

Fontenay-aux-Roses, le 30 juin 2017

Monsieur le Président de l'Autorité de Sûreté Nucléaire

Avis IRSN/2017-00216

Objet : Analyse préalable à la rédaction d'un guide pour le stockage des déchets de faible activité à vie longue

Réf. 1. Saisine n° SAISI-DRC-2016-0174

Par lettre citée en référence, vous demandez l'avis de l'IRSN sur les évolutions qui pourraient être apportées à la note d'orientations générales de sûreté en vue d'une recherche de site pour le stockage des déchets de faible activité massique à vie longue (FA-VL) de l'ASN de 2008 dans l'objectif d'élaborer un guide de sûreté sur le stockage de ces déchets.

Vous demandez plus particulièrement à l'IRSN de présenter les questions de doctrine qui mériteraient d'être débattues au sein d'un groupe de travail qui sera mis en place par l'ASN en 2017, préalablement à l'élaboration du guide.

1 OBJET DE LA NOTE D'ORIENTATIONS GÉNÉRALES DE SÛRETÉ EN VUE D'UNE RECHERCHE DE SITE POUR LE STOCKAGE DES DÉCHETS FA-VL

L'ASN a publié en date du 16 juin 2008 la note d'orientations générales de sûreté en vue d'une recherche de site pour le stockage des déchets FA-VL, dénommée ci-après « note ASN de 2008 », élaborée avec l'appui de l'IRSN et sur laquelle l'Andra a été consultée. Cette note définit les orientations générales qui doivent être suivies dès les phases de recherche d'un site et de conception d'un stockage de déchets FA-VL pour en assurer la sûreté après fermeture. Elle s'inscrit dans la démarche fixée par la loi n°2006-739 du 28 juin 2006 de programme relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs, qui prévoit « *la mise au point de solutions de stockage pour les déchets graphites et les déchets radifères* ».

La note ASN de 2008 traite les objectifs de protection de la santé des personnes et de l'environnement, les principes de sûreté et les bases de conception de l'installation de stockage liées à la sûreté et la méthodologie de démonstration de la sûreté de l'installation de stockage. Elle cible en priorité les déchets de graphite provenant des réacteurs uranium naturel - graphite - gaz (UNGG), ainsi que d'autres réacteurs, notamment expérimentaux, et les déchets radifères, mais n'exclut pas pour autant d'autres types de déchets FA-VL sans en préciser les caractéristiques. La note ASN de 2008 précise que ces deux catégories de déchets peuvent éventuellement être stockées dans des installations dédiées localisées sur des sites différents. Les colis de déchets pourront être isolés

de la surface, soit par une couverture façonnée par l'homme, soit par le milieu géologique naturel existant. Le milieu géologique est constitué par les formations géologiques du site et notamment la roche hôte qui correspond à la formation géologique au sein de laquelle seront disposés les colis de déchets radioactifs. Les composants de l'installation de stockage qui ont un rôle sur sa sûreté sont regroupés en trois classes :

- les colis de déchets dans lesquels les substances radioactives et toxiques chimiques sont incorporées ;
- les composants ouvragés. Ceux-ci comprennent les ouvrages de génie civil dans lesquels les colis de déchets sont placés, les scellements des ouvrages de stockage et des ouvrages d'accès, ainsi que le cas échéant une couverture façonnée par l'homme ;
- la formation géologique hôte. La profondeur d'implantation dans la formation géologique et l'épaisseur de garde saine ou remaniée entre les déchets et la biosphère sont des critères clés de choix de site et de concept.

L'essentiel de l'inventaire radioactif à vie longue des déchets de graphite provient majoritairement du carbone 14 qui, du fait de sa période de 5700 ans, présente un potentiel de décroissance important en quelques dizaines de milliers d'années. Les déchets radifères quant à eux contiennent essentiellement du radium 226 et de l'uranium 238 qui imposent de devoir maîtriser le risque particulier de l'exposition au radon en milieu confiné. Les déchets les plus riches en radium 226 présentent, comme pour les déchets de graphite, un important potentiel de décroissance de leur activité en quelques dizaines de milliers d'années. Il ressort en conséquence que l'objectif qui doit être assigné à une installation de stockage de ce type de déchets doit être de confiner les déchets efficacement pendant la période de décroissance précitée (quelques 10 000 ans) afin d'atteindre un niveau résiduel d'activité qui ne puisse pas être à l'origine d'expositions inacceptables, même en cas de perte significative des propriétés de confinement de l'installation. Compte tenu de la durée pendant laquelle le confinement des déchets est requis, la plupart des objectifs généraux et des principes de sûreté à long terme établis dans le guide de sûreté relatif au stockage définitif des déchets radioactifs (de haute activité et de moyenne activité à vie longue (HA et MA-VL)) en formation géologique sont applicables (à savoir dispositions « passives », isolement des déchets contre les effets des intrusions et des aléas géologiques, démonstration de la stabilité du milieu géologique d'accueil de l'installation sur une période d'au moins 10 000 ans, sûreté reposant sur des fonctions complémentaires multiples allouées aux divers composants du stockage, dispositions permettant de limiter les perturbations...). Ces objectifs et principes sont également déclinés dans la note ASN de 2008. Toutefois, le niveau de risque pour l'homme et l'environnement des déchets contenus dans une installation de stockage de déchets FA-VL est plus faible que celui des déchets contenus dans une installation de stockage de déchets HA et MA-VL en formation géologique profonde. Ceci conduit à adapter les moyens de protection et les dispositifs mis en œuvre pour assurer la sûreté du stockage de déchets FA-VL par rapport à ceux mis en œuvre pour une installation de stockage de déchets HA et MA-VL.

2 LA GESTION DES DECHETS FA-VL DANS LE CADRE DU PROGRAMME NATIONAL DE GESTION DES MATIERES ET DECHETS RADIOACTIFS

Dans le cadre du décret 013-1304 du 27 décembre 2013 établissant les prescriptions du programme national de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR 2013-2015), l'Andra a réalisé des études sur la faisabilité d'implantation d'un stockage des déchets FA-VL sur la Communauté de Communes (Codecom) de Soulaines à proximité des centres industriels du CSA et du Cires dans l'Aube. Le rapport remis par l'Andra en 2015 présente l'état des connaissances sur les déchets FA-VL (caractéristiques radiologiques et chimiques, origine), le résultat des

investigations géologiques menées depuis 2013 sur la Codecom de Soulaines, les principes de sûreté pour la conception du stockage et les options techniques associées retenues. Les deux concepts considérés correspondent, dans les termes du décret 2013-1304, l'un à un concept équivalent au stockage sous couverture remaniée (noté SCR), l'autre à un concept équivalent au stockage sous couverture intacte (noté SCI). L'ASN a sollicité l'IRSN pour qu'il analyse la pertinence et la robustesse du scénario de recherche de solution de gestion des déchets FA-VL proposé par l'Andra. L'analyse de l'IRSN a donné lieu à un avis, transmis à l'autorité de sûreté nucléaire en novembre 2015 (avis IRSN 2015-000361). Dans cet avis, l'IRSN indiquait ne pas pouvoir se prononcer sur la faisabilité de l'implantation d'un stockage pour les déchets FA-VL inventoriés dans le secteur investigué par l'Andra, compte tenu notamment de l'absence d'une couche argileuse suffisamment épaisse et performante pour permettre à la fois une protection efficace contre les risques d'intrusion et la préservation de la qualité des eaux de l'aquifère sous-jacent, ce dernier constituant une ressource en eau potable d'importance régionale. L'IRSN recommandait également une optimisation globale de la gestion des risques associés aux déchets FA-VL en examinant la faisabilité de répartir ces déchets dans des filières existantes (CSA, stockages de résidus de traitement du minerai d'uranium).

Dans l'objectif de poursuivre les études engagées, l'arrêté du 23 février 2017 pris dans le cadre du PNGMDR 2016-2018 demande à l'Andra de réaliser, avant le 30 juin 2019, un dossier définissant les options techniques et de sûreté correspondant à un stade d'esquisse d'une installation de stockage à faible profondeur des déchets FA-VL ainsi que de présenter, pour fin 2019, un schéma industriel global de la gestion de ces déchets. Il requiert en outre la poursuite des investigations sur le site de la Codecom de Soulaines pour la mise en place d'une installation de stockage. Les déchets FA-VL produits et à produire sur le territoire français visés par l'arrêté du 23 février 2017 sont notamment :

- les déchets radifères comprenant les déchets historiques provenant de l'extraction des terres rares à partir d'un minerai de monazite : résidus radifères (RRA) et résidus solides banalisés (RSB) de Solvay, les résidus de traitement de l'hydroxyde brut de thorium, qui seront produits ultérieurement si la valorisation du thorium, de l'uranium et des terres rares est mise en œuvre par Solvay, les déchets provenant de la fabrication d'éponge de zirconium, de sels de zirconium et d'hafnium à partir d'un minerai de zircon et de zircone fondue depuis 2012 (usine Cézus à Jarrie appartenant au groupe AREVA), une partie des déchets de la dépositrice d'Itteville (ancien bassin de décantation et aire de stockage, annexe de l'usine du Bouchet) constitués de stériles et d'hydroxydes (CEA) et les déchets issus des opérations d'assainissement de sites pollués au radium, uranium et thorium, gérés par l'Andra au titre de sa mission de service public ;
- les déchets de graphite issus de l'exploitation passée des réacteurs UNGG et des réacteurs expérimentaux du CEA (chemises) et issus du démantèlement programmé des réacteurs UNGG (empilements) ;
- certains déchets bitumés issus du traitement d'effluents liquides radioactifs sur le site CEA de Marcoule ;
- les déchets uranifères et thorifères qui seront produits à partir du 1^{er} janvier 2019 par l'usine de conversion de l'uranium de Malvési et dont le volume est estimé à 85 000 m³.

En complément des déchets évoqués ci-avant, il existe d'autres déchets FA-VL dont l'Andra n'a pas la responsabilité de gestion mais qui, compte tenu de leurs caractéristiques, mériteraient, selon l'IRSN, d'être pris en compte dans les réflexions sur la recherche d'une solution de gestion à long terme des déchets FA-VL. Il s'agit principalement des déchets dits historiques produits par l'usine de Malvési comprenant (i) les boues uranifères et thorifères des bassins de décantation B1 et B2 (lesquelles contiennent des traces notamment de plutonium du fait de la conversion par le passé d'uranium issu du traitement des combustibles usés), et des bassins de décantation B5 et B6 (incluant celles qui seront produites avant le 1^{er} janvier 2019), (ii) les stériles et résidus miniers contaminés par les eaux

d'infiltration des boues des bassins de décantation ainsi que (iii) des déchets divers situés sous le bassin B3. Conformément aux demandes du PNGMDR, AREVA NC étudie la faisabilité d'une solution de stockage de ces déchets sur le site de l'usine. Dans l'attente de cette solution, ces déchets sont destinés à être entreposés pour une durée de 30 ans dans l'INB ECRIN qu'AREVA NC a été autorisée à créer par décret ministériel du 20 juillet 2015. Les déchets FA-VL historiques du site de Malvési représentent un volume d'environ 720 000 m³. AREVA NC a réalisé en 2014 un rapport d'avancement des études de faisabilité des options de stockage des déchets historiques de Malvési sur la base de concepts à faible profondeur sous couverture remaniée du type SCR. L'analyse de l'IRSN a donné lieu à un avis, transmis à l'autorité de sûreté nucléaire en mars 2017 (avis IRSN 2017-0097).

En outre, l'IRSN souligne que d'autres déchets, n'entrant pas dans la catégorie des déchets FA-VL du fait de leur faible activité massique mais présentant des caractéristiques similaires à celles des déchets radifères, pourraient également être pris en compte dans ces réflexions. Il s'agit des résidus de traitement du minerai d'uranium, stockés à ce jour dans 17 installations classées pour la protection de l'environnement gérées par AREVA Mines. Etant donné que les concepts de ces installations ne répondent pas aux exigences retenues pour les stockages de déchets radioactifs (tant en termes de choix de site que de performances des dispositifs mis en place pour confiner les résidus), la question de l'impact à long terme des résidus se pose au même titre que pour les déchets radifères.

Sur la base d'une part de l'analyse des dossiers remis par l'Andra et AREVA NC, d'autre part des objectifs généraux du PNGMDR 2016-2018 et de l'arrêté du 23 février 2017 en établissant les prescriptions, et en préalable à la décision de mettre à jour la note ASN de 2008, l'IRSN estime que plusieurs questions portant sur le projet de stockage tel qu'abordé par l'Andra et les problématiques qu'elles soulèvent mériteraient d'être clarifiées par le groupe de travail que l'ASN prévoit de mettre en place dans l'objectif de faire évoluer cette note (chapitre 3). Pour ce qui concerne les éléments de doctrine, l'IRSN considère que le débat gagnerait à être élargi à l'examen de la stratégie globale de gestion des déchets susceptibles de relever de la catégorie de déchets FA-VL (chapitre 4). A cet égard, l'IRSN estime qu'il serait opportun de mettre en place, en parallèle, un groupe de travail incluant des représentants de la société civile.

3 QUESTIONS A DEBATTRE PREALABLEMENT A LA MISE A JOUR DE LA NOTE ASN DE 2008

3.1 Concept de stockage et choix de site

3.1.1 Type et épaisseur de recouvrement

La conception d'un stockage de déchets FA-VL doit en particulier viser à isoler les déchets de la biosphère, en particulier en se prémunissant contre le risque d'intrusion humaine, ainsi qu'à confiner la radioactivité sur de longues échelles de temps.

Une profondeur d'implantation de plusieurs dizaines de mètres apparaît ainsi nécessaire pour rendre improbable l'atteinte des ouvrages par des intrusions banales (par exemple des travaux de construction d'immeubles), *a fortiori* si l'on tient compte des phénomènes d'érosion potentiels. A cet égard, l'IRSN estimait, dans son avis 2015-0361, qu'une épaisseur d'une vingtaine de mètres pour la garde supérieure du stockage ne laissait pas de marge suffisante. En outre, dans ce même avis, l'IRSN estimait que, sur de telles épaisseurs, la réalisation d'une couverture remaniée possédant des propriétés de confinement élevées au regard de la limitation des flux de

substances radioactives était une opération complexe. A ce titre, l'IRSN considérait que l'étude des performances de la couverture devait tenir compte d'une analyse du retour d'expérience industriel disponible, établi à partir des connaissances acquises sur les centres de stockage existants ou en projet, mais également lors de la construction d'ouvrages souterrains ou de barrages en terre, notamment vis-à-vis des risques de tassements liés à la dégradation des composants du stockage. L'IRSN rappelle que des études de l'Andra, prévues en 2018, porteront « *sur les dispositions constructives permettant d'obtenir et de maintenir durablement les performances attendues* » d'une couverture remaniée.

Par conséquent, à ce stade des connaissances relatives à la réalisation d'une couverture remaniée d'une profondeur supérieure à une vingtaine de mètres présentant des propriétés de confinement élevées et compte tenu de l'inventaire retenu pour le projet de stockage de l'Andra, l'IRSN ne considère pas l'option de stockage SCR comme raisonnable. **L'IRSN propose que le GT aborde la question de l'épaisseur minimale de la garde supérieure du stockage vis-à-vis de la maîtrise du risque d'intrusion humaine et de la dispersion des radionucléides et s'interroge sur le bien-fondé d'un concept de stockage SCR compte tenu des différentes options possibles de gestion en fonction de la nature des déchets comme discuté au chapitre 4.**

3.1.2 Ressources exceptionnelles

La note ASN de 2008 fait référence aux ressources exceptionnelles devant être préservées sans en donner une définition claire. A cet égard, les instructions relatives au projet Cigéo ont montré les difficultés liées à la définition de ce terme. Selon l'IRSN, le caractère exceptionnel d'une ressource s'apprécie sur la base de son extension géographique et de sa rareté à l'échelle du territoire ainsi que de sa facilité d'exploitation. En outre, les instructions précitées ont également permis de préciser qu'en tout état de cause, l'hypothèse d'une exploitation future d'une ressource qui n'est pas qualifiée aujourd'hui d'exceptionnelle, comme par exemple la ressource géothermique au droit du projet de stockage Cigéo, ne peut être définitivement exclue dans le futur. A cet égard, l'IRSN rappelle que la démarche de sûreté préconise que des scénarios dits d'évolution altérée soient évalués dans l'objectif de tester la robustesse du concept en cas d'évènement peu probable mais dont les conséquences pourraient être élevées. Parmi ces situations, l'exploitation et l'utilisation des ressources naturelles du sous-sol (en l'état des connaissances et en tenant compte des technologies d'extractions actuelles) peut conduire à une intrusion dans le stockage.

Dans le double objectif de limiter au mieux ce risque et, pour ce qui concerne le cas particulier des ressources en eau, de préserver leur intégrité, il est recommandé d'éloigner les stockages de déchets radioactifs des aquifères exploitables, notamment pour la consommation humaine. Or les profondeurs ciblées par le projet de stockage FA-VL de l'Andra, intermédiaires entre les concepts de stockage en formation géologique profonde et en surface, conduisent à considérer l'exploitation des aquifères pour leur ressource en eau pour la boisson ou l'irrigation, comme pouvant résulter d'une intrusion banale. De plus, l'IRSN estime qu'il convient d'accorder une attention particulière à la capacité des barrières artificielles et de la formation hôte à contenir les relâchements d'activité afin de garantir que la présence du stockage ne peut engendrer des conséquences inacceptables sur la ressource en eau adjacente et sur son exploitation. Au-delà du respect des objectifs de radioprotection de la population et de l'environnement, dont la démonstration est incontournable, l'IRSN estime également nécessaire que la conception du stockage vise à prévenir un marquage radioactif des eaux qui rendrait l'exploitation de cette ressource difficilement compatible avec les attentes de la société. Cette exigence de préservation de la ressource en eau doit constituer l'un des points fondamentaux de la démonstration de sûreté à long terme dans l'objectif de sélectionner un site pour l'implantation du stockage.

Par conséquent, l'IRSN propose que le GT débattre sur le sens à donner à la notion de ressources exceptionnelles nécessitant d'être préservées et définisse les critères permettant d'apprécier l'absence de stérilisation des ressources connues du sous-sol, notamment le degré de protection des aquifères, tout en examinant les possibilités d'usages futurs de ces ressources.

3.2 Sûreté pendant la phase d'exploitation

L'IRSN rappelle que certains déchets bitumés font partie des catégories de déchets visées par le projet de stockage de déchets FA-VL de l'Andra mais qu'ils sont également inclus dans l'inventaire des réserves de Cigéo. Pour ces déchets, la possibilité de reprise des réactions exothermiques, susceptibles d'entraîner des risques pour la sûreté en exploitation, ne peut actuellement être écartée. En effet, un stockage en sub-surface, notamment dans le concept SCI, s'apparente à un stockage géologique pour ce qui concerne la sûreté en phase d'exploitation. Or, dans son avis 2017-00190 relatif au dossier « Projet Cigéo - Dossier d'Options de Sûreté », l'IRSN considérait pour les enrobés bitumineux MA-VL « *qu'un risque d'emballement de réactions exothermiques dans ces colis ayant pour conséquence un rejet important d'activité dans l'environnement ne [pouvait] être exclu en cas d'incendie [et que] la conception actuelle [de Cigéo] ne [permettait] pas le stockage sûr des déchets bitumineux* ». L'IRSN estimait par conséquent qu'une « *solution de neutralisation de la réactivité des enrobés bitumineux préalablement à leur mise en stockage [devait] être privilégiée* ». L'IRSN recommandait ainsi à l'Andra d' « *apporter [...] un ensemble d'éléments permettant de statuer sur la possibilité de mettre en œuvre un tel procédé* ». Par conséquent, à ce stade des connaissances sur le comportement des déchets bitumés, l'IRSN considère qu'il est prématuré d'envisager une solution de stockage à long terme pour ces déchets, et recommande qu'une réflexion globale portant sur les problématiques associées aux déchets bitumés FA-VL et MA-VL soit engagée, tenant compte en particulier des possibilités éventuelles d'inertage thermique. A cet égard, l'arrêté du 23 février 2017 prescrit au CEA de poursuivre les études de recherche et développement relatives aux modes de traitement et de conditionnement des enrobés bitumineux FA-VL et MA-VL en combinant notamment des procédés chimiques et thermiques.

Par conséquent, l'IRSN propose que le GT se prononce sur le maintien, dans l'inventaire des déchets FA-VL ciblés par le projet de stockage de l'Andra, des déchets bitumineux FA-VL n'ayant pas fait l'objet d'une neutralisation préalable de leur réactivité en s'appuyant sur le retour d'expérience du projet Cigéo pour ce qui concerne la sûreté en phase d'exploitation.

3.3 Démarche de l'évaluation de l'impact à long terme

Deux points particuliers de l'évaluation de l'impact à long terme du stockage de déchets FA-VL apparaissent devoir être discutés : la définition de l'aléa sismique et le calcul de l'impact lié à l'exposition au radon.

3.3.1 Définition de l'aléa sismique

Les déchets FA-VL devant être stockés sont caractérisés par une activité massique relativement faible mais qui, pour certains d'entre eux, ne diminuera pas significativement dans le temps étant donné leur contenu en radionucléides à vie longue. Aussi, la fonction d'isolement devra reposer sur des propriétés de confinement aussi pérennes et passives que possible des barrières géologiques et ouvragées (dont la couverture remaniée le cas échéant). Cette approche est semblable à celle adoptée pour le stockage géologique de déchets HA et MA-VL, ce qui conduit à privilégier une démarche de définition de l'aléa sismique pour la période après fermeture similaire dans son principe à celle à l'étude pour le stockage géologique basée sur les caractéristiques du séisme maximal physiquement possible (SMPP). Par ailleurs, à l'occasion des évaluations complémentaires de sûreté mises en œuvre après la

catastrophe de Fukushima, menant le cas échéant au dimensionnement des équipements et composants du « noyau dur », l'ASN a demandé aux exploitants d'utiliser deux méthodes (déterministes et probabilistes) de manière complémentaire afin de retenir un niveau d'aléa enveloppe. L'approche probabiliste permet notamment d'évaluer la sensibilité de la période de retour des niveaux sismiques obtenus par méthode déterministe. Le retour d'expérience de l'examen du Dossier d'Options de Sécurité (DOS) de Cigéo montre, qu'à ce jour, la méthodologie de définition du SMPP ainsi que l'utilisation de la démarche probabiliste ne font pas l'objet d'un consensus entre les experts des différentes parties prenantes. Pour sa part, l'IRSN s'interroge sur l'utilisation d'un calcul probabiliste pour les très longues périodes de temps à évaluer pour la période après la fermeture du stockage et estime, compte tenu de ces durées, que le SMPP devrait être déterminé sur la dimension des failles présentes à l'échelle du secteur et ce, quelle que soit leur activité. **Dans le cadre de l'instruction du DOS, l'IRSN a attiré l'attention sur le besoin de consolider les approches partagées par les experts des diverses parties prenantes sur ces points. Par conséquent, l'IRSN propose que le GT débattenne sur les précisions à donner dans la note ASN révisée concernant la méthodologie à suivre pour définir le SMPP en s'appuyant sur le retour d'expérience de l'examen du projet Cigéo.**

3.3.2 Exposition au radon

La démarche d'évaluation de l'impact à long terme d'un site accueillant des déchets contenant du radium ou de l'uranium nécessite de juger de l'exposition au radon pour des scénarios de résidence dans l'hypothèse où, suite à la perte de la mémoire du site, des activités humaines conduiraient, par exemple, à construire une habitation sur un tel site. Lorsqu'elle s'appuie sur un calcul d'impact, cette évaluation nécessite notamment de définir les caractéristiques des bâtiments considérés et de disposer de modèles permettant de calculer des concentrations de radon dans l'air intérieur. Or, le retour d'expérience disponible montre que les modélisations de l'exposition au radon couvrent de manière très insuffisante les situations concrètes observées : là où les hypothèses génériques retenues dans les exercices de modélisation donnent des concentrations de quelques centaines de Bq/m³, les configurations particulières rencontrées aboutissent à des niveaux significativement plus élevés (cf. avis IRSN 2012-00022). Cela est dû en grande partie à la multitude de paramètres entrant en compte dans la capacité d'un habitat à concentrer du radon, notamment les habitudes de vie des habitants, et bien sûr la nature des sources présentes. Cette variabilité associée aux caractéristiques décrivant les habitats et aux modes de vie de leurs occupants rend très complexe la définition de modèles de transfert et d'accumulation de radon. En outre, le retour d'expérience de situations existantes met en évidence que la construction d'habitations sur un stockage de déchets contenant du radium ou de l'uranium conduirait selon toute vraisemblance, à des activités volumiques du radon à l'intérieur de ces habitations supérieures à la valeur de référence de 300 Bq/m³ de la Directive 2013/59 Euratom pour les bâtiments existants. Aussi, au-delà des efforts à poursuivre sur la fiabilisation des modèles eux-mêmes, l'IRSN estime qu'une réflexion pourrait être menée sur l'opportunité de définir et d'utiliser des scénarios conventionnels qui seraient établis sur la base de l'exploitation des cas recensés de construction de bâtiments sur ou au voisinage immédiat de stériles ou résidus miniers, dans l'objectif de fournir des éléments de référence d'appréciation du risque radon. Toutefois, contrairement à la démarche habituelle, l'utilisation de scénarios conventionnels devra, compte tenu de la vraisemblance d'une exposition élevée au regard de la valeur de protection précédemment évoquée, davantage viser à comparer différents concepts qu'à dimensionner un stockage.

L'IRSN considère que l'application de scénarios conventionnels pour évaluer l'exposition au radon dans des bâtiments qui seraient construits sur un stockage de déchets contenant du radium ou de l'uranium mériterait

d'être débattue par le GT en tenant compte des travaux qui seront réalisés dans le cadre de l'action n° 14 intitulée « évaluer le risque radon d'origine anthropique » du plan national d'action 2016-2018 pour la gestion du risque lié au radon, visant à établir une stratégie de modélisation, à élaborer différents scénarios types et à évaluer ces scénarios quant à ce type d'exposition.

4 REFLEXIONS SUR LA STRATEGIE GLOBALE DE GESTION DES DECHETS SUSCEPTIBLES DE RELEVER DE LA CATEGORIE FA-VL

Les réflexions menées dans le cadre du PNGMDR en vue d'identifier une solution de gestion des déchets FA-VL et d'évaluer le projet présenté par l'Andra conduisent à s'interroger sur la question plus globale de la stratégie de gestion des déchets de type FA-VL, au-delà des seuls déchets considérés dans l'arrêté PNGMDR du 23 février 2017. A cet égard, l'IRSN considère qu'il est nécessaire de mettre en débat l'ensemble des problématiques soulevées par la gestion de ces déchets en tenant compte des déchets existants et à produire, des modes de gestion existants, des compromis à trouver au regard des différents impacts générés mais également des contraintes économiques. Ces problématiques peuvent être résumées au travers des questions suivantes.

4.1 La solution étudiée à ce stade par l'Andra permet-elle de régler la question de la gestion de l'ensemble des déchets radifères à l'échelle du territoire ?

Les déchets FA-VL visés par l'arrêté du 23 février 2017 qui présentent des risques à long terme liés notamment à l'émanation de radon représentent un volume de l'ordre de 130 000 m³. Or, il existe des volumes bien plus importants d'autres déchets présentant des risques similaires à savoir de l'ordre de 1 million de m³ de déchets uranifères et thorifères de Malvési en attente d'une solution de gestion définitive et plusieurs dizaines de millions de m³ de résidus miniers, actuellement répartis dans 17 stockages. Aussi, l'IRSN considère que la solution qui consisterait à créer un nouveau stockage pour gérer les déchets FA-VL visés par l'arrêté du 23 février 2017 n'apporterait une solution robuste que pour une faible part des déchets nécessitant une prise en compte du risque radon à long terme.

4.2 Un concept commun de stockage en sub-surface des déchets FA-VL considérés dans le PNGMDR est-il justifié au regard de leurs différences de caractéristiques ?

Les déchets FA-VL radifères et de graphite présentent des spécificités qu'il convient de prendre en compte dans le concept de stockage envisagé. Ainsi, pour les déchets de graphite, dont l'inventaire est majoritairement constitué de carbone 14, un stockage situé à quelques dizaines de mètres de profondeur pourrait constituer un confinement efficace pendant la période nécessaire à la décroissance de son activité de plusieurs dizaines de milliers d'années pour atteindre un niveau résiduel d'activité qui ne puisse pas être à l'origine d'expositions inacceptables. Cette période apparaît en revanche insuffisante pour prévenir les expositions à long terme liées aux déchets ne présentant pas ou peu de potentiel de décroissance. A cet égard, le radium initialement présent dans les déchets radifères décroît pendant cette période mais du radium sera également produit par décroissance de l'uranium résiduel. De même, les déchets uranifères et thorifères de Malvési produiront du radium jusqu'à atteinte de l'équilibre séculaire. Pour ces déchets, un stockage situé à quelques dizaines de mètres de profondeur se retrouvera en surface au bout de quelques 10⁴ ans, du fait des phénomènes d'érosion, sans que leur inventaire n'ait sensiblement décréu, n'offrant ainsi plus le confinement suffisant pour se prémunir d'expositions inacceptables. Par conséquent,

l'IRSN considère qu'un concept en sub-surface ne permet pas de gérer efficacement, sur le long terme, les risques induits par les déchets ne présentant pas de décroissance notable de leur activité sur une durée de l'ordre de quelques 10 000 ans.

Par conséquent, l'IRSN s'interroge sur la pertinence de poursuivre la recherche d'une solution de gestion unique pour l'ensemble de ces catégories de déchets du fait des différences de contraintes liées aux spécificités susmentionnées de chaque catégorie.

4.3 Comment le dispositif envisagé aujourd'hui s'inscrit-il dans la démarche d'évaluation globale des impacts environnementaux des déchets préconisée par l'Autorité Environnementale ?

Le rapport d'évaluation environnementale du PNGMDR 2016-2018 préconise notamment de développer « des méthodologies d'analyse multicritère dans le choix des solutions de gestion des matières et des déchets radioactifs » permettant « de prendre en compte l'ensemble des thématiques environnementales, tout en hiérarchisant les enjeux environnementaux en fonction des risques identifiés et de la sensibilité des territoires et des populations. » Dans son avis 2016-00229, l'IRSN convenait que l'évaluation des conséquences environnementales des modes de gestion existants ou préconisés n'est pas réalisée dans le cadre du PNGMDR selon une méthodologie permettant de couvrir les risques de toutes natures (radiologique, chimique, consommation d'énergie et de ressources, atteintes à la biodiversité, artificialisation des sols, ...) pouvant être occasionnés. A cet égard, l'IRSN considèrerait que pour tirer le meilleur bénéfice de l'analyse multicritère pour le choix des solutions de gestion des déchets recommandée par l'évaluation environnementale, cette analyse devait avant tout être développée sur les sujets pour lesquels les différents critères environnementaux à évaluer (par exemple sûreté de l'installation, protection de la population contre les rayonnements ionisants, protection des écosystèmes, protection des ressources...) sont d'une importance relative proche. Aussi l'IRSN suggèrerait de « prioriser l'application de la démarche d'analyse multicritère » aux filières de gestion des déchets TFA et FA-VL. Par conséquent, s'agissant de la recherche de solutions de gestion pour les déchets FA-VL, l'IRSN considère que le bien-fondé de ces solutions doit être apprécié au regard de critères environnementaux mais également techniques, économiques et sociétaux, lesquels doivent être hiérarchisés en fonction des efforts à fournir pour garantir la protection optimisée de l'homme et de l'environnement sur le long terme. A cet égard, les possibilités d'optimiser les filières ou modes de gestion existants mériteraient d'être examinées. Ainsi, des options complémentaires à celles envisagées sur la Codecom de Soulaines ou sur des sites d'INB ou d'INBS existantes comme préconisés par le PNGMDR 2016-2018 pourraient être étudiées en examinant la possibilité, d'une part de gérer dans un ou plusieurs centres de stockage communs les déchets radifères et tout ou partie des déchets uranifères et thorifères (déchets historiques et à produire à partir de 2019 de Malvési, uranium appauvri si qualifié de déchets...), d'autre part de répartir les déchets FA-VL en provenance de l'aval du cycle dans des centres de surface et/ou Cigéo.

Pour ce qui concerne plus particulièrement les déchets uranifères et thorifères et les déchets radifères, plusieurs options de regroupement dans un même stockage pourraient être étudiées dans l'objectif de promouvoir une approche globale et cohérente de la maîtrise du risque lié à ce type de déchets.

La première option concerne le regroupement de l'ensemble des déchets historiques et à produire de Malvési sur ce site à compter de 2019. La deuxième option concerne le stockage des déchets de Malvési avec les déchets radifères FA-VL. A cet égard, l'IRSN considère que l'étude de cette option devrait aussi tenir compte des matières contenant de l'uranium appauvri, de l'uranium de retraitement et des substances thorifères dans l'hypothèse où elles seraient

requalifiées de déchets radioactifs (conformément aux articles 4, 7 et 18 de l'arrêté du 23 février 2017). La troisième option concerne le stockage des déchets radifères FA-VL avec les résidus de traitement du minerai d'uranium. A cet égard, la faisabilité de rassembler les déchets radifères FA-VL sur un ou plusieurs sites de stockage de résidus miniers, sous réserve que leur capacité de confinement à long terme soit suffisamment robuste mériterait d'être étudiée. En effet, l'IRSN estime que l'accueil des déchets radifères FA-VL sur un site de stockage de résidus miniers n'est pas susceptible d'augmenter significativement le risque d'exposition lié à l'existence de ce stockage et à son évolution projetée dans le temps. Une telle option, sous réserve que sa faisabilité technique soit démontrée, pourrait en outre permettre de réfléchir aux aménagements nécessaires à une amélioration de la robustesse de ces stockages à long terme.

Pour ce qui concerne plus particulièrement les déchets de graphite, compte tenu de leur volume et de leur inventaire, l'étude de leur stockage au CSA, sous réserve du respect des limites maximales d'acceptation et des capacités totales, notamment pour ce qui concerne le carbone 14, le chlore 36 et le calcium 41, contribuerait, sur le principe et moyennant vraisemblablement un traitement, à l'optimisation des filières existantes. A défaut de compatibilité avec les critères d'acceptation au CSA, la répartition de tout ou partie des déchets de graphite dans Cigeo pourrait également être étudiée.

En complément, l'IRSN attire l'attention sur le fait que certains déchets de l'amont du cycle riches en émetteurs alpha sont actuellement sans filière de gestion (par exemple les cendres uranifères) ou orientés au CSA. Compte tenu des caractéristiques de ces déchets, dont une partie est composée majoritairement de radionucléides émetteurs alpha, l'existence d'un stockage de déchets FA-VL permettrait de procurer une solution pour ces déchets adaptée à leurs caractéristiques. L'IRSN considère par conséquent que les déchets de l'amont du cycle riches en émetteurs alpha, et en particulier ceux qui ne présentent qu'une fraction négligeable de radionucléides à vie courte, soient intégrés à l'inventaire des déchets FA-VL et pris en compte dans la recherche des options de gestion de ces déchets. A ce jour, l'accueil de certains d'entre eux au CSA ne relève pas d'une gestion optimisée de ce centre dans la mesure où son inventaire en radionucléides à vie longue doit par principe rester aussi limité que possible.

En outre, la recherche d'une solution de gestion visant à limiter les impacts globaux doit nécessairement prendre en compte l'impact lié au transport des déchets depuis leur zone de production ou d'entreposage vers leur destination finale. A cet égard, les solutions de proximité contribuent à la réduction des impacts liés au transport. Ces options, dès lors qu'elles permettent de garantir un niveau de protection radiologique et chimique de l'homme et de l'environnement satisfaisant, doivent être encouragées, en particulier lorsque des tonnages élevés sont mis en jeu.

Enfin, pour ce qui concerne l'aspect économique, l'IRSN considère qu'il doit être intégré à l'analyse multicritère. A cet égard, les coûts financiers associés à chaque option envisageable doivent s'appuyer sur une évaluation indépendante permettant de comparer de manière objective les coûts d'une option par rapport à une autre et en particulier les coûts marginaux qu'entraîneraient l'intégration de tout ou partie des différentes catégories de déchets FA-VL dans une filière existante avec les coûts qu'engendreraient la création et l'exploitation d'un nouveau stockage.

5 CONCLUSION

La note ASN de 2008 définissant les orientations générales de sûreté en vue d'une recherche de site pour le stockage des déchets de faible activité massique à vie longue définit un référentiel pertinent qui ne semble pas devoir être, dans son principe, remis en cause. Cependant, dans l'objectif de la mettre en cohérence avec des sujets ayant émergé depuis sa parution, un certain nombre d'éléments identifiés dans le présent avis mériteraient d'être précisés et discutés. Par ailleurs, la réflexion sur la mise à jour de la note ASN de 2008 offre l'opportunité d'examiner la stratégie globale de gestion des déchets FA-VL dans laquelle devrait s'inscrire l'option d'un stockage dédié de ces déchets. A cet égard, l'étude des différentes options pour la gestion de tout ou partie de ces déchets mériterait d'être abordée selon une approche environnementale visant à apprécier les impacts globaux de la ou des solutions de gestion envisageables. Cette étude devrait permettre de statuer quant aux catégories de déchets ciblées par une filière FA-VL.

Les différentes questions et commentaires abordés dans le présent avis qui pourraient être débattus au sein du groupe de travail envisagé par l'ASN en 2017 mériteraient, selon l'IRSN, d'être également discutés dans un cadre pluraliste intégrant des représentants de la société civile.

Pour le directeur général, par délégation

Christophe SERRES

Chef du service d'expertise des déchets
radioactifs et de la radioactivité naturelle