



OD Seismologie & Gravimetrie  
Koninklijke Sterrenwacht van België (KSB)  
<http://www.seismologie.be>

DO Séismologie & Gravimétrie  
Observatoire Royal de Belgique (ORB)  
<http://www.seismologie.be>

## 1. Nucleaire installaties in België

België telt vier belangrijke nucleaire sites (Fig. 1):

- De kerncentrales van **Doel** en **Tihange**.
- **Fleurus**, waar het Nationaal Instituut voor Radio-Elementen (IRE) gehuisvest is, dat radioactieve isotopen aanmaakt voor gebruik in onder meer de geneeskunde.
- **Mol-Dessel**, met het StudieCentrum voor Kernenergie (SCK), Belgonucleaire (aanmaak van nucleaire brandstof) en Belgoproces (verwerking en tijdelijke opslag van nucleair afval, ontmanteling van stilgelegde nucleaire faciliteiten).

## 2. Seismische gevarenkans

Het toezicht op de veiligheid van deze nucleaire installaties gebeurt door het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle (FANC). Aardbevingsrisico is een belangrijke factor waarmee bij het ontwerp en de exploitatie van deze installaties rekening moet worden gehouden. Hiervoor berekenen seismologen de **seismische gevarenkans** (zie uitleg onderaan). Hierbij wordt het maximale grondbewegingsniveau berekend dat ééns in een bepaalde periode kan voorkomen. De lengte van deze zgn. **terugkeerperiode** wordt gekozen in functie van het potentiële gevaar. Waar voor gewone gebouwen meestal gerekend wordt voor een terugkeerperiode van 475 jaar, wordt voor kerncentrales een veel langere terugkeerperiode beschouwd, minstens **10.000 jaar** (Fig. 2). Ingenieurs kunnen dan de constructie ontwerpen of aanpassen om aan het maximaal verwachte grondbewegingsniveau te weerstaan.

## 3. Studies door de KSB

De KSB heeft de voorbije jaren verschillende studies uitgevoerd die verband houden met de nucleaire veiligheid. Hierbij werd telkens uitgegaan van de meest recente gegevens en inzichten over aardbevingen in en rond België, en van de nieuwste berekeningsmethodes, waarmee zoveel mogelijk onzekerheden in rekening worden gebracht.

### 3.1 Opslag nucleair afval (cAt project)

Eén van de belangrijkste studies betreft de toekomstige opslagplaats voor kortlevend laag- en middelactief nucleair afval (zgn. Categorie A-afval) in Mol-Dessel in opdracht van de Nationale Instelling voor Radioactief Afval en Verrijkte Splijtstoffen (NIRAS). Dit afval zal in betonnen modules aan de aardoppervlakte geborgen worden, die later onder een permanente deklaag begraven zullen worden en als heuvels van ongeveer 20 meter hoog zullen overblijven in het landschap (Fig. 3). Deze studie nadert de eindfase, waarna met de bouw zal gestart worden. Meer informatie over het cAt-project is terug te vinden op <http://www.niras-cat.be>.

### 3.2 Belgische stress tests (BEST)

Na de nucleaire ramp met de kernreactor van Fukushima in Japan ten gevolge van de zware aardbeving en tsunami op 11 maart 2011, besliste de Europese Commissie om alle kerncentrales in Europa te onderwerpen aan een "stress test". In het kader van de Belgische stress tests (BEST) voerde de KSB op zeer korte termijn nieuwe berekeningen uit voor de kerncentrales van Doel (Fig. 4) en Tihange in opdracht van de exploitant. Hierbij werd de methodiek gebruikt die we eerder ontwikkelden voor het cAt-project. Dit was de eerste volwaardige herziening van het aardbevingsrisico voor de kerncentrales sinds de bouw ervan in de jaren '70. Onze kennis over aardbevingen, evenals de berekeningstechnieken, zijn ondertussen sterk geëvolueerd, wat de opportuniteit van de Belgische stress tests aantoont. De rapporten over de stress tests zijn beschikbaar op de website van het FANC (<http://www.fanc.be>).

Ondertussen werkt de KSB aan een vervolgstudie voor de kerncentrales, waarbij de nieuwste ontwikkelingen op het vlak van de seismische gevarenkans zullen toegepast worden.

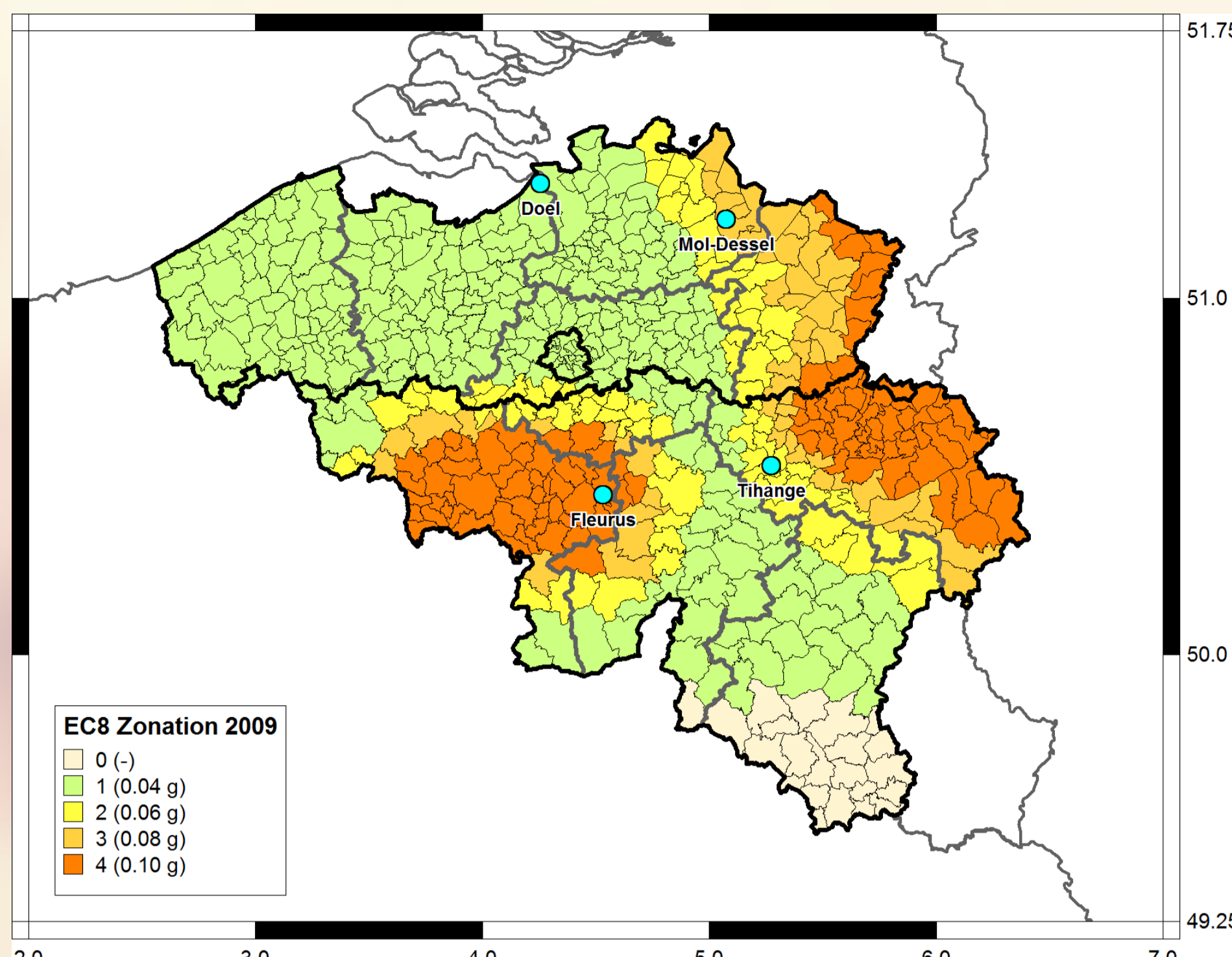


Fig. 1 - Ligging van de belangrijkste nucleaire sites in België. De achtergrondkleuren komen overeen met de seismische zonerings volgens de Belgische nationale bijlage bij Eurocode 8. Emplacement des sites nucléaires importants en Belgique. Les couleurs de fond représentent le zonage sismique de la Belgique pour l'application de l'Eurocode 8

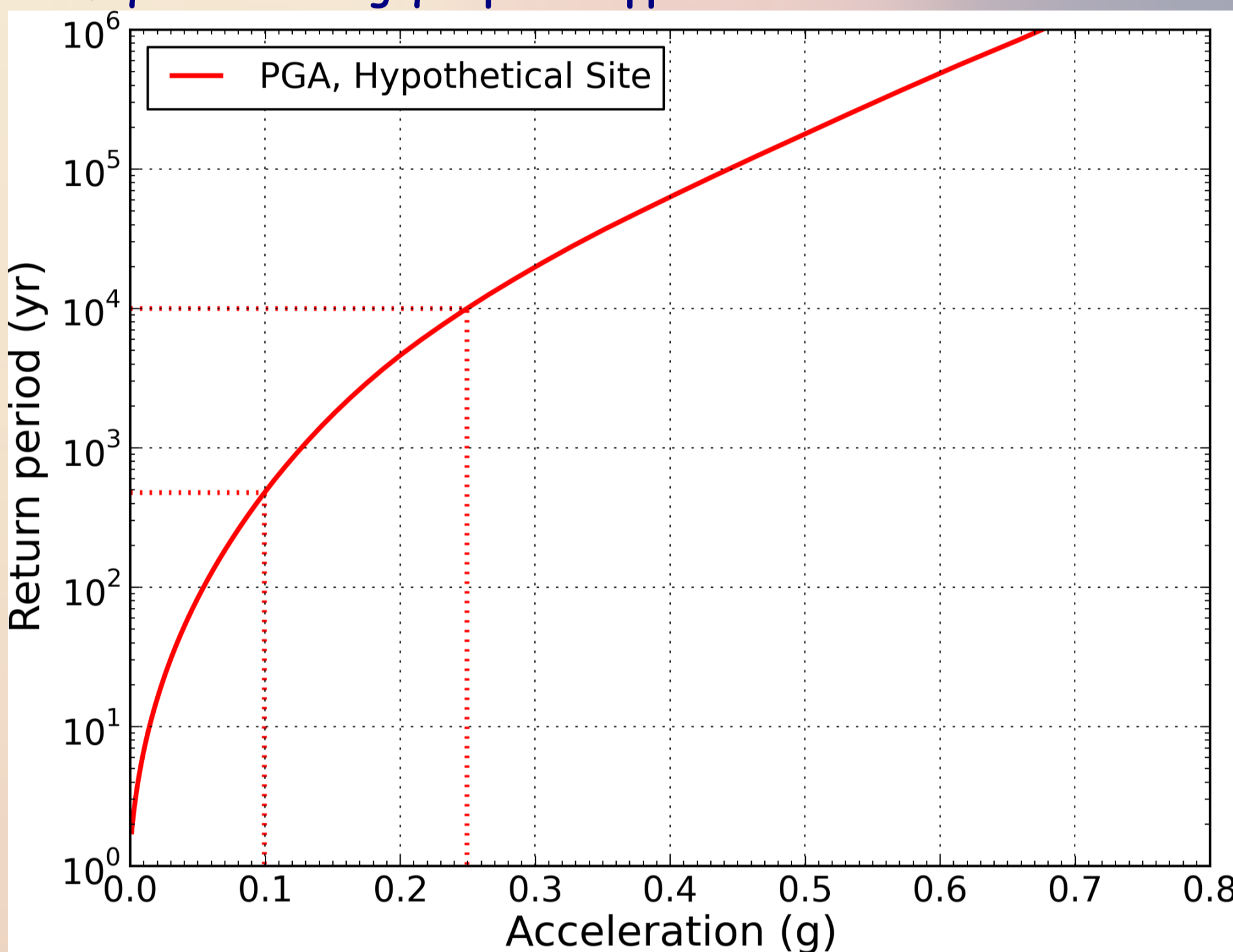


Fig. 2 - Seismische gevarenkans voor een hypothetische site. Voor een terugkeerperiode van 475 jaar bedraagt de maximale piekgrondversnelling 10% van de valversnelling g, voor een terugkeerperiode van 10.000 jaar is dit 25% van g. Aléa sismique pour un site hypothétique. Pour une période de retour de 475 ans, l'accélération horizontale maximale du sol est de 10% de g, l'accélération de la pesanteur, et pour une période de retour de 10.000 ans, elle atteint 25% de g

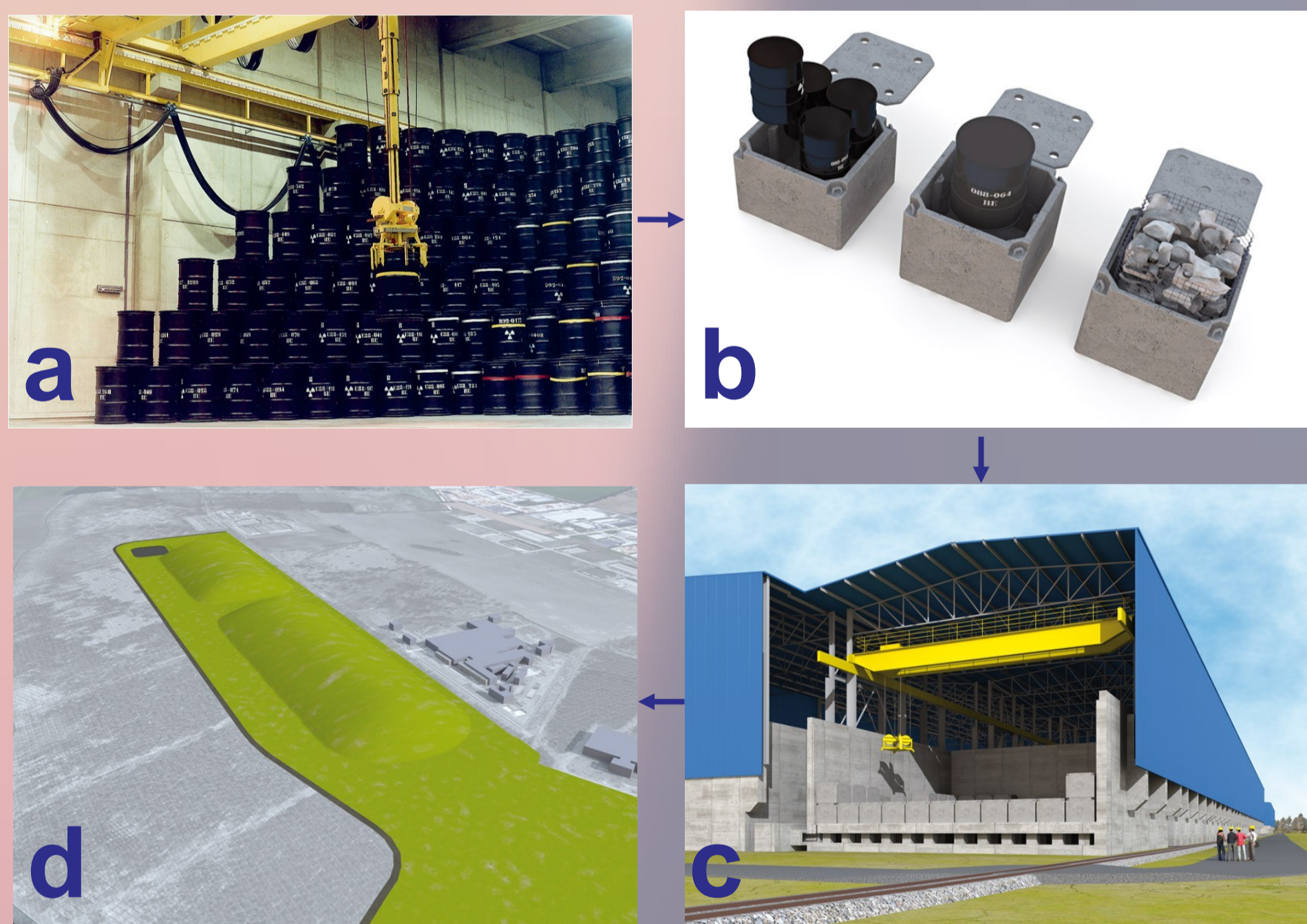


Fig. 3 - Concept voor de berging van categorie A-afval in Mol-Dessel: (a) Huidige opslag van radioactief afval in metalen vaten; (b) Inkapseling van afvalvaten per vier in betonnen monoliet; (c) Stapeling van monolieten in de bergingsmodule (betonnen bunker); (d) Begraving van de bergingsmodules onder een permanente deklaag van natuurlijke materialen en folies. Bron: NIRAS. Concept pour le stockage des déchets nucléaires de catégorie A- à Mol-Dessel: (a) Entreposage des déchets nucléaires dans des fûts de métal; (b) Encapsulation des fûts par 4 dans des caissons bétonnés; (c) Entreposage des caissons dans le module de stockage (bunker en béton); (d) Recouvrement du module de stockage sous des matériaux naturels. Sources : ONDRAF



Fig. 4 - De kerncentrale van Doel. / La centrale nucléaire de Doel

## 1. Installations nucléaires en Belgique

La Belgique compte 4 sites nucléaires importants. (Fig. 1):

- Les centrales nucléaires de **Doel** et **Tihange**.
- **Fleurus**, où est implanté l'Institut National des Radio-éléments (IRE) qui fabrique les isotopes radioactifs utilisés entre autres en médecine.
- **Mol-Dessel**, avec le centre d'étude pour l'énergie nucléaire (CEN), Belgonucleaire (production du combustible nucléaire) et Belgoproces (traitement et entreposage temporaire des déchets nucléaires, et démantèlement des équipements nucléaires).

## 2. Aléa sismique

La surveillance de la sécurité de ces installations nucléaires est assurée par l'agence fédérale pour le contrôle nucléaire (AFCN). Le risque de séisme est un facteur important qui doit être pris en compte lors du projet et l'exploitation de ces installations. Les seismologues calculent l'**aléa sismique** (cf: le document ci-dessous). Pour cela ils évaluent le mouvement maximal du sol pouvant se produire durant une certaine période de temps choisie en fonction du danger potentiel. Là, ou pour les bâtiments ordinaires, il est calculé le plus souvent pour une période de retour de 475 ans, pour les centrales nucléaires, on considère une plus longue période de retour: au moins **10.000 ans** (Fig. 2). Les ingénieurs peuvent alors concevoir ou adapter la construction pour qu'elle résiste à ce niveau de mouvement du sol maximal.

## 3. Etudes par l'ORB

Ces dernières années, l'ORB a effectué différentes études liées à la sécurité nucléaire. Chaque fois, les connaissances les plus récentes au sujet des séismes en et autour de la Belgique ont été prises en compte. Pour tenir compte de toutes les incertitudes, les méthodes de calcul les plus récentes ont été utilisées.

### 3.1 Stockage des déchets nucléaires (projet cAt)

Une de ces études concerne le futur site d'entreposage des déchets nucléaires à courte durée de vie peu ou moyennement actifs (dits de catégorie A) à Mol-Dessel pour l'Organisme National des Déchets Radioactifs et des matières Fissiles enrichies (ONDRAF). Ces déchets seront d'abord stockés à la surface du sol dans un module de béton qui sera ensuite enterré sous une chape permanente. Les collines ainsi créées (environ de 20 mètres de haut) resteront dans le paysage (Fig. 3). Cette étude est dans sa phase finale, après laquelle la construction pourra commencer. Pour plus d'information au sujet du projet cAt, consultez le site <http://www.niras-cat.be>.

### 3.2 Stress tests belges (BEST)

Après la catastrophe nucléaire de Fukushima au Japon suite au séisme et au tsunami du 11 mars 2011, la commission européenne a décidé de soumettre toutes les centrales nucléaires en Europe à un "stress test". Dans le cadre du stress test belge (BEST), l'ORB a effectué des nouveaux calculs pour les centrales nucléaires de Doel (Fig. 4) et de Tihange à la demande de l'exploitant. La méthodologie développée pour le projet cAt a été utilisée. Cette étude a été la première révision de l'aléa sismique pour les centrales nucléaires depuis leur construction dans les années '70. Notre connaissance des séismes, comme les techniques de calcul, ont fortement évolué depuis cette époque, ce qui montre l'opportunité du stress-test belge. Les rapports concernant ces stress-test sont disponibles sur le site Web de l'AFCN (<http://www.fanc.be>). Depuis, l'ORB poursuit cette analyse pour les sites des centrales nucléaires en appliquant les développements méthodologiques les plus récents dans le domaine de l'aléa sismique.