporel.

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

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

Le choix de la technologie de surveillance s'appuie sur les meilleures techniques disponibles au moment de la conception. Les options suivantes sont envisagées et le cas échéant retenues.

j) les technologies permettant de détecter la présence, la localisation et les voies de migration du dioxyde de carbone dans les formations souterraines et en surface;

k) les technologies fournissant des informations sur le comportement pression-volume et la distribution de saturation verticale et horizontale du panache de dioxyde de carbone, plus spécifiquement, afin d'ajuster la simulation numérique 3D aux modèles géologiques 3D de la formation de stockage conçus conformément à l'article 39 et à l'annexe I<sup>re</sup>;

l) les technologies permettant d'obtenir une large couverture zonale afin de recueillir des informations sur d'éventuels chemins de fuite antérieurement non repérés, et ce, dans toute la zone du complexe de stockage et de ses environs, en cas d'irrégularités notables ou de migration de dioxyde de carbone en dehors du complexe de stockage.

## 1.2 Mise à jour du plan

Les données recueillies lors de la surveillance doivent être 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 39 et à l'annexe I<sup>re</sup>, phase 3.

En cas d'écart important entre le comportement observé et le comportement prévu, le modèle 3D sera recalé pour rendre compte du comportement observé. Ce recalage s'appuiera sur les observations effectuées à partir du plan de surveillance. Là où cela s'avérera nécessaire pour renforcer la fiabilité des hypothèses de recalage, des données supplémentaires seront recueillies.

Les phases 2 et 3 de l'annexe I<sup>re</sup> seront réitérées en faisant usage du ou des modèles 3D recalés afin de générer de nouveaux scénarios de dangers et de nouveaux débits et afin de réviser et d'actualiser l'évaluation des risques.

Lorsque la corrélation historique (le traitement des observations) et le recalage des modèles permettent de mettre en évidence de nouvelles sources de dioxyde de carbone et de nouveaux chemins de fuite et débits, le plan de surveillance doit être actualisé en conséquence.

## 2. Surveillance postfermeture

La surveillance postfermeture sera basée sur les informations recueillies et modélisées durant la mise en œuvre du plan de surveillance visé à l'article 48, et ci-dessus, au point 1.2 de la présente annexe. La surveillance postfermeture servira essentiellement à fournir les renseignements nécessaires à l'établissement de l'arrêté visé à l'article 53.

Vu pour être annexé au décret concernant le sous-sol profond.

Bruxelles, le 8 mai 2009.

Le ministre-président du Gouvernement flamand,  
K. PEETERS

Le ministre flamand des Travaux publics, de l'Energie, de l'Environnement et de la Nature,  
H. CREVITS