

Université d'Anvers
& Modern2020

Suivi des
stockages géologiques
et participation du public :

Guide pour les parties prenantes



Axelle Meyermans, Pieter Cools
et Anne Bergmans

SUIVI DES
STOCKAGES GÉOLOGIQUES
ET PARTICIPATION DU PUBLIC :

Guide pour les
parties prenantes

Axelle Meyermans, Pieter Cools
et Anne Bergmans

Ce document a été produit en tant que Deliverable 5.2 du projet Modern2020 (01/06/2015 - 31/05/2019). Il ne doit pas être distribué sans le consentement des auteurs.

© 2019 Université d'Anvers



Imprimé en Mai 2019

ISBN : 9789057286193
D/2019/12.293/08

Ce projet bénéficie d'un financement du programme de recherche et de formation Euratom 2014-2018 aux termes de l'accord de subvention N° 662177.



Auteurs : Axelle Meyermans,
Pieter Cools et Anne Bergmans

Contributeurs : Anna-Laura Liebenstund,
Céline Parotte, Hannes Lagerlöf et
Göran Sundqvist

Comité éditorial : Johan Bertrand,
José Luis García-Siñeriz, Michael Jobmann,
Geert Lauwen, Assen Simeonov et
Jan Verstricht

Révision : Linguapolis
Traduction en français : Andra

Illustrations : Constantijn Van Cauwenberge
Design : Jasmine De Bruycker
Imprimeur : Heremans Printing

REMERCIEMENT

Les auteurs de ce guide aimeraient exprimer leur gratitude à un certain nombre de personnes dont les efforts et les contributions ont été essentiels pour la création de ce document.

Nous voudrions d'abord remercier Anna-Laura Liebenstund (Université d'Anvers) pour ses premières contributions, ainsi que nos collègues, Céline Parotte (Université de Liège), Hannes Lagerlöf et Göran Sundqvist (Université de Göteborg), qui ont rédigé des parties du guide et nous ont fourni des informations et une expertise qui nous ont grandement aidés dans le développement du guide.

Nous remercions le comité de rédaction - Johan Bertrand (Andra), José Luis García-Siñeriz (Amberg infraestructuras s.a), Michael Jobmann (BGE), Geert Lauwen (STORA), Assen Simeonov (SKB) et Jan Verstricht (GIE Euridice) - de leurs commentaires réguliers sur le document, qui l'ont considérablement amélioré en termes d'exactitude et de précision.

Un merci tout spécial à toutes les parties prenantes locales belges, finlandaises, françaises et suédoises qui ont participé à l'atelier Modern2020 WP5 à Anvers (septembre 2018) et sans qui nous n'aurions pas pu écrire le troisième chapitre sur l'engagement citoyen. Merci également de nous avoir fait part de vos commentaires sur le document et de permettre ainsi d'en améliorer le style et faciliter l'accessibilité de l'information.

Nous souhaitons également exprimer notre gratitude à Constantijn Van Cauwenberge pour avoir fourni au guide une série de dessins humoristiques et à Jasmine De Bruycker pour l'avènement final du document et pour avoir réussi à en faire un document attrayant et agréable à lire.

Nous souhaitons également remercier l'institut de langues Linguapolis pour sa révision approfondie et détaillée du texte anglais, ainsi que l'Andra pour la traduction du guide en français.

Enfin, merci à nos partenaires du projet Modern2020 à qui nous avons fait confiance pour obtenir des informations et de l'inspiration tout au long du développement de ce guide.

CONTENU

INTRODUCTION	7
Introduction du « quoi » et du « pourquoi » de ce guide	8
Comment a-t-il été constitué ?	9
Qu'est-ce que le projet Modern2020 ?	9
Structure et contenu de ce guide des parties prenantes	11
CHAPITRE I ~ DÉCHETS RADIOACTIFS ET STOCKAGE GÉOLOGIQUE : UN SUJET DE RÉFLEXION POUR LES EXPERTS ET LE GRAND PUBLIC	13
Le « quoi » et le « pourquoi » des déchets radioactifs	14
Qu'est-ce que le stockage géologique ?	16
Acteurs clés de la gestion des déchets nucléaires	23
Les étapes de prise de décision pour la gestion des déchets nucléaires	26
CHAPITRE II ~ SURVEILLANCE DANS LES STOCKAGES GÉOLOGIQUES	33
Introduction	34
Différentes stratégies pour la surveillance d'un stockage géologique	35
La surveillance : pourquoi, quoi, où et quand ? Points de vue des experts et des parties prenantes	38
Technologies de surveillance	45
CHAPITRE III ~ PARTICIPATION DU PUBLIC À LA R&D EN MATIÈRE DE SURVEILLANCE. COMMENT FAIRE PARTICIPER LES PERSONNES ?	49
Introduction	50
Qui étaient les acteurs locaux dans le projet Modern2020 ?	52
Participation du public à la R&D	62
Examen de la participation du public en pratique	65
RÉFÉRENCES	79

INTRODUCTION



INTRODUCTION

DU « QUOI » ET DU « POURQUOI » DE CE GUIDE

Bienvenue dans le guide des parties prenantes pour le suivi des stockages géologiques et la participation du public. Aujourd'hui, un nombre croissant de pays à travers le monde développent et mettent en œuvre des projets de stockage géologique en couche profonde des déchets radioactifs de haute activité et à vie longue et du combustible usé produits par les centrales nucléaires. Ce processus est appelé stockage géologique. Ce projet colossal implique des défis technologiques et sociétaux variés. Ce guide cherche à présenter le procédé de stockage géologique et certains des défis qu'il représente à un public plus large.

Après avoir présenté le **stockage géologique** dans son ensemble (Chapitre I), nous nous intéresserons de plus près à deux dimensions qui pourraient être pertinentes pour les personnes impliquées dans des projets similaires dans leur région : le suivi et la participation du public. Le **suivi** (Chapitre II) porte sur l'installation de capteurs à l'intérieur et autour des installations de stockage souterraines afin que les scientifiques et la société dans son ensemble puissent surveiller (pendant une période de temps) si tout se déroule comme prévu. La **participation du public** (Chapitre III) porte sur le processus de dialogue et de communication entre ceux qui construisent les installations souterraines, souvent appelés « les stockages », et les parties prenantes sociales, telles que les décideurs politiques et les citoyens vivant près des stockages.

Ce guide des parties prenantes a été rédigé dans le cadre du **projet de recherche Modern2020**¹, qui regroupe des experts scientifiques et des citoyens locaux de la Belgique, de la Finlande, de la France et de la Suède, pour réfléchir ensemble à ces questions (voir ci-dessous pour plus d'informations sur le projet). Le guide a deux objectifs. Premièrement, il présente **l'état de l'art en matière de technologies et de stratégies de suivi** pour les stockages géologiques de déchets radioactifs de haute activité et ce, de manière accessible.

Deuxièmement, il a pour but de servir de **source d'inspiration pour les parties prenantes locales** qui sont impliquées dans le processus décisionnel relatif à la gestion des déchets nucléaires. En présentant le suivi des stockages géologiques comme un **DÉFI SOCIO-TECHNIQUE** et en s'interrogeant sur le quoi, comment et pourquoi des processus de participation du public, ce guide espère fournir au lecteur des idées et des outils utiles pour réfléchir et discuter de la gestion des déchets nucléaires, du stockage géologique et du suivi.

1 ~ En ligne : www.modern2020.eu

Le public cible de ce guide est large et inclut des journalistes, des décideurs dans le domaine de la gestion des déchets nucléaires, des ONG et des citoyens intéressés qui possèdent certaines connaissances de base préalables sur l'énergie nucléaire et la gestion des déchets radioactifs.

COMMENT A-T-IL ÉTÉ CONSTITUÉ ?

Les deux objectifs de ce guide des parties prenantes découlent du fait qu'il n'était pas seulement influencé par le travail des scientifiques, mais également par les expériences des parties prenantes locales citoyennes. Le guide a été développé en collaboration avec certains partenaires du Modern2020. Nous rassemblons leur contribution par le biais d'ateliers participatifs, de discussions avec un comité éditorial composé d'experts et de parties prenantes publiques et de retours écrits sur les précédentes ébauches de ce guide. Ce document est par conséquent le résultat d'un **processus interactif et itératif** qui regroupe diverses perspectives sur le suivi des stockages géologiques de déchets nucléaires de haute activité.

QU'EST-CE QUE LE PROJET MODERN2020 ?

Modern2020 est un projet de recherche international interdisciplinaire courant de juin 2015 à juin 2019. Il s'appuie sur le travail du MoDeRn², un projet antérieur, et a été financé par la Commission européenne par le biais du

programme de recherche et de formation Euratom.

Le Modern2020 rassemble des experts scientifiques d'Allemagne, de Belgique, d'Espagne, de Finlande, de France, d'Italie, du Japon, des Pays-Bas, de République Tchèque, du Royaume-Uni, de Suède, et de Suisse. Les participants sont aussi bien des représentants des organisations en charge de la gestion des déchets nucléaires, des régulateurs, des consultants, des universitaires et des parties prenantes locales citoyennes, que des spécialistes de différentes disciplines scientifiques comme l'ingénierie, la géologie, la physique nucléaire et les sciences sociales.

Le projet repose essentiellement sur le principe que le suivi peut potentiellement répondre aux **besoins techniques et sociétaux** liés à la gestion et au stockage des déchets nucléaires de haute activité et de combustible usé. Le projet se concentre sur la recherche, le développement et la démonstration des stratégies et des technologies de suivi de stockage géologique des déchets nucléaires de haute activité. Il a pour but d'établir un terrain commun pour les activités de suivi dans l'Union européenne.

RÉFLEXION SOCIO-TECHNIQUE

Comment la technologie influence-t-elle votre vie quotidienne ? Pensez-vous que la gestion et le stockage de déchets radioactifs sont des sujets purement techniques ?

Le développement technologique affecte nos vies sociales et nos vies sociales affectent le développement technologique. Par exemple, l'émergence des réseaux sociaux a généré de nouveaux modèles de communication entre les personnes. Ce n'est pas seulement le cas des réseaux sociaux, mais de tout un panel de technologies. Cependant, nous pensons souvent que la technologie est une « sphère à part », distincte de notre « vie sociale ». Au fil des dernières décennies, des scientifiques sociaux ont argumenté que nous devrions à la fois étudier les fondations sociales de la technologie et ses implications sociales. Les sociologues, les anthropologues, les philosophes et bien d'autres ont développé des théories qui nous aident justement à le faire. L'un des principaux résultats de ce travail est, de manière générale, la théorie socio-technique. Cette théorie offre un cadre pour comprendre la relation entre le « social » et le « technique ».

Comme cela peut sembler abstrait, prenons un exemple spécifique de la pertinence de la théorie dans le cas de la gestion des déchets nucléaires. Il est clair que les projets de développement des technologies de suivi des sites de stockage géologique varient considérablement d'un pays à l'autre : certains pays prévoient de mettre en œuvre un suivi étendu, mais d'autres non. Pourquoi cela ? Se préoccuper uniquement de l'aspect « technique » ne peut répondre à cette question - nous devons également considérer l'aspect « social ». De fait, lors du développement des technologies de suivi, les plans existants de gestion des déchets, les besoins des habitants locaux, la législation, etc. doivent tous être pris en compte, d'où les écarts d'un pays à l'autre.

En d'autres termes, la théorie socio-technique peut aider à comprendre pourquoi les différents pays ont des ambitions différentes et prennent des décisions divergentes quant au futur suivi des stockages géologiques de déchets nucléaires. Dans ce guide, la théorie socio-technique revêtira un aspect important dans nos discussions sur la gestion des déchets nucléaires, les technologies de suivi et la participation du public.

CLÉ DE CE GUIDE

RÉFLEXIONS CRITIQUES

QUESTIONS & EXERCICES

EXEMPLES

STRUCTURE ET CONTENU DE CE GUIDE DES PARTIES PRENANTES

CHAPITRE I DÉCHETS RADIOACTIFS ET STOCKAGE GÉOLOGIQUE : UN SUJET DE RÉFLEXION POUR LES EXPERTS ET LA POPULATION.

Il présente le problème posé par les déchets nucléaires et le stockage géologique comme possible solution pour y remédier. Un descriptif de tous les acteurs impliqués dans la gestion des déchets nucléaires rend évident que ce problème est un sujet de réflexion à la fois pour les experts et pour la population. On estime que les points de vue, les besoins et l'expertise de ces différentes parties prenantes doivent être inclus dans les diverses phases du processus décisionnel, lors de la construction de stockages géologiques des déchets radioactifs.

CHAPITRE II SURVEILLANCE DANS LES STOCKAGES GÉOLOGIQUES

Il commence avec un aperçu des différents types de suivi des sites de stockage géologique et des diverses stratégies. Nous discutons également du pourquoi, du comment et de la mesure dans laquelle les stockages de déchets devraient être surveillés. En dernier lieu, une sélection de l'état de l'art en matière de technologies de suivi est présentée.

CHAPITRE III PARTICIPATION DU PUBLIC À LA R&D EN MATIÈRE DE SURVEILLANCE : COMMENT FAIRE PARTICIPER LES PERSONNES ?

Il fait appel aux expériences de vie réelle des parties prenantes citoyennes impliquées dans le projet Modern2020 pour réfléchir sur le pourquoi et le comment de la participation de la population dans le développement de différents types de technologie. À mesure que nous identifions et explorons tout un ensemble de stratégies et de méthodes pour impliquer les parties prenantes publiques et dialoguer sur la recherche et le développement (R&D) d'un suivi des stockages géologiques, le lecteur bénéficie de certains outils concrets pour l'aider à s'engager lui-même dans un processus participatif similaire.

CHAPITRE I

DÉCHETS RADIOACTIFS ET
STOCKAGE GÉOLOGIQUE :
UN SUJET DE RÉFLEXION POUR
LES EXPERTS ET LE GRAND PUBLIC

LE « QUOI » ET LE « POURQUOI » DES DÉCHETS RADIOACTIFS I, II, III

La radioactivité se produit au niveau du **noyau atomique**. La plupart des atomes sont stables et leur noyau ne change pas. Cependant, certains noyaux atomiques tendent à subir spontanément un certain nombre de changements dans la recherche d'un nouvel et meilleur état de stabilité. Lors de ce processus, l'excès d'énergie est libéré sous forme de **rayonnements ionisants** en tant que **particules ou ondes** qui ne peuvent être ni ressenties, ni vues, ni senties, ni goûtées. C'est ce phénomène que nous appelons radioactivité. Les formes les mieux connues de rayonnements ionisants sont les rayonnements **alpha**, **bêta** et **gamma** qui ont des caractéristiques assez différentes. Une partie importante de ce rayonnement ionisant provient du rayonnement ambiant naturel issu de tout ce qui nous entoure : l'air, le sol et les roches, le rayonnement cosmique, l'eau, les plantes, les matériaux de construction, etc. De ce fait, les êtres humains sont constamment exposés à une certaine dose de rayonnements ionisants. Toutefois, la radioactivité peut également être **artificiellement induite par les activités humaines**, comme

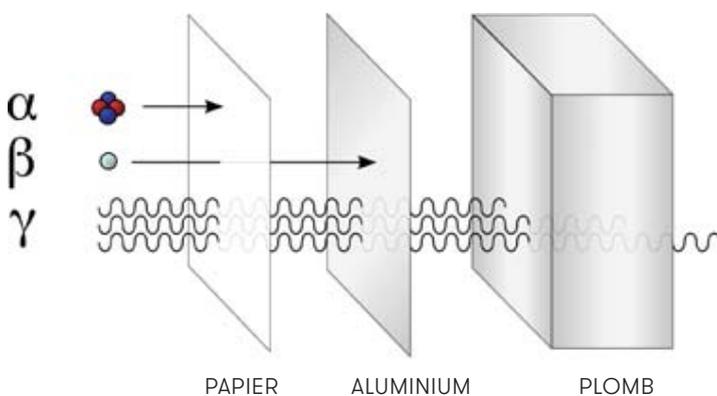


Figure 1 : La capacité de pénétration de trois types de radiation

lors de la production d'énergie dans les centrales nucléaires ou l'utilisation de matières radioactives dans le secteur médical, agricole ou industriel.

Ces processus génèrent souvent des **déchets sous la forme de sous-produits**. Les matériaux qui n'ont pas d'usage ultérieur et sont contaminés par la radioactivité, au-dessus des niveaux définis par la législation nationale, internationale et européenne, sont classés comme déchets radioactifs. Toutefois, certaines substances radioactives ou objets ne sont pas classés comme déchets tant qu'ils peuvent avoir un rôle utile à l'avenir. Par exemple, le retraitement du combustible nucléaire usé peut nous aider à récupérer l'uranium et le plutonium servant à produire un nouveau combustible.

Les déchets radioactifs sont classés en différents types. Le principal critère utilisé dans cette classification est le **niveau d'activité** des déchets et sa **demi-vie**. Cette dernière représente le temps nécessaire à la disparition de la moitié de la radioactivité du déchet. Cette durée peut varier de quelques millisecondes à des milliers, voire des millions d'années. Les **CATÉGORIES** utilisées pour les déchets radio-

actifs dépendent de la législation du pays et diffèrent, par conséquent, d'un pays à l'autre ^{IV}. L'exposition à une certaine dose de radioactivité peut être **nocive pour les êtres vivants**, puisqu'un rayonnement de forte densité énergétique peut modifier la matière qu'il traverse. Les cellules affectées peuvent mourir ou se multiplier dans des formes modifiées à des vitesses anormalement élevées, ce qui peut conduire au développement d'un cancer. La gravité des risques sanitaires en lien avec l'exposition à la radioactivité dépend de la **durée** de l'exposition ainsi que de l'**intensité** et de la nature du rayonnement.

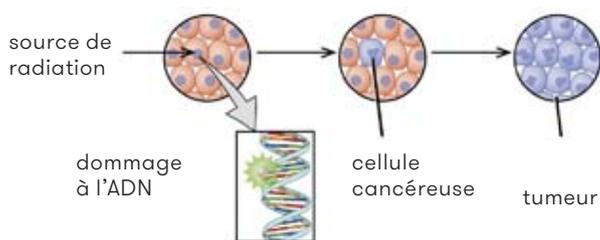


Figure 2 - Illustration de la toxicité de la radioactivité sur les êtres vivants

Jusqu'à ce que la radioactivité des déchets nucléaires décroisse à un niveau acceptable pour la santé publique, nous devons faire preuve de rigueur pour s'assurer que le rayonnement ionisant ne peut, d'aucune façon, nuire aux êtres humains ou à l'environnement.

DIFFÉRENTES CLASSIFICATIONS DES DÉCHETS RADIOACTIFS

Les pays faisant partie des États membres de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) basent leurs systèmes de classification des déchets radioactifs sur les **directives internationales** de cette agence, mais ils les **adaptent aussi à leur contexte local** avant de les faire passer dans les lois nationales. Pour illustrer ceci, nous comparons brièvement les **systèmes de classification de la France et de la Belgique**.

En France, il existe **six catégories officielles de déchets nucléaires** : (1) déchets de très faible activité (TFA), (2) déchets de faible et moyenne activité à vie courte (FMA-VC), (3) déchets de faible activité à vie longue (FA-VL), (4) déchets de moyenne activité à vie longue (MA-VL), (5) déchets de haute activité à vie longue (HA-VL), et (6) « autres » déchets dont les caractéristiques physiques et chimiques ne correspondent pas aux autres catégories.

En Belgique, par contre, il existe seulement **trois catégories** : (1) déchets de faible et moyenne activité à vie courte (déchet-catégorie A), (2) déchets de faible et moyenne activité à vie longue (déchet-catégorie B), et (3) déchets de haute activité à vie longue (déchet-catégorie C).

Pour connaître la classification des déchets nucléaires de votre pays, veuillez consulter le **site internet de l'organisation en charge de la gestion des déchets nucléaires de votre pays**.

Cela rend la nécessité de trouver une solution de stockage sûre et durable des déchets nucléaires de haute activité encore plus importante, puisqu'ils demeurent dangereusement radioactifs pendant 1000 à 100 000 ans.

QU'EST-CE QUE LE STOCKAGE GÉOLOGIQUE ?

Introduction

À l'heure actuelle, dans la plupart des pays, les déchets nucléaires de haute activité sont entreposés dans des **dispositifs d'entreposage provisoire en surface**. Cependant, ces dispositifs sont généralement considérés comme des solutions **temporaires et insatisfaisantes** à cause de l'imprévisibilité des sociétés humaines sur de longues périodes. Par rapport à des solutions « en surface » (biosphère), les solutions « **souterraines** » (géosphère) sont considérées comme des environnements **plus stables et**

LE « DOSSIER DE SÛRETÉ » D'UN CONCEPT DE STOCKAGE GÉOLOGIQUE

Comment pouvons-nous être certains que le stockage souterrain des déchets nucléaires sera sûr pendant au moins 100 000 ans ?

Afin de créer un environnement souterrain « passivement sûr », la **sûreté à long terme** du système de stockage géologique doit être **préalablement prouvée**. Pour ce faire, tous les scénarios connus possibles sont minutieusement évalués, comme le sont les matériaux pertinents et l'infrastructure, puis ils sont consignés dans un **document détaillé appelé « dossier de sûreté »**. Ce dossier de sûreté contient donc les preuves, les analyses et les arguments qui étayent l'affirmation que les installations de stockage seront sûres après leur fermeture. Le document est **périodiquement mis à jour** tout au long de la durée de vie du stockage, à la fois avant et après que l'autorisation d'exploitation soit accordée.

fiables pour protéger de façon sûre la vie de la biosphère des rayonnements. Les installations de stockage souterraines sont par conséquent jugées plus appropriées pour stocker les déchets définitivement.

Le **stockage géologique** s'est imposé comme une « solution technologique » pour répondre au défi de la gestion des déchets nucléaires, souvent décrite comme étant le talon d'Achille de l'industrie nucléaire^v. Son attrait repose en grande partie sur sa capacité à conserver les déchets dangereux dans un **environnement « passivement sûr »**, à savoir dans les couches géologiques de la Terre où le temps est beaucoup plus lent, dans la mesure où les conditions restent très stables à long terme par rapport aux environnements de surface.

Un stockage géologique vise à isoler les déchets au moyen d'un **dispositif de barrières artificielles**, appelé « dispositif de barrières ouvragées », et de la **barrière géologique** de la roche hôte. Les deux sont évaluées dans un **DOSSIER DE SÛRETÉ** pour s'assurer que les substances radioactives résiduelles peuvent seulement atteindre la biosphère lorsque les concentrations sont devenues inoffensives pour la vie sur Terre (ce

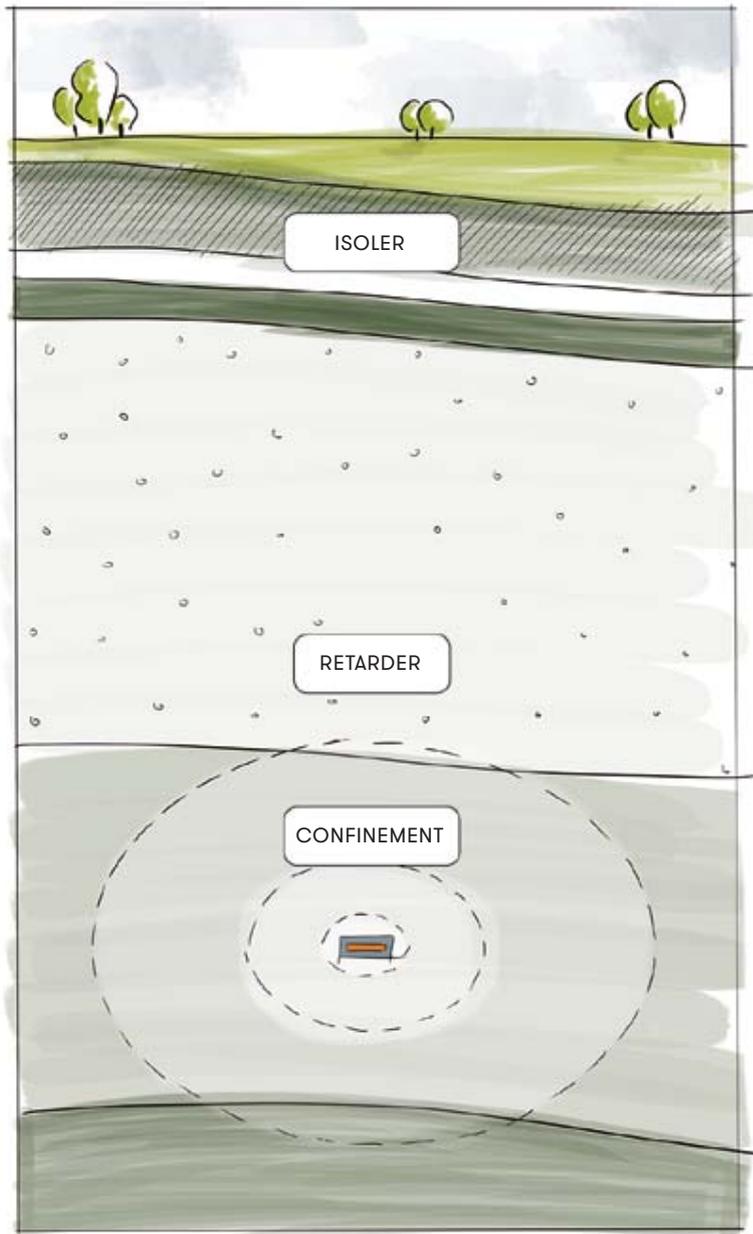


Figure 3 - Fonctions de sûreté du stockage géologique des déchets radioactifs (Source : ONDRAF/NIRAS)

qui prend des milliers d'années dans le cas des déchets nucléaires de haute activité).

La figure 3 de l'organisme belge de gestion des déchets nucléaires (ONDRAF/NIRAS) illustre les diverses fonctions de sûreté d'un dispositif de stockage géologique des déchets nucléaires. Premièrement, les colis dans lesquelles les déchets sont stockés doivent empêcher la libération des radionucléides (**confinement**). Si ces colis n'y parviennent pas, les barrières ouvragées et la roche hôte doivent **retarder** le déplacement des radionucléides. Le dispositif dans son ensemble est également situé dans une couche géologique profonde pour l'**isoler** de la surface de la Terre et le rendre moins accessible.

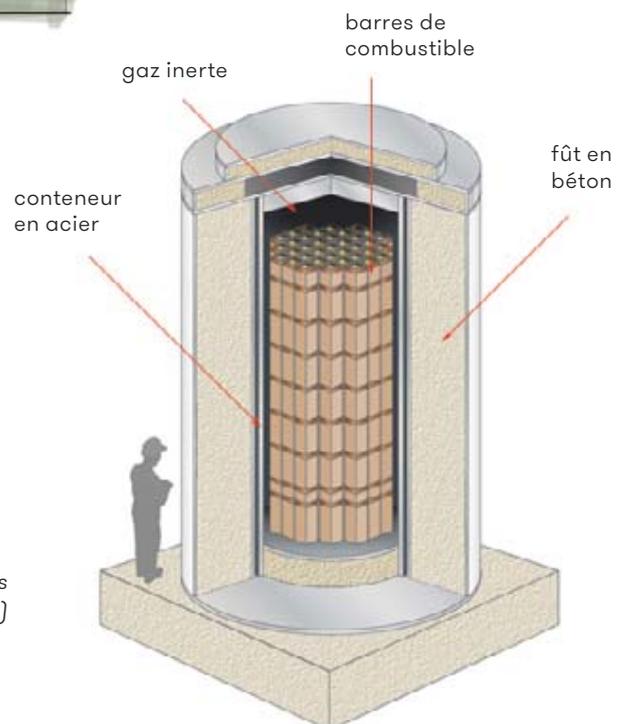


Figure 4 - Exemple de colis (Source : Discover Magazine)

Comme souligné dans l'introduction de ce guide, trouver une solution de stockage sûr des déchets radioactifs sur une très longue période de temps est un défi socio-technique. À ce titre, le stockage de déchets dans des installations souterraines peut être vu comme un **projet socio-technique**. Évidemment, la conception et la mise en œuvre d'un site de stockage géologique exige de nombreux travaux techniques fondamentaux, mais le processus de développement et de mise en œuvre de l'installation comprend aussi de nombreuses décisions revêtant une forte dimension *sociale et politique*, par exemple :

- L'emplacement des installations
- Les différentes phases de développement et d'obtention de l'autorisation d'exploitation de l'installation géologique
- Les questions concernant la possibilité ou non de récupérer les déchets du stockage

- Comment et pour combien de temps l'installation sera surveillée

Les décisions comme celles-ci dépendent de diverses choses, comme les réglementations légales, les besoins des parties prenantes civiles et les interactions entre les institutions nationales et internationales. Pour cette raison, ce chapitre expose à la fois les concepts de base et les composants techniques de l'installation de stockage géologique, ainsi que les **QUESTIONS ÉTHIQUES** plus larges, les acteurs concernés, et les préoccupations du public concernant la réversibilité, la récupérabilité et la sûreté.

PRINCIPES ÉTHIQUES POUR LA GESTION DES DÉCHETS NUCLÉAIRES ^{VI}

Les défis associés à la gestion des déchets radioactifs soulèvent plusieurs questions d'ordre éthique, notamment : Comment garantir la sûreté du dispositif de gestion des déchets sur le long terme ? Qui est responsable du financement et de la mise en œuvre du dispositif de stockage ? Comment devons-nous appréhender l'aspect intergénérationnel de ce « méga projet » à très long terme ?

Le chercheur suédois C. R. Bråkenhielm (2015) a identifié quatre principes éthiques à prendre en compte dans le cadre de la gestion des déchets

nucléaires de haute activité et du combustible nucléaire usé :

Le principe de sûreté est fondamental aux cadres réglementaires internationaux relatifs à la gestion des déchets nucléaires. Il stipule qu'une installation de stockage de déchets nucléaires devrait pouvoir protéger la population et l'environnement des effets nocifs des rayonnements ionisants, dès aujourd'hui et dans un avenir lointain.

Le principe de responsabilité, parfois appelé « principe pollueur-payeur », stipule que les producteurs et utilisateurs d'électricité (générée par des centrales nucléaires) doivent payer pour la gestion et le stockage en toute sécurité des déchets nucléaires de haute activité. Puisque nous sommes celles et ceux qui utilisons aujourd'hui l'énergie nucléaire, nous devons, en tant que producteurs et consommateurs, prendre nos responsabilités quant à la gestion des déchets nucléaires pour les générations futures.

Le principe de l'autonomie intergénérationnelle stipule que les futures générations doivent être en mesure de décider pour elles-mêmes de la manière de gérer les déchets nucléaires générés aujourd'hui. Dans les siècles à venir, l'humanité aura peut-être d'autres avis, de nouvelles connaissances et une autre approche concernant le problème de la gestion des déchets, et elle voudra peut-être mettre en œuvre de nouvelles solutions. C'est l'une des raisons pour laquelle les notions de réversibilité et de récupérabilité (voir l'encadré p.32) sont parfois incluses dans les conceptions d'installations de stockage géologique.

Le principe de conservation et de durabilité stipule que notre usage des ressources naturelles en matière de production et de consommation d'énergie et de construction d'installations de stockage des déchets nucléaires soit aussi efficace que possible afin de réduire son impact sur l'environnement. Nous devrions chercher à réduire, à réutiliser et à recycler ces ressources.

Dans la pratique, il peut être difficile de conjuguer tous ces principes. En appliquant un principe, on peut se retrouver à enfreindre un autre. Par exemple, le principe de responsabilité stipule que les générations actuelles doivent

être responsables des aspects financiers, managériaux, techniques et sociaux liés à la gestion des déchets nucléaires aujourd'hui. Or si nous développons et mettons en œuvre une solution de stockage spécifique, cette action pourrait entraver la capacité de décision des générations futures qui, selon le principe de l'autonomie, doivent être en mesure de décider pour elles-mêmes. Dans un cas extrême, les générations futures pourraient décider l'arrêt du traitement des déchets nucléaires et de les stocker en surface, à l'air libre, ce qui pourrait être dangereux pour les générations suivantes. Dans ce cas, les principes d'autonomie et de sûreté sont en contradiction.

Malgré ces possibles contradictions, nous devons faire de notre mieux pour répondre à ces questions éthiques qui sont souvent les enjeux sous-jacents lors des débats sur les déchets nucléaires. Réfléchir à ce qui nous est le plus important peut offrir un point d'ancrage pour les discussions avec d'autres acteurs du secteur de la gestion des déchets nucléaires.

Un dispositif de galeries souterraines

Le stockage géologique profond de déchets radioactifs de haute activité nécessite la construction d'un **dispositif de galeries et de cavernes** plusieurs centaines de mètres sous terre dans une roche hôte adaptée. Ce dispositif de galeries creusées où sont stockés des colis remplis de déchets est généralement **remblayé à l'aide de bentonite**, un type d'argile.

De façon générale, les experts estiment que **trois types de roche hôte** sont adaptés au stockage géologique :

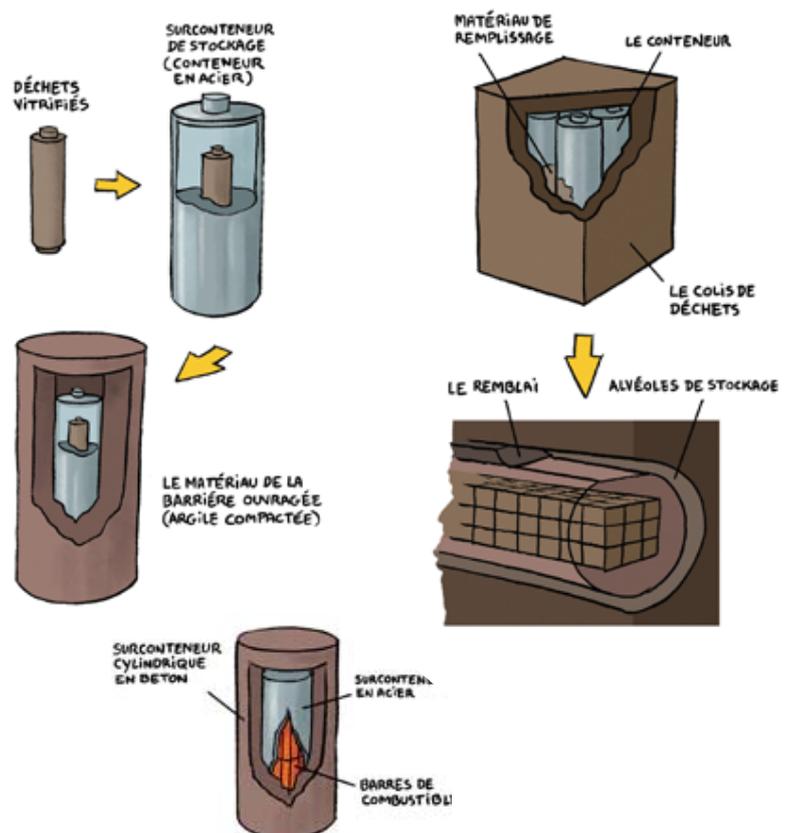
- Halite
- Argile
- Granite

Tous les pays de l'Union européenne disposent d'au moins un de ces trois milieux rocheux, même si la quantité ou la qualité des milieux à leur disposition n'est peut-être pas suffisante pour accueillir une installation de stockage. Cela est important, car il est recommandé que tous les pays européens entretiennent leurs propres installations de stockage des déchets ^{VII}.

Différentes roches hôtes et différentes conceptions d'installation de stockage géologique

Les colis accueillant les déchets avant d'être stockés dans l'installation de stockage sont conçus de manière à correspondre au dispositif de barrières ouvragées et à la roche hôte, de sorte que la combinaison de la roche hôte (géologie), des colis, du tampon, du remblai, du dispositif de barrières ouvragées constituent une barrière sûre pour empêcher les émissions de radionucléides et la contamination de l'environnement humain.

Les différents dispositifs de stockage géologique reposent, dans des mesures différentes, sur les **caractéristiques de protection et de rétention de leur roche hôte**. Les couches d'argile, que l'on peut trouver en Belgique et en France par exemple, sont connues pour être de bonnes barrières géologiques.



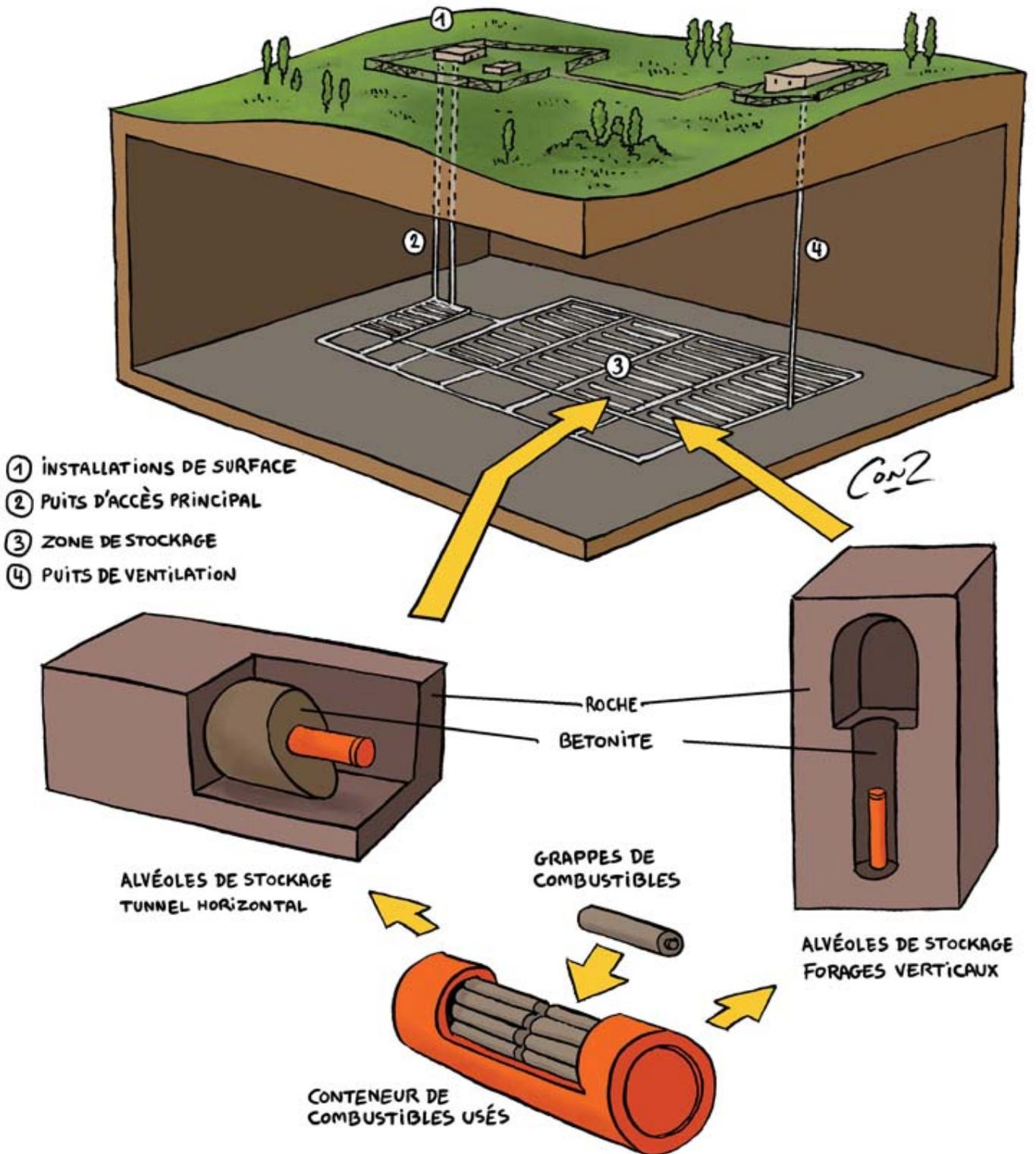


Figure 5 - Illustration schématique d'une installation de stockage géologique des déchets nucléaires et de certaines des techniques de production de colis de stockage de déchets.

Tout comme l'argile, l'**halite** est une roche offrant de bonnes caractéristiques de protection et de rétention face aux radionucléides. En Allemagne par exemple, des concepts d'installations de stockage géologique adaptés ont été développés pour des formations rocheuses d'halite propices à ce type d'installation. Les organismes de gestion des déchets nucléaires proposant des dispositifs de stockage géologique dans des milieux rocheux composés d'argile ou d'halite s'appuient sur leurs bonnes caractéristiques naturelles en matière de confinement.

Par contre, le granite, qui est utilisé comme roche hôte en Suède et en Finlande, **ne dispose pas de ces caractéristiques**. Dans ces cas de figure, la géologie du granite sert principalement de barrière pour protéger le dispositif de stockage géologique contre l'intrusion humaine et pour conserver les déchets à bonne distance de la biosphère, plutôt que de contenir les

radionucléides. Dans le cas des dispositifs suédois et finlandais, le **confinement des radionucléides est assuré par des colis de type KBS-3V**. Ces colis sont composés de fer et d'un revêtement en cuivre et sont posés sur un tampon en bentonite. Selon SKB (Suède) et Posiva (Finlande), les organismes de gestion des déchets nucléaires et exploitants des dispositifs de stockage géologique dans ces pays, l'intégrité des colis est garantie pendant 100 000 ans. Au terme de cette période, le processus de désintégration radioactive aura permis de rendre les substances radioactives inoffensives pour les humains et l'environnement.

ROCHE D'ACCUEIL.



ACTEURS CLÉS DU SECTEUR DE LA GESTION DES DÉCHETS NUCLÉAIRES

L'autorisation et la mise en place d'une installation de stockage géologique est un processus complexe qui dépend en grande partie des accords des décideurs au niveau national et, pour de nombreuses questions, au niveau local, notamment les représentants de différents groupes de parties prenantes. (voir l'encadré 'QUI EST LE PUBLIC ?').

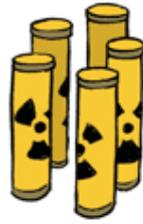
L'un des principaux acteurs dans l'exploitation d'un dispositif de stockage géologique est l'**industrie nucléaire** qui produit les déchets radioactifs dont il est question, puisque les coûts de stockage géologique de ces déchets sont couverts en grande partie par les exploitants des centrales nucléaires et des consommateurs de cette énergie. Cette notion s'appuie sur le **principe pollueur-payeur** qui est présent dans la plupart des nations nucléaires (voir l'encadré p. 18 **PRINCIPES ÉTHIQUES**).

Les **organismes de gestion des déchets nucléaires** en charge de la conception, de la construction et de l'exploitation des futures installations de stockage géologique, devraient être financées par l'industrie nucléaire selon ce même principe pollueur-payeur.

Les programmes de stockage géologique sont exploités par ces organismes de gestion des déchets nucléaires et supervisés par les autorités nationales de sûreté nucléaire, que l'on appelle généralement les « **autorités de sûreté** ». Les autorités de sûreté supervisent les activités visées par des lois relatives à la protection nucléaire et radiologique, à l'environnement et

QUI EST LE PUBLIC ? CRITÈRE DE REPRÉSENTATIVITÉ VIII .

Lorsque l'on consulte des parties prenantes civiles par voie participative publique dans le cadre de politiques scientifiques et technologiques, la question du choix des parties prenantes se pose. Certains auteurs plaident pour un « **critère de représentativité** » selon lequel les participants publics devraient être un échantillon le plus représentatif possible de la population affectée. Ce principe insiste sur l'**inclusion de groupes sociaux plus pauvres et marginalisés** dans le processus participatif afin que l'élite intéressée et non représentative n'exacerbe pas la tendance actuelle à implanter les projets à haut risque dans des « communautés périphériques ». Mais le principe de représentativité fait également référence à la répartition des points de vue au sein des groupes, de façon à ne pas seulement représenter la majorité. Ce critère de représentativité reste difficile à mettre en œuvre en pratique. Par exemple, comment inclure les populations « **difficiles à atteindre** » ? Mais une participation du public représentative renforce la crédibilité chez les décideurs.



DÉCHETS NUCLÉAIRES



COMITÉ CONSULTATIF



LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
PROGRAMMES DE RECHERCHE
NATIONAUX ET INTERNATIONAUX



LA POPULATION LOCALE
PARTICIPATION DU PUBLIC



EXPLOITANTS
ORGANISATIONS EN CHARGE DE
LA GESTION DES DÉCHETS
NUCLÉAIRES



ORGANISATIONS
NON GOVERNMENTAL
(ONG)



ACTEURS POLITIQUES/LÉGISLATEURS
GOUVERNEMENTS NATIONAUX
AIEA (ONU)
AEN (OCDE)



AUTORITÉ DE SURETÉ NUCLÉAIRE
ET ORGANISME EN CHARGE DE
L'ÉVALUATION DES RISQUES
NUCLÉAIRES



L'INDUSTRIE NUCLÉAIRE



LES CONSOMMATEURS D'ÉLECTRICITÉ

Figure 6 - Illustration
des principaux acteurs
participant à la gestion
des déchets nucléaires

à d'autres principes associés, et sont chargées de délivrer les autorisations de construction et d'exploitation des installations de stockage géologique.

Certaines des lois utilisées par les autorités de sûreté sont basées sur des **directives élaborées par des organisations intergouvernementales** telles que l'AIEA (Organisation des Nations Unies) et l'AEN (agence de l'OCDE), qui coordonnent les programmes nucléaires nationaux de leurs États membres, y compris l'entreposage à long terme et le stockage des déchets nucléaires.

Dans certains pays, les autorités de sûreté et les organismes de gestion des déchets nucléaires peuvent consulter des organisations expertes, comme le SCK-CEN en Belgique et l'IRSN en France, pour obtenir des conseils dans des domaines techniques, économiques et sociétaux. Ces organisations expertes sont généralement appelées **organismes d'assistance technique**.

Enfin, les **ONG** et les **groupes participatifs locaux** sont également devenus des acteurs majeurs du processus de décision en matière de déchets nucléaires, notamment depuis le récent **TOURNANT PARTICIPATIF** dans le domaine de la gestion des déchets nucléaires. Dans la mesure où le soutien de l'opinion publique est nécessaire pour la conception et la mise en œuvre de solutions répondant au problème des déchets radioactifs, il est important que les citoyens concernés (qu'ils appartiennent ou non à une organisation participative institutionnalisée) participent de manière significative au processus de gestion des déchets nucléaires.

LE « TOURNANT PARTICIPATIF » ^{IX}

Pendant des décennies, la gestion des déchets nucléaires était considérée comme un problème réservé aux experts de ce domaine. Au fil du temps, la population a commencé à considérer cette démarche comme étant **technocratique et non démocratique**. Au cours des années 70, 80 et 90, la production d'énergie nucléaire et les déchets qu'elle génère ont donné lieu à une **forte opposition locale ainsi qu'à des conflits politiques**. Le « tournant participatif » fait référence à la période, à la fin des années 90, où il est devenu évident que de se concentrer seulement sur les solutions techniques n'allait pas régler le problème des déchets nucléaires

en raison de l'opposition de l'opinion publique devenue trop forte. Suite à ce mouvement d'opposition, des représentants du public, locaux ou non, sont aujourd'hui de plus en plus invités à participer au processus de gestion des déchets nucléaires. **Les initiatives de participation de la population locale** sont souvent prévues en amont des projets afin de permettre aux parties prenantes d'exprimer leurs inquiétudes et leurs idées avant que toutes les décisions soient prises.

Savoir comment faire participer la population reste un problème complexe car certaines questions ne peuvent pas être résolues sur la base de conclusions hypothétiques et nécessitent une réponse dans un cadre spécifique, comme par exemple :

- Quel doit être le rôle des parties prenantes non techniques dans les décisions relatives à l'emplacement et à la solution employée pour stocker les déchets nucléaires ?
- Quelle influence les parties prenantes non techniques peuvent avoir concernant les concepts technologiques des solutions de gestion des déchets nucléaires ?
- Quelle influence les experts techniques devraient-ils avoir ?

Malgré ce « tournant » vers une plus grande participation du public dans les décisions sur la gestion des déchets nucléaires, les enjeux mentionnés ci-dessus continuent de susciter des débats sur la place et le rôle des parties prenantes citoyennes non techniques.

LES ÉTAPES DE PRISE DE DÉCISION POUR LA GESTION DES DÉCHETS NUCLÉAIRES

La communauté d'experts internationale considère que le stockage géologique de déchets nucléaires de haute activité est une **procédure par étape**. Chaque étape dure plusieurs années, et des résultats satisfaisants doivent être fournis avant qu'une autorisation de passer à la prochaine étape ne soit accordée. Dans ce guide, les étapes semblent se suivre de façon linéaire, mais en réalité on constate souvent de nombreux chevauchements, et les contretemps sont loin d'être une exception. La **participation du public** est considérée par la majorité des pays de l'UE comme **indispensable** dans le cadre des **diverses étapes** de cette longue procédure.



Selon l'AEN, l'avantage d'une procédure par étape réside dans les opportunités qu'elle offre de collecter en continu des informations scientifiques sur le site et dans ses environs, dans le but mieux comprendre son fonctionnement et ses comportements. Tout au long des différentes étapes de la procédure, les gestionnaires de déchets nucléaires doivent fournir,

par le biais de **DÉMONSTRATEURS**, la preuve que le concept de stockage géologique fonctionne correctement.

BUT DES 'DÉMONSTRATEURS'

Les **démonstrateurs** simulent des parties de l'installation de stockage géologique à taille réelle (ou proche du réel) et représentent une étape importante dans le processus de développement de ces installations. Ils ont **plusieurs objectifs** :

1. **mise à l'échelle des travaux scientifiques réalisés en laboratoire**, par exemple en surveillant l'installation expérimentale et en la comparant avec le comportement anticipé ;
2. **développement des aspects opérationnels** (par exemple les procédures d'installation pour les catégories de déchets, le remblai, etc.);
3. **développement technique**, comme la fiabilité des équipements de suivi.

De ce fait, l'utilisation d'un démonstrateur peut également être **imposée par l'autorité de sûreté** dans le cadre d'une procédure d'autorisation. Les activités de suivi associées à un démonstrateur offrent de **nombreuses occasions aux parties prenantes citoyennes** de participer au processus de développement et de prise de décision d'une installation de stockage géologique.

La construction et l'exploitation d'un démonstrateur nécessite l'existence d'un **site tangible** dans lequel présenter l'installation, et ce processus peut contribuer à la **transparence** de tout le processus de développement. Un démonstrateur classique couvre différents aspects allant des domaines spécialisés comme les technologies de suivi au processus de prise de décision basé sur les données d'entrée de suivi. En ayant un meilleur accès aux technologies de suivi, les parties prenantes citoyennes peuvent découvrir le potentiel des différentes technologies de capteur dans l'environnement (souvent hostile). Elles peuvent ainsi avoir des **attentes réalistes** concernant la performance des capteurs et conseiller, le cas échéant, les efforts de recherche et développement nécessaires pour renforcer les capacités de mesure.

Ci-dessous, nous présentons brièvement les **principales étapes de développement du site de stockage**, en suivant approximativement la définition de l'AEN^x.

DÉVELOPPEMENT
CONCEPTUEL ET
TECHNIQUE

- « Décision de principe » nationale du site de stockage géologique comme solution privilégiée d'un pays pour le stockage géologique des déchets nucléaires.
- Analyse des roches hôtes potentielles (halite, argile et granite) dans des laboratoires de recherche souterrains potentiels (LRS) afin de tester les conditions du site de stockage.

ÉVALUATION
DU SITE

- La recherche d'un site de stockage adapté, en tenant compte de la géologie, du dispositif de stockage que l'organisme de gestion des déchets nucléaires désire privilégier et de l'approbation du public, notamment des citoyens vivant à proximité d'un site potentiel.

ÉTUDES
DE CARACTÉRI-
SATION DE
SURFACE ET
IN SITU

- Une étude approfondie des sites potentiels sélectionnés lors de l'étape précédente.
- Des études scientifiques de l'environnement de surface et de la géologie des sites.
- La population locale est de plus en plus informée et consultée par les organismes de gestion des déchets nucléaires dans le but d'obtenir son avis sur les exigences relatives au site de stockage.
- La construction et l'exploitation d'une installation pilote (ou d'un « laboratoire de recherche souterrain in situ ») pourraient être inclus dans cette étape.

SÉLECTION
DU SITE

- Sur la base des résultats des études de caractérisation et des procédures de participation, **UN SITE EST RETENU** pour le stockage géologique.
- Le gestionnaire des déchets nucléaires fournit un dossier de sûreté pour le site de stockage géologique « prouvant » que l'état de sûreté passive du site de stockage peut être obtenu.

OBTENTION
D'UNE AUTORI-
SATION DE CON-
STRUCTION ET
D'EXPLOITATION

- L'exploitant doit obtenir une autorisation de construction ainsi qu'une autorisation d'exploitation avant de démarrer les travaux de construction et l'exploitation du site.
 - Les autorités de sûreté collaborent avec les organismes de gestion des déchets nucléaires pour élaborer des cadres contenant de nombreuses exigences techniques pour l'obtention des autorisations.
 - Cette procédure d'autorisation est également liée aux prises de décision et négociations politiques avec les parties prenantes citoyennes locales. La capacité des citoyens à influencer ces procédures varie d'un pays à l'autre.
-

OBTENTION
D'UNE AUTORISATION DE CONSTRUCTION ET D'EXPLOITATION

- L'exploitant doit obtenir une autorisation de construction ainsi qu'une autorisation d'exploitation avant de démarrer les travaux de construction et l'exploitation du site.
- Les autorités de sûreté collaborent avec les organismes de gestion des déchets nucléaires pour élaborer des cadres contenant de nombreuses exigences techniques pour l'obtention des autorisations.
- Cette procédure d'autorisation est également liée aux prises de décision et négociations politiques avec les parties prenantes citoyennes locales. La capacité des citoyens à influencer ces procédures varie d'un pays à l'autre.

CONSTRUCTION ET EXPLOITATION (MISE EN PLACE DES COLIS) D'UNE INSTALLATION SOUTERRAINE

- L'étape « d'exploitation » d'une installation de stockage géologique inclut à la fois la phase de construction de l'installation et la mise en place des déchets nucléaires dans les galeries qui sont ensuite remblayées.
- Cette étape dure environ 100 ans dans la plupart des concepts d'installation de stockage géologique.

FERMETURE : SCELLEMENT DE TOUS LES ACCÈS

- Si l'installation de stockage géologique fonctionne comme prévue durant une phase d'observation appropriée et définie par la réglementation en vigueur au niveau national, celle-ci peut et doit être fermée.
- Une décision politique est alors prise pour remblayer toutes les installations souterraines.

DÉMANTÈLEMENT DES INSTALLATIONS DE SURFACE

- Au cours de cette étape, qui marque la fin de la phase de fermeture et le début de la phase d'après fermeture, toutes les installations de surface sont démantelées.

PHASE D'APRÈS FERMETURE AVEC SÛRETÉ PASSIVE

- L'installation de stockage est laissée dans son état de sûreté passive sans nécessiter de surveillance ou de suivi par des humains.
 - Toutefois, il peut être utile de surveiller l'installation les premières années qui suivent la phase d'après fermeture. On parle alors du « suivi d'après fermeture » et cette phase est souvent associée à l'option de récupérabilité, même si elle peut aussi être mise en œuvre pour d'autres raisons.
-

SÉLECTION D'UN SITE DE STOCKAGE GÉOLOGIQUE ^{XI, XII}

Comment nous choisissons le site d'une installation de stockage de déchets nucléaires ? Quels sont les critères à respecter ?

Le choix du site pour mettre en œuvre et construire une installation de stockage géologique de déchets nucléaires n'est en aucun cas une **procédure simple**. Les acteurs clés du secteur de la gestion des déchets nucléaires ont développé des procédures étape par étape pour le choix de nouveaux sites de stockage géologique mais dans la pratique, cette procédure est beaucoup plus complexe qu'il n'y paraît.

Même si plusieurs critères doivent être respectés pour définir la **faisabilité technique** d'une installation de stockage géologique, obtenir le **soutien des parties concernées**, notamment le public, est souvent tout aussi important. Par le passé, toutefois, les procédures de sélection d'un site étaient principalement de type **descendant**, avec une emphase mise uniquement sur l'aspect technique. Lorsqu'un site devait être choisi en Belgique pour l'entreposage et le stockage des déchets nucléaires de faible et moyenne activité par exemple, la population locale s'est tellement opposée au projet du gestionnaire des déchets nucléaires, ONDRAF/NIRAS, que la procédure relative au choix du site de stockage géologique est devenue une procédure basée sur le **volontariat**.

Les populations potentiellement impactées par le projet d'installation de stockage géologique devaient déclarer si elles étaient prêtes à évaluer et discuter la possibilité d'accueillir ce type d'installation. Leur participation à cette étape de la procédure de recherche de site étaient également non contraignantes, ce qui donnaient aux autorités locales un **droit de**

veto ainsi que la possibilité de stipuler des conditions à la mise en œuvre de l'installation de stockage géologique.

Dans le cas de la Belgique, une sorte de **compétition d'accueil** entre trois municipalités a eu lieu. Les structures organisationnelles des partenariats ont permis aux populations locales de participer au processus de prise de décision. Au final, deux des municipalités candidates ont développé une proposition de projet commun que le gouvernement belge a ensuite utilisée pour choisir un site pour l'installation de stockage géologique des déchets nucléaires de faible et moyenne activité.

Puisque ce cas belge n'est pas un cas isolé, les organismes de gestion des déchets nucléaires de plusieurs pays, comme la Suède, la Finlande et la Suisse, ont abandonnés l'approche traditionnelle de « décider - annoncer - défendre » pour choisir un site de stockage géologique, et ont opté plutôt pour une **procédure de mise en œuvre** par étape au cours de laquelle les aspects sociaux et techniques sont pris en compte de façon participative. Cependant, les différences au niveau local et national rendent chaque procédure de sélection de site unique, chacune ayant ses propres difficultés et défis.

Puisque ce cas belge n'est pas un cas isolé, les organismes de gestion des déchets nucléaires de plusieurs pays, comme la Suède et la Finlande, ont abandonnés l'approche traditionnelle de « décider - annoncer - défendre » pour choisir un site de stockage géologique et ont opté plutôt pour une **procédure de mise en œuvre par étape** au cours de laquelle les aspects sociaux et techniques sont pris en compte de façon participative par toutes les parties prenantes. Cependant, les différences au niveau local et national rendent chaque procédure de sélection de site unique, chacune ayant ses propres difficultés et défis.

Le public peut participer à différentes étapes de cette procédure de gestion des déchets. Durant l'étape de sélection du site notamment, la participation du public est considérée comme indispensable par la plupart des pays de l'UE. En effet, les efforts de recherche d'un site adapté pour la mise en œuvre d'une installation de stockage ultime dépendent de la volonté de la population locale à accueillir un tel projet.

Toutefois, la démarche de participation du public ne s'arrête pas à cette étape du projet. Durant l'étape d'exploitation de l'installation qui commence par la construction du site et finit à la fermeture complète de l'installation, le rôle de la population locale évolue et passe du statut de recherche au statut **d'accueil**^{xiii}. Ce changement de rôle donne nécessairement lieu à de nouveaux défis. De nouveaux acteurs locaux se manifestent et les autorités nationales et les exploitants doivent collaborer avec ces derniers s'ils veulent que le projet de stockage géologique se matérialise. Le niveau local de prise de décision démocratique prend alors une place cruciale dans la procédure. Lorsqu'une population locale accueille une installation de stockage

géologique, le site fait alors partie du **processus quotidien de prise de décision** au niveau local et doit être pris en compte dans toutes les décisions et les plans.

La population locale sera également confrontée à de nouveaux enjeux, comme les méthodes à utiliser pour alimenter les connaissances locales relatives au projet de stockage géologique et comment pérenniser l'intérêt du public concernant la participation à ce projet. La décision de transformer les bâtiments de surface en centres de recherche, en musées ou en espaces de prise de décision ou d'accueil du public pourrait être utile dans ce domaine. Les précédents projets de stockage géologique de déchets nucléaires révèlent que les populations d'accueil qui ont participé de façon active à l'étape de recherche de site ne désirent pas rester inactives durant les décennies où les déchets radioactifs seront stockés sous terre. Comme le soulignent les enjeux **DE RÉVERSIBILITÉ ET DE RÉCUPÉRABILITÉ**, ainsi que le suivi, la population locale préfère généralement rester impliquée durant l'étape d'exploitation de l'installation de stockage géologique.

LES CONCEPTS DE RÉVERSIBILITÉ ET DE RÉCUPÉRABILITÉ ^{XIV, XV}

À l'échelle mondiale, les experts s'accordent à dire que les installations de stockage géologique doivent être développées de façon linéaire et par étapes, même si en réalité, cela est rarement le cas. Il existe plusieurs facteurs pouvant influencer voire même entraver la procédure, comme par exemple les décisions politiques ou le progrès scientifique. C'est là que les concepts de réversibilité et de récupérabilité entrent en jeu, des éléments importants des dispositifs de stockage géologique dans certains pays de l'UE.

Ces concepts de réversibilité et de récupérabilité peuvent être facilement confondus. Pourtant ils ont tous deux une signification bien spécifique. De façon générale (se reporter à la législation en vigueur au niveau national pour plus d'informations), la **réversibilité** signifie donner la possibilité aux générations futures de poursuivre la construction et l'exploitation d'une installation de stockage géologique ou de **réévaluer les décisions prises précédemment** et d'identifier de nouvelles solutions pour stocker les déchets. Cette notion de « réversibilité » pour une installation de stockage fait référence non seulement aux colis et à l'installation elle-

même, mais aussi à l'approche dans son ensemble concernant la gestion des déchets nucléaires. La **récupérabilité**, quant à elle, concerne la **capacité technique à récupérer les déchets** ou des colis entiers une fois qu'ils ont été mis en place.

En Allemagne, en France et en Belgique, l'inclusion des concepts de réversibilité et de récupérabilité dans l'étape d'exploitation d'une installation de stockage géologique est une obligation légale. Cette obligation n'existe pas dans d'autres pays, comme la Suède par exemple. La **décision politique** d'inclure ou non les concepts de réversibilité et/ou de récupérabilité dans la conception du stockage géologique prend en compte les « préoccupations du public » et le principe mentionné précédemment d'« autonomie intergénérationnelle », et pas la « nécessité technique ».

CHAPITRE II

SURVEILLANCE DANS LES
STOCKAGES GÉOLOGIQUES

INTRODUCTION

Selon la définition classique, la surveillance (on parle aussi de « monitoring », un terme dérivé de l'anglais) consiste à « observer attentivement, effectuer le suivi ou contrôler, en général dans un but spécial ». Le mot anglais « monitoring » vient du latin *monere*, qui signifie « avertir ». La surveillance renvoie donc non seulement au fait de prendre des mesures, mais également à l'idée plus large **d'observer et de contrôler le développement ou la qualité de quelque chose sur une période de temps**. En d'autres termes : maintenir quelque chose « sous contrôle permanent ».

Le terme « moniteur » désigne un appareil qui produit des images, des graphiques ou d'autres représentations d'objets ou de processus qui, sinon, ne seraient pas visibles^{XVI}. La notion de surveillance peut donc également être liée à celle de « **transparence** ». Aujourd'hui, la surveillance est de plus en plus utilisée dans de nombreux domaines, notamment la santé, comme un outil d'information pour la prise de décision^{XVII}. Concernant la gestion des déchets nucléaires, l'AEIA exige

“la mise en place d'un programme de surveillance et de suivi visant à s'assurer que le système de stockage fonctionne comme prévu. La surveillance peut également être effectuée pour renforcer la confiance dans le processus de stockage, et, donc, son acceptation.”^{XVIII}

Cette **création de confiance** est destinée à la fois aux scientifiques et au grand public. On estime que la transparence sur ce qui se passe à l'intérieur d'une installation souterraine pendant la phase opérationnelle (et peut-être le début de la phase après fermeture du stockage) peut jouer un rôle dans l'engagement des parties prenantes et le dialogue avec ces derniers.

Dans le contexte du stockage géologique des déchets nucléaires, il existe **plusieurs stratégies possibles en matière de surveillance**, chacune avec des objectifs différents. Certaines d'entre elles sont abordées dans ce chapitre. Après avoir examiné « où » doit s'effectuer la surveillance, nous verrons « pourquoi » et « comment » la surveillance est nécessaire et/ou souhaitée, du point de vue des experts et des parties prenantes locales. Enfin, nous fournirons quelques exemples de technologies de surveillance des installations souterraines qui ont été élaborées dans le cadre du projet Modern2020.

DIFFÉRENTES STRATÉGIES POUR LA SURVEILLANCE D'UN STOCKAGE GÉOLOGIQUE

Où effectuer la surveillance ?

Concernant la question de l'endroit où doit s'effectuer la surveillance dans le centre de stockage géologique, une distinction générale est souvent faite entre la surveillance « en champ lointain » et la surveillance « en champ proche ».

La surveillance en champ proche a lieu à l'intérieur du stockage géologique ainsi que dans la roche hôte environnante, qui peut être endommagée par les excavations ou soumise aux températures élevées émises par les déchets. Dans la mesure où ce type de surveillance se déroule dans l'installation souterraine et son voisinage immédiat, on parle souvent de « surveillance du stockage » ou de « surveillance in situ ». Le terme de « surveillance EBS » est également employé pour désigner de manière plus

spécifique la surveillance du système de barrière ouvragée passive qui isole les déchets nucléaires.

Le **champ lointain**, lui, inclut la roche hôte restante qui n'est pas affectée par la construction du stockage et l'emplacement des déchets. Cela implique donc la surveillance de l'environnement voisin du stockage, notamment de la géologie, de l'air, du sol, des plantes et des rivières. Conformément au projet de recherche Modern2020, le présent guide est centré sur la surveillance du stockage en champ proche. L'approche de la surveillance en champ lointain est fréquente dans la gestion des déchets nucléaires de haute activité et fait partie intégrante de tous les systèmes de stockage en Europe. La surveillance en champ proche ou du stockage, en revanche, est une technologie relativement nouvelle et

un peu plus sujette à controverse, notamment lorsqu'il s'agit de la surveillance des barrières ouvragées. Comme ce type de surveillance se concentre sur les développements à l'intérieur du



stockage proprement dit, certaines organisations de gestion des déchets nucléaires ont souligné qu'elle pourrait menacer la sûreté du stockage, les capteurs de surveillance étant considérés comme un **FACTEUR PERTURBATEUR DANS LE SYSTÈME DE SÛRETÉ PASSIVE DE L'INSTALLATION**.

En tant que telle, la surveillance du stockage pourrait avoir un impact sur l'intégrité et la sûreté à long terme du centre de stockage géologique. Il est important de noter que la surveillance du stockage comporte un **éventail de technologies de surveillance possibles** (avec l'accent mis sur les technologies sans fil) qui mesurent différents paramètres pour contrôler non seulement les barrières du stockage, mais également les déchets scellés dans ces barrières. L'installation de ce type de capteurs de surveillance de stockage nous permet de poursuivre les recherches sur le développement du stockage et de collecter des données en temps réel sur un emplacement qui deviendra plus tard inaccessible.

Quand effectuer la surveillance ?

Une autre distinction peut être établie entre la « **surveillance de sûreté opérationnelle** » et la « surveillance de sûreté après fermeture », qui ont toutes deux des objectifs différents. La surveillance de sûreté opérationnelle a lieu pendant la phase de construction et d'exploitation du stockage, qui s'étend sur plusieurs décennies. Ce type de surveillance vise principalement à garantir la sûreté des travailleurs sur le site et à suivre la façon dont la construction du stockage et l'emplacement des déchets influent sur l'environnement direct. Les exemples incluent la surveillance du danger d'effondrement des galeries ou d'écoulement d'eau dans le site d'excavation.

SURVEILLANCE ACTIVE OU SÛRETÉ PASSIVE?

Pendant des décennies, l'ambition en matière de gestion des déchets nucléaires a été de parvenir à une solution de stockage « définitif » n'exigeant aucune surveillance ni aucun suivi. Cette ambition de pouvoir « se retirer » du site est souvent désignée par le terme de « **sûreté passive** ». Mais cette situation a légèrement changé avec l'apparition d'une technologie permettant ce qui était jusqu'ici impossible, à savoir l'installation d'équipements de surveillance à l'intérieur ou très près du stockage proprement dit.

La contradiction apparente entre l'objectif de la sûreté passive et la nouvelle possibilité d'une surveillance active n'est pas si évidente ; **il se peut même qu'il n'y ait pas de contradiction**. Après tout, dans la période précédant notre « retrait » du stockage et le passage à la sûreté passive, la surveillance peut fournir des informations précieuses sur la dynamique et les processus en œuvre dans le stockage. Ici, la surveillance est à la fois un **outil d'apprentissage** et un instrument pour atteindre l'objectif voulu de la sûreté passive.

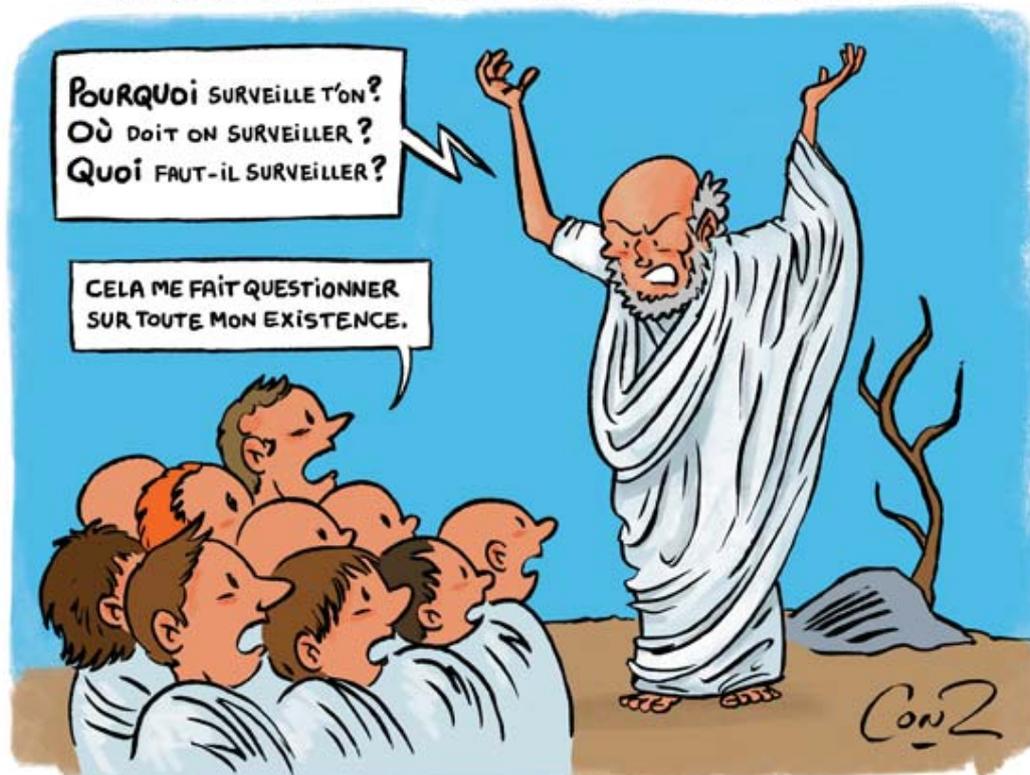
La surveillance de sûreté après fermeture, en revanche, peut commencer pendant la phase opérationnelle, mais peut également se poursuivre pendant les phases ultérieures de la vie du stockage, et son but est différent. Cette surveillance peut impliquer l'installation de capteurs dans le système de barrières ouvragées pour observer différents types de processus et de paramètres dans le stockage afin d'acquérir une compréhension plus approfondie et plus complète du comportement de ce dernier, dans l'état qui est le sien après la fermeture.

Discussion sur le concept et les principes de la surveillance

Malgré ces distinctions bien connues, la notion de surveillance est parfois entourée d'une confusion conceptuelle dans le monde de la gestion des déchets nucléaires. Les organisations de gestion des déchets nucléaires se sont efforcées de produire des concepts normalisés, mais la notion de surveillance n'est pas toujours claire,

car des acteurs différents lui attribuent des significations différentes. En quoi consiste exactement la surveillance ? La question est parfois source de désaccords, surtout en ce qui concerne les défis à relever pour surveiller un stockage pendant des décennies, voire des siècles. En bref, pourquoi la surveillance doit-elle être effectuée, qu'est-ce qui doit être surveillé, combien de temps et où doit avoir lieu la surveillance, qui doit s'en charger et comment doit-elle être effectuée sont autant de **QUESTIONS QUI N'ONT PAS DE RÉPONSES CLAIRES**. Nous nous pencherons sur certaines de ces questions dans la section suivante.

COMME LE ANCIEN PHILOSOPHE RADIUS ACTIVUS A DIT :



QUELQUES QUESTIONS (À PROPOS DE LA SURVEILLANCE EN CHAMP PROCHE DANS LES CENTRES DE STOCKAGE GÉOLOGIQUE)

La surveillance doit-elle être effectuée seulement avant la fermeture finale du centre de stockage géologique ?
Ou doit-elle avoir lieu également après la fermeture ?
Est-il sensé de poursuivre la surveillance pendant ce qui semble une période illimitée ?

Quelles sont les raisons qui motivent la surveillance des déchets nucléaires stockés dans le site de stockage géologique ? Qu'est-ce que nous essayons de réaliser avec la surveillance du stockage ?

La surveillance doit-elle avoir lieu seulement autour du stockage ou est-elle nécessaire également à l'intérieur du stockage ?

Quels types de résultats en matière de surveillance faut-il utiliser pour prendre des décisions à propos des futurs stockages ? Qui doit examiner et gérer les données de surveillance ?

Quel devrait être le coût d'un programme de surveillance du stockage ?

LA SURVEILLANCE : POURQUOI, QUOI, OÙ ET QUAND ? POINTS DE VUE DES EXPERTS ET DES PARTIES PRENANTES

Les réponses aux questions sur la surveillance du stockage en champ proche peuvent varier considérablement selon la personne interrogée. Comme l'ont montré nos expériences dans le cadre du projet Modern2020, des approches et des perceptions divergentes de la surveillance existent non seulement parmi les experts techniques et les acteurs publics, mais également parmi les gestionnaires de déchets nucléaires et les experts eux-mêmes.

Nous analysons ici ces opinions divergentes sur la surveillance des stockages en comparant les opinions des représentants de la **communauté européenne des experts** avec les propos tenus sur le sujet par les **acteurs publics** de Belgique, Finlande, France et Suède pendant le projet Modern2020 et le projet MoDeRn, qui l'avait précédé. Nous avons choisi cette comparaison entre « les experts » et « les acteurs publics » car le présent guide vise principalement les acteurs locaux, qui peuvent être intéressés par les points de vue des groupes d'acteurs publics associés et par le lien entre ces points de vue et les opinions défendues par les experts techniques.

Bien sûr, l'ensemble des experts et des acteurs citoyens locaux ont le même point de vue sur la surveillance. Le tableau ci-dessous s'appuie sur des entretiens réels, mais nous mettons véritablement l'accent sur les divergences d'opinion afin de renforcer les distinctions. Le but n'est pas d'alimenter la controverse, mais de montrer les différents types de raisonnement et points de

vue qui ressortent de ces discussions, et d'illustrer le fait que les différences de vues entre les acteurs dépendent souvent (au moins en partie) de leurs positions professionnelles et sociales.

SURVEILLANCE DES STOCKAGES DANS LES CENTRES DE STOCKAGE GÉOLOGIQUE ^{XIX}		
	EXPERTS TECHNIQUES IMPLIQUÉS DANS LE PROJET MODERN2020	ACTEURS PUBLICS DE BELGIQUE, FINLANDE, FRANCE ET SUÈDE
POURQUOI SURVEILLER ?	<p>Les experts techniques impliqués dans le projet Modern2020 ont indiqué les raisons suivantes pour la surveillance d'un stockage géologique ; ces raisons sont comparables à celles formulées dans les rapports de l'AIEA:</p> <ul style="list-style-type: none"> ~ La surveillance du stockage permet d'améliorer la compréhension du comportement du système de stockage et de son environnement. ~ La surveillance fournit une validation du système de stockage et, par suite, de sa sûreté à long terme. Les experts, cependant, ne souhaitent pas s'appuyer sur la surveillance comme moyen de garantir la sûreté, puisque le dossier de sûreté devrait déjà avoir démontré la performance sûre à long terme du stockage (voir l'encart « SURVEILLANCE DU STOCKAGE EN TANT QUE SÛRETÉ « ADDITIONNELLE » »). ~ Il fournit des informations sur le système de stockage pour la prise de décision aujourd'hui et dans 	<p>De même que pour les experts, les perceptions et les opinions des acteurs publics quant à l'emploi et aux objectifs de la surveillance dans le stockage géologique varient, non seulement d'un pays à l'autre, mais également au sein des pays :</p> <ul style="list-style-type: none"> ~ Contrairement à l'idée que se font les experts de l'objectif de la surveillance, les acteurs publics perçoivent la surveillance du stockage comme un moyen de contrôler le comportement attendu du stockage ainsi que la qualité du dossier de sûreté et du système de stockage, en raison de l'impossibilité d'émettre des prévisions sur plusieurs centaines de milliers d'années. ~ Tout comme les experts techniques, les acteurs publics considèrent également la surveillance du stockage comme un moyen de favoriser la confiance du public et l'acceptation sociale du stockage géologique. -

	EXPERTS TECHNIQUES IMPLIQUÉS DANS LE PROJET MODERN2020	ACTEURS PUBLICS DE BELGIQUE, FINLANDE, FRANCE ET SUÈDE
	<p>le futur, informations qui étayent une mise en œuvre par étapes du stockage géologique.</p> <p>~ Lorsque la sûreté du stockage est validée par les données de surveillance, la surveillance peut favoriser la confiance du public et l'acceptation sociale du projet de stockage géologique.</p>	<p>~ Les acteurs publics qui ont des niveaux de confiance dans les institutions plus bas que les organisations des déchets nucléaires ou les organismes de réglementation mettent parfois en avant la nécessité d'une surveillance indépendante assurée par des agences clairement autonomes.</p>
POURQUOI PAS SURVEILLER?	<p>Il existe également des raisons qui poussent certains gestionnaires des déchets nucléaires européens à remettre en question le recours à la surveillance dans le stockage géologique :</p> <p>~ Les capteurs de surveillance peuvent mettre en péril la sûreté globale du système de stockage, car ils peuvent provoquer une intrusion physique dans le système de barrières.</p> <p>~ Il existe également des risques de lecture inexacte et trompeuse des données de surveillance, qui peuvent aboutir à une prise de décision mal informée sur le programme de stockage.</p>	<p>Dans les pays où les acteurs publics font déjà largement confiance au gestionnaire des déchets nucléaires, ainsi que dans le jugement des experts et le dossier de sûreté, les parties prenantes ont tendance à être d'accord avec les experts qui mettent en garde contre le danger potentiel que peut causer la surveillance de par son intrusion dans le système de barrière du stockage.</p>
où ?	<p>Les opinions varient à propos de l'endroit où la surveillance doit être située dans ou autour des centres de stockage géologique (souvent en fonction des réglementations et des contextes nationaux), mais les experts</p>	<p>En général, les acteurs publics ont tendance à se concentrer d'avantage sur la surveillance en champ lointain, environnemental, car ce type de surveillance peut fournir des indications claires sur la manière dont leur environ-</p>

	EXPERTS TECHNIQUES IMPLIQUÉS DANS LE PROJET MODERN2020	ACTEURS PUBLICS DE BELGIQUE, FINLANDE, FRANCE ET SUÈDE
	<p>conviennent généralement que la surveillance environnementale en champ lointain doit toujours avoir lieu. La surveillance du stockage en champ proche est cependant sujette à davantage de controverses et de désaccords. Après tout, la surveillance du stockage n'est pas toujours définie comme une partie intégrante des programmes de stockage des déchets nucléaires dans les législations nationales, et elle est parfois perçue comme une violation des normes de la sûreté passive du stockage géologique.</p>	<p>nement local est affecté par le stockage et les aider à déterminer s'ils doivent se préoccuper de certains effets sur la santé. Outre le monde biophysique, les parties prenantes évoquent également la possibilité de surveiller l'environnement socio-économique, car ils se soucient souvent de l'impact du site de stockage géologique sur leur région locale en termes sociaux et économiques. Ils considèrent par ailleurs la surveillance du stockage en champ proche comme nécessaire – bien que dans une mesure moindre que la surveillance environnementale –, afin, par exemple, de permettre une surveillance minutieuse des colis de déchets qui seront placés dans le stockage.</p>
COM-BIEN DE TEMPS ?	<p>Les experts techniques estiment qu'il est nécessaire de mettre en œuvre des technologies de surveillance pendant la phase de construction et d'exploitation du stockage géologique. Mais le point final de la surveillance doit également être lié aux objectifs de la surveillance. Par exemple, si la surveillance vise à confirmer ou réfuter une évolution attendue, dans le cas où l'évolution attendue s'achève avant la fin de période de surveillance, la surveillance pourra également s'arrêter plus tôt. La surveillance pendant la phase après fermeture est généralement considérée comme techniquement inutile, bien qu'elle puisse</p>	<p>Les opinions des acteurs publics à propos de la durée de la surveillance sont plus partagées. Certains, d'accord avec les experts techniques, estiment que la surveillance après la fermeture n'est pas nécessaire, car elle va à l'encontre des normes de sûreté passive du système de stockage géologique et de l'idée selon laquelle les futures générations doivent être un jour capables d'oublier jusqu'à l'existence du stockage. D'autres, en revanche, expriment le souhait d'une surveillance après la fermeture, mais ne sont pas sûrs du type de surveillance qui doit être effectué dans cette phase finale.</p>

	EXPERTS TECHNIQUES IMPLIQUÉS DANS LE PROJET MODERN2020	ACTEURS PUBLICS DE BELGIQUE, FINLANDE, FRANCE ET SUÈDE
	s'avérer précieuse si elle permet de rassurer les autres parties prenantes.	
QUOI ET COMMENT ?	<p>En ce qui concerne les paramètres à surveiller dans le stockage et la manière dont cela doit être fait, les experts techniques identifient deux difficultés, qui reflètent la variété des stratégies et des technologies de surveillance employées dans les différents pays.</p> <p>~ La première difficulté consiste à trouver le moyen d'identifier des processus et des paramètres mesurables dans la période relativement courte précédant la fermeture, qui pourrait servir de base pour prédire le comportement à long terme du système. Les gestionnaires des déchets nucléaires développent leurs propres processus de sélection des paramètres pour l'identification des paramètres mesurables. Les paramètres sélectionnés sont cependant susceptibles d'être peu nombreux.</p> <p>~ Une autre difficulté concerne le moyen d'organiser la surveillance sans compromettre les barrières de sûreté fondamentales du stockage. La résolution de ce problème nécessite le développement de nouvelles technologies de surveillance. Tel était l'objet du projet Modern2020 (voir « Chapitre II dans ce guide).</p>	<p>Les acteurs publics semblent parfois un peu moins intéressés à savoir exactement quels paramètres seront surveillés, car cela est souvent considéré comme trop technique. Ils souhaitent cependant que les organisations de gestion des déchets nucléaires surveillent autant de paramètres que possible et se concentrent sur ceux qui surveillent les conséquences du stockage pour les populations locales en termes de radioprotection.</p> <p>En ce qui concerne les technologies de surveillance, certains acteurs publics pensent que ces technologies doivent être testées in situ (par exemple, dans un laboratoire de recherche souterrain) avant d'être appliquées dans une situation réelle. Ils estiment également que ces systèmes de surveillance doivent évoluer avec le temps et être capables de s'adapter aux nouvelles conditions.</p>

SURVEILLANCE DU STOCKAGE EN TANT QUE SÛRETÉ « ADDITIONNELLE »^{xx}

Comment les experts voient-ils la relation entre la surveillance du stockage et la sûreté du site lorsqu'ils prétendent que la surveillance doit « valider » la sûreté du système de stockage ?

Pour qu'un stockage de déchets nucléaires soit autorisé, sa sûreté à long terme doit d'abord être démontrée. Par conséquent, tous les futurs scénarios possibles sont soigneusement examinés parallèlement aux évaluations critiques des matériaux et des infrastructures, et rassemblés dans un document volumineux intitulé le « dossier de sûreté ». Ce dossier de sûreté est destiné à fournir une preuve solide, sur la base de connaissances spécialisées, de modélisation prédictive et de calculs, que le stockage géologique sera sûr à très long terme. Nous pourrions supposer que la surveillance des conditions, des processus et de la dynamique associés au stockage de déchets nucléaires est susceptible de nous fournir des informations qui nous aideront à contrôler (ou à contester) les calculs et les modèles des experts techniques et à émettre des jugements sur sa sûreté réelle.

Mais la communauté européenne des experts insiste sur le fait que la surveillance et le dossier de sûreté sont en fait distincts, et que nous devrions considérer la surveillance comme une technologie « additionnelle », et non comme un paramètre de sûreté. Comme la sûreté d'un stockage géologique est vérifiée et validée dans le dossier de sûreté, sur la base duquel sont accordées les

autorisations de construction et d'exploitation, la surveillance dans un stockage géologique doit être employée principalement pour *confirmer* que tout dans le stockage se déroule comme prévu dans le dossier de sûreté. Sous cet angle, la surveillance est considérée comme une technologie complémentaire dans la mesure où le stockage géologique peut être supposé sûr, avec ou sans surveillance, une autorisation ayant été accordée. Les experts reconnaissent quand même que la surveillance peut fournir des renseignements complémentaires sur la dynamique et les processus à l'œuvre dans le stockage et que ces informations permettent d'étayer les décisions futures.

Arrière-plan technique

L'une des raisons pour lesquelles les experts techniques insistent sur cette distinction entre surveillance et sûreté générale du stockage est que certains paramètres de surveillance ne sont pas toujours liés à la sûreté du centre de stockage dans son ensemble. À titre d'exemple, la façon dont l'eau s'infiltré à travers les bouchons dans le stockage n'est pas nécessairement liée à l'érosion du matériau du tampon dans les trous de dépôt. Dans le pire des cas, avec une galerie de dépôt très sèche, un afflux d'eau important dans un trou de dépôt et, par suite, une érosion significative du tampon ne provoqueraient pas d'infiltration à travers le bouchon. À l'inverse, dans une galerie bien saturée d'humidité, l'infiltration à travers le bouchon peut être relativement importante, mais on ne constate pas nécessairement une érosion du matériau du tampon. L'érosion du tampon est plutôt dictée, pour l'essentiel,

par la distribution et l'ampleur de l'afflux d'eau souterraine dans les trous et la galerie de dépôt, lesquelles peuvent être mesurées directement. Par conséquent, le paramètre dans cet exemple ne doit pas être considéré comme étant étroitement lié à la fonction de sûreté du bouchon. Néanmoins, un bouchon étanche est considéré comme avantageux pour la sûreté après fermeture ; ses capacités de maintien en bon état sur le long terme auront donc déjà été garanties et prouvées dans le dossier de sûreté.

Que se passe-t-il ensuite ? À propos de la surveillance et de la prise de décision

Une fois que les questions pourquoi, quand, où et comment effectuer la surveillance ont été résolues et que la collecte de données a commencé, de nouvelles questions surgissent :

- Qui est chargé de conserver et de gérer les données de surveillance ?
- Les données doivent-elles être mises à la disposition de toutes les parties concernées ?
- Qui décide quelles valeurs de surveillance doivent être considérées comme irrégulières et/ou potentiellement problématiques, et quelles mesures doivent être prises sur la base de ces données ?
- Qui est responsable de la supervision de ce processus ?
- Des acteurs publics locaux doivent-ils être impliqués dans ces décisions et, le cas échéant, comment doivent-ils l'être ?

Des experts techniques travaillant dans le cadre du projet Modern2020 ont essayé de trouver une réponse à (certaines de) ces questions. Ils se sont efforcés d'identifier les résultats de la surveillance qui nécessiteraient la prise de mesures et ont examiné les réponses appropriées si quelque chose ne se déroule pas comme prévu. Des approches (méthodes, outils, flux de travaux) pour l'utilisation des données de surveillance ont également été étudiées et élaborées.

Cette communauté d'experts considère la surveillance **uniquement comme une source d'informations pour la prise de décision**, dans le sens où elle n'alimente pas directement le processus de prise de décision, mais oriente plutôt les débats entre l'organisation de gestion des déchets nucléaires, l'autorité de sûreté et le monde politique. La surveillance des données **ne déclenche pas directement de décisions importantes**. Si l'évolution de certaines mesures n'est pas conforme aux prévisions et laisse soupçonner un problème, une « **analyse des causes premières** » doit être réalisée pour en comprendre les raisons. Cette analyse scientifique est cruciale pour évaluer

les mesures à prendre dans le futur. Pour toutes les décisions nécessitant l'implication des acteurs publics locaux, les experts techniques arguent que les mesures de surveillance qui nécessitent une action doivent être communiquées à un public plus large.

Les acteurs publics locaux soulignent qu'il est important de savoir ce qui se passera si des mesures de surveillance irrégulières sont enregistrées. Selon eux, un **programme détaillé de prise de décision** doit être mis en place pour clarifier les mesures à prendre dans telles ou telles situations. Les opinions quant à la nécessité de rendre publics les résultats de la surveillance varient parmi les acteurs locaux des différents pays. En France, par exemple, les acteurs locaux établissent un parallèle entre la surveillance et les systèmes de contrôle pour les centrales nucléaires gérées par l'autorité de sûreté française, l'ASN, où tout écart est automatiquement rendu public. Ils soutiennent qu'un type similaire de « **système d'alarme** » doit être mis en place pour les stockages géologiques. Pour les acteurs publics finlandais, en revanche, le fait d'avoir accès à l'ensemble des données de surveillance enregistrées ne

présente pas un grand intérêt. Ils ne croient pas qu'ils pourraient beaucoup contribuer aux décisions nécessaires à ce stade et font confiance aux gestionnaires des déchets nucléaires et aux autorités de sûreté pour traiter cette question et les tenir informés si nécessaire.

TECHNOLOGIES DE SURVEILLANCE

Le développement des technologies de surveillance rencontre **plusieurs difficultés** :

- Les **contraintes** caractéristiques imposées pour les équipements de surveillance sont les **conditions environnementales** dans le stockage. Ces dernières peuvent inclure les températures ou la pression élevées, l'humidité et/ou la submersion, les environnements chimiquement agressifs et les niveaux de rayonnement susceptibles d'affecter les performances des câbles électriques et optiques.
- Les **exigences** caractéristiques incluent la longévité de la technologie de surveillance (sans aucune possibilité réelle de pouvoir assurer l'entretien des équipements), un haut niveau de confiance dans la fiabilité des signaux et l'absence d'interférences avec les performances des barrières, notamment concernant la sûreté à long terme.

Il existe également **différentes approches** pour effectuer des mesures dans un stockage. Les **capteurs câblés classiques**, les plus largement utilisés, représentent une solution standard, fiable et bien connue dans le plupart des cas. Il existe cependant certains arguments contre l'installation de la technologie de surveillance

à l'intérieur du stockage qui doivent être pris en compte dans la recherche et le développement technique de ces technologies. L'un des inconvénients majeurs est lié au fait que les capteurs de surveillance risquent de compromettre les normes de sûreté passive du système de stockage. Ce pourrait être le cas lorsque les capteurs nécessitent des câbles pour l'approvisionnement en énergie et la transmission de données, et que ces câbles doivent passer à travers les barrières du stockage. À la recherche d'une solution, les experts essaient actuellement d'améliorer et de développer des **systèmes de transmission de données sans fil** ainsi que des capteurs fonctionnant sur des batteries d'une longévité exceptionnelle.

Une autre difficulté, comme l'ont montré, par exemple, des tests récents sur des câbles à fibre optique, vient de ce que les capteurs de surveillance des stockages fournissent de grandes quantités de données qui doivent être traitées et analysées minutieusement pour permettre de tirer des conclusions appropriées sur l'état du stockage et des déchets et sur la sûreté du stockage. Dans les paragraphes qui suivent, nous exami-

nons comment les technologies de surveillance développées dans le projet Modern2020 s'efforcent de répondre à ces difficultés.

1. Nouveaux capteurs

Tout d'abord, le projet Modern2020 visait à développer de nouveaux capteurs de surveillance mieux adaptés pour la surveillance dans un environnement « hostile », tel celui d'un stockage souterrain, et à offrir une alternative et une solution de secours pour les capteurs standard. Les **capteurs à fibre optique**, notamment, sont une technologie pleine de promesses pour les raisons suivantes :

- Ils nous permettent de placer l'instrument **loin des points de mesure**, à un emplacement accessible où l'électricité est disponible
- Ils **éliminent les coûts élevés** associés aux câbles (une seule fibre contient plusieurs points de mesure)
- Ils ont une **grande durabilité** par rapport à l'électronique (la fibre fait elle-même office de capteur)

Parmi les différents types de capteurs à fibre optique, il en est un qui est particulièrement intéressant : **la détection distribuée**. Dans ce type d'appareil, les mesures peuvent être prises tout le long de la fibre optique (= capteur linéaire), et pas seulement à quelques points de points de détection. Ce capteur à fibre optique est un capteur très solide, immunisé contre la corrosion et insensible aux perturbations électromagnétiques.

2. Technologie sans fil

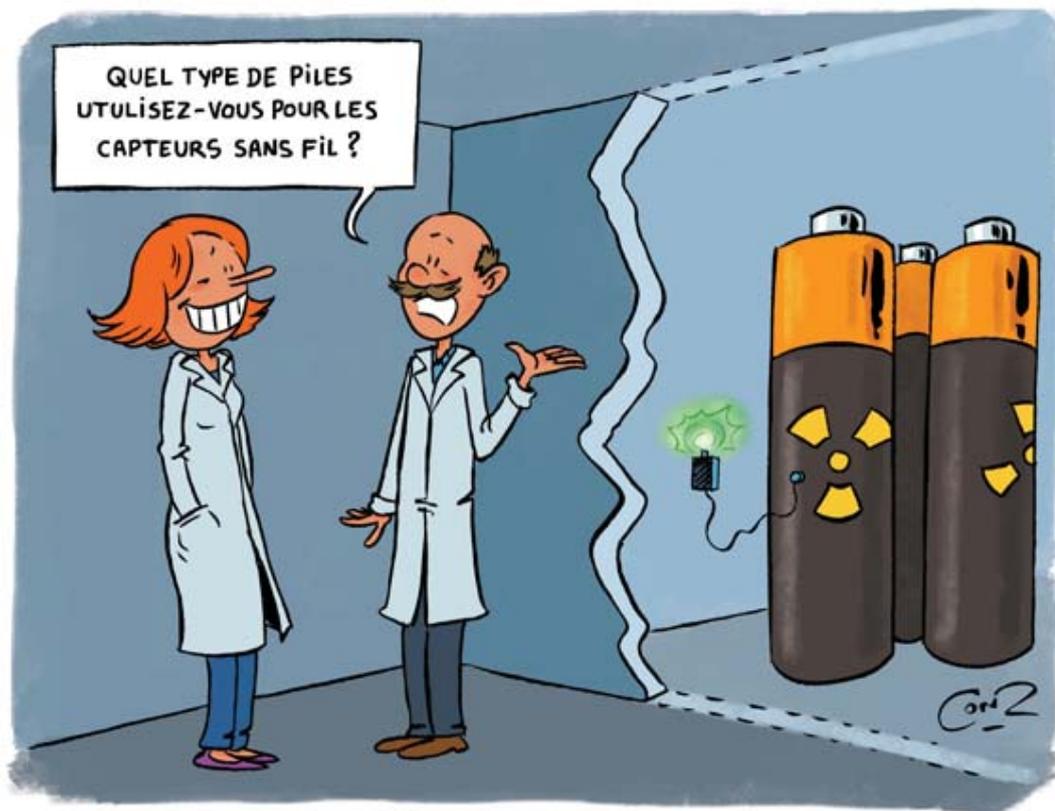
Une fois que les nouveaux capteurs de surveillance ont été développés, la question porte sur la façon dont les données résultantes doivent être transmises à un ordinateur central. Le développement des **technologies de transmission de données sans fil** suscite beaucoup d'intérêt, car elles permettent d'assurer la surveillance derrière les barrières liées à la sûreté sans mettre en péril la fonction de sûreté de ces barrières avec l'utilisation de câbles. Bien que des techniques de transmission de données à haute fréquence soient déjà employées dans un grand nombre d'applications industrielles et consommateurs, les limites de la propagation à travers les matériaux solides, comme la roche hôte ou les matériaux barrière, rend ces techniques inappropriées pour les stockages géologiques. Les **champs magnétiques à basse fréquence**, par ailleurs, peuvent transmettre des données sur de plus longues distances à travers les matériaux solides sous terre. Avec, à l'esprit, l'exigence de récupérabilité des déchets de certains pays européens, les partenaires du projet Modern2020 ont examiné des systèmes de transfert de données sans fil capables de transmettre les données de surveillance du système de stockage des déchets dans le sous-sol profond jusqu'à la surface après la fermeture.



Figure 7 - Exemple graphique d'un capteur à fibre optique [Source : Modern2020]

3. Sources d'alimentation alternatives

Les équipements de surveillance sans fil placés derrière les barrières nécessitent des **solutions d'alimentation autonomes** pour pouvoir fonctionner sur une longue période de temps. L'usage de batteries pour l'alimentation est largement répandu, mais le cycle de vie des batteries commerciales est limité (inférieur à 30 ans). Dans la mesure où de nombreux processus liés à la sûreté dans les stockages de déchets géologiques évoluent plutôt lentement, la surveillance sans fil de ces processus dépend de la disponibilité d'autres options d'alimentation capables de fournir l'énergie électrique pendant plusieurs décennies. En conséquence, le projet Modern2020 a étudié et développé un certain nombre de systèmes d'alimentation électrique alternatifs, y compris des **générateurs thermoélectriques**.



4. Méthodes géophysiques

Un dernier groupe de technologies élaborées pendant le projet Modern2020 étaient les méthodes géophysiques, qui sont employées pour mesurer les **performances globales** d'un stockage. Cela inclut à la fois les conteneurs (canisters) et le système de barrières ouvragées, ainsi que la roche hôte environnante qui a été affectée par la construction et le fonctionnement du stockage. Parmi les exemples spécifiques de ces technologies : les **technologies d'inversion des formes d'ondes sismiques complètes** et les **algorithmes de détection des anomalies** qui peuvent identifier de légères modifications dans les données de surveillance.

CHAPITRE III

PARTICIPATION DU PUBLIC À LA R&D EN MATIÈRE DE SURVEILLANCE. COMMENT FAIRE PARTICIPER LES PERSONNES ?

INTRODUCTION

Au cours des années récentes, la notion « d'engagement du public » a pris de l'importance dans un grand nombre de questions de politique et de méga-projets publics. De même, le « virage participatif » dans la gestion des déchets nucléaires a abouti à l'introduction de diverses initiatives d'engagement du public dans les processus de prise de décision et les projets liés au problème des déchets radioactifs. Dans cet esprit, le projet Modern2020 visait à prendre en considération les attentes et les opinions des acteurs publics locaux dans le développement et la mise en œuvre d'un système de surveillance de stockage efficace. Des acteurs locaux (de Belgique, Finlande, France et Suède) ont été impliqués dans le projet de différentes manières :

- Un **petit groupe de représentants des collectivités locales engagées** a assisté régulièrement aux réunions de projet et aux ateliers organisés au niveau européen.
- Des spécialistes en sciences sociales ont également organisé des ateliers (ou « **sessions d'engagement domestique** »)³ dans les communautés d'origine des acteurs publics intéressés afin de discuter de leurs préoccupations et de leurs opinions sur la surveillance dans les stockages de déchets nucléaires.
- Les mêmes acteurs publics locaux avaient également la possibilité de partager leurs expériences et opinions sur leur implication dans le projet en participant à un **sondage en ligne**, organisé en deux campagnes.
- En outre, les acteurs locaux ont eu l'opportunité de rencontrer les experts techniques impliqués dans le projet Modern2020 pendant un atelier spécialement conçu à cet effet. « **L'atelier des acteurs locaux** », organisé sur deux jours en septembre 2018, visait à réunir des acteurs locaux et des experts techniques dans un espace de compréhension mutuelle où les deux groupes étaient encouragés à réfléchir, s'exprimer et débattre sur leur opinions respectives quant à l'engagement des acteurs locaux dans le projet Modern2020.
- Enfin, les acteurs locaux ont été régulièrement invités à fournir leurs commentaires sur ce Guide des parties prenantes, ainsi que sur les autres résultats produits pendant le projet (rapports sur les ateliers et les recherches).

3 – Vue d'ensemble des différentes « sessions d'engagement domestique » par pays :

- Trois « sessions d'engagement domestique » ont été organisées près de Mol, en Belgique, auxquelles ont participé respectivement 12, 7 et 13 citoyens locaux.
- Une session d'engagement domestique a été organisée dans chacune des municipalités d'Östhammar (Suède), d'Eurajoki (Finlande) et de Bure (France), avec, respectivement, 20, 8 et 5 participants.

Malgré l'objectif clair du projet Modern2020 de « prendre en compte les attentes et les opinions des acteurs locaux dans le développement des systèmes de surveillance », assurer une « bonne » implication des parties prenantes est plus facile à dire qu'à faire. Cet exercice a soulevé **quelques questions importantes (pourquoi, quand et comment)** à propos de l'organisation de la participation du public à un tel projet de recherche et développement (R&D).

Ce chapitre s'appuie sur les **expériences concrètes des acteurs publics locaux** impliqués dans le projet Modern2020 afin de poursuivre les réflexions sur ces questions. Nous examinerons d'abord de plus près les contextes nationaux spécifiques des acteurs locaux de Belgique, Finlande, France et Suède, avant d'analyser plus avant leurs opinions et leurs préoccupations à propos de la participation du public au projet Modern2020.

RADIUS ACTIVUS REVISITÉ



QUI ÉTAIENT LES ACTEURS LOCAUX DANS LE PROJET MODERN2020 ?

Dans le projet Modern2020, les acteurs locaux des communautés engagées dans les programmes nationaux de gestion des déchets de **quatre pays européens** étaient activement impliqués dans les activités de participation. En Finlande, France et Suède, les options de gestion du stockage des déchets ont été choisies et des décisions formelles ont été prises à cet égard. Les participants provenaient des communautés locales proches des sites où ces solutions de gestion privilégiées (pour le stockage géologique) devaient être mises en œuvre. En Belgique, aucune « décision de principe » n'a été prise à ce stade par le gouvernement à propos de la solution préférée pour les déchets de haute activité. Les acteurs locaux belges ont cependant été invités à participer au projet Modern2020 en raison des expériences en cours sur la participation du public à la gestion des déchets nucléaires de faible et moyenne activité, expériences qui peuvent être riches d'enseignements.

Afin de tirer des enseignements pertinents de la comparaison entre les différents pays, il est **important** de prendre en considérations les **différences** qui existent entre eux. Nos quatre pays, par exemple, possèdent des cadres juridiques et institutionnels très différents, des expériences différentes en matière de participation du public et des cultures différentes en général. Pour mieux comprendre ces différences nationales essentielles, nous présentons brièvement quelques caractéristiques clés de chacun des pays du projet Modern2020 et **QUATRE ÉTUDES DE CAS** pour illustrer la manière dont la participation du public y est mise en pratique.

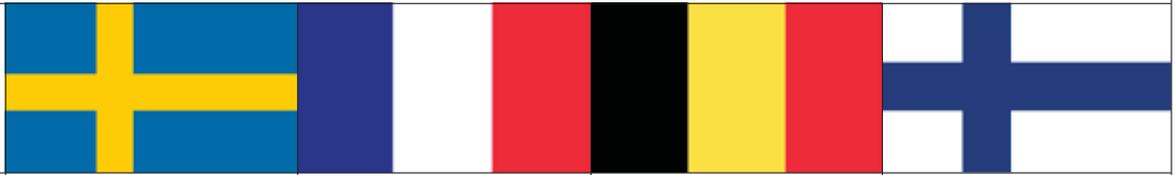
Suède : prendre les acteurs publics au sérieux

Avec la Finlande, la Suède est internationalement reconnue comme un précurseur dans l'utilisation de la technologie de gestion des déchets nucléaires et figure parmi les rares pays dans le monde à avoir identifié des sites de stockage du combustible usé. En juin 2009, l'**entreprise suédoise de gestion du combustible et des déchets nucléaires (SKB)**, chargée de développer la technologie et de proposer le site pour

le stockage définitif du combustible nucléaire usé, a annoncé qu'elle allait déposer un dossier pour l'implantation d'un **centre de stockage définitif de déchets dans la municipalité d'Östhammar**.

Avant cette annonce, SKB avait mené des études de site à Östhammar et dans une autre municipalité candidate, Oskarshamn. Sur une période de 8 ans, SKB a réussi à organiser des réunions de consultation régulières dans les deux communautés. Le résultat fut sans

**PARTICIPATION DU PUBLIC EN PRATIQUE
QUATRE ÉTUDES DE CAS**



<p>CONTEXTE (NUCLÉAIRE) GÉNÉRAL</p>	<p>La Suède compte 3 centrales nucléaires en exploitation, avec 10 réacteurs opérationnels, qui produisent 35 à 40 % de l'électricité du pays.</p> <p>La commune d'Östhammar est située à peu près à 20 km de Forsmark, l'emplacement prévu pour le stockage géologique suédois.</p> <p>La population de la commune d'Östhammar s'élève à peu près à 4 500 personnes.</p>	<p>La France compte 58 réacteurs nucléaires opérationnels, réparti entre 19 centrales nucléaires, qui produisent environ 75 % de l'électricité du pays.</p> <p>La commune de Bure est située à peu près à 2 km du site prévu pour Cigéo, le centre industriel de stockage géologique des déchets nucléaires français.</p> <p>Bure compte actuellement 82 habitants. À titre de référence, la ville la plus proche, Bar-Le-Duc (à 39 km de Bure), a une population d'environ 15 500 habitants.</p>	<p>La Belgique compte 2 centrales nucléaires, avec 7 réacteurs opérationnels, qui produisent à peu près 50 % de l'électricité du pays.</p> <p>En Belgique, aucun site n'a encore été choisi pour le stockage définitif des déchets radioactifs de haute activité.</p> <p>Les communes de Mol (36 500 habitants) et de Dessel (9 000 habitants) hébergent cependant un stockage en surface pour les déchets radioactifs belges de faible et moyenne activité.</p>	<p>La Finlande compte aujourd'hui 4 réacteurs nucléaires en exploitation, situés dans 2 centrales, qui produisent près de 30 % de son électricité. Deux nouveaux réacteurs feront passer la part du nucléaire à 60 %.</p> <p>La commune d'Eurajoki est située à environ 20 km de la péninsule d'Olkiluoto, où le stockage géologique est en cours de construction.</p> <p>Eurajoki a une population approximative de 9 500 habitants.</p>
<p>STADE DE DÉVELOPPEMENT</p>	<p>Site sélectionné (Östhammar) ; en attente de permis de construire (depuis 2011)</p>	<p>Site sélectionné (Bure) ; demande d'autorisation de construction en préparation</p>	<p>Pas de « décision de principe » pour le stockage géologique ; aucun site sélectionné</p>	<p>Site sélectionné (Eurajoki) ; autorisation de construction obtenue pour l'installation d'ONKALO</p>

<p>ROCHE HÔTE ET CONCEPT DE STOCKAGE</p>	<p>Granit (dur)</p> <p>La sûreté du stockage repose sur le conteneur (canister) KBS3V</p>	<p>Argile (plastique)</p> <p>La notion de sûreté repose en partie sur la plasticité relative de la roche hôte</p>	<p>Aucun concept de stockage définitif, mais les recherches sur le stockage géologique dans une argile peu indurée se poursuivent depuis les années 1970</p>	<p>Granit (dur)</p> <p>La sûreté du stockage repose sur le conteneur (canister) KBS3V</p>
<p>PARTICIPATION DU PUBLIC AU NIVEAU LOCAL</p>	<p>Conseil municipal d'Östhammar</p> <p>Trois groupes de travail</p> <p>Droit de veto</p>	<p>CLIS de Bure</p> <p>Objectif principal = fournir des informations</p> <p>Rôle proactif : contre-expertise + évaluations additionnelles</p>	<p>Aucun groupe spécifique d'acteurs locaux pour les déchets nucléaires de haute activité</p> <p>MONA et STORA : 20 ans d'engagement dans le centre de stockage de déchets nucléaires de faible activité + suivi des programmes de recherche dans le laboratoire de recherche souterrain (URL) générique HADES à Mol</p> <p>Droit de veto</p>	<p>Conseil municipal d'Eurajoki</p> <p>« Culture nucléaire » / « Culture de la confiance »</p> <p>Droit de veto</p>

précédent : les deux municipalités se portèrent candidates pour héberger le stockage. En mars 2011, SKB demanda au gouvernement l'autorisation de commencer la construction d'un centre de stockage définitif basé sur le **système de stockage géologique multi-barrières de KBS** à Forsmark, qui fait partie de la municipalité d'Östhammar, pour accueillir le centre de stockage des déchets de faible et moyenne activité du pays.

Cette demande a depuis été examinée par l'organisme de réglementation national, l'**Autorité suédoise de sûreté radiologique (SSM)**, et la **Cour pour la Terre et l'environnement**. Mais suite à des incohérences dans les évaluations réalisées par la SSM et la Cour pour la Terre et l'environnement, une évaluation gouvernementale est toujours en cours. Les acteurs citoyens locaux à Östhammar sont surtout impliqués dans la gestion des déchets nucléaires

au **niveau municipal**. Les représentants locaux sont organisés en trois groupes de travail distincts : le comité de sûreté à long terme, le comité des impacts environnementaux et le comité de référence. Leurs tâches vont du suivi du programme de R&D de SKB à la révision du processus d'évaluation des impacts environnementaux et à l'organisation de discussions avec le grand public. Ces activités sont financées par le **Fonds suédois de gestion des déchets nucléaires**, un organisme gouvernemental dont la mission consiste à recevoir et gérer les redevances versées par les entreprises de production électronucléaire et les propriétaires des autres installations nucléaires en Suède. Les redevances sont prévues pour couvrir les futurs coûts de gestion et de stockage du combustible nucléaire usé, y compris les initiatives de participation locale.

Contrairement à ce qui se passe en France, par exemple, la municipalité d'Östhammar détient un **droit de veto** concernant le centre de stockage des déchets nucléaires qui doit être construit dans la commune pendant toute la phase de demande et d'autorisation du stockage. Cela signifie que la municipalité a le droit de « dire non » et, donc, d'empêcher la construction d'un stockage dans sa commune. L'existence de droits de veto locaux au niveau municipal a également obligé les experts et les décideurs politiques à accorder une attention particulière aux intérêts et aux opinions des citoyens locaux et de leurs représentants. La

municipalité peut fixer certaines conditions à l'acceptation du centre de stockage des déchets nucléaires, l'une étant la participation continue aux différentes phases du processus de stockage des déchets nucléaires.

Afin de répondre à ces besoins et d'impliquer les communautés locales plus étroitement, SKB a, dans le passé (de 2004 à 2011), mené un **programme en sciences sociales** pendant la procédure d'implantation, programme dans lequel les municipalités d'Östhammar et d'Oskarshamn ont été impliquées. Pour fournir davantage d'éclairage sur les aspects sociaux du stockage définitif, des chercheurs en sciences sociales et comportementales se sont intéressés à **quatre domaines de recherche différents** : impact socio-économique, processus de prise de décision, impact psycho-social et changements dans le monde environnant. En bref, le but du programme était d'étudier l'impact du projet de stockage définitif sur la communauté voisine et de voir à quoi peuvent ressembler les processus de prise de décision sur ces questions importantes. En collaboration avec des résidents locaux, SKB a réuni davantage d'informations sur les conditions locales pour le projet concernant le combustible nucléaire afin d'améliorer la prise de décision.

France : implication neutre du public avec un tournant proactif

En France, le projet de centre de stockage de déchets radioactifs en couches géologiques profondes **Cigéo** est élaboré par l'organisme public indépendant **ANDRA**, qui est chargé de proposer le concept de stockage définitif, en assurant la gestion du processus d'implantation et sa mise en œuvre en tant que solution à long terme. Créée en 1979, l'agence est supervisée par trois ministres : les ministres de l'écologie, de l'industrie et de la recherche. L'autorité de sûreté (**l'Agence de Sûreté Nucléaire – ASN**) et son organisation de support technique (**l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire – IRSN**) assurent la supervision et accordent l'autorisation finale pour le centre de stockage. En France, ces organismes sont communément désignés comme les « gendarmes du nucléaire ». L'installation Cigéo est payée par les principaux producteurs de déchets (**des entreprises publiques et le Commissariat à l'énergie atomique – CEA**), auxquels il appartient, en dernier ressort, de fournir une solution sécurisée pour leurs déchets.

Le processus de stockage des déchets radioactifs est surveillé et évalué par plusieurs organismes nationaux et locaux. La **CNE2** (Commission nationale d'évaluation) a été formée pour évaluer les progrès des recherches sur la gestion des matières et des déchets radioactifs sur une base annuelle.

Cette évaluation donne lieu à un rapport annuel écrit destiné au Parlement français, lequel est soumis à l'**OPECST** (Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques), qui a suivi le processus relatif aux déchets nucléaires depuis 1990. L'autorité administrative indépendante, **la Commission nationale pour le débat public (CNDP)**, créée en 2002, elle aussi, a eu son mot à dire dans le projet de stockage. En effet, la France a décidé de choisir le stockage géologique (Cigéo) comme principale solution pour la gestion de déchets nucléaires en 2005 et organisé un débat public national sur le sujet en 2013. Au niveau local, les acteurs publics peuvent s'impliquer dans le processus de stockage en participant au **Comité local d'information et de suivi (CLIS de Bure)** dans la municipalité de Bure, où sera construit Cigéo.

S'agissant de l'implication des acteurs citoyens, il est très intéressant de se concentrer ici sur le Comité local d'information et de suivi (CLIS) de Bure, mis en place en 1994. Ce qui le distingue, c'est sa composition. Le CLIS est composé de responsables politiques locaux, de membres locaux de l'opposition issus d'associations environnementales et de représentants syndicaux locaux. Au total, **91 membres** ont été **désignés par la loi**. Le financement est assuré à 50 % par des fonds publics et à 50 % par des fonds privés provenant des producteurs de déchets.

La fonction et la mission principales du CLIS consistent à **tenir le grand public informé** sur le projet de stockage Cigéo et le processus de prise de décision à long terme associé. Malgré ce rôle relativement limité, certains membres du CLIS sont devenus dans les dernières années experts sur le sujet et contestent aujourd'hui activement certains aspects du processus de stockage. Ils soulèvent également de **nouvelles questions techniques** et commandent de **nouvelles évaluations** du concept de stockage. Les acteurs locaux français ont indiqué pendant le projet Modern2020 que cet engagement renforcé de la part du CLIS résultait principalement d'une suite d'événements malheureux qui avaient empêché l'ANDRA de respecter ses propres engagements.

En bref, bien que le rôle principal du CLIS soit de rester neutre plutôt que d'influencer directement le processus de prise de décision, nous pouvons conclure que ce rôle est rempli avec une tournure proactive. Les membres du CLIS insistent sur une **diversité des sources d'information** et sur la **disponibilité d'une contre-expertise** à propos du projet Cigéo. Ils ont ainsi réussi à recevoir un support financier pour une contre-expertise supplémentaire sur le potentiel du milieu souterrain environnant en matière d'énergie géothermique, car, dans le cas de la France, ce potentiel énergétique rendrait la région inappropriée pour un stockage en couches géologiques profondes.

Parallèlement aux contributions importantes du CLIS sous forme de contre-expertise et de contrôle supplémentaire, ses membres demandent également **plus de transparence et de cohérence** de la part de l'agence de gestion des déchets. Une autre valeur importante soulignée par cette organisation locale de citoyens est **l'indépendance**. Ainsi, certains membres du CLIS de Bure⁴ sont d'avis que la responsabilité et l'exercice de **la surveillance** dans le stockage géologique devraient incomber à **une institution indépendante**, capable de détecter et de surveiller en toute liberté les événements même les plus inattendus dans le stockage géologique.

⁴ ~ Consulté pendant l'une des « réunions d'engagement domestique » du projet Modern2020.

Belgique : un cas de co-conception réussie

Bien que la Belgique participe depuis longtemps aux travaux des laboratoires de recherche souterrains (URL) sur le stockage géologique, aucune décision politique claire n'a encore été prise (mars 2019) de mettre en œuvre cette solution de gestion à long terme pour les déchets nucléaires du pays. Actuellement, l'ONDRAF/NIRAS, agence nationale de gestion des déchets, étudie comment concevoir un processus de gouvernance approprié.

À l'opposé de ce processus relativement lent concernant les déchets de haute activité, l'ONDRAF/NIRAS est devenu à la fin des années 1990 un leader en termes de **participation des acteurs locaux à son programme de gestion des déchets de faible et moyenne activité à vie courte (LIL-SLW)**. En 1998, l'organisation a invité les communautés hôtes potentielles à mettre en place des « **partenariats locaux** » qui rassembleraient des représentants de la société civile locale pour réaliser des études conjointes de faisabilité technique et sociale sur l'accueil d'un stockage LIL-SLW. Pendant une période de cinq ans, trois partenariats de ce type ont collaboré avec l'ONDRAF/NIRAS au développement de concepts intégrés pour des projets de stockage, englobant les conditions sociétales préalables (y compris une participation continue à travers le partenariat), et soumis des rapports positifs à leurs conseils municipaux

sur la question de la faisabilité. Dans deux cas (les communautés voisines de Dessel et de Mol dans la région des Flandres) l'opération a abouti à une candidature pour l'hébergement du projet. En 2006, le gouvernement fédéral belge a choisi **Dessel comme site final** et recommandé la poursuite de l'approche partenariale pendant le développement et la mise en œuvre du projet de stockage, ainsi que pendant son exploitation (STORA à Dessel et MONA à Mol).

L'approche partenariale était destinée à offrir aux communautés hôtes potentielles l'opportunité de **s'impliquer dans le développement du projet de stockage dès le début**, et à leur permettre ainsi de déterminer pour elles-mêmes les conditions d'acceptation d'une intervention aussi considérable dans leurs voisinage immédiat. Le partenariat a donc été chargé de superviser les études de site et la conception du stockage, et s'est occupé de toutes les questions connexes, notamment de la sûreté. Cela a abouti à une forme de copropriété des résultats du processus entre l'ONDRAF/NIRAS et ses partenaires locaux.

La **procédure de stockage pour une installation en surface** destinée aux déchets LIL-SL comporte les étapes suivantes : D'abord, les déchets sont placés dans des caissons en béton et encapsulés dans du mortier pour former des « monolithes ». Ces monolithes sont ensuite placés dans des modules. Un module est un bunker en béton avec des murs épais et renforcés. Après le

remplissage, les modules sont fermés à l'aide d'un couvercle en béton. Enfin, après la phase d'exploitation et une longue période de surveillance, les modules de stockage scellés sont recouverts de plusieurs couches naturelles et de géomembranes pour constituer une couverture finale quasiment étanche. L'objectif principal de cette couverture finale est de minimiser l'infiltration d'eau et d'éviter les dommages sur le stockage provoqués par les animaux ou la végétation.

Les partenariats locaux ont soulevé un certain nombre de problèmes importants :

- La première exigence locale était l'intégration dans le **concept d'un toit permanent** qui couvrirait tous les modules avant, pendant et après le remplissage du stockage, afin d'assurer une protection contre les conditions climatiques. L'idée d'un toit fixe, permanent, a été suggérée par certains partenaires locaux, puis introduite dans le concept du stockage.
- Une seconde question concernait les préoccupations au sujet du niveau élevé des eaux souterraines dans la zone et le risque subséquent d'infiltration d'eau dans le stockage pendant la phase d'exploitation. L'ONDRAF/NIRAS a d'abord proposé d'installer au-dessous de l'installation une élévation de deux mètres sous la forme d'un énorme bloc de béton. La proposition n'a pas convaincu les

membres du partenariat. Ils ont suggéré en retour une structure similaire à une cave qui servirait de **galerie d'inspection ou de zone de surveillance** et de « bac récepteur » ou réceptacle en cas d'infiltration d'eau. Lorsque l'Agence fédérale de contrôle nucléaire (AFCN) a soulevé un certain nombre de questions sur la galerie d'inspection à une étape ultérieure (relatives à la sécurité et à la stabilité à long terme de la construction), d'autres modifications ont été apportées au concept : la hauteur initiale de 2 mètres de la galerie (qui permettait une inspection visuelle) a été ramenée à 1 mètre pour réduire les problèmes potentiels de stabilité et en rendre l'accès plus difficile. En conséquence, la surveillance de la partie inférieure du stockage sera effectuée par un robot.

- Troisièmement, la population locale a demandé que les matériaux de construction soient transportés par le canal voisin dans la mesure du possible, ce qui a influencé le choix de l'emplacement et entraîné l'ajout de la **construction d'un quai** au projet de stockage.
- Quatrièmement, les partenariats ont demandé que plusieurs questions liées à la construction soient examinées plus en détail ; plus précisément, un **programme de prototypes** devait être utilisé pour tester les performances techniques à l'avance.

Ces problèmes soulevés par les partenariats n'ont pas conduit au rejet des propositions de base par l'ONDRAF/NIRAS, mais à un **certain nombre de modifications dans la conception du stockage proprement dit.**

Finlande : une culture de la confiance nucléaire

La Finlande est sans doute le pays le plus avancé en matière de stockage géologique du combustible usé et des déchets radioactifs de haute activité à vie longue. Les Finlandais ont adopté le **concept suédois de stockage géologique dans un soubassement granitique**, avec des conteneurs en cuivre pour stocker les déchets à grande profondeur. Une autorisation de construction a été accordée en novembre 2015 et la construction de l'installation de stockage **ONKALO** se poursuit sur la péninsule d'Olkiluoto, dans la municipalité d'Eurajoki, depuis 2016. Le début de la phase opérationnelle est prévu pour 2023.

Après une **évaluation d'impact environnemental** à la fin des années 1990, le **conseil municipal d'Eurajoki** a décidé d'approuver la construction du centre de stockage sur son territoire au début de l'année 2000. Ce fut le résultat d'un long processus de sélection de site qui incluait à la fois des investigations physiques et une consultation des habitants. De même que dans les processus suédois et belge, les municipalités retenues se sont livrées une certaine **concurrence**.

Cette concurrence opposait essentiellement des municipalités qui abritaient déjà des installations nucléaires sur leurs territoires, comme Eurajoki. Dans ces municipalités, les installations étaient déjà largement acceptées par les habitants, peut-être parce qu'ils profitaient des avantages associés, notamment en termes de fiscalité et d'opportunités d'emploi.

Le processus relativement rapide et sans heurt de sélection du site en Finlande reflète le **niveau de confiance élevé** dans les ingénieurs et les organismes de réglementation à l'intérieur du pays, l'absence d'incidents de sûreté majeurs et la quasi-absence d'une contre-expertise indépendante ou d'une forte opposition à travers l'activisme radical des ONG. Outre ces facteurs importants, l'**autorité de sûreté, STUK**, et l'**organisme de gestion des déchets nucléaires, Posiva**, en particulier, ont se sont employés activement à communiquer de manière transparente et à obtenir l'acceptation du public. Les efforts déployés par Posiva sont généralement considérés comme **ambitieux et intenses** : l'organisme a utilisé un large éventail de méthodes de communication telles que pages Internet, vidéos, articles et newsletters, ainsi que des formes de contact avec le public plus directes, comme des excursions, des groupes de discussion et des audiences publiques.

Après avoir réfléchi de manière critique sur ces initiatives d'engagement, des auteurs tels que Lethonen (2010) ont

conclu que les efforts d'engagement consentis pendant et après l'évaluation d'impact environnemental (EIA) étaient considérables, mais qu'ils avaient en fait peu d'impact sur la prise de décision. Lethonen prétend que les autorités n'ont jamais consacré d'efforts importants à l'examen d'autres options ou concepts. Comme nous l'avons mentionné plus haut, cela était peut-être dû à la quasi-absence de contre-expertises et d'opposition des activistes et au niveau de confiance élevé du citoyen moyen dans les institutions et les scientifiques. En fait, de nombreux Finlandais sont satisfaits d'abandonner la prise de décision aux scientifiques et pensent qu'un **engagement trop actif des citoyens pourrait ralentir le processus de stockage au lieu de l'améliorer**. Bien que cette attitude permette aux décideurs et experts les plus puissants d'élaborer et de mettre en œuvre leurs plans plutôt en douceur par rapport à des pays comme la France, par exemple, cette acceptation presque automatique sur la base de la confiance peut également être considérée comme plus problématique par ceux qui croient en l'importance d'un contrôle des décideurs par des citoyens vigilants à travers l'opposition et la contre-expertise.

Ce style d'engagement citoyen en Finlande a été confirmé pendant nos entretiens et les débats de nos groupes de discussion à Eurajoki pendant l'hiver 2017. Naturellement, certains étaient plus concernés par les effets négatifs potentiels sur l'environnement, mais en

général, les personnes interrogées ont manifesté un haut niveau de confiance et de fierté envers leurs ingénieurs et la législation. Elles étaient également très au courant des avantages que le secteur offre à leur communauté, sur le plan financier et en termes d'emploi. À Eurajoki, nous pourrions dire qu'une « **culture nucléaire** » **coexiste avec une « culture de la confiance »**. Les gens sont tellement habitués à vivre à côté de centrales nucléaires et de sites de stockage qu'ils n'y pensent plus que rarement. De plus, dans la mesure où des amis et des membres de leur famille travaillent sur les sites, ils sont moins enclins à se méfier de ces entreprises et à les diaboliser. Une personne interrogée a répondu qu'elle ne savait pas vraiment pourquoi elle faisait confiance au secteur nucléaire ; c'était comme ça, elle n'avait pas vraiment réfléchi à la question. D'autres ont mis en avant l'importance du droit de véto du conseil dans les décisions graves pendant le processus d'implantation et d'autorisation de l'installation et le fait qu'aucun incident majeur ne s'était encore produit. Le fait que STUK avait différé le processus d'achèvement du nouveau réacteur dans la péninsule d'Olkiluoto en raison de doutes sur la sûreté a également conforté les habitants dans l'idée que l'autorité de sûreté et les gestionnaires des déchets nucléaires agissaient dans leur intérêt.

PARTICIPATION DU PUBLIC À LA R&D

Tous ces groupes d'acteurs locaux français, suédois, finlandais et belges se sont vu offrir l'opportunité de participer au projet Modern2020 sous la conduite d'un groupe de chercheurs en sciences sociales. Ils ont supervisé et participé activement à l'élaboration technique de stratégies et technologies de surveillance, et partagé ensuite leurs connaissances chez eux avec leurs camarades parties prenantes.

Par ailleurs, l'équipe de spécialistes en sciences sociales a également encouragé les acteurs locaux à réfléchir à la façon dont l'engagement des parties prenantes dans la R&D d'une nouvelle technologie telle que la surveillance devait être organisée en pratique. En effet, suivre et participer à un processus de prise de décision sur un centre de stockage de déchets nucléaires dans sa propre communauté et dialoguer avec des experts pour savoir en quoi doit consister un système de surveillance approprié et fiable sont deux choses complètement différentes. Cela nous ramène à des **QUESTIONS ÉPINEUSES** sur l'organisation et le contenu de l'engagement des acteurs locaux dans les projets de R&D. Certaines de ces questions peuvent sembler quelque peu audacieuses ou peut-être naïves, mais il est important d'y réfléchir et de mieux faire comprendre ce qu'implique l'engagement.

	<p style="text-align: center;">QUESTIONS ÉPINEUSES SUR L'ENGAGEMENT DU PUBLIC DANS LA R&D</p>
<p>POURQUOI doit-il avoir lieu ?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Les non-initiés doivent-ils avoir le droit et l'opportunité de s'impliquer dans un projet de R&D de haute technicité ? Le simple fait que cela renforce la nature démocratique du projet est-il suffisant, indépendamment de la façon dont ces participants peuvent réellement contribuer au développement de la technologie ? • En quoi ces parties prenantes peuvent-elles faire avancer la discussion ? Uniquement des perspectives et considérations sociales ou également des apports techniques et scientifiques ? • L'implication est-elle un moyen pour les représentants techniques et les acteurs locaux de parvenir à un plus haut niveau de confiance et de compréhension mutuelle ? • Comment pouvons-nous nous assurer que l'implication des acteurs locaux ne sert pas seulement à légitimer un projet technique ?
<p>QUI doit être inclus ?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Les acteurs locaux participants doivent-ils avoir un niveau d'expertise élémentaire dans le domaine nucléaire, et comment ce « niveau de connaissances élémentaire » peut-il être déterminé et obtenu ? • Les personnes qui s'opposent aux projets de stockage de déchets nucléaires en général doivent-elles être incluses dans un projet de R&D ? Sinon, comment devons-nous éveiller leur intérêt ? • Voulons-nous impliquer les acteurs locaux qui ont des points de vue différents sur le projet en cours, ou choisissons-nous l'efficacité en incluant uniquement les personnes partageant les mêmes idées qui désirent travailler sur la question ? • Les citoyens doivent-ils être un échantillon représentatif de la population locale, ou devons-nous inviter surtout ceux qui peuvent apporter beaucoup de connaissances (en raison, par exemple, de leur éducation, de leur parcours professionnel ou de leurs intérêts personnels) ?

<p>COMMENT doit-il être organisé ?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Comment les remarques et les préoccupations des acteurs locaux avec une orientation sociale peuvent-elles être intégrées dans un projet de R&D techno-scientifique ? • Faut-il accorder aux acteurs locaux le droit de prendre certaines décisions dans un projet de R&D, et doivent-ils par conséquent être responsables de ses résultats conjointement avec les experts techniques ? • Toutes les informations sur les projets doivent-elles être mises à la disposition des acteurs locaux participants? Autrement dit, doit-il y avoir une transparence totale ? • Quel type de communication doit être établi entre les acteurs locaux et les experts techniques ? À quelle fréquence et dans quels contextes cette communication doit-elle avoir lieu ?
<p>QUAND les acteurs locaux doivent-ils être impliqués ?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Les acteurs locaux doivent-ils être impliqués dès les premières phases du développement technologique, par exemple, lorsque le processus est encore à l'état d'ébauche ? • Dans quelle mesure les citoyens locaux doivent-ils continuer à être impliqués dans le processus ? • Est-il possible d'identifier des « points d'engagement » spécifiques dans le processus de développement technologique ?
<p>OÙ la participation doit-elle avoir lieu ? À quel niveau ?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Comment gérer la tension entre l'objectif d'un projet de R&D consistant à développer une certaine technologie au niveau européen et les expériences vécues par les acteurs citoyens autour de projets locaux de stockage de déchets nucléaires ? • Comment devons-nous prendre en considération les diverses expériences locales de participation du public à des projets nationaux de stockage de déchets nucléaires dans un projet de R&D européen auquel prennent part conjointement des acteurs locaux de différents pays ? • Les acteurs locaux doivent-ils être invités à participer aux réunions du projet au niveau européen ? Ou les citoyens locaux doivent-ils être consultés au premier chef sur les projets dans leurs environnements locaux ?

EXAMEN DE LA PARTICIPATION DU PUBLIC EN PRATIQUE

Introduction

Les questions ci-dessus relatives à l'engagement du public dans la R&D ont été examinées et débattues par les acteurs locaux impliqués dans le projet Modern2020 à plusieurs occasions. Ayant été impliqués dans des projets de R&D en tant que citoyens participants dans leurs propres pays, nos participants de Belgique, Finlande, France et Suède ont été capables de formuler des opinions critiques, des remarques et des recommandations sur la manière dont les acteurs locaux sont engagés sur des questions technico-scientifiques telles que la surveillance des stockages géologiques.

Dans les paragraphes suivants, nous présentons des déclarations réelles d'acteurs locaux participants et vous invitons à réfléchir plus avant sur leurs opinions et considérations (parfois très différentes) à propos de l'implication active des parties prenantes dans la R&D. Mais s'il y a une chose sur laquelle ils sont d'accord, c'est que cet engagement est essentiel.



« Je pense que c'est notre rôle, en tant qu'acteur local, de confronter les scientifiques avec ce que nous, citoyens, jugeons réellement efficient et efficace. Et de les inciter à réfléchir à la façon dont ils vont informer le public sur leur travail et à le mettre en œuvre de telle sorte que les citoyens approuvent l'approche. Je pense que c'est en fait la mission (de l'engagement des parties prenantes). »

Partie prenante belge,
activité d'engagement domestique WP5, Mol (Belgique), juin 2017
(la déclaration originale est en néerlandais)

Cette déclaration illustre ce qu'un citoyen peut attendre de son engagement dans un projet de R&D complexe sur le plan technologique. Cette personne, par exemple, pense qu'il est important de **confronter les représentants techniques** du secteur de la gestion des déchets nucléaires avec les opinions et les remarques des citoyens afin de mettre en question leur approche et leur mise en œuvre du projet ou de la technologie qu'ils sont en train de développer.

Naturellement, tous les acteurs locaux ne partagent pas cette opinion quant à la valeur de l'engagement des citoyens. Lors de l'assemblée générale de Modern2020 (juin 2017), des groupes de représentants des citoyens et des experts du projet ont débattu de manière plus approfondie sur le **« POURQUOI »^{XXI}** **ET SUR LES TROIS IMPÉRATIFS DE L'ENGAGE-**

MENT DES PARTIES PRENANTES. L'ensemble des citoyens et des scientifiques ont convenu que l'engagement des parties prenantes peut et doit être utilisé pour **renforcer la confiance et l'acceptation**. Expliquer les choses d'une manière compréhensible et transparente pourrait atténuer les craintes et les soupçons non fondés, et contribuer à simplifier le processus. Ils soutenaient donc l'impératif instrumental, bien que la plupart des parties prenantes et certains scientifiques aient ajouté deux conditions importantes. Tout d'abord, **la communication doit avoir lieu à un stade précoce** et doit être absolument honnête et transparente. Deuxièmement, il doit y avoir de la **place pour les désaccords**. Il est possible que même après avoir reçu plus d'informations, les personnes continuent à éprouver de l'hostilité ou de la défiance à l'égard du projet ou de la technologie.

POURQUOI LES ACTEURS CITOYENS DOIVENT-ILS ÊTRE IMPLIQUÉS : CE QU'ON PEUT Y GAGNER ?

Depuis le virage participatif au milieu des années 1990 (voir l'encart page p25), l'idée s'impose de plus en plus que les citoyens doivent être impliqués dans les grands projets d'infrastructure et les développements scientifiques et technologiques. Un nombre toujours plus grand de gouvernements, d'entreprises et d'organismes de gestion des déchets s'engagent de manière proactive auprès des citoyens qui pourraient être touchés par de tels projets. Mais que peut apporter vraiment l'engagement des parties prenantes ? Pourquoi doit-il avoir lieu ? Pour répondre à cette question, beaucoup se réfèrent au travail du spécialiste en sciences sociales et activiste environnemental Andy Stirling, qui distingue les raisons « instrumentales », « substantives » et « normatives » pour l'engagement des acteurs citoyens.

Convaincre le public : un impératif instrumental

Cet impératif stipule que l'engagement des parties prenantes est nécessaire pour renforcer la confiance et l'acceptation parmi le public. De ce point de vue, les citoyens sont surtout considérés comme des personnes qui ne disposent pas d'informations suffisantes, et l'engagement des parties prenantes met l'accent sur des stratégies de communication qui les convaincront et diminueront la résistance. Le principal objectif est de s'assurer que les gouvernements, les scientifiques et les organismes de gestion des déchets puissent élaborer et mettre en œuvre leur projet comme prévu.

Créer de meilleurs projets : un impératif substantif

Cet impératif stipule que l'implication des acteurs citoyens contribue à améliorer la qualité globale du projet car les citoyens peuvent fournir des contributions qui rendront la technologie mieux adaptée aux exigences sociales. De ce point de vue, et par opposition à

l'impératif instrumental, l'engagement des parties prenantes doit être une interaction entre les experts techniques et les citoyens, qui peuvent apprendre les uns des autres.

La meilleure chose à faire : un impératif normatif

Cet impératif stipule que dans une société démocratique, les citoyens doivent être impliqués dans les discussions et la prise de décision sur les projets d'envergure et les technologies qui pourraient avoir une incidence sur leurs vies. Ces processus ne doivent pas être purement « technocratiques », mais aussi démocratiques. De ce point de vue, l'engagement des acteurs citoyens est un moyen de les rendre plus démocratiques. L'impératif normatif est parfois désignée comme l'argument de la « justice procédurale », car il stipule que l'engagement des citoyens est important non parce qu'il aboutit à l'acceptation ou à de meilleures technologies, mais parce qu'il serait injuste que des personnes pouvant être touchées par ces projets n'aient pas leur mot à dire.

Dans ce cas, ils doivent avoir l'opportunité d'exposer leurs arguments et de proposer des alternatives. Lorsque la question de l'impératif substantiel a été soulevée, différentes opinions ont été émises. Certains scientifiques estimaient que les contributions des citoyens permettraient d'améliorer leur conception et qu'il était important de tenir compte de leurs points de vue, tandis que d'autres ne croyaient pas que cela changerait quoi que ce soit. Pour la plupart des citoyens, il y avait quelque chose à gagner d'un échange plus interactif, mais certains firent valoir qu'ils ne pourraient pas apporter leur contribution sur tous les sujets. La conclusion a été que les citoyens et les experts scientifiques doivent décider ensemble ce qui être débattu et ce qui ne doit pas l'être.

Enfin, concernant l'impératif démocratique, nous avons rarement obtenu un consensus au sein de nos groupes de discussion. Bien que la plupart des participants aient convenu en général qu'il était important d'organiser des débats publics sur les projets importants, beaucoup n'étaient pas convaincus que les pratiques en matière d'engagement des acteurs citoyens rendent le processus plus ou moins démocratique. Il existe une certaine confusion quant à la signification exacte de cet « impératif démocratique », et les participants avaient des points de vue différents sur le choix des personnes à impliquer (représentants élus, citoyens ordinaires, experts) et à quel niveau politique (local, régional, national).

Qui doit être inclus ?

« À mon avis, les gens qui ne savent rien sur le sujet (la gestion des déchets nucléaires) ne devraient pas décider. Ils peuvent donner des conseils ou dire « j'ai des doutes ou je n'y suis pas favorable », mais ils ne devraient pas trop avoir la voix au chapitre (...). On peut être d'accord ou pas d'accord, mais on ne peut pas dire que quelque chose est mauvais quand on ne sait pas de quoi il s'agit. »

Partie prenante belge,
activité d'engagement domestique WP5, Mol (Belgique), juin 2017
(la déclaration originale est en néerlandais)

Les citoyens doivent-ils avoir un niveau d'instruction ou un parcours professionnel approprié pour pouvoir contribuer à la recherche et au développement des technologies ? Les acteurs locaux participants doivent-ils avoir des **connaissances préalables** sur les défis scientifiques et technologiques liés à la question, ou chacun (y compris ceux qui n'ont aucun bagage techno-scientifique) doit-il avoir une chance de participer ? Leurs **contributions doivent-elles toutes se voir accorder une importance égale** ou doit-il exister une hiérarchie entre les contributions des différents acteurs citoyens ? **Qui décide de l'importance plus ou moins grande d'une contribution** et quelles remarques méritent moins d'attention ?

Nos acteurs locaux avaient des opinions très différentes sur ces questions, ce qui montre qu'il n'existe **pas de réponses simples**. Une très légère majorité des acteurs locaux ayant participé à notre enquête en ligne (56 %) étaient d'avis que les citoyens participants devraient avoir un niveau élémentaire de connaissances techno-scientifiques pour pouvoir contribuer substantiellement à un projet de R&D, mais l'autre moitié (44 %) n'était pas d'accord avec cette proposition. Cette division se retrouvait entre les acteurs locaux de tous les pays participant au projet : Suède, Finlande et Belgique ⁵.

Les choses sont devenues encore plus compliquées lorsque nous avons demandé aux participants de **définir ce « niveau élémentaire de**

connaissances techno-scientifiques ». Nous avons eu des réponses très différentes. Que pensez-vous ?

- Avoir achevé des études secondaires
- Posséder un diplôme dans une matière technologique ou scientifique
- Comprendre le « langage scientifique » (par exemple, dans les rapports)
- Avoir été impliqué pendant plusieurs années dans la gestion des déchets nucléaires
- ...

Nous pourrions également nous demander s'il est nécessaire que les parties prenantes invitées participent à un projet de R&D pour former un **échantillon représentatif** de leur communauté d'origine. Les acteurs locaux consultés pendant le projet Modern2020 étaient, là aussi, divisés sur la question, mais la majorité avait tendance à répondre oui. En général, ils estimaient qu'il était important que les acteurs locaux puissent représenter les membres de leur communauté locale. Il en va de même pour la représentation des personnes ayant des **avis plutôt controversés ou impopulaires** sur la gestion des déchets nucléaires. Une majorité encore plus grande d'acteurs locaux estimaient qu'il était nécessaire de les inclure dans les débats, en respectant cependant certaines limites. Certains prétendaient que si leurs opinions étaient trop

⁵ ~ Les parties prenantes françaises invitées n'ont malheureusement pas participé à ce sondage en ligne. C'est la raison pour laquelle ce pays n'est pas mentionné ici.

éloignées des idées générales du public, ils ne devaient pas être autorisés à dominer le débat.

En bref, même si nous reconnaissons le droit démocratique de toute personne concernée à pouvoir participer, il existe des questions pratiques et éthiques à considérer qui suscitent des tensions. Si seul un groupe restreint de personnes peut participer (par exemple, à une réunion de projet de R&D ou un atelier) et que ces personnes sont censées être un échantillon représentatif de leur

communauté locale, comment pouvons-nous également garantir qu'elles possèdent toutes un niveau élémentaire de connaissances techno-scientifiques ? Que faisons-nous lorsque certaines personnes, notamment celles qui soutiennent des opinions controversées, menacent de monopoliser le débat ? Avons-nous le droit de les exclure du débat ou pas ? Mais que vaut la participation si elle n'est pas censée évaluer le projet ou la technologie en cours de développement de façon critique ?

Quel doit être le rôle des acteurs citoyens dans un projet de R&D ?

« Je pense que chacun doit avoir son mot à dire et être autorisé à participer au processus, mais je ne crois pas que chacun doit être impliqué dans la prise de décision. Je ne crois pas que ce soit une bonne idée de laisser des personnes individuelles, de petites ONG, etc. prendre part à la décision. Je crois que dans une démocratie, les personnes élues doivent prendre les décisions avec l'aide de spécialistes du domaine. La décision ne devrait pas appartenir à ceux qui parlent le plus fort. »

Partie prenante suédoise,
questionnaire Delphi – cycle 1, octobre 2018

La plupart des acteurs locaux impliqués dans le projet Modern2020 ont convenu que les citoyens devraient avoir le **droit de participer** à un projet de R&D, **mais ne devraient pas être associés aux décisions formelles**. L'implication des acteurs locaux dans la R&D est alors

définie comme la possibilité offerte aux participants locaux d'être tenus informés des développements dans le cadre du projet, avec le droit de remettre en question et de contester les informations reçues des experts, mais sans avoir la responsabilité de prendre des

décisions. Certains de nos participants pensaient cependant que des personnes élues, y compris des représentants des citoyens, devraient avoir la possibilité de prendre part à une décision au besoin ou à la demande des experts.

Concernant les décisions sur des **éléments techniques spécifiques** du projet, en particulier, la plupart des acteurs locaux (et experts techniques) étaient de l'avis que nous devrions **confier cette tâche aux représentants de la gestion des déchets nucléaires et autres experts**. Il incombe alors

principalement aux acteurs de la société civile de rappeler à ces représentants techniques de prendre en compte également d'autres éléments, comme les préoccupations d'une communauté locale. Nos acteurs locaux soulignaient également que lorsque les experts, questionnés de manière approfondie, n'ont que des arguments convaincant à proposer, les citoyens locaux doivent leur faire confiance pour que le travail soit bien fait. Cela nous amène à la question de la confiance (défiance), cruciale pour l'engagement des acteurs locaux dans la R&D.

Gérer la confiance (défiance) dans la gestion des déchets nucléaires et la R&D

« Dans la gestion des déchets nucléaires, la confiance arrive à pied, mais s'en retourne à cheval. »

Partie prenante belge,
atelier des acteurs locaux, Anvers (Belgique), septembre 2018

« En Finlande, la confiance a été instaurée pour des décennies. Cela prend du temps. Nous n'avons jamais été déçus ! Pendant toutes ces années, nous n'avons eu que de bonnes expériences. Posiva (société d'énergie nucléaire finlandaise) a réalisé une « conception avec » (les acteurs locaux) et ils ne nous ont rien imposé. »

Partie prenante finlandaise,
atelier des acteurs locaux, Anvers (Belgique), septembre 2018

Dans les sociétés démocratiques, une confiance suffisante du public dans les politiciens et les ingénieurs est requise pour la réalisation d'un stockage géologique. Comme la sûreté d'un stockage géologique pour les déchets nucléaires ne peut jamais être complètement garantie (à cause des incertitudes qui peuvent survenir dans un avenir lointain), le public doit avoir la conviction que l'organisme de gestion des déchets nucléaires a fait du mieux qu'il pouvait. Mais des questions se posent alors quant au degré de confiance que le public doit avoir dans les institutions responsables. Et une « méfiance saine » peut-elle également être une bonne chose ? Dans le projet Modern2020, il est devenu évident que **le niveau de confiance (méfiance) des gens envers les institutions de gestion des déchets nucléaires varie considérablement d'un pays à l'autre.**

Les acteurs locaux participants **finlandais** ont mis en avant leur « **culture de confiance dans l'expert nucléaire** ». L'établissement, dès le début, par la compagnie d'électricité Posiva d'une communication active et transparente et d'un droit de veto pour la communauté municipale avait fait émerger une situation relativement unique de confiance mutuelle. Comme l'a affirmé un participant :

« La culture de confiance est si forte aujourd'hui que la question du stockage géologique ne se retrouve pas régulièrement dans les propos et les réflexions des gens. »

En raison de ce niveau de confiance généralement élevé parmi les acteurs locaux finlandais, ces derniers considéraient **la participation active à la R&D** des systèmes de surveillance comme **plutôt inutile**, car ils font confiance à l'expert pour faire correctement son travail. Toutefois, les participants finlandais souhaitent être tenus informés sur les derniers développements.

Les participants **français** au Modern2020 ont raconté une histoire très différente. D'après eux, dans le cas français, la confiance avait été trahie pendant tout le processus de prise de décision sur le stockage géologique de Bure. Il en avait résulté **un manque de confiance général** dans l'organisme de gestion des déchets nucléaires et les autres acteurs du secteur nucléaire. Comme l'affirme une partie prenante participante française :

« Le moyen de rétablir la confiance est une vaste question. »

Paradoxalement, ce niveau généralement bas de confiance parmi les acteurs citoyens français a abouti au même **manque d'intérêt pour les questions de R&D** que chez les participants finlandais. Les acteurs locaux français étaient davantage concernés par le suivi du processus de stockage des déchets nucléaires en général que par la façon dont ils pouvaient contribuer aux aspects plutôt spécifiques de la surveillance dans un stockage géologique :

« Notre rôle n'est pas d'influer sur la conception, mais plutôt d'informer les gens sur le développement de cette conception. »

À l'heure actuelle, la communauté locale française exige plutôt de recevoir des informations appropriées et accessibles concernant le projet de stockage français, de manière à pouvoir les examiner et confronter les experts à ses préoccupations, remarques ou contre-expertises si nécessaire.

Pour les acteurs locaux belges et suédois, nous pouvons conclure que le niveau de confiance se situe quelque part entre celui des Finlandais et celui des Français. Dans le cas de la **Belgique**, un site pour le stockage en surface des déchets radioactifs de faible et moyenne activité avait été choisi à proximité de Dessel et de Mol en accord avec les municipalités locales.

Comme la participation des acteurs locaux était une caractéristique essentielle tout au long de ce processus de prise de décision, les communautés locales et le NIRAS/ONDRAF (le gestionnaire belge des déchets nucléaires) étaient parvenus à **un certain niveau de confiance mutuelle**. Mais cette confiance avait une nature plutôt **conditionnelle** : les acteurs locaux avaient fait savoir qu'ils pourraient facilement retirer leur confiance en fonction des comportements des autorités. En **Suède**, outre le climat général de confiance dans les institutions étatiques, il est révélateur que SKB, l'organisme de gestion des déchets nucléaires suédois, ait réussi à **gagner la confiance indispensable des autorités locales** dans des négociations où les municipalités avaient pu agir quasiment sur un pied d'égalité avec l'entreprise (cela avait été en partie rendu possible par l'octroi d'un droit de véto à la communauté locale) ^{XXII}.

Participation à un contexte européen en tant qu'acteur local

« C'est peut-être une déclaration provocatrice, mais je ne pense pas que le niveau de l'UE soit le plus approprié pour débattre sur les programmes de gestion des déchets nucléaires et les questions connexes. Ce n'est pas leur affaire. »

Partie prenante française,
atelier des acteurs locaux, Anvers (Belgique), septembre 2018

« Je souhaitais aussi ajouter que je me réjouis vraiment de partager des connaissances avec d'autres pays. C'est très appréciable. »

Partie prenante finlandaise,
atelier des acteurs locaux, Anvers (Belgique), septembre 2018

À quel(s) niveau(x) politique(s) les acteurs locaux doivent-ils intervenir : local, national ou européen ? Est-il pertinent que les acteurs locaux suivent les projets de développement technologique européens et, dans ce cas, comment peuvent-ils transférer ces connaissances vers leurs expériences locales de la gestion des déchets nucléaires ? Sur le plan purement pratique : devons-nous, dans le contexte d'un projet européen, organiser des séances d'interaction au niveau national ou nous en tenir à inviter les parties prenantes à assister aux réunions de projet au niveau européen ? Pour l'instant, un mélange des deux semble donner les meilleurs résultats. Certains acteurs locaux impliqués dans le projet Modern2020 ont cependant indiqué qu'ils auraient aimé avoir davantage de réunions au niveau local tout au long du projet.

Cette tension influe également sur la manière dont les acteurs locaux évaluent l'ampleur de leur propre participation au projet Modern2020. Si les partenaires techniques du projet ne reçoivent ou n'établissent pas un cadre clair pour intégrer les expérien-

ces ou les remarques locales dans leur travail sur le projet, ils omettent souvent d'associer les acteurs locaux au projet comme de véritables partenaires. Ce défaut a été formulé par un acteur local belge :

« Nous avons parfois l'impression d'être la cinquième roue du carrosse. On dirait que les partenaires du projet considèrent notre présence comme un apport intéressant et légitime, mais nous ne sommes pas réellement impliqués. Pour le moment, il n'existe pas réellement d'implication équitable des parties prenantes, avec la possibilité de présenter quelque chose selon notre propre point de vue.»

atelier WP2, Paris, mars 2017

Ce sentiment de ne pas faire vraiment partie du projet global pourrait aussi être lié à certaines questions pratiques. Pour certains acteurs locaux, la barrière de la langue peut être difficile à surmonter (la langue commune employée dans notre projet

était l'anglais). L'implication des acteurs locaux doit également être planifiée soigneusement et des ressources suffisantes doivent être libérées pour les inclure. Enfin, il est important de s'assurer que les documents d'information du projet soient fournis aux citoyens participants en temps et en heure.

Toutefois, malgré ces tracas, nos acteurs locaux **sont restés motivés à participer**, car ils considéraient qu'il y avait de précieux enseignements à tirer des projets de stockage géologique et des expériences des acteurs locaux dans les autres pays. Ils estimaient également qu'il était nécessaire de se familiariser avec les différents aspects d'un projet de stockage géologique, même si cela impliquait le développement technoscientifique hautement spécialisé d'un système de surveillance. Un participant suédois a justifié sa participation aux débats dans les termes suivants :

« Le stockage définitif du combustible nucléaire usé est une question très complexe qui nécessite de protéger les humains et l'environnement pendant 100 000 ans. Essayer de gérer les incertitudes sur de telles périodes est un véritable défi. J'ai une responsabilité morale envers mes enfants, mes petits-enfants et les futures générations. Aider les gens à voir plus loin que le bout de leur nez est suffisant »

questionnaire Delphi – cycle 1, octobre 2018

Il est clair que la participation en général, et dans les projets techniques de R&D sur les questions controversées comme le stockage des déchets nucléaires en particulier, pose d'immenses défis aux acteurs publics et aux organisateurs de projet. Maintenant que vous savez comment d'autres acteurs locaux ont vécu leur participation à un projet de R&D lié à la gestion des déchets nucléaires, **QUELLES SONT VOS RÉFLEXIONS SUR VOTRE PROPRE ENGAGEMENT POTENTIEL ?**^{XXIII}

RÉFLEXIONS SUR VOS PROPRES EXPÉRIENCES EN MATIÈRE D'ENGAGEMENT DES PARTIES PRENANTES

Comment l'engagement des acteurs citoyens est-il organisé dans votre pays ou municipalité ? Peut-il être amélioré ? Cette section présente certains **concepts utiles et critiques** pour réfléchir aux initiatives d'engagement dans votre région et pour élaborer des arguments afin de les améliorer si nécessaire.

Quand sommes-nous impliqués ?
Tout est-il déjà décidé ? Implication
en amont ou en aval ?

Si l'on compare le développement d'un vaste projet à une rivière, il est important de considérer si votre implication intervient **en amont (à un stade précoce)** ou **en aval (plus tard)**. Lorsque l'engagement des parties prenantes se situe « en aval », cela signifie que les décisions ont déjà été prises sur les points les plus importants et que l'implication des citoyens sert principalement à convaincre les gens et, peut-être, à négocier sur les modalités et sur le calendrier de mise en œuvre du projet. Un engagement plus précoce, « en aval », présente probablement davantage d'opportunités d'influer sur les décisions qui détermineront le déroulement du projet. Les acteurs citoyens qui souhaitent influencer les aspects fondamentaux d'un projet doivent demander une implication en aval.

QUESTIONS POUR VOUS

Quels points peuvent encore être négociés et lesquels ont déjà été décidés ? Quels points sont importants pour vous ? Quand souhaitez-vous simplement être informé et quand voulez-vous avoir la possibilité de donner votre avis ?

Où sommes-nous sur l'échelle de la participation ? Qui a le pouvoir de prendre les décisions ?

L'**échelle de participation** (développée initialement par Arnstein en 1969) est un outil pour évaluer la qualité de la participation en fonction du degré d'influence des citoyens. Une version adaptée de cette échelle (Pröpper et Steenbeek 1999) comporte cinq niveaux qui diffèrent quant à l'intensité de la participation et au niveau de l'influence des participants sur la question.

- Le premier niveau de l'échelle est le niveau « **information** ». En général, il requiert peu d'investissement de la part des participants, mais il ne leur confère pas beaucoup d'influence.
- Le second niveau est le niveau « **consultation** ». Là, l'engagement est principalement organisé pour montrer que les gens peuvent avoir leur mot à dire, mais leur influence directe reste limitée. Par exemple, dans un processus de consultation, les personnes sont invitées à donner leur avis, mais rien n'oblige l'initiateur à tenir compte de ces opinions.
- Même dans un rôle de « **conseil** », le troisième niveau, il n'existe aucune garantie. Néanmoins, avec cette forme de participation, les initiateurs

fournissent généralement une réponse (à cause d'une obligation légale ou pas) aux conseils particuliers.

- Le quatrième niveau est celui de la « coproduction », où les parties prenantes sont invitées à participer activement à l'élaboration de solutions et à la conception de plans, projets ou technologies. Les décisions finales sont encore prises autre part (par exemple, par le gouvernement local, les initiateurs du projet, etc.).
- Le plus haut niveau de l'échelle de participation est celui du « co-design », où les citoyens ou leurs représentants se voient réellement accorder le pouvoir de prendre des décisions ou d'agir en tant que partenaires dans un projet.

Évidemment, ces niveaux d'influence supérieurs sont beaucoup plus exigeants en termes d'investissement (en temps

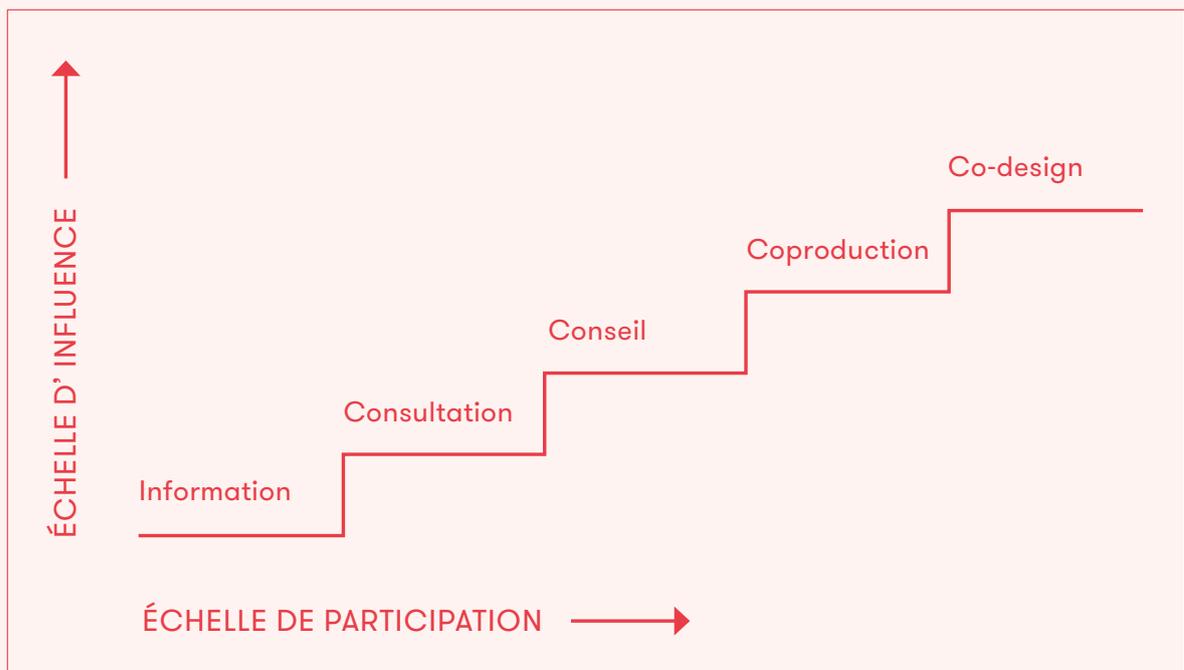
et en ressources) pour les citoyens concernés.

QUESTIONS POUR VOUS

À quel niveau de l'échelle de participation vous-trouvez-vous dans votre municipalité ou projet ? Cette position vous convient-elle ou pas ? Êtes-vous toujours au même niveau de l'échelle pour toutes les questions ou cela varie-t-il ? À quel niveau voudriez-vous être ? Pourquoi ? Pourquoi pensez-vous que c'est possible ou pas ?

AUTRES QUESTIONS

Quels points peuvent être négociés et lesquels ne le peuvent pas ? S'agit-il d'un processus à sens unique ou d'un dialogue ? Qui est responsable de quoi ? Et leur faites-vous confiance sur ce point ?



RÉFÉRENCES

- I ONDRAF-NIRAS (n.d.), *Wat is radioactief afval?*, extrait le 10/04/18 du site : <https://www.niras.be/wat-is-radioactief-afval>
- II ONDRAF-NIRAS (2009), Fiche 5: *Radioactiviteit, een inleiding*, extrait le 10/04/18 du site <https://www.niras.be/sites/niras.be/files/Radioactiviteit%2C%20een%20inleiding.pdf>
- III NDA and Crown (2018), *What is radioactive waste?*, extrait le 10/04/18 du site <https://ukinventory.nda.gov.uk/about-radioactive-waste/what-is-radioactive-waste>
- IV Parotte, C. (2016), *L'art de gouverner les déchets hautement radioactifs. Analyse comparée de la Belgique, la France et le Canada (Doctoral Thesis)*. Université de Liège.
- V Shrader-Frechette, K. S. (1993). *Burying Uncertainty: Risk and the Case against Geological Disposal of Nuclear Waste*. University of California Press
- VI Pour plus d'informations sur l'éthique en matière de déchets nucléaires, veuillez consulter les sources suivantes :
- Bråkenhielm, C.R. (2015), *Ethics and the management of spent nuclear fuel*, *Journal of Risk Research*, 18(3), 392-405, DOI: 10.1080/13669877.2014.988170
 - NEA (OECD) (1995), *The Environmental and Ethical Basis of Geological Disposal of Long-Lived Radioactive Wastes. A collective opinion of the radioactive waste management committee of the OECD Nuclear Energy Agency*, extrait du site: <http://www.oecd-nea.org/rwm/reports/1995/geodisp/geological-disposal.pdf>
- VII Toutefois, la construction d'un dépôt commun pour les déchets provenant de plusieurs pays de l'UE est considérée comme une possibilité. Voir par exemple : European Commission: *Nuclear Waste Directive*, extrait le 16.10.17 du site : http://europa.eu/rapid/press-release_IP-11-906_en.htm
- VIII Pour plus d'informations sur le concept de "communautés périphériques", nous nous référons à les publications suivantes :
- Blowers, A. , Leroy, P. (1994), *Power, Politics and Environmental Inequality: A Theoretical and Empirical Analysis of the Process of 'Peripheralisation'*. de: *Environmental Politics*, 3(2): 197-228.
 - Blowers, A. (2017), *The Legacy of Nuclear Power*. London & New York: Routledge/
- IX Bergmans, A., Sundqvist, G., Kos, D., & Simmons, P. (2015). *The participatory turn in radioactive waste management: deliberation and the social-technical divide*. *Journal of risk research*, 18(3), 347-363.
- X Représentation des phases développées par les auteurs, à la suite de l'OECD NEA (2017). *The Geological Disposal Strategy of Nuclear Waste*. Extrait le 05/10/17 du site : <https://www.oecd-nea.org/rwm/reports/1995/geodisp/geological-disposal.html>
- XI Bergmans, A., & Van Steenberge, A. (2006). *CARL Country Report - Belgium: SUMMARY*. Faculty of Social and Political Sciences, University of Antwerp.

- XII Landström, C., & Bergmans, A. (2015). *Long-term repository governance: a socio-technical challenge*. *Journal of risk research*, 18(3), 378-391.
- XIII Pour plus d'informations sur le rôle des "communautés d'accueil", veuillez consulter : Landström, C. & Bergmans, A. (2015) *Long-term repository governance: a socio-technical challenge*, *Journal of Risk Research*, 18:3, 378-391
- XIV Blowers, A. (2017), *The Legacy of Nuclear Power*. London & New York: Routledge.
- XV Aparicio, L. (ed.) (2010), *Making Nuclear Waste Governable, Deep Underground Disposal and the Challenge of Reversibility*. Paris: Springer and Andra.
- XVI Dictionnaire Cambridge, 2016 ; dictionnaire Oxford, 2016
- XVII Voir, par exemple, Lupton, D. (2013). *Quantifying the Body: Monitoring and Measuring Health in the Age of Health Technologies*. *Critical Public Health*, 23(4), 393-403.
- XVIII IAEA. (2014) *Monitoring and Surveillance of Radioactive Waste Disposal Facilities - Specific Safety Guide*. Extrait le 30/10/17 du document http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1640_web.pdf
- XIX Ce tableau s'appuie non seulement sur les résultats du projet Modern2020, mais aussi sur ceux du précédent projet MoDeRn. Pour plus d'informations sur ces résultats, voir [entre autres] : Bergmans, A., Elam, M., Simmons, P., & Sundqvist, G. (2012). *Perspectives on Radio-active Waste Repository Monitoring. Confirmation, Compliance, Confidence Building, and Societal Vigilance*. *Technikfolgenabschätzung - Theorie und Praxis/Technology Assessment - Theory and Practice*, 21(3), 22-28.
- XX Voir aussi: Bergmans, A., Elam, M., Simmons, P., & Sundqvist, G. (2012). *Perspectives on Radioactive Waste Repository Monitoring. Confirmation, Compliance, Confidence Building, and Societal Vigilance*. *Technikfolgenabschätzung - Theorie und Praxis/Technology Assessment - Theory and Practice*, 21(3), 22-28.
- XXI Pour plus d'informations, consultez l'ouvrage d'Andy Stirling sur les trois impératifs de la participation du public : Stirling, A. (2008). "Opening up" and "closing down" *power, participation, and pluralism in the social appraisal of technology*. *Science, Technology, & Human Values*, 33(2): 262-294.
- XXII Pour plus d'informations, voir : Mark Elam, Linda Soneryd & Göran Sundqvist (2010) *Demonstrating safety – validating new build: the enduring template of Swedish nuclear waste management*, *Journal of Integrative Environmental Sciences*, 7:3, 197-210, DOI: 10.1080/1943815X.2010.506485
- XXIII Pour plus d'informations, voir : Pröpper & Steenbeek, 1999, p.16 Pröpper, I.M.A.M. & Steenbeek, D.A. (1999) *De aanpak van interactief beleid: elke situatie is anders*, Bussum: Couthino

Bienvenue dans le guide des parties prenantes* pour le suivi des stockages géologiques et la participation du public. S'appuyant sur le travail des scientifiques et les expériences des parties prenantes locales dans le projet Modern2020, ce guide présente l'état de l'art en matière de technologies et de stratégies de suivi pour les stockages géologiques de déchets radioactifs de haute activité et réfléchit sur la manière dont les citoyens peuvent s'engager dans ce sujet par le biais d'ateliers participatifs. Il espère fournir au lecteur des outils et des idées utiles pour réfléchir et discuter de la gestion des déchets nucléaires, du stockage géologique, du suivi et de la participation du public à ces sujets.

À cette fin, diverses questions sont explorées et traitées dans ce guide :

- Comment le stockage géologique peut-il offrir une bonne solution pour la gestion à long terme des déchets radioactifs de haute activité?
- Pourquoi, où, quand et que devrions-nous surveiller dans un dépôt géologique?
- Quels sont les principaux acteurs participant à la gestion des déchets nucléaires?
- Et quels sont les différents moyens par lesquels les acteurs citoyens peuvent s'engager sur ces sujets?

Le guide des parties prenantes pourrait intéresser les citoyens déjà familiarisés avec l'énergie nucléaire et la gestion des déchets radioactifs souhaitant approfondir cette question, ainsi que les journalistes, les ONG et les décideurs politiques dans le domaine de la gestion des déchets nucléaires.

* Ce guide a été rédigé par des chercheurs en sciences sociales de l'Université d'Anvers dans le cadre du projet Modern2020 et en étroite collaboration avec un groupe international de chercheurs et d'acteurs locaux.