

## PNGMDR 2022 - 26

# FEUILLE DE ROUTE ÉLABORATION D'UN DOSSIER SUR LA CONCEPTION D'UN STOCKAGE À FAIBLE PROFONDEUR DE DÉCHETS FA-VL DANS LA FORMATION ARGILEUSE DU SITE DE LA CCVS

**Identification**  
F.NT.ASFP.22.0012/A

octobre 2022

Page : 1/17

Ce document, bien que propriété de l'Andra,  
peut être reproduit ou communiqué sans son autorisation

## SOMMAIRE

<b>1.</b>	<b>Introduction et contexte</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>Objet du « dossier 2023 » et articulation des études PNGMDR</b>	<b>5</b>
2.1	<i>Objet du « dossier 2023 »</i>	5
2.2	<i>Articulation du « dossier 2023 » avec les demandes PNGMDR</i>	6
<b>3.</b>	<b>Programme des études</b>	<b>8</b>
3.1	<i>Définition des déchets FA-VL à prendre en compte pour le « dossier 2023 »</i>	8
3.2	<i>Etablissement des données d'entrée</i>	9
3.2.1	Données d'entrée relatives aux déchets et aux conditionnements	9
3.2.2	Données d'entrée relatives aux architectures de stockage étudiées pour les évaluations de sûreté après-fermeture	10
3.3	<i>Etudes de l'évolution géodynamique du site de la CCVS</i>	10
3.4	<i>Etudes de sûreté après-fermeture</i>	11
3.4.1	Période allant jusqu'à quelques dizaines de milliers d'années	11
3.4.2	Période allant au-delà de quelques dizaines de milliers d'années - Evaluation de situations conventionnelles	12
3.5	<i>Identification des enjeux et contraintes de surface</i>	13
3.5.1	Enjeux environnementaux	13
3.5.2	Enjeux et contraintes juridiques	13
3.6	<i>Etude des techniques constructives</i>	14
<b>4.</b>	<b>Planification</b>	<b>15</b>
<b>5.</b>	<b>Conclusion et perspectives</b>	<b>16</b>

## GLOSSAIRE

CCVS :	Communauté de Communes de Vendeuvre-Soulaines
CSA :	Centre de Stockage de l'Aube
FA-VL :	Faible activité - vie longue
PNGMDR :	Plan national de gestion des déchets et matières radioactifs
UNGG :	Uranium Naturel Graphite Gaz

## 1. Introduction et contexte

La catégorie des déchets FA-VL a été introduite par le PNGMDR 2007-2009 ; elle désignait alors les déchets radifères et de graphite, caractérisés par leur faible niveau d'activité et leur longue durée de vie (période radioactive supérieure à 31 ans), sans pour autant donner une définition objective ou une liste précise des déchets relevant de cette catégorie FA-VL.

Depuis le périmètre de ces déchets n'a cessé d'évoluer au gré notamment de l'amélioration des connaissances sur les déchets avec l'ajout notamment des déchets bitumés les moins actifs produits sur le site CEA de Marcoule à la suite de leur non acceptation au CSA, et de déchets technologiques produits par le site d'Orano de La Hague et conditionnés en CBF-C'2. A l'instar de ces derniers, d'autres déchets pourraient encore s'y ajouter, comme le demandent actuellement le CEA et Orano au titre d'une volonté de rationaliser les filières, en raison de la place intermédiaire qu'occupent les déchets de la catégorie FA-VL, entre la catégorie FMA-VC et MAVL. Cela se traduit par la proposition de recatégoriser en FA-VL certains colis de déchets bitumés et colis de déchets technologiques et de procéder actuellement catégorisés MA-VL. Ainsi, les déchets FA-VL sont de natures et d'origines très diverses, et leur inventaire est appelé à évoluer.

Par définition, les déchets FA-VL sont caractérisés, d'une part par leur faible niveau d'activité leur conférant une dangerosité relative faible comparée aux déchets HA et MA-VL, d'autre part par la longue durée de vie des principaux radionucléides qu'ils contiennent, maintenant leur niveau de dangerosité radiologique sur plusieurs milliers à dizaines de milliers d'années. De ce fait, la question des risques qu'ils représentent pour les générations futures se pose, et par suite, des enjeux associés à la démonstration de la robustesse de la sûreté pour leur stockage.

Les enjeux liés à la gestion industrielle des déchets FA-VL diffèrent selon les déchets, en particulier :

- s'agissant des déchets radifères, une grande partie de ceux-ci est issue d'activités industrielles non électronucléaires et s'apparente à des substances radioactives d'origine naturelle. L'autre partie est issue d'activités électronucléaires de l'amont du cycle du combustible REP français. La grande majorité des déchets radifères est aujourd'hui produite et entreposée en attente d'une solution de stockage (environ 60 000 m<sup>3</sup> de déchets radifères FA-VL) ;
- s'agissant des déchets de graphite, ils sont issus principalement des démantèlements des réacteurs de la filière uranium naturel graphite-gaz (UNGG) qui devraient intervenir entre 2 040 et l'horizon 2 100. Un peu plus de 80 000 m<sup>3</sup> de déchets de graphite sont concernés ;
- s'agissant des déchets bitumés produits par le CEA, d'importants volumes (environ 80 000 m<sup>3</sup>) ont été produits depuis les années 1960 (une production résiduelle perdue à ce jour). Ces déchets sont actuellement entreposés dans des installations d'entreposage dédiées.

Les solutions de stockage de ces déchets sont à l'étude par l'Andra depuis plusieurs années. A cet égard, outre l'étude d'un stockage à faible profondeur pour les déchets FA-VL, les déchets de graphite et les déchets bitumés FA-VL sont inscrits par mesure conservatoire dans l'inventaire de réserve de l'installation en projet Cigéo. Les déchets conditionnés en colis CBF-C'2 sont inscrits de manière conservatoire dans l'inventaire de référence de Cigéo.

Parmi les solutions envisageables, le principe d'un stockage dédié aux déchets FA-VL a été exprimé dès la loi de programme de 2006 (n° 2006-739 du 28 juin 2006). Les travaux de l'Andra ont conduit à identifier en 2013 un site présentant des caractéristiques géologiques adaptées à l'accueil d'un tel stockage, et pour lequel les élus se sont montrés favorables à la réalisation d'investigations géologiques à la suite d'un processus d'appel à candidatures de communes à l'échelle nationale engagé en 2008 : ce site est situé au Nord de la communauté de communes de Vendevre-Soulaines (CCVS) dans l'Aube (10), entre les communes de Juzanvigny et d'Epothémont. Des études ont été menées afin d'acquérir de la connaissance sur les caractéristiques du site et d'étudier les possibilités d'implantation d'un stockage à faible profondeur des déchets FA-VL. L'Andra a remis un rapport d'étape en 2015 dans le cadre du PNGMDR 2013-2015 ; pour les déchets étudiés à ce stade, l'Andra n'avait alors pas identifié d'éléments réhibitoires quant à la poursuite des études. Dans son avis sur les études relatives à la gestion des

déchets FA-VL établies dans le cadre du PNGMDR 2013-2015<sup>1</sup>, l'ASN a cependant estimé, compte tenu des études présentées par l'Andra dans le rapport d'étape précité, que la faisabilité d'un stockage pour l'intégralité de l'inventaire de déchets FA-VL était difficilement démontrable, « *compte-tenu des caractéristiques du site, de l'épaisseur et de la profondeur de la couche d'argile, compte-tenu des propriétés hétérogènes des déchets FA-VL étudiés dans le rapport d'étape de l'Andra et des exigences de sûreté associées pouvant être opposées en termes de positionnement dans la formation hôte* » ; ceci est d'autant plus vrai que l'inventaire des déchets FA-VL tend à augmenter dans la mesure où des déchets MA-VL pourraient être recatégorisés FA-VL.

A ce stade, le projet de stockage à faible profondeur sur le site de la CCVS constitue l'une des solutions possibles pour la gestion des déchets FA-VL, dont l'ASN considère qu'elle est actuellement la solution de référence pour certaines catégories de déchets<sup>2</sup>. Aussi, selon le projet de PNGMDR 2022-2026, les études doivent être poursuivies, afin notamment d'être en mesure de confirmer la faisabilité d'un tel stockage et définir l'inventaire des déchets pouvant y être stockés. Cette solution est par ailleurs à mettre en perspective en interrogeant les solutions alternatives à la gestion de ces déchets, dans l'objectif d'identifier des solutions proportionnées aux enjeux. Cette comparaison apparaît utile pour qualifier la robustesse de la solution de stockage sur le site de la CCVS, ainsi que l'effort à consentir pour la mettre en œuvre au regard des différentes solutions et des enjeux associés à ces déchets. Les options identifiées pour cet exercice peuvent être le stockage en surface de certains déchets identifiés FA-VL, ou des solutions d'entreposage dans l'attente de la définition d'une autre solution de stockage à faible profondeur pour compléter celle offerte par une installation de stockage sur le site de la CCVS ou encore un stockage dans l'installation en projet Cigéo comme solution subsidiaire.

L'article n°33 du projet d'arrêté PNGMDR (version mise en consultation publique le 13 mai 2022) demande à l'Andra de remettre, « *avant le 30 juin 2022, une feuille de route explicitant les étapes d'élaboration d'un dossier présentant les options techniques et de sûreté retenues, d'un niveau de maturité correspondant à un avant-projet sommaire, pour le stockage sur le site de la Communauté de Communes de Vendevre-Soulaines d'un inventaire de déchets que l'Agence proposera. Cette feuille de route vise à ce que le dossier puisse être déposé d'ici le 30 juin 2023. L'autorité de sûreté nucléaire est saisie pour avis sur ce dossier.*

*L'Andra remet un dossier d'options de sûreté pour le déploiement d'un stockage de déchets de faible activité à vie longue sur ce site, d'un niveau de maturité correspondant à un avant-projet détaillé, cinq ans après l'avis de l'Autorité de sûreté nucléaire susmentionné.* ».

Le présent document vise à répondre à la première partie de l'article portant sur la feuille de route pour l'élaboration du dossier visé par l'article 33 précité (appelé « dossier 2023 » dans la suite du présent document). Cette feuille de route présente l'objectif de ce dossier ainsi que la façon dont il s'intègre dans la gestion globale des déchets FA-VL. Elle décrit les études que l'Andra a identifiées pour élaborer ce dossier, ainsi que leur planification.

## 2. Objet du « dossier 2023 » et articulation des études PNGMDR

### 2.1 Objet du « dossier 2023 »

Compte tenu de l'historique des études de conception d'un stockage à faible profondeur depuis les années 2000, d'abord sur site générique puis à partir de 2013 sur le site de la CCVS, et du retour d'expérience acquis, les questions intrinsèques liées au concept du stockage de déchets à vie longue à

<sup>1</sup> Avis n°2016-AV-264 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 29 mars 2016 sur les études relatives à la gestion des déchets de faible activité à vie longue (FA-VL) remis en application du Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs 2013-2015, en vue de l'élaboration du Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs 2016-2018

<sup>2</sup> Avis n°2020-AV-0357 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 6 août 2020 sur les études relatives à la gestion des déchets de faible activité à vie longue (FA-VL) remis en application du plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs 2016-2018, en vue de l'élaboration du cinquième plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs

faible profondeur en milieu argileux identifiées lors du rapport d'étape de 2015 sont toujours d'actualité. En effet, un tel concept associé au site de la CCVS présente des avantages et des limites qu'il convient de rappeler et d'analyser dans le dossier appelé par le projet d'arrêté PNGMDR pour 2023 (article n°33).

Ce dossier présentera la déclinaison du concept sur le site de la CCVS tenant compte, d'une part des enjeux liés notamment à la démarche de sûreté après fermeture pour ce type d'installation, d'autre part des enjeux propres au site (caractéristiques géologiques de la formation argileuse, enjeux environnementaux, contraintes juridiques et solutions techniques constructives pouvant être mises en œuvre).

Ainsi, l'objectif du « dossier 2023 » sera d'analyser, au stade de la définition des principales options de sûreté, les possibilités d'implantation d'un stockage de déchets FA-VL sur le site de la CCVS, et d'étudier les familles de déchets candidats en apportant des éléments sur la sûreté après-fermeture. L'inventaire du stockage sera défini par la suite, si la décision est prise de poursuivre les études, notamment sur la base de ces éléments qui permettront d'éclairer sur la capacité du site à stocker une partie des déchets FA-VL dans une installation à faible profondeur. Ce dossier identifiera en outre les études à mener en vue de l'élaboration du dossier d'options de sûreté ultérieur visé par la dernière partie de l'article n°33 précité.

Pour cela, l'Andra présentera les grands enjeux associés à la conception d'un stockage sur le site de la CCVS et les modalités de prise en compte de ceux-ci au travers de plusieurs études décrites dans la suite du document, en particulier :

- les enjeux de sûreté, en présentant la démarche proposée par l'Andra pour démontrer la sûreté long terme de ce type de stockage, ainsi que sa déclinaison aux différentes familles de déchets FA-VL afin de caractériser le caractère compatible de leur stockage sur ce site au regard des exigences de sûreté après-fermeture. A ce stade des études, l'Andra centrera les évaluations de la sûreté sur la phase d'après-fermeture du stockage. Des éléments relatifs à la sûreté en exploitation pour les différents concepts envisageables seront également présentés avec un niveau de détail adapté à l'objectif de caractériser l'adéquation des concepts avec les différentes typologies de déchets ainsi que les éventuelles difficultés associées à ces concepts ;
- les enjeux environnementaux identifiés sur ce site, afin d'appliquer dès le début du projet de stockage la séquence « Eviter-Réduire-Compenser » qui vise à éviter les atteintes à l'environnement, à réduire celles qui n'ont pu être suffisamment évitées et, si possible, à compenser les effets notables qui n'ont pu être ni évités, ni suffisamment réduits. L'Andra étudie également les contraintes juridiques et réglementaires associées au site ;
- les possibilités techniques de réalisation d'un stockage à faible profondeur sur le site de la CCVS par l'étude des meilleures techniques disponibles (MTD) des techniques constructives.

Les conclusions obtenues éclaireront sur le rôle que peut jouer le site de la CCVS dans la stratégie globale de gestion des déchets FA-VL.

Le « dossier 2023 » devra apporter à l'ASN des éléments permettant de qualifier les différents enjeux afin qu'elle puisse se positionner globalement sur les conclusions de l'Andra quant à l'opportunité de poursuivre les études de conception d'un stockage de déchets FA-VL sur le site de la CCVS, ainsi que sur la démarche de sûreté de l'Andra pour la phase d'après-fermeture et sur le programme d'études identifiées pour la suite des études le cas échéant. La démarche de sûreté retenue ainsi que les éléments relatifs à la capacité d'accueil du site vis-à-vis des différentes typologies de déchets seront ainsi deux éléments déterminants du dossier.

## 2.2 Articulation du « dossier 2023 » avec les demandes PNGMDR

Outre l'article n° 33 du projet d'arrêté précité consacré aux études de conception d'un stockage sur le site de la CCVS, le titre V du projet d'arrêté PNGMDR comporte des articles portant en particulier sur la fiabilisation de l'inventaire des déchets FA-VL (notamment l'article n° 27) dont le périmètre n'est à ce jour

pas défini comme rappelé en introduction, ainsi que sur la définition de scénarios de gestion des déchets FA-VL et, in fine, d'un schéma global de gestion de ces déchets (porté par les articles n° 29 et n°32).

En particulier, l'article n° 27 notifie que « *Le CEA, EDF SA et Orano étudient la possibilité d'inscrire une partie de l'inventaire des déchets des sites de Marcoule et de La Hague dans l'inventaire des déchets de faible activité à vie longue, sur la base de la définition par l'Andra de critères objectifs permettant de discriminer les déchets relevant de la filière des déchets de faible activité à vie longue de ceux relevant de la filière des déchets de moyenne activité à vie longue, d'ici le 31 décembre 2022. Les résultats de cette étude sont transmis au ministre chargé de l'énergie avant le 30 juin 2023. L'autorité de sûreté nucléaire et le délégué à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les installations intéressant la défense sont saisis pour avis sur cette étude.* »

Afin que l'Andra, dans le « dossier 2023 », puisse étudier les déchets FA-VL candidats à un stockage sur le site de la CCVS, l'Agence a défini un ensemble d'études à mener, pour lesquelles il est nécessaire de définir en amont les déchets étudiés. Les critères de distinction des déchets MA-VL des déchets FA-VL, appelés par l'article 27, permettraient préalablement de préciser l'inventaire global des déchets FA-VL. Ce point fait l'objet du chapitre 3.1 de la présente feuille de route.

S'agissant de la gestion globale des déchets FA-VL, l'article n° 29 notifie que, « *conformément aux dispositions de l'article D. 542-88 du code de l'environnement et des éléments définis dans l'action nommée FAVL.2 du PNGMDR, l'Andra présente devant la commission de gouvernance du PNGMDR, d'ici la fin 2022, des scénarios de gestion des déchets de faible activité à vie longue. L'Autorité de sûreté nucléaire est saisie pour avis sur la sûreté et les enjeux de radioprotection des scénarios ainsi définis.*

*Les scénarios de gestion élaborés font l'objet d'une analyse multicritères et multi-acteurs, telle que prévue par l'article 47 du présent arrêté, en vue d'éclairer notamment les enjeux de santé, de sûreté, environnementaux et territoriaux associés. Cette analyse est menée avant le 30 juin 2023.* »

La première partie de l'article n°32 notifie qu'« *en application des dispositions de l'article D. 542-88 du code de l'environnement et de l'action nommée FAVL.3 du PNGMDR, l'Andra, en lien avec les producteurs de déchets radioactifs, élabore, avant le 30 juin 2025, un schéma global de gestion des déchets de faible activité à vie longue. Pour chaque scénario ainsi défini, l'Andra présente les flux prévisibles de déchets à stocker et le calendrier de mise en œuvre associé.* »

S'agissant des articles 29 et 32, l'Andra mène actuellement des travaux pour proposer différents scénarios de gestion pour chaque type de déchets FA-VL en se fondant sur une analyse des enjeux associés à chaque type de déchets, visant à identifier une ou des solutions proportionnées à ces enjeux. Le stockage sur le site de la CCVS figure parmi les solutions de gestion envisagées dans les scénarios. Les conclusions du « dossier 2023 » alimenteront les réflexions du groupe d'acteurs en charge d'analyser les scénarios de gestion. En complément, la prise en compte de solutions de gestion complémentaires ou subsidiaires est examinée, fondée par exemple sur les possibilités de traitement de certains déchets en amont du stockage, sur d'éventuelles créations d'entrepôts dans l'attente d'une solution définitive de gestion, sur le stockage de certains déchets dans l'installation en projet Cigéo via les études d'adaptabilité comme solution subsidiaire, sur la possibilité de considérer un stockage en surface pour d'autres déchets...

A l'issue du processus d'analyse du groupe multi-acteurs, l'ASN rendra un avis sur les scénarios de gestion. En se fondant sur cet avis et les conclusions du groupe, l'Andra élaborera un schéma global de gestion, dans lequel le rôle du site de la CCVS sera précisé grâce aux études et conclusions du « dossier 2023 ».

Les résultats des études conduites pour le « dossier 2023 » participeront à préciser le rôle du site de la CCVS dans le schéma global de gestion des déchets FA-VL.

Il est également demandé à l'Andra, par l'article n°31, de mener « *une concertation volontaire sur les territoires pressentis pour accueillir des stockages de déchets de faible activité à vie longue, en particulier le site de la communauté de communes de Vendevre-Soulaines, avant l'élaboration du schéma de gestion des déchets FA-VL mentionné à l'article 32.* ». Ce sujet fera l'objet d'une feuille de route dédiée. Ce document décrivant les actions en vue de mener à bien les concertations en lien avec la gestion des déchets FA-VL est en cours de préparation par l'Andra. Celle-ci visera notamment à répondre à l'article n°31.

L'articulation des demandes du projet d'arrêté PNGMDR (version mise en consultation publique le 13 mai 2022) relatives aux déchets FA-VL est représentée sur la figure 1. Celles-ci s'alimentent les unes les autres, mais il est à noter que les échéances associées impliquent qu'une partie des travaux doivent se réaliser en parallèle ce qui ne permet pas réalisation « en série » des actions.

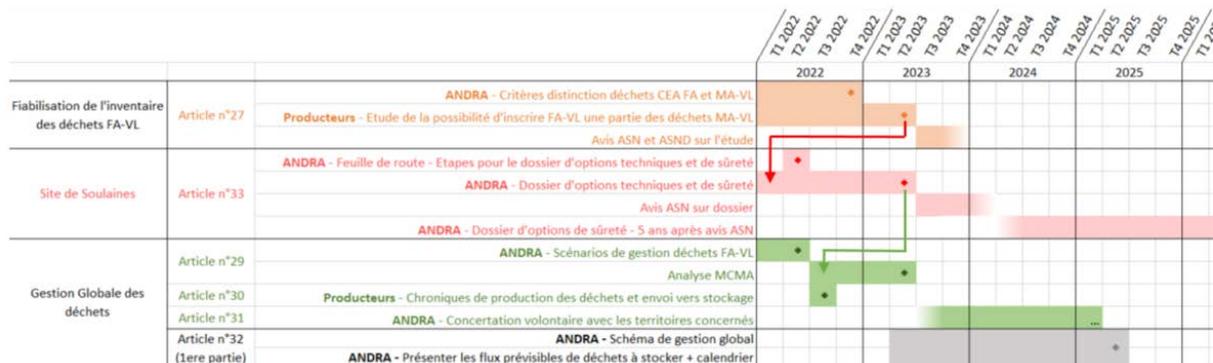


Figure 1 Cadencement et interfaces entre les demandes du projet d'arrêté PNGMDR (articles 27, 29, 31, 32 et 33) relatives aux déchets FA-VL

### 3. Programme des études

Le « dossier 2023 » reposera notamment sur une partie des études réalisées en support du rapport 2015 dont le retour d'expérience sera valorisé, et prendra en compte l'avis de l'ASN sur ce dossier<sup>3</sup>, qui conduit notamment à considérer a minima une profondeur de 30 m au toit du stockage. Les travaux menés dans le cadre du groupe de travail conduit par l'ASN en 2018-2019 sur les exigences de sûreté d'un stockage de déchets FA-VL en vue d'établir un guide de sûreté pour ce type de stockage seront également pris en compte.

Plusieurs étapes sont nécessaires pour constituer le « dossier 2023 ». Elles sont décrites dans les chapitres 3.1 à 3.6 ci-après.

#### 3.1 Définition des déchets FA-VL à prendre en compte pour le « dossier 2023 »

L'objectif de cette étape est de préciser les déchets FA-VL à étudier pour le « dossier 2023 ».

##### Les déchets actuellement catégorisés FA-VL

Ces déchets sont globalement répartis dans les six familles suivantes :

- les déchets radifères issus d'activités industrielles de Solvay et de Framatome liées à l'exploitation de minerais contenant des terres rares, d'activités de recherche du CEA et d'activité d'assainissement de sols pollués d'anciens sites industriels ayant utilisé du radium ou du thorium ;
- des déchets à radioactivité d'origine naturelle (SRON) ;
- des déchets de graphite, issus du démantèlement à venir des réacteurs de la filière Uranium Naturel Graphite Gaz (UNGG) et du traitement des combustibles utilisés dans cette filière ;
- une partie des déchets bitumés produits par le CEA de Marcoule ;
- des déchets technologiques (colis CBF-C'2) d'Orano ;

<sup>3</sup> Lettre ASN CODEP-DRC-2016-013550 du 19 juillet 2016

- des résidus de traitement de conversion d'uranium (RTCU) de l'usine de Malvési d'Orano, comprenant une part dite « historique » pour laquelle une solution de stockage sur le site de Malvési est à l'étude par Orano, et une part « produite à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2019 ».

Les RTCU ne sont pas intégrés aux études de stockage sur le site de la CCVS.

### **Les déchets que les producteurs proposent de recatégoriser**

Au-delà des déchets actuellement classés FA-VL, il est important que la détermination des éléments support à l'étude de la capacité d'un concept à stocker une partie des déchets FA-VL intègre les évolutions possibles de l'inventaire des déchets.

Ces dernières années, le CEA et Orano ont proposé de recatégoriser FA-VL certains déchets aujourd'hui catégorisés MA-VL, en se fondant sur des critères de limites d'activités en émetteurs alpha et de débit d'équivalent de dose des colis. Le CEA propose ainsi de recatégoriser une grande partie des déchets bitumés MA-VL, ainsi qu'environ 30 000 m<sup>3</sup> de déchets technologiques de spectres à émetteurs alpha. Orano propose également qu'une partie des déchets bitumés produits par l'établissement de La Hague et certains déchets technologiques conditionnés en coques amiante-ciment soient recatégorisés FA-VL.

Le CEA a également proposé d'ajouter à l'inventaire des déchets radifères les déchets dits de sulfate de plomb radifères entreposés sur le site de Cadarache.

La définition de critères objectifs permettant de recatégoriser des déchets MA-VL en FA-VL est confiée à l'Andra via l'article n° 27 du projet d'arrêté PNGMDR (version mise en consultation publique le 13 mai 2022). L'application de ces critères aux inventaires de déchets que les producteurs souhaitent recatégoriser permettra de préciser la liste des déchets relevant de la catégorie FA-VL et qui, potentiellement, de ce fait, sont candidats à un stockage sur le site de la CCVS. Selon les échéances fixées par le projet d'arrêté PNGMDR (version mise en consultation publique le 13 mai 2022), ces critères sont attendus pour la fin de l'année 2022 et la définition par les producteurs d'inventaire de déchets recatégorisés est attendue au plus tard en juin 2023.

Afin de maintenir l'échéance de 2023 pour le dossier objet de la présente feuille de route et ainsi réaliser les études permettant d'éclairer sur l'acceptabilité en stockage sur ce site des déchets FA-VL mais également des déchets MA-VL qui pourraient être recatégorisés FA-VL, l'Andra prendra en compte dans les études, les déchets que les producteurs proposent de recatégoriser selon leurs critères. Cela n'a pas d'incidence sur le « dossier 2023 », puisque tous les déchets « candidats » y sont étudiés, de façon à pouvoir se positionner sur leur acceptabilité en stockage sur le site de la CCVS.

En parallèle du « dossier 2023 » et en réponse à l'article 27, l'Andra établira des critères permettant aux producteurs de préciser la liste des déchets qui pourraient être recatégorisés FA-VL.

## **3.2 Etablissement des données d'entrée**

Outre les données relatives aux caractéristiques géologiques du site de la CCVS, deux grandes catégories de données d'entrée sont à établir pour les études : i) les données d'entrée relatives aux déchets et à leur conditionnement, ii) les données d'entrée relatives aux architectures de stockage à étudier.

### **3.2.1 Données d'entrée relatives aux déchets et aux conditionnements**

L'objectif de cette étape est, sur la base de la liste des déchets établie lors de la première étape (Cf. chapitre 3.1), de préciser les données d'inventaire physique, radiologique et chimique des déchets, ainsi que les données relatives à leur conditionnement. Ces données sont nécessaires à la réalisation des évaluations de sûreté après-fermeture décrites dans le chapitre 3.4, ainsi que pour les études des solutions constructives objets du chapitre 3.6. L'Andra a établi et transmis aux producteurs de déchets FA-VL une liste des données nécessaires aux études afin que celles-ci soient précisées et validées par les producteurs.

L'attendu de cette étape est de compléter les données d'inventaires déjà disponibles à l'Andra, de les partager et de les valider avec les producteurs. Les conditionnements aujourd'hui définis en référence par les producteurs sont pris en compte dans les études.

### **3.2.2 Données d'entrée relatives aux architectures de stockage étudiées pour les évaluations de sûreté après-fermeture**

Afin de réaliser des évaluations de sûreté après fermeture à ce stade programmatique des études, le choix des configurations de stockage à étudier doit être défini en amont des études.

#### **Définition de la profondeur d'implantation du stockage**

Pour mémoire, deux concepts avaient fait l'objet d'études pour le rapport d'étape de 2015 : un concept dit « à ciel ouvert », c'est-à-dire conçu par terrassement depuis la surface, implanté à environ 20 m de profondeur au toit du stockage, et un concept en souterrain implanté à une profondeur de 20 à 30 m. Pour ces concepts, l'Andra avait présenté des justifications de l'adéquation des profondeurs étudiées au regard des risques d'intrusion en tenant compte des connaissances acquises sur les phénomènes d'altération et d'érosion des argiles du site dans le temps. S'agissant de la profondeur d'implantation du stockage, l'ASN avait notamment estimé, dans son avis CODEP-DRC-2016-013550 du 19 juillet 2016, que celle-ci « *semble faible vis-à-vis de son altération, de l'érosion et des risques d'intrusion* » et que « *des marges devront être proposées par l'Andra* ». Ainsi, l'Andra retient une profondeur de 30 m au toit du stockage ; l'Andra apportera dans le « dossier 2023 » les justifications de cette profondeur au regard notamment des risques d'intrusion et des phénomènes d'altération et d'érosion des argiles du site de la CCVS (Cf. chapitre 3.3). Le choix de la profondeur du stockage, et plus globalement de son positionnement dans la couche d'argile, est également lié à la limitation du transfert des radionucléides et toxiques chimiques dans la couche d'argile, qui font également l'objet d'évaluations (Cf. chapitre 3.4).

#### **Choix des architectures de stockage à modéliser dans les évaluations de sûreté**

Ce choix est notamment guidé par les techniques constructives pouvant être mises en œuvre à 30 m de profondeur dans une formation argileuse telle que celle du site de la CCVS (Cf. chapitre 3.6).

L'objectif est de définir les configurations de stockage pertinentes à étudier afin d'évaluer les performances des concepts de stockage associés au regard des transferts par l'eau sur toute la durée de vie du stockage et d'évaluer les impacts de scénarios d'intrusion humaine involontaire (Cf. chapitre 3.4).

L'attendu est de retenir les configurations de stockage à étudier pour les études de sûreté après-fermeture permettant de considérer les possibilités techniques de réalisation du stockage.

## **3.3 Etudes de l'évolution géodynamique du site de la CCVS**

Le concept de stockage à faible profondeur pour les déchets FA-VL pose la question du choix de la profondeur minimale requise pour assurer la protection de l'Homme et de l'environnement de la nocivité des déchets. La profondeur de stockage (au toit des colis) est la principale disposition constructive qui contribue à la fonction d'isolement des déchets vis-à-vis des phénomènes de surface ainsi que d'intrusions humaines banales pour bénéficier de la décroissance radioactive jusqu'à atteindre une activité résiduelle n'induisant pas d'impact inacceptable.

L'aléa érosif influence directement le choix de cette profondeur.

Le phénomène d'érosion (au sens large) conditionne l'évolution morphologique et topographique future du site de stockage à faible profondeur et par couplage les propriétés physico-chimiques de la formation géologique hôte depuis la surface et/ou de la couverture. L'aléa érosif est une donnée d'entrée essentielle pour l'évaluation de la faisabilité d'un stockage de déchets FA-VL à faible profondeur, en lien avec la démonstration de sûreté pour toutes les phases de vie de celui-ci.

L'évaluation de l'aléa érosif sur le site de la communauté de communes de Vendeuve-Soulaines (CCVS) s'appuie sur la connaissance des phénomènes érosifs survenus par le passé et l'intensité de ceux-ci, des analogues naturels et des outils de modélisation associant les différents facteurs des phénomènes d'érosion (climat, hydrologie...). Les investigations et caractérisations menées précédemment ont permis de disposer de l'historique des effets érosifs sur le site de la CCVS. Combinées à la connaissance des phénomènes d'érosion et de l'évolution du climat, celles-ci ont permis d'appréhender les grandes tendances de l'évolution topographique et géomorphologique avec néanmoins des sources d'incertitudes.

Afin de consolider ces connaissances dans l'objectif notamment de justifier la profondeur d'implantation retenue, une étude de l'aléa érosif sur a minima 50 000 ans pour le site de la CCVS est en cours de réalisation. Cette étude doit s'achever à la fin de l'année 2023 : les principaux résultats obtenus à la date du « dossier 2023 » seront présentés.

### 3.4 Etudes de sûreté après-fermeture

Par définition, les déchets FA-VL comportent des radionucléides à vie longue, voire très longue, certaines périodes radioactives allant au-delà de plusieurs dizaines de milliers d'années. La démonstration de sûreté après fermeture de leur stockage à faible profondeur doit être établie pour toutes les phases de vie de celui-ci.

Les résultats acquis des études menées à ce stade sur l'évolution du site au-delà de 50 000 ans conduisent à considérer que les évolutions géomorphologiques majeures peuvent intervenir à l'horizon de 50 000 ans à 100 000 ans selon les scénarios d'évolutions climatiques plausibles pouvant être considérés. La démarche de l'Andra consiste ainsi à considérer deux périodes dans la démonstration de sûreté après fermeture :

- l'une allant jusqu'à quelques dizaines de milliers d'années, au cours de laquelle l'état des connaissances permet de justifier le maintien des fonctions de sûreté du stockage (isolement et confinement des déchets) et de proposer une représentation du stockage fondée sur des connaissances scientifiques bien étayées ;
- l'autre débutant au-delà de quelques dizaines de milliers d'années, au cours de laquelle les incertitudes sur l'évolution géomorphologique (érosion, dégradation des propriétés des formations...) ne permettent pas de garantir le maintien des fonctions de sûreté du stockage ; pour cette période, une démarche permettant d'encadrer de façon enveloppe l'estimation des conséquences radiologiques du stockage est proposée par l'Andra (Cf. chapitre 3.4.2).

#### 3.4.1 Période allant jusqu'à quelques dizaines de milliers d'années

##### Evaluation des transferts par l'eau

Concernant la première période, l'Andra prévoit d'évaluer les performances du stockage en matière de confinement vis-à-vis des transferts par l'eau des radionucléides et des toxiques chimiques, en évolution dite normale du stockage, afin notamment d'apprécier les impacts radiologiques et les impacts dus aux substances toxiques chimiques d'intérêt retenues par l'Andra au regard des objectifs de protection en évolution normale. Les résultats obtenus permettront notamment de s'assurer de la capacité radiologique d'accueil du site pour les grandes familles de déchets pour les architectures de stockage étudiées.

A ce stade programmatique du projet de stockage, il ne sera pas réalisé d'évaluation de scénarios d'évolution dite altérée du stockage, qui viseront dans la suite des études, si une décision de poursuite du projet est prise, à préciser les impacts dus aux transferts par l'eau dans le cas où des défaillances jugées peu vraisemblables des composants du stockage interviendraient sur cette première période de vie du stockage. Des scénarios d'évolutions altérées du stockage seront identifiés et étudiés dans le cadre du dossier d'options de sûreté à établir pour la prochaine étape du projet.

### **Evaluation des situations d'intrusion humaines involontaires**

L'une des principales dispositions constructives du stockage est la définition de sa profondeur d'implantation. Elle contribue à la fonction d'isolement des déchets des intrusions humaines involontaires sur toute la durée de vie du stockage, en tenant compte des phénomènes d'érosion induisant une perte d'épaisseur de la couverture du stockage au cours du temps. La profondeur d'implantation permet notamment de bénéficier de la décroissance radioactive de certains radionucléides composant les déchets jusqu'à atteindre une activité résiduelle n'induisant pas d'impact inacceptable en cas d'intrusion massive<sup>4</sup> dans le stockage ou de perte totale de sa couverture du fait de l'érosion au-delà de 50 000 ans.

Afin notamment de justifier que la profondeur retenue pour l'implantation du stockage (30 m au toit du stockage) est adaptée, l'Andra évaluera, pour chaque famille de déchets, les impacts potentiels radiologiques et chimiques de situations d'intrusions humaines involontaires à différents pas de temps permettant de vérifier l'absence de conséquences inacceptables d'une intrusion dans le stockage en postulant la perte de mémoire de celui-ci à 500 ans après sa fermeture, en tenant compte des phénomènes d'érosion probables. Ces évaluations ont également pour objectif d'évaluer la compatibilité de chaque famille de déchets au stockage à faible profondeur sur le site de la CCVS.

En se fondant sur les résultats obtenus pour chaque famille de déchets FA-VL, l'Andra vérifiera notamment que les impacts radiologiques restent compatibles avec les préconisations de l'AIEA<sup>5</sup>.

#### **3.4.2 Période allant au-delà de quelques dizaines de milliers d'années - Evaluation de situations conventionnelles**

Au-delà de quelques dizaines de milliers d'années, dans les conditions d'un stockage à faible profondeur, les incertitudes sur l'évolution géomorphologique ne permettent plus de représenter l'évolution du stockage et de démontrer que les fonctions de sûreté sont réalisées. Dans ces conditions, afin de gérer ces incertitudes, l'Andra propose une approche conventionnelle, présentée ci-après. Elle a été présentée par l'Andra, en mars 2021, aux membres du Groupe Permanent Déchets (GPD) qui en ont accueilli favorablement le principe.

La connaissance scientifique sur l'évolution géomorphologique à ces échelles de temps conduit l'Andra à considérer deux schémas d'évolution permettant d'encadrer l'évolution attendue :

- le 1<sup>er</sup> schéma est lié à l'évolution dite « naturelle » du climat, qui conduit à considérer une dégradation significative des propriétés de confinement du système de stockage dès l'apparition d'une phase périglaciaire sans pour autant que la couverture argileuse n'ait été érodée de manière significative ;
- le 2<sup>nd</sup> schéma est lié à l'évolution dite « perturbée » du climat : cela conduit à considérer une érosion importante de la couverture argileuse sans que les propriétés de confinement notamment de la garde inférieure n'aient été affectées de façon significative.

La démarche proposée par l'Andra repose sur la définition, de manière conventionnelle, des représentations fonctionnelles « extrêmes » de l'état du stockage, en étudiant les deux situations suivantes :

- une dégradation significative des propriétés de confinement de la couverture (remaniée ou intacte) et de la garde inférieure argileuse, correspondant à la situation conventionnelle d'altération de la fonction « confiner » ;
- une érosion notable de la couverture argileuse dégradant fortement sa capacité d'isolement, correspondant à la situation conventionnelle d'altération de la fonction « isoler ».

<sup>4</sup> De type chantier routier

<sup>5</sup> Agence Internationale de l'Energie Atomique - Prescriptions de sûreté particulières n°SSR5

L'étude de ces deux situations conventionnelles a pour objectifs, d'une part de borner, selon une approche conservatrice, les impacts radiologiques potentiels du stockage sur le très long terme, d'autre part de consolider les capacités d'accueil radiologiques du stockage.

L'enjeu associé à l'évaluation des situations conventionnelles est l'appréciation des impacts potentiels radiologiques en considérant la valeur de référence de 0,25 mSv/an, comme le stipule la note d'orientation de l'ASN de 2008 *« au-delà de cette période, les incertitudes sur l'évolution de l'environnement du système de stockage augmentent progressivement. Des estimations quantifiées majorantes des expositions individuelles devront néanmoins être faites, éventuellement complétées par des appréciations qualitatives des résultats de ces estimations compte tenu des facteurs d'évolution du milieu géologique, de façon à vérifier que le relâchement des substances radioactives ne conduit pas à des doses inacceptables. Lors de cette vérification, la valeur de 0,25 mSv/an précédemment citée sera conservée comme référence »*.

Cette approche de sûreté sur le très long terme, ainsi que l'appréciation de l'impact radiologique associé, constituent un sujet clé pour l'Andra sur lequel un positionnement de l'ASN est attendu. Il s'agira de statuer sur le caractère acceptable tant de la démarche (et notamment du caractère raisonnablement majorant des évaluations menées) que des évaluations d'impact. Ce positionnement conditionnera en effet directement l'inventaire des déchets stockables dans un stockage à faible profondeur en milieu argileux tel que le site de la CCVS.

## **3.5 Identification des enjeux et contraintes de surface**

### **3.5.1 Enjeux environnementaux**

Les choix de conception (définition des zones dans lesquelles le stockage pourrait être implanté sur le site de la CCVS en raison de l'épaisseur de la couche d'argile, choix des techniques constructives, etc.) doivent se faire non seulement sur le plan de la sûreté, mais également en intégrant les enjeux environnementaux liés au site.

Pour cela, l'Andra réalise un diagnostic environnemental de la zone d'étude du site de la CCVS pour identifier et cartographier ces enjeux, puis en établir une première hiérarchisation à ce stade des études. Cette hiérarchisation permettra de pouvoir appliquer la séquence réglementaire « ERC = Eviter, réduire, compenser » sur la zone d'étude du site de la CCVS, en identifiant notamment les enjeux environnementaux les plus forts, qui seraient de nature à écarter certaines zones du site dans les choix d'implantation du stockage, ou encore de remettre en cause la réalisation même de celui-ci.

Ce diagnostic constitue ainsi une première base, vouée à être affinée avec l'avancement des études, pour éclairer les choix et mener une conception intégrée prenant en compte différents enjeux, dont la préservation de l'environnement, avec pour objectif de concevoir un projet de moindre impact sur l'environnement.

Un point d'attention particulier sera porté sur les éventuelles incidences indirectes sur les objectifs de conservation des sites du réseau Natura 2000 voisins.

### **3.5.2 Enjeux et contraintes juridiques**

L'Andra réalise une analyse des contraintes réglementaires et juridiques pouvant être dimensionnantes sur le plan juridique pour le choix du lieu d'implantation de l'éventuel futur stockage.

Cette analyse porte en particulier sur les règles d'urbanisme et de construction, et sur l'identification de zonages réglementaires à prendre en compte afin de conforter le projet sur le plan juridique.

L'objectif de cette analyse est de caractériser les contraintes juridiques du site, liées notamment à la proximité des villages de Juzanvigny et Epothémont, à la présence d'une route départementale (RD400) qui constitue un axe important de circulation, de zones d'exploitation forestières et agricoles, et de cours d'eau sillonnant la zone d'étude du site.

### 3.6 Etude des techniques constructives

A ce stade programmatique du projet de stockage, l'Andra réalise une revue des meilleures techniques disponibles pour la réalisation d'un stockage à faible profondeur en formation argileuse. Cette revue a pour objectif d'étudier les possibilités techniques de creusement d'un tel stockage et d'évaluer les capacités volumiques offertes par chacune, en tenant compte des caractéristiques géologiques du site et des contraintes de surface sur le plan environnemental et juridique.

Les techniques suivantes sont envisagées par l'Andra et à l'étude :

- les techniques par terrassement pour les concepts à ciel ouvert, dont la fermeture est assurée par la mise en place d'une couverture d'argile remaniée,
- les techniques de creusement en galeries souterraines, par la mise en œuvre soit de microtunneliers permettant de réaliser des alvéoles de stockage en galeries de petit diamètre, soit de tunneliers pour réaliser des alvéoles de plus grand diamètre.

Cette étude permettra d'identifier les possibilités et limites techniques de chaque technique constructive, d'apprécier les capacités volumiques de stockage qu'elles offrent sur la base d'études d'implantation programmatiques, et d'estimer les coûts et délais de réalisation. En se fondant sur ces études, l'Andra présentera de premiers éléments liés à la sûreté en exploitation et en lien avec les spécificités des différents déchets, dans l'objectif d'identifier d'éventuels sujets nécessitant des études particulières pour la suite du projet, si une décision est prise en ce sens.

S'agissant en particulier des techniques par terrassement, l'Andra apportera des éléments d'analyse de faisabilité pour la réalisation d'une couverture à partir d'argiles remaniées du site, sur une hauteur de 30 m (correspondant à la profondeur du stockage), fondés sur le retour d'expérience.

## 4. Planification

Lors de l'établissement de la feuille de route, le lien entre les différentes études a été analysé et a conduit à actualiser la date de remise du rapport « dossier 2023 » à l'automne 2023.

	2022				2023			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Définition de l'inventaire des déchets FA-VL étudiés pour le dossier 2023								
Etablissement des données d'entrée								
Etudes des évolutions géodynamiques du site								
Etudes de sûreté après-fermeture								
Identification des enjeux et contraintes de surface								
Etudes des techniques constructives								
Synthèse des études et élaboration du dossier								

Figure 2 *Echéancier objectif des études pour l'élaboration du « dossier 2023 »*

## 5. Conclusion et perspectives

Le « dossier 2023 » présentera, outre sa démarche de sûreté pour respecter les exigences de sûreté sur le long terme, une analyse des enjeux et contraintes identifiés sur le site de la Communauté de Communes de Vendevre-Soulaines, notamment en matière d'environnement, et associées à la conception d'un stockage de déchets FA-VL sur ce site, ainsi que les possibilités d'implantation qui en résultent. Ces dernières correspondront aux solutions permettant de respecter les exigences de sûreté et de prendre en compte les différents autres enjeux. Le dossier apportera des éléments sur les capacités volumiques et radiologiques du stockage. Ce sont ces éléments qui, complétés notamment par l'avancée des travaux relatifs aux critères de recatégorisation, permettront ensuite de définir un inventaire de déchets pour la suite des études si celle-ci est décidée.

Une feuille de route présentant les étapes de la concertation à mener sur le site de la CCVS sera également établie par l'Andra.

Pour l'Andra, l'un des objectifs principaux du « dossier 2023 » est de permettre à l'ASN de se positionner sur la démarche de l'Andra et globalement sur les conclusions qu'elle tire des différentes études réalisées à ce stade.

Sur cette base, ainsi que sur le programme d'études identifiées pour la suite des études dans le cadre du « dossier 2023 », il sera possible de statuer sur la poursuite des études de conception et la réalisation par l'Andra d'un dossier d'options de sûreté relatif au stockage à faible profondeur de déchets FA-VL sur le site de la CCVS.



AGENCE NATIONALE POUR LA GESTION  
DES DÉCHETS RADIOACTIFS

1-7, rue Jean-Monnet  
92298 Châtenay-Malabry cedex

[www.andra.fr](http://www.andra.fr)