



**MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Évaluation Environnementale Stratégique du Plan National de Gestion des Matières et Déchets Radioactifs 2021-2025

Rapport d'évaluation environnementale et stratégique

Juin 2021

Version consolidée suite à l'avis de l'Autorité environnementale

Ce rapport a été rédigé par EY pour le compte de la Direction Générale de l'Energie et du Climat. Il constitue le rapport environnemental du Plan National de Gestion des Matières et Déchets Radioactifs.

L'exercice d'évaluation environnementale stratégique a été conduit sous la supervision de Jean-Gabriel Robert, directeur d'évaluation, par Emmanuelle Roumy Guerry, Coralie Dabiens et Augustin Cuignet.



SOMMAIRE

SOMMAIRE	2
GLOSSAIRE	7
1. INTRODUCTION	8
CONTEXTE JURIDIQUE ET DEFINITION DE L’EVALUATION ENVIRONNEMENTALE STRATEGIQUE (EES)	8
OBJECTIFS, CONTENU ET MODALITES D’ELABORATION	8
2. PRESENTATION GENERALE DU PNGMDR	10
OBJECTIFS DU PNGMDR	10
PERIMETRE DU PNGMDR	10
ANALYSE DE LA PERTINENCE DU PNGMDR	12
<i>Analyse de la couverture des enjeux prioritaires</i>	12
<i>Analyse de la prise en compte des décisions et recommandations précédentes</i>	15
<i>Limites des scénarios d’évolution du nucléaire relevées dans le cadre de l’édition précédente du PNGMDR</i> ..	21
ARTICULATION AVEC D’AUTRES PLANS OU PROGRAMMES POUVANT ETRE AUSSI SOUMIS A EVALUATION	23
<i>La Programmation Pluriannuelle de l’Energie</i>	23
<i>Le livre blanc de la Défense et de la sécurité nationale</i>	23
<i>Le Plan National Santé Environnement</i>	24
<i>Le plan national d’adaptation au changement climatique</i>	24
3. ETAT INITIAL DE L’ENVIRONNEMENT	25
CARACTERISTIQUES ET DYNAMIQUES DE L’ENVIRONNEMENT ET DU TERRITOIRE NATIONAL EN MATIERE DE GESTION DES MATIERES ET DECHETS RADIOACTIFS	25
ELEMENTS DE CONTEXTE SUR LA GESTION DES MATIERES ET DES DECHETS RADIOACTIFS.....	26
<i>Panorama des matières radioactives et leur gestion</i>	26
<i>Panorama des déchets radioactifs en France</i>	28
<i>La gestion des déchets radioactifs</i>	34
<i>Gestion des situations historiques et issues de l’exploitation minière, une source d’enjeux particuliers</i>	39
<i>Synthèse des éléments de contexte</i>	41
EXPOSITION AUX RISQUES ET SANTE HUMAINE	42
<i>Les principaux risques naturels et technologiques en France métropolitaine</i>	42
<i>Le risque d’accidents nucléaires et d’exposition</i>	44
ECONOMIE DES RESSOURCES.....	56
<i>Des sources de production de matières premières diversifiées</i>	56
<i>La question de la valorisation des déchets TFA</i>	57
POLLUTION ET GESTION DE LA RESSOURCE EN EAU	60
<i>Une amélioration de la qualité des masses d’eau et une baisse des prélèvements en France</i>	60
<i>Pollution et consommation des eaux dans le cadre de la gestion des matières et déchets radioactifs</i>	61
POLLUTION DE L’AIR (HORS GES)	66
<i>Des pollutions atmosphériques aux effets néfastes sur la santé et les écosystèmes</i>	66
<i>Des pollutions atmosphériques radioactives aux effets néfastes sur la santé et les écosystèmes</i>	68
POLLUTION ET UTILISATION DES SOLS	72
<i>Une qualité hétérogène des sols métropolitains</i>	72
<i>Pollution des sols liée aux activités de gestion des matières et déchets radioactifs</i>	73
ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE	78
<i>Le réchauffement climatique : un phénomène avéré</i>	78
<i>Enjeux de vulnérabilité face aux projections climatiques</i>	79
BIODIVERSITE.....	82
<i>Menaces et protections de la biodiversité et des milieux naturels</i>	82
<i>Les conséquences de la gestion des matières et déchets radioactifs pour la biodiversité</i>	85
CONTRIBUTION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE.....	89
<i>Des émissions de gaz à effet de serre en France en baisse</i>	89
<i>Une consommation énergétique stable</i>	89
<i>La consommation énergétique et les émissions de gaz à effet de serre relatives à la gestion des matières et déchets nucléaires</i>	91
NUISANCES	97
<i>Nuisances sonores</i>	97

<i>Les nuisances olfactives</i>	99
PAYSAGES ET PATRIMOINE	101
<i>Les activités de gestion des matières et déchets radioactifs ont un impact limité sur l'utilisation des sols et la gestion des paysages</i>	101
CONCLUSION DE L'ÉTAT INITIAL DE L'ENVIRONNEMENT	103
<i>Synthèse au regard des 10 enjeux environnementaux retenus</i>	103
4. EXPLICATION DES CHOIX RETENUS AU REGARD DES SOLUTIONS DE SUBSTITUTION RAISONNABLES	106
BILAN ET ENSEIGNEMENT DU PNGMDR 2016-2018.....	106
<i>L'édition 2016-2018 du PNGMDR</i>	106
DES THEMATIQUES EN CONTINUITÉ AVEC CELLES DES ÉDITIONS PRÉCÉDENTES	107
LES ENSEIGNEMENTS DU DÉBAT PUBLIC ONT ENRICHIS LE PLAN	107
<i>Une partie entièrement dédiée à la gouvernance de la gestion des matières et des déchets radioactifs et l'association de la société civile</i>	107
<i>Une information plus accessible</i>	108
<i>Une partie du plan dédiée à une meilleure prise en compte des enjeux environnementaux, sanitaires, économiques, éthiques et territoriaux</i>	108
LES AVIS DE LA COMMISSION ORIENTATIONS ET UNE CONCERTATION AVEC LE PUBLIC POUR ACCOMPAGNER LA REDACTION DU PNGMDR	108
UN PLAN QUI S'INSCRIT DANS UNE TEMPORALITÉ PLUS LONGUE ET COHÉRENTE AVEC LA PPE	110
GESTION DES MATIÈRES RADIOACTIVES	110
TFA.....	111
FA-VL.....	111
HA/MA-VL.....	112
ENTREPOSAGE DES COMBUSTIBLES USÉS.....	112
CATÉGORIES PARTICULIÈRES DE DÉCHETS	112
LES DÉCHETS À FAIBLE ET MOYENNE ACTIVITÉ À VIE COURTE (FMA-VC) NE FIGURENT PAS DANS LE PNGMDR 2021-2025.....	113
LES DÉCHETS TRITIÉS NE FIGURENT PAS DANS LE PNGMDR 2021-2025	114
LES SOURCES SCELLÉES NE FIGURENT PAS DANS LE PNGMDR 2021-2025	114
5. EXPOSÉ DES EFFETS NOTABLES PROBABLES DE LA MISE EN ŒUVRE DU PROGRAMME SUR L'ENVIRONNEMENT	115
ANALYSE GLOBALE DES EFFETS NOTABLES DE LA MISE EN ŒUVRE DU PNGMDR SUR L'ENVIRONNEMENT	115
<i>Cadre méthodologique</i>	115
<i>Analyse selon la nature des incidences</i>	117
FOCUS SUR LES INCIDENCES LES PLUS SIGNIFICATIVES ET IDENTIFICATION DE MESURES D'ÉVITEMENT, DE RÉDUCTION ET DE COMPENSATION	122
<i>Cadre méthodologique</i>	122
<i>Analyse détaillée</i>	122
ÉVALUATION DES INCIDENCES NATURA 2000 ET AUTRES SITES CLASSÉS AU TITRE DE LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT	127
<i>Cadre méthodologique</i>	127
<i>Présentation du réseau Natura 2000 en France</i>	128
<i>Analyse territorialisée des incidences Natura 2000 des orientations du PNGMDR à l'impact potentiellement significatif</i>	128
CONCLUSIONS CONCERNANT LES INCIDENCES SUR LES SITES NATURA 2000	130
6. PRÉSENTATION DES MESURES D'ÉVITEMENT, DE RÉDUCTION ET DE COMPENSATION.....	131
7. PRÉSENTATION DU DISPOSITIF DE SUIVI ET DES CRITÈRES, INDICATEURS ET MODALITÉS	133
DISPOSITIF DE SUIVI DU PNGMDR	133
DISPOSITIF DE SUIVI DES PERFORMANCES ENVIRONNEMENTALES DU PNGMDR.....	135
8. PRÉSENTATION DES MÉTHODES UTILISÉES	136
UN PROCESSUS D'ÉVALUATION MULTI-ACTEURS.....	136
INTERVENTION DE L'ÉVALUATEUR EXTERNE	136
<i>Approche générale d'évaluation</i>	137
<i>Sources d'information pour l'évaluation</i>	138
9. RESUME NON TECHNIQUE	139
INTRODUCTION	139
ÉTAT INITIAL DE L'ENVIRONNEMENT.....	140

EXPLICATION DES CHOIX RETENUS AU REGARD DES SOLUTIONS DE SUBSTITUTION RAISONNABLES	143
EXPOSE DES EFFETS NOTABLES PROBABLES DE LA MISE EN ŒUVRE DU PROGRAMME SUR L'ENVIRONNEMENT	144
PRESENTATION DES MESURES D'ÉVITEMENT, DE RÉDUCTION ET DE COMPENSATION	145
PRESENTATION DU DISPOSITIF DE SUIVI ET DES CRITÈRES, INDICATEURS ET MODALITÉS	146
PRESENTATION DES MÉTHODES UTILISÉES	146

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Matrice de correspondance entre les thématiques environnementales de l'article R. 122-20 du Code de l'Environnement et la grille de lecture de l'analyse des effets notables probables du PNGMDR dans le cadre de l'EES	9
Figure 2 : Localisation des matières radioactives issues du secteur électronucléaire sur le territoire français, au 31/12/2016. Source : Dossier du maître d'ouvrage pour le débat public sur le plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs.....	9
Figure 3 : Classification des déchets radioactifs et les filières de gestion associées.....	29
Figure 4 : Bilan et évolution des volumes de déchets déjà stockés ou destinés à être pris en charge par l'ANDRA (m³) à fin 2019	29
Figure 5 : Comparaisons de volumes entre le stockage direct et les solutions de fusion densifiante ou valorisation	31
Figure 6 : Prévisions des quantités de déchets à fin 2040 pour le scénario sr1	33
Figure 7 : production de déchets de démantèlement de début 2017 à fin 2040	33
Figure 8 : Les installations à l'arrêt définitif ou en cours de démantèlement en janvier 2019	34
Figure 9 : répartition par secteur économique du volume de déchets (en équivalent conditionnés) déjà stockés ou destinés à être pris en charge par l'ANDRA à fin 2019 (en %)	37
Figure 10 : Localisation des centres de stockage de déchets radioactifs,	38
Figure 11 : Taux de remplissage du CSA et du Cirès (en m ³)	39
Figure 12 : Evolution du montant des indemnités versées au titre de catastrophes naturelles (M€)	42
Figure 13 : Nombre d'événements significatifs classés sur l'échelle INES entre 2014 et 2019	45
Figure 14 : Exemples de sources de radioactivité naturelle et leur niveau d'activité	48
Figure 15 : Exemples de niveaux d'impact radiologique en millisievert.....	48
Figure 16 : Evolution du taux d'incorporation de matières premières recyclables en France 2005-2014	57
Figure 17 : Prélèvement et consommation d'eau douce en France métropolitaine par usage et par région, en million de m ³ (moyenne 2008-2016).....	61
Figure 18 : Cartographie de deux contaminations des sols, avec les teneurs en plomb total (à gauche) et en cadmium total (à droite) des horizons de surface (0-30 cm) des sols de France	72
Figure 19 : Carte des sites pollués par la radioactivité 2015 - Source : Synthèse de l'Inventaire National des Matières et Déchets Radioactifs 2015 (ANDRA)	74
Figure 20 : Evolution des températures maximales en France entre 1900 et 2018 (écarts à la moyenne, en °C).....	78
Figure 21 : Evolution du niveau moyen des océans depuis la fin du 19 ^{ème} siècle,.....	79
Figure 22 : Inventaires des espèces en France en 2019	82
Figure 23 : Zone Natura 2000 (ZSC et ZPS) en France métropolitaine.....	84
Figure 24 : Consommation totale d'énergie primaire en France (en Mtep) répartie par usage	89
Figure 25 : Répartition par source des émissions de GES en France entre 1990 et 2017, en Mt CO ₂ éq (hors UTCATF)	90
Figure 26 : Mix électrique : Production électrique en France Métropolitaine en 2019 Production (TWh)	91
Figure 27 : Comparaison internationale du contenu carbone de l'énergie primaire en 2016 et facteurs explicatifs, en % par rapport à la moyenne du G7 (données non corrigées des variations climatiques)	91
Figure 28 : Répartition des modes de transport par secteur d'activité	93
Figure 29 : Les principaux transports liés au « cycle » du combustible pour une centrale nucléaire donnée	93
Figure 30 : Part des colis expédiés (barre du haut, en vert) et des transports réalisés (barre du bas, en violet), par secteur	94
Figure 31 : Population exposée au bruit dans les agglomérations de plus de 250 000 habitants en France en 2014 Source : Etat de l'environnement en France 2019, Ministère de la Transition Ecologique, 2019	97
Figure 32 : Dépenses en faveur de la protection contre l'environnement par domaine en 2016 en France	99
Figure 33 : Synthèse visuelle des incidences attendues sur l'environnement	118
Figure 34 : Synthèse visuelle des types d'incidences attendues sur l'environnement	119
Figure 35 : Synthèse visuelle présentant la réversibilité potentielle des atteintes à l'environnement selon le type d'atteinte.....	120
Figure 36 : Synthèse visuelle présentant la temporalité des incidences sur l'environnement	121
Figure 37 : Zones Natura 2000 autour du site Orano La Hague.....	129
Figure 38 : Zones Natura 2000 autour de la communauté de communes de Venduvre-Soulaines	130

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Quantités des matières radioactives entreposées en France à fin 2019 en tML (tonne de métal lourd), excepté pour les combustibles usés de la défense nationale en tonnes d'assemblages	27
Tableau 2 : Estimation des volumes de déchets radioactifs à terminaison en cas de poursuite de la production nucléaire (SR1).....	35
Tableau 3 : Bilan et évolution des volumes de déchets déjà stockés ou destinés à être pris en charge par l'ANDRA (m ₃) à fin 2019	37

Tableau 4 : Les cinq dispositifs sur lesquels repose la gestion de la mémoire des sites nucléaires pour les générations futures	47
Tableau 5 : Résultats statistiques de dosimétrie active opérationnelle moyenne pour les salariés intervenant sur le site de La Hague	49
Tableau 6 : Impact radiologique de différentes INB sur les groupes de référence identifiés	51
Tableau 7 : Principales substances polluantes pour l’atmosphère, leurs effets sur l’environnement et la santé humaine et l’évolution de leurs émissions depuis la fin du 20^{ème} siècle	67
Tableau 8 : Activités pouvant contribuer à la radioactivité de l’atmosphère	68
Tableau 9 : Consommation annuelle d’énergie et émissions de CO₂ des sites de traitement et de stockage des matières et déchets radioactifs	95

GLOSSAIRE

ADEME : Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
ANDRA : Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs
ARIA : Analyse Recherche et Informations sur les Accidents
ASN : Autorité de Sûreté Nucléaire
BARPI : Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industriels
CEA : Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives
CGDD : Commissariat général au développement durable
DCE : Directive-cadre sur l'eau
DREAL : Directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement
ECS : Evaluations complémentaires de sûreté
ENR : Energies renouvelables
GES : Gaz à effet de serre
GIS : Groupement d'Intérêt Scientifique
HFDS : Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité
ICPE : Installations Classées pour la Protection de l'Environnement
INB : Installation nucléaire de base
INBS : Installation Nucléaire de Base Secrète
INES : Échelle internationale des événements nucléaires et radiologiques (International Nuclear Event Scale)
INPN : Inventaire national du patrimoine naturel
IPBES : Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité sur les services écosystémiques
IRSN : Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire
LTECV : Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte
MIMAUSA : Mémoire et Impact des Mines d'uranium : Synthèse et Archives
MPR : matières premières de recyclage
MTE : Ministère de la Transition Ecologique
OCDE : Organisation de coopération et de développement économiques
OMS : Organisation mondiale de la santé
PCR : Papiers et cartons recyclés
PNACC : Plan national d'adaptation au changement climatique
PNGMDR : Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs
PNSE : Plan national santé environnement
PPE : Programmation pluriannuelle de l'énergie
RTCU : Résidus de traitement de conversion de l'uranium
SNBC : Stratégie Nationale Bas Carbone
SRON : Substance radioactive d'origine naturelle
UNESCO : Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture
UTCATF : Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie
ZPS : Zones de protection spéciales
ZSC : Zones spéciales de conservation

1. INTRODUCTION

Contexte juridique et définition de l'Évaluation Environnementale Stratégique (EES)

L'évaluation environnementale des plans et programmes dite « Évaluation Environnementale Stratégique » (EES) est régie par la directive européenne n° 2001/42/CE du 27 juin 2001 et le code de l'environnement français. Elle répond aux exigences de l'article R. 122-20 du code de l'environnement, et se définit comme une démarche itérative entre l'évaluateur et le rédacteur du Plan National de Gestion des Matières et Déchets Radioactifs (ci-après PNGMDR) visant à assurer un niveau élevé de prise en compte des considérations environnementales dans l'élaboration et l'adoption de ce plan. Le processus d'évaluation s'est traduit par l'identification des incidences probables de la mise en œuvre du PNGMDR sur l'environnement ; la caractérisation de ces incidences par leur aspect positif ou négatif, direct ou indirect, temporaire ou permanent, ainsi que leur horizon temporel ; et l'identification de mesures destinées à favoriser les incidences positives et éviter, réduire ou compenser les incidences négatives.

Objectifs, contenu et modalités d'élaboration

Suite au changement de gouvernance, l'EES est réalisée sous la responsabilité de la DGEC, seul maître d'ouvrage. L'EES doit s'entendre essentiellement comme une approche préventive, non normative en elle-même, consistant en un outil d'analyse permettant aux différents acteurs d'obtenir une information scientifique et critique du point de vue de l'environnement sur le PNGMDR avant toute prise de décision et ce, afin de mieux en apprécier les conséquences sur l'environnement. L'EES est une démarche itérative et constitue une aide à la décision qui prépare et accompagne la conception du PNGMDR, et permet de l'ajuster tout au long de son élaboration.

Cette démarche poursuit un triple objectif :

- ▶ aider à l'élaboration d'un programme en prenant en compte l'ensemble des champs de l'environnement et en identifiant ses effets sur l'environnement ;
- ▶ éclairer l'autorité en charge de l'élaboration sur les décisions à prendre, en la faisant bénéficier d'une expertise extérieure et indépendante ;
- ▶ assurer une information plus large du public (au-delà de leurs représentants impliqués dans l'élaboration du PNGMDR) et renforcer la transparence du processus d'élaboration du PO, en expliquant les choix engagés et les options retenues.

L'EES requiert l'identification et l'évaluation des incidences notables sur l'environnement du plan, dès sa phase de préparation et avant sa validation. Tous les enjeux environnementaux sont à prendre en considération : climat, santé, paysages, bruit, air, sols, etc. Pour cela, le travail d'évaluation se base sur l'utilisation d'une clé de lecture de dix thématiques environnementales élaborée en fonction des spécificités du PNGMDR et des dispositions de l'article R. 122-20 du code de l'environnement définissant l'exercice d'EES.

Thématiques environnementales de l'article R. 122-20 du Code de l'Environnement	Grille de lecture de l'analyse des effets notables probables du PNGMDR adoptée dans le cadre de l'EES
Le climat	Contribution au changement climatique
	Adaptation au changement climatique
La santé humaine	Exposition aux risques et santé humaine,
La population	Economie des ressources
L'air	Pollution de l'air
La diversité biologique	Biodiversité
La faune	
La flore	
Les sols	Pollution et utilisation des sols,
Les eaux	Pollution et gestion de la ressource en eau,
Le bruit	Nuisances

Le patrimoine culturel architectural et archéologique	Paysages et patrimoine
Les paysages	

Figure 1 : Matrice de correspondance entre les thématiques environnementales de l'article R. 122-20 du Code de l'Environnement et la grille de lecture de l'analyse des effets notables probables du PNGMDR dans le cadre de l'EES

Pour chacune des thématiques retenues, l'état initial de l'environnement a permis d'identifier les principaux enjeux et de mettre en avant les tendances d'évolution. Les incidences notables probables de la mise en œuvre du PNGMDR sur chaque thématique ont ainsi pu être évaluées au regard d'un scénario tendanciel.

L'établissement d'un tel scénario de référence a tenu compte des dynamiques de planification territoriale existantes qui influenceront sur l'évolution de l'environnement dans les années à venir, et des politiques publiques nationales actées au moment de l'élaboration du PNGMDR, notamment la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte du 17 août 2015 (dite Loi TECV). L'EES rend ainsi compte des plus-values ou moins-values environnementales directement attribuables au PNGMDR. Un des aspects majeurs de l'EES est en effet l'appréciation des effets croisés ou qui se cumulent, sous la double influence de la programmation évaluée et des autres plans ou programmes connus couvrant le même territoire.

L'évaluation conduit, lorsque des incidences potentiellement négatives sont identifiées, à modifier les options retenues ou prendre des mesures permettant d'éviter, de réduire et, en dernier ressort, de compenser ces incidences négatives. Un suivi du PNGMDR et de ses mesures est effectué pour assurer effectivement la meilleure protection possible de l'environnement par la limitation, voire la suppression des atteintes directes ou indirectes susceptibles d'être générées par la programmation.

2. PRESENTATION GENERALE DU PNGMDR

Objectifs du PNGMDR

Les objectifs du PNGMDR sont définis dans l'article L. 542-1-2 du code de l'environnement, modifié par l'ordonnance n° 2016-128 du 10 février 2016, et dans le cadre de la loi n° 2006-739 du 28 juin 2006 relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs. Il doit :

- ▶ Dresser le bilan des modes de gestion existants des matières et des déchets radioactifs ;
- ▶ Recenser les besoins prévisibles d'installations d'entreposage ou de stockage ;
- ▶ Préciser les capacités nécessaires pour ces installations et les durées d'entreposage ;
- ▶ Pour les déchets radioactifs qui ne font pas encore l'objet d'un mode de gestion définitif, déterminer les objectifs à atteindre.

L'objectif de ces démarches est de parvenir à gérer durablement les matières et déchets radioactifs en assurant la sécurité et la santé des populations et la protection de l'environnement. Les décisions prises dans le cadre du PNGMDR ont pour objectif de limiter les charges sur les générations futures.

Le PNGMDR est ainsi un document qui vise à décrire le fonctionnement de la gestion des matières et déchets radioactifs en France, tout en fixant les objectifs généraux à atteindre, les principales échéances et les calendriers permettant de respecter ces échéances. À cet effet, il :

- ▶ Prescrit des études à mener de manière à éclairer la prise de décisions concernant les filières de gestion à mettre en place ou celles déjà existantes qui doivent être optimisées ;
- ▶ Définit les meilleures techniques disponibles, devant être adoptées par les exploitants selon le principe d'optimisation ;
- ▶ Identifie les besoins de création d'installations d'entreposage ou de stockage par rapport à l'évolution prévue des quantités de matières et de déchets radioactifs (telles qu'indiquées dans l'Inventaire national), ainsi que les échéances pour aboutir à la construction de ces installations.

Périmètre du PNGMDR

La cinquième édition du PNGMDR est structuré autour d'axes stratégiques, dans le cadre desquels des travaux seront menés, à savoir :

- ▶ Articulation du plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs avec les orientations de politique énergétique ;
- ▶ Gouvernance de la gestion des matières et des déchets radioactifs ;
- ▶ La gestion des matières radioactives ;
- ▶ L'entreposage des combustibles usés ;
- ▶ La gestion des déchets de très faible activité ;
- ▶ La gestion des déchets de faible activité à vie longue ;
- ▶ La gestion des déchets de haute et moyenne activité à vie longue ;
- ▶ La gestion de catégories particulières de déchets ;
- ▶ La prise en compte des enjeux transverses à la gestion des matières et déchets radioactifs (enjeux environnementaux, sanitaires, économiques, éthiques, territoriaux).

Par ailleurs, les sujets ci-dessous ne seront pas inclus dans le plan :

Ne seront pas inclus dans le périmètre de l'étude :	Justification
Les politiques et les activités situées en amont du champ couvert par le PNGMDR et responsables de la production de matières et de déchets à gérer	Ces activités ne font pas partie du périmètre du PNGMDR décrit à l'article L. 542-1-2 du code de l'environnement.

<p>Les risques liés aux activités de malveillance comme le terrorisme</p>	<p>Ces risques ne font pas partie du périmètre du PNGMDR décrit à l'article L. 542-1-2 du code de l'environnement. Ils sont de la compétence du Haut fonctionnaire de défense et de sécurité (HFDS) du ministère de la transition écologique, qui peut examiner certaines dispositions prises par un exploitant, dans le cadre de l'instruction d'un projet de création ou de modification d'installation par exemple.</p>
<p>Le projet Cigéo en tant que tel</p>	<p>La concrétisation de Cigéo relève d'une démarche projet portée par l'Andra. Le PNGMDR précisera néanmoins les conditions de mise en œuvre de la réversibilité du stockage des déchets de haute activité et moyenne activité à vie longue, en particulier en matière de récupérabilité des colis, les jalons décisionnels du projet Cigéo ainsi que la gouvernance à mettre en œuvre afin de pouvoir réinterroger les choix effectués. La concrétisation de Cigéo est également en lien avec les différentes installations de gestion de déchets de la filière HA/MA-VL visant au traitement, au conditionnement, à l'entreposage ainsi qu'au transport. Le PNGMDR veille également à la disponibilité de ces installations de la filière pour la bonne gestion des déchets.</p>
<p>La gestion des déchets et matières issus d'un accident nucléaire</p>	<p>Ce thème est traité par le comité directeur pour la gestion de la phase post-accidentelle d'un accident nucléaire ou d'une situation d'urgence radiologique (CODIRPA), mis en place par l'ASN en 2005.</p>
<p>Les rejets autorisés</p>	<p>L'ordonnance 2016-128 exclut explicitement les rejets du champ d'action du PNGMDR. En effet, les rejets des installations ne sont pas inclus dans le champ du PNGMDR qui traite des matières et des déchets radioactifs. Les rejets sont encadrés par la réglementation (INB ou ICPE) au niveau de chaque installation. L'appréciation des rejets d'une option de gestion est toutefois prise en compte dans les choix de gestion arrêtés par le PNGMDR.</p> <p>Les rejets de retraitement des combustibles, bien qu'intégrés à l'analyse comparée des impacts pour l'environnement d'une stratégie de retraitement des combustibles usés en comparaison de celle qui résulterait de l'absence de retraitement demandé à Orano dans le cadre de la 4^e édition du PNGMDR, sont exclus également.</p>
<p>Les combustibles usés et des déchets radioactifs en provenance de l'étranger</p>	<p>Ces flux sont analysés dans un autre cadre que le PNGMDR. Orano et le CEA remettent chaque année, au ministre chargé de l'énergie, un rapport comportant l'inventaire des combustibles usés et des déchets radioactifs en provenance de l'étranger ainsi que des matières et des déchets radioactifs, qui en sont issus après retraitement ou traitement ou qui sont issus des opérations de recherche, qu'ils détiennent, et leurs prévisions relatives aux opérations de cette nature. Ces rapports sont rendus publics.</p> <p>Des accords bilatéraux peuvent également être signés en application de l'article L. 542-2-1 du code de l'environnement, pour encadrer les modalités d'importation temporaire à des fins de traitement des déchets radioactifs ou des combustibles usés produits à l'étranger. Les accords conclus par la France en matière de gestion du combustible usé ou de déchets radioactifs sont, à titre indicatif, présentés en annexe 4 du PNGMDR 2016-2018.</p> <p>Pour mémoire, est interdit le stockage en France de déchets radioactifs en provenance de l'étranger ainsi que celui des déchets radioactifs issus du traitement de combustibles usés et de déchets radioactifs provenant de l'étranger (1 exception : les déchets monégasques - cf. L. 542-2).</p>

Analyse de la pertinence du PNGMDR

Analyse de la couverture des enjeux prioritaires

Le croisement des enjeux environnementaux de la gestion des matières et déchets radioactifs avec la portée du PNGMDR (au regard des objectifs qui lui sont assignés et du cadre réglementaire dans lequel il s'inscrit) a permis d'identifier un certain nombre d'orientations stratégiques que le PNGMDR aurait pu adopter en vue d'une meilleure prise en compte de l'environnement. L'analyse ci-après présente le niveau de prise en compte de chacune de chacun de ces enjeux environnementaux.

Légende

	Bon niveau de prise en compte
	Prise en compte partielle ou non prise en compte

Enjeux environnementaux principaux identifiés	Justification de la caractérisation du niveau de prise en compte	Niveau de prise en compte
<p>Maîtrise des risques associés à l'absence de filière identifiée et au temps de déploiement de filières de gestion en projet</p> <p><i>Gestion et anticipation des besoins en entreposages et en stockage, gestion temporaire des déchets, etc.</i></p>	<p>L'entreposage des combustibles usés, des déchets FA-VL et des déchets HA et MA-VL sont bien des thématiques essentielles du PNGMDR. De même, les différents scénarios de politique énergétique et de résilience, et le suivi des capacités d'entreposage dans l'Inventaire National y sont intégrés.</p> <p>L'entreposage des déchets TFA, de par la nature de ces déchets, ne présente pas les mêmes enjeux de sûreté que les autres catégories de déchets. Pour autant, le suivi des déchets TFA produits, entreposés sur site avant envoi vers le stockage est suivi au moyen des indicateurs du PNGMDR.</p> <p>Un certain nombre d'optimisation des volumes de stockage (des déchets TFA) disponible dans l'emprise du CIREs ont été étudiés dans le cadre des travaux du PNGMDR (optimisation des alvéoles de stockage, augmentation de la capacité de stockage du Cires, réutilisation des gravats TFA, notamment - cf. PNGMDR 2016-2018 et DMO).</p> <p>La filière actuellement mise en place pour les déchets solides fortement tritiés des petits producteurs consiste en un entreposage dans les installations du CEA à Valduc pour une durée limitée. La mise en service d'une installation dédiée est prévue.</p> <p>Sur les déchets spécifiques, le PNGMDR prévoit de réaliser un état des lieux de la mise en œuvre de filières de gestion opérationnelles pour l'ensemble des sources scellées usagées.</p>	
<p>Renforcement de la crédibilité des perspectives de valorisation des matières radioactives</p>	<p>Cet enjeu est bien pris en compte dans la 5^e édition du PNGMDR, au sein d'une section dédiée portant sur la gestion des matières radioactives.</p> <p>Il s'agit d'un des enjeux stratégiques de la 5^e édition du Plan, sujet qui a d'ailleurs été soumis au débat public. Le PNGMDR renforce notamment la visibilité sur le processus d'évaluation des</p>	

<p><i>Robustesse des prévisions des quantités de matières et déchets à gérer dans le futur (prise en compte de la politique énergétique).</i></p>	<p>perspectives de valorisation des matières radioactives à travers l'élaboration de plans de valorisation, le soutien à la recherche en matière de valorisation. Il prévoit également des actions destinées à évaluer les impacts d'une requalification en déchets de certaines matières, via l'étude de différents scénarios de politique énergétique.</p>	
<p>Gestion de la hausse à venir des quantités de déchets TFA</p> <p><i>Optimisation de la gestion des produits par le démantèlement des installations (augmentation des transports, saturation du stockage existant, etc.)</i></p>	<p>Cet enjeu est bien pris en compte dans la 5^e édition du PNGMDR, au sein d'une section dédiée.</p> <p>Il s'agit d'un des enjeux stratégiques de la 5^e édition du Plan, sujet qui a d'ailleurs été soumis au débat public.</p>	
<p>Prise en compte de critères multiples et pondérés dans le choix des filières de gestion à mettre en place</p> <p><i>Considération des critères environnementaux et de sûreté (degré de sûreté, impacts sur les milieux, consommations d'énergie, etc.), et ce sur l'ensemble de la durée de vie des installations (analyse de cycle de vie), en particulier en ce qui concerne le déploiement de nouvelles installations de traitement et la création de nouveaux sites de stockage et d'entreposage.</i></p>	<p>Les critères environnementaux seront pris en compte au moyen des évaluations environnementales qui seront réalisées pour chaque filière de gestion.</p> <p>Ils seront également considérés dans le cadre d'une analyse multicritères qui doit être développée dans les travaux du Plan et déployée dans un cadre « multi-acteurs » (action CHAP.1 du PNGMDR).</p> <p>La localisation des projets d'installation fera par ailleurs l'objet d'actions dédiées visant à définir la stratégie globale de choix des sites dans le cadre du PNGMDR (se référer aux actions dédiées aux enjeux territoriaux et décrites dans le Plan).</p>	
<p>Prise en compte des incertitudes et des aléas</p> <p><i>Intégration dans les scénarios des aléas susceptibles de modifier profondément les orientations programmées notamment sur le très long terme, en prévenant ou limitant les charges qui seront supportées par les générations futures.</i></p>	<p>Les travaux qui seront menés dans le cadre du PNGMDR ont vocation à renforcer l'articulation entre la politique énergétique et la gestion des matières et déchets radioactifs. Il s'agira notamment de s'assurer de la résilience de la politique de gestion des matières et déchets radioactifs à des évolutions de politique énergétique par l'étude de scénarios dimensionnants, destinés à être utilisés pour l'ensemble des travaux prospectifs menés autour de ces substances en vue de garantir la cohérence des analyses (se référer à l'action POL2 du plan).</p> <p>Ces scénarios prendront comme hypothèses un chemin commun jusqu'en 2035, avec une part du nucléaire à 50 % (hypothèse liée à la PPE) et l'équilibre des flux via l'utilisation du combustible MOx notamment et la reprise de la valorisation de l'uranium de retraitement (URT) dans certains réacteurs de 1300 MW.</p> <p>Autour de 2040, les scénarios se différencient selon les hypothèses suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La mise en œuvre du multi-recyclage en réacteur REP (avec le déploiement de réacteurs de type EPR2) puis en réacteurs RNR ; - La poursuite du mono-recyclage avec le développement de nouveaux réacteurs de type EPR2 ; - Le déploiement de nouveaux réacteurs de type EPR2 avec l'arrêt du retraitement ; 	

	<p>-L'arrêt du retraitement lié à une décision de ne pas avoir de nouveaux réacteurs (programme Nouveau Nucléaire). Dans ce scénario, la référence est un arrêt du retraitement en lien avec la décroissance progressive du parc électronucléaire.</p> <p>Ces principes seront déclinés dans l'édition 2023 de l'Inventaire national élaboré par l'Andra (influence de ces différents scénarios prospectifs sur les stocks de matières et de déchets radioactifs qui seraient ainsi générés) et pour l'exercice d'impact cycle mené en 2020-2021 sous l'égide de l'ASN. Ils serviront de référence aux différents exercices prospectifs prévus par le plan.</p> <p>Les conclusions des différents exercices prospectifs menés permettront de disposer d'une vision concrète de la résilience de la politique de gestion des substances radioactives à des évolutions de politique énergétique et à des aléas survenant sur les usines du cycle.</p> <p>En ce qui concerne plus particulièrement les déchets HA/MA-VL, l'action HAMAVL.9 du PNGMDR vise également à anticiper d'éventuels aléas sur les filières de gestion des déchets concernés et ainsi être en mesure d'anticiper les besoins de capacités d'entreposage complémentaires et les procédures d'autorisation correspondantes.</p>	
<p>Radioprotection, santé et toxicité chimique</p> <p><i>Evaluation et limitation des conséquences de la radioactivité sur la santé des populations et travailleurs (y compris des faibles doses et la toxicité chimique de certains déchets radioactifs)</i></p>	<p>La question de la limitation des impacts sur l'environnement et la santé des riverains d'installation de gestion des matières et des déchets radioactifs fait l'objet d'une partie dédiée dans le Plan.</p> <p>La nocivité des déchets en tant que telle est également prise en compte dans cette partie du Plan (action ENV.2, avec la poursuite des travaux engagés dans la précédente édition du</p>	
<p>Limitation des impacts des transports</p> <p><i>Limitation des impacts des transports (GES, polluants atmosphériques, bruits, occupation des sols, fragmentation des milieux...)</i></p>	<p>La limitation de l'impact des transports (de matières et déchets radioactifs) est prise en compte dans le cadre des critères de l'analyse environnementale (action ENV.1) et de l'analyse multicritères (action CHAP.1) qui ont vocation à une meilleure prise en compte des enjeux transverses (environnementaux, sanitaires, transport, éthique, etc.) dans les choix de gestion qui seront faits dans le cadre du PNGMDR.</p> <p>En ce qui concerne plus particulièrement les déchets HA et MA-VL, l'action HAMAVL.9 prévoit également la mise à jour des chroniques de livraison des déchets vers Cigéo.</p> <p>Par ailleurs, les transports feront l'objet d'une carte interactive (action TR.1) sur laquelle les informations relatives à leur impact, notamment, ont vocation à figurer dans un objectif de transparence et de limitation.</p> <p>Dans tous les cas, la sûreté des transports est encadrée par la réglementation : pour plus de détails voir la fiche n°8 du document « approfondir ses connaissances » annexé au dossier des maîtres d'ouvrage pour le débat public.</p>	

<p>Limitation des impacts sur les milieux et des risques pour la santé de la gestion de catégories particulières de déchets</p> <p><i>Limitation des impacts sur les milieux et des risques pour la santé de la gestion de catégories particulières de déchets tels que ceux issus de la conversion de l'uranium, les déchets historiques ou encore les déchets miniers (risques liés au radon, pollution des eaux, réhabilitation des milieux...).</i></p>	<p>Ces enjeux sont déclinés au sein de la partie dédiée aux enjeux transverses à la gestion des matières et des déchets radioactifs du Plan.</p> <p>Elle précise les modalités de la prise en compte des enjeux environnementaux, sanitaires, économiques et territoriaux, notamment avec l'action ENV.3 qui vise à assurer une meilleure prise en compte des enjeux environnementaux et sanitaires dans le cadre de l'implantation d'un site de gestion de matières ou de déchets radioactifs.</p>	
<p>Optimisation des consommations énergétiques et des rejets</p> <p><i>Optimisation des consommations énergétiques et des rejets associés au traitement des déchets et des risques de contamination des eaux (fonctionnement des sites de La Hague, de Centraco, etc.).</i></p>	<p>L'optimisation des rejets associés à la gestion des matières et des déchets est prise en compte dans le cadre des critères de l'analyse environnementale et multicritères qui seront déployées dans le cadre des travaux du Plan (action ENV.1 et CHAP.1). Néanmoins, les rejets ne sont pas couverts par le périmètre réglementaire du PNGMDR (voir section dédiée au périmètre de l'EES)</p> <p>La question des consommations énergétiques pourrait également être prise en compte dans le cadre de ces analyses mais cette thématique n'est pas développée en tant que telle dans le cadre de cette cinquième édition du PNGMDR.</p>	

Analyse de la prise en compte des décisions et recommandations précédentes

Les sections suivantes détaillent la bonne application des décisions et recommandations formulées dans le cadre de l'édition précédente du PNGMDR, à l'occasion de la réalisation de l'EES.

Légende

- Bon niveau d'application de la décision / recommandation
- Peu ou pas de prise en compte la décision / recommandation

Source	Décision / recommandation	Justification de la caractérisation du niveau d'application de la décision / recommandation	Niveau d'application
<p>Décisions de la DGEC et de l'ASN suite à l'Avis de l'Ae</p>	<p>Consolider la démarche d'amélioration de la lisibilité des orientations du PNGMDR</p>	<p>La nouvelle édition du PNGMDR s'articule autour d'enjeux stratégiques (découlant d'orientations soumises à l'avis du public). Les informations descriptives qui figurent dans les précédentes versions du PNGMDR ont vocation à être valorisées sur un autre support (site internet dédié - se référer à l'action Gouv 4 du Plan qui vise à faciliter l'accès du public aux informations liées à la gestion des matières et des déchets radioactifs).</p>	

<p>Décisions de la DGEC et de l'ASN suite à l'Avis de l'Ae</p>	<p>Intégrer les données sur l'activité pour chaque matière et prendre en compte les volumes prospectifs de déchets produits selon les scénarios de poursuite de la production électronucléaire.</p>	<p>L'édition 2018 de l'Inventaire National (IN) intègre la notion d'activité des déchets radioactifs. Les activités radiologiques des matières seront présentées dans la prochaine édition de l'IN (2023 basée sur les déclarations de 2021).</p> <p>Des scénarios prospectifs de la production électro-nucléaire sont également pris en compte dans l'IN et leur incidence sur la production de matières et de déchets radioactifs (présentation des quantités prospectives).</p> <p>Le PNGMDR intègre un bilan des stocks de matières et déchets radioactifs, il présente également le niveau d'activité radiologique de chaque catégorie de déchets en s'appuyant sur les données de l'IN.</p> <p>Les prochains PNGMDR pourront s'appuyer sur les nouvelles données mises à disposition des futures éditions de l'IN.</p>	
<p>Décisions de la DGEC et de l'ASN à la suite de l'Avis de l'Ae</p>	<p>Considérer l'articulation du PNSE dans l'évaluation environnementale du PNGMDR 2019-2021.</p>	<p>L'articulation du PNGMDR avec le PNSE est analysée dans la section dédiée.</p>	
<p>Décisions de la DGEC et de l'ASN à la suite de l'Avis de l'Ae</p>	<p>Utiliser l'inventaire national 2018 qui :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Intègre un scénario cohérent avec les orientations de la PPE et un scénario de renouvellement du parc électronucléaire avec des réacteurs à neutrons thermiques. ▶ Intègre des scénarios prospectifs contrastés de production de déchets radioactifs selon les choix ultérieurs de politique énergétique. 	<p>Les scénarios présentés dans l'action POL.2, seront pris en compte dans le cadre de la future édition de l'Inventaire National.</p>	
<p>Décisions de la DGEC et de l'ASN à la suite de l'Avis de l'Ae</p>	<p>S'attacher à intégrer les demandes de l'Autorité environnementale dans le résumé non technique de l'évaluation environnementale.</p>	<p>Après sa publication, l'avis de l'Autorité environnementale sera annexé au rapport environnemental. Selon les décisions du rédacteur, le PNGMDR, le rapport environnemental et son résumé non technique pourront être modifiés à l'aune de cet avis.</p>	
<p>EES sur la 4^e Edition</p>	<p>Le processus de requalification de matières en déchets devrait s'assurer du caractère réellement non valorisable des matières concernées.</p>	<p>Le PNGMDR comporte une partie dédiée à la gestion des matières radioactives. Cette dernière propose des éléments visant à renforcer le contrôle du caractère valorisable des matières et la mise en œuvre du procédé de valorisation déclaré par l'exploitant.</p>	

EES sur la 4 ^e Edition	Le PNGMDR pourrait aborder la question du devenir des entreposages sur le plus long terme des déchets HA-MAVL (entreposages anciens à reprendre, colis en attente de refroidissement sur des sites qui fermeront avant leur transport...)	Le PNGMDR comporte une partie dédiée à la gestion des déchets HA/MA-VL y compris leur devenir sur le long terme. Cette partie porte entre autres sur l'anticipation des besoins en entreposage des déchets HA/MA-VL en cohérence avec les chroniques de livraison actualisées des déchets à Cigéo.	
EES sur la 4 ^e Edition	Le PNGMDR pourrait préciser que le choix de la localisation de la future installation de stockage des déchets FAVL devrait prendre en compte des enjeux environnementaux (emprise au sol, localisation géographique pour les transports, etc.)	L'action FAVL.2 de la section dédiée à la gestion des déchets FA-VL précise que les scénarios de gestion qui seront définis feront l'objet d'une analyse multicritères (telle que décrite en CHAP.1), qui devra notamment permettre d'éclairer les enjeux de santé, de sécurité, environnementaux et territoriaux associés. Les modalités d'élaboration et d'application de la méthodologie associée à cette analyse sont présentées dans le cadre des travaux sur les enjeux transverses à la gestion des matières et des déchets radioactifs, à l'action CHAP.1 du Plan.	
Décisions de la DGEC et de l'ASN à la suite de l'Avis de l'Ae	Utiliser les contributions au dispositif de gestion post-accidentelle du groupe de travail "gestion des déchets" du Comité directeur pour la gestion de la phase post-accidentelle relancé fin 2015.	La gestion des déchets à la suite d'un accident est prise en compte dans le cadre du COmité DIRecteur pour la gestion de la phase Post Accidentelle d'un accident nucléaire ou d'une situation d'urgence radiologique (CODIRPA). Par ailleurs, un groupe de travail sur la stratégie de réduction de la contamination et de gestion des déchets en phase post-accidentelle a été lancé en février 2021 par l'ASN dans le cadre des travaux du CODIRPA. Le mandat de ce groupe de travail prévoit que les filières de gestion étudiées soient cohérentes avec les orientations du PNGMDR.	
Décisions de la DGEC et de l'ASN à la suite de l'Avis de l'Ae	Potentiellement intégrer un bilan de l'évaluation environnementale du PNGMDR 2016-2018 à celle du PNGMDR 2019-2021, reprenant les enseignements de la période 2016-2018 et mettant en perspective les recommandations nouvelles qui seront formulées.	Selon l'action ENV. 4 du PNGMDR 2021-2025, en s'appuyant notamment sur la méthodologie d'analyse multi-critères, le ministère chargé de l'énergie élaborera un bilan des deux évaluations environnementales menées en 2016 et 2021, mettant en exergue les actions portant spécifiquement sur les enjeux environnementaux, et proposera des indicateurs de suivi des incidences de ces actions sur l'environnement, qui auront vocation à alimenter les éditions suivantes du plan.	
Décisions de la DGEC et de l'ASN à la suite de l'Avis de l'Ae	Rappeler et de clarifier dans quelle mesure les dispositions générales du code de l'environnement applicables aux déchets radioactifs	Les dispositions du code de l'environnement applicables aux déchets radioactifs et au PNGMDR sont présentées à plusieurs reprises dans le PNGMDR.	

<p>EES sur la 4^e Edition</p>	<p>Le PNGMDR devrait préciser autant que possible la manière selon laquelle le choix du site de gestion des déchets de Malvési qui ne disposent pas actuellement de filière de gestion spécifique dédiée doit être effectué, afin de réduire si possible l'artificialisation des sols et la perturbation des milieux naturels (et en particulier Natura 2000) tout en considérant une approche multicritères.</p>	<p>Pour les déchets historiques de Malvési, les discussions sont structurées entre l'ASN et Orano par le plan dédié de gestion des déchets RTCU. Des options de sites sont étudiés par Orano et ont fait l'objet de demandes complémentaires de la part de l'ASN, notamment sur l'environnement et les ressources naturelles à proximité du site de stockage envisagé.¹ Les enjeux de sûreté sont à considérer pour ces déchets à vie longue.</p> <p>L'opportunité d'appliquer la stratégie globale de choix des sites prévues par le PNGMDR notamment au regard de la possibilité de proposer des options en termes de localisation (se référer aux actions Territoires. 1 et 2, notamment) pourrait être étudiée pour ces déchets.</p> <p>Les déchets de Malvési produits à compter du 1^{er} janvier 2019 sont désormais inclus dans les inventaires TFA et FA-VL.</p>	
<p>EES sur la 4^e Edition</p>	<p>En ce qui concerne l'optimisation du transport de déchets (FMA-VC, TFA et HA-MAVL), le PNGMDR pourrait préciser les critères environnementaux à prendre en compte, ainsi que leur priorisation. Encourager le mode ferroviaire pourrait notamment aboutir une occupation du sol supplémentaire, un impact en termes d'artificialisation des sols et à un impact sur le milieu naturel.</p>	<p>Des études sur l'optimisation des transports TFA et FMA-VC et sur la transportabilité des déchets HA/MA-VL ont été réalisées dans le cadre des travaux du PNGMDR 2016-2018. Ces sujets seront pris en compte dans le cadre de l'analyse multicritères multi-acteurs des scénarios de gestion prescrite par le PNGMDR 2016-2018.</p>	
<p>EES sur la 4^e Edition</p>	<p>Le PNGMDR devrait préciser autant que possible la manière selon laquelle le choix des sites d'entreposage doit être effectué, afin de réduire si possible l'artificialisation des sols et la perturbation des milieux naturels (et en particulier Natura 2000).</p>	<p>Ces sujets seront pris en compte dans le cadre de l'analyse multicritères qui sera menée (action CHAP.1 du Plan) et en lien avec les actions du Plan dédiées aux enjeux territoriaux également (choix des sites, notamment).</p>	
<p>EES sur la 4^e Edition</p>	<p>Le PNGMDR pourrait préciser que l'étude d'opportunité de poursuite de la gestion in situ d'un stockage historique doit s'appuyer sur une analyse multicritères avec une priorisation des enjeux intégrant les risques de pollution de l'environnement liés au stockage, mais également l'exposition des travailleurs et les incidences environnementales (travaux, transport, etc.) liées à la reprise d'un stockage historique.</p>	<p>La section du PNGMDR relative aux déchets spécifiques prévoit bien de traiter ces sujets au moyen d'une analyse multicritères/multi-acteurs (action CHAP.1) des scénarios de gestion des stockages historiques.</p>	
<p>EES sur la 4^e Edition</p>	<p>Le PNGMDR pourrait préciser que le choix de la localisation de [la nouvelle installation de stockage centralisée pour les déchets TFA] devrait prendre en compte des enjeux</p>	<p>Ces sujets sont pris en compte et détaillés dans la section relative aux enjeux transverses et territoriaux du PNGMDR.</p>	

¹ Le courrier est consultable au lien suivant : <https://www.asn.fr/Media/Files/00-PNGMDR/Etudes-PNGMDR-gestion-a-long-terme-des-dechets-radioactifs-deja-produits-du-site-de-Malvesi?>

	environnementaux (emprise au sol, localisation géographique pour les transports, etc.).		
Décisions de la DGEC et de l'ASN à la suite de l'Avis de l'Ae	Détailler les conséquences de la directive 2013/59/Euratom (dite directive BSS) et de la loi n° 2015-992 (dite loi de transition énergétique) sur le PNGMDR.	<p>Les conséquences de la loi de transition énergétique sur le PNGMDR sont détaillées au sein de la programmation pluriannuelle de l'énergie pour la période de 2019 à 2028 (PPE 2019-2028 - se référer à la partie 3 du dossier du maître d'ouvrage préparé pour le débat public²). Un des axes stratégiques de la présente édition du PNGMDR concerne l'articulation entre la politique énergétique et la gestion des matières et déchets radioactifs et fait l'objet d'actions spécifiques (actions POL.1 à 5).</p> <p>Les conséquences de la directive BSS ne concernent que les déchets dits SRON (substance radioactive d'origine naturelle)³ et n'est pas abordée dans le PNGMDR. Néanmoins, la DGEC s'engage à ajouter une présentation de la directive BSS dans la section relative aux déchets de très faible activité ou de faible activité à vie longue sur le site Internet du plan, qui sera créé à l'occasion de la cinquième édition.</p>	
Décisions de la DGEC et de l'ASN à la suite de l'Avis de l'Ae	Intégrer au PNGMDR 2019-2021, la demande de l'Ae portant sur le traitement spécifique des impacts pour la biodiversité au voisinage des stockages de résidus et de stériles miniers, en disposant notamment des résultats de l'étude sur la toxicité des matières et déchets radioactifs.	Dans la partie du PNGMDR relative à la gestion des anciens sites miniers d'uranium, il est prévu de poursuivre les travaux initiés précédemment sur le sujet (cf. action DECPAR.1 - « Poursuivre les études relatives à l'impact environnemental et sanitaire à long terme de la gestion des anciennes mines d'uranium »). Le critère biodiversité pourrait être apprécié par ce biais, sous réserve de sa faisabilité méthodologique.	
EES sur la 4e Edition	Définition des nouvelles filières de gestion des déchets tritiés et des sources scellées usagées. Le PNGMDR pourrait préciser les critères environnementaux pris en compte (ainsi que leur hiérarchisation) et comment les impacts négatifs seront réduits ou compensés.	La 5 ^e édition du PNGMDR ne présente pas de disposition sur le sujet des déchets tritiés. Néanmoins, ces enjeux seront présentés sur le site Internet du plan, qui sera créé à l'occasion de la cinquième édition.	
Décisions de la DGEC et de l'ASN à la suite de l'Avis de l'Ae	Le PNGMDR ne prenant pas en compte les rejets, l'Ae recommande que l'évaluation environnementale démontre cette cohérence, notamment au regard des impacts pour l'environnement et la santé humaine.	Le PNGMDR ne tient pas compte de la gestion des rejets des installations de gestion des MDR car ces derniers sont encadrés par la réglementation (INB ou ICPE) au niveau du site. L'exclusion du périmètre du PNGMDR et donc de l'EES des rejets est réglementaire.	

² Le dossier du maître d'ouvrage est disponible ici : <https://pngmdr.debatpublic.fr/images/DMO-synthese/DMO.pdf>

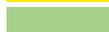
³ Depuis le 1er juillet 2018 date de mise en application du décret n°2018-434 qui transpose la directive 2013/59/EURATOM, le stockage des déchets à radioactivité naturelle renforcée est fonction de la concentration massique en radionucléides.

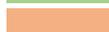
		Le PNGMDR apprécie toutefois ce critère dans le cadre des choix d'options de gestion (au travers de l'analyse de l'impact environnemental des options de gestion).	
EES sur la 4e Edition	Le PNGMDR pourrait recommander de mener à bien une analyse multicritères dans le cadre de l'avant-projet de l'installation de traitement au plomb, afin d'évaluer le bilan environnemental d'une telle installation.	Si elle n'est pas prévue à ce stade, la méthodologie d'analyse multicritères pourrait être appliquée sur cette installation, il ne s'agit toutefois pas d'un enjeu prioritaire à ce stade.	

Limites des scénarios d'évolution du nucléaire relevées dans le cadre de l'édition précédente du PNGMDR

Des limites ont été mises en évidence par différentes parties prenantes interrogées lors de l'EES de l'édition du PNGMDR précédente sur le travail réalisé dans le cadre de l'inventaire national, pouvant avoir ensuite une incidence sur la pertinence du PNGMDR élaboré sur cette base. Le tableau ci-après récapitule ces limites et présente les mesures mises en œuvre qui permettent de conclure que ces limites ne sont plus valables.

Légende

 Mesure satisfaisante

 Mesure insuffisante

Limites identifiées dans le cadre de la rédaction du PNGMDR 2016-2018	Mesure mise en œuvre à ce jour	
<p>La qualification en tant que matière radioactive repose sur une justification des usages futurs qui paraissent pour certains incertains (par exemple pour les combustibles MOX, le thorium ou encore l'uranium appauvri)</p>	<p>Cet enjeu est bien pris en compte dans la 5^e édition du PNGMDR dans la partie dédiée à la gestion des matières radioactives.</p>	
<p>Des méthodologies de calcul variables selon les exploitants et les sites notamment en ce qui concerne l'état final que l'exploitant doit atteindre en fin de démantèlement et de réhabilitation des sites.</p>	<p>Cet enjeu a bien été pris en compte dans le cadre de la 4^e édition du PNGMDR par le biais de :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ La réalisation de l'étude « Méthodologie et incertitudes associées aux estimations prévisionnelles de la production de déchets TFA et études de cas de démantèlement pour chaque exploitant évaluant les volumes de déchets TFA produits » (Areva, CEA, EDF, 2018). ▶ La réalisation des estimations prévisionnelles de la production de déchets TFA dans le cadre des prochaines éditions de l'Inventaire national qui devront s'appuyer sur l'hypothèse d'un assainissement des installations permettant leur déclassement. ▶ L'identification des déchets liés à l'assainissement des sols à compter de la prochaine édition de l'Inventaire national. <p>Un des objectifs de la section du PNGMDR dédiée aux déchets TFA vise à affiner les perspectives de production des déchets produits par le démantèlement. Pour ce faire, l'action TFA.8 prévoit d'identifier les incertitudes associées aux perspectives de production des déchets TFA, assurant ainsi la continuité de la prise en compte de cet enjeu.</p>	
<p>L'absence de processus de vérification externe et indépendant des données qui peuvent avoir un impact économique fort pour les exploitants (établissement de</p>	<p>Il s'agit ici d'envisager les enjeux économiques de la gestion des matières et déchets radioactifs.</p>	

Limites identifiées dans le cadre de la rédaction du PNGMDR 2016-2018	Mesure mise en œuvre à ce jour	
provisions financières pour la fin de vie des installations par exemple).	<p>Les données des exploitants sont contrôlées par l'État qui dispose de pouvoirs de prescription et de sanction. L'État peut également diligenter des audits afin de contrôler les évaluations faites par les exploitants de leurs charges, ainsi que la manière dont ils gèrent leurs actifs. Ces audits sont à la charge des exploitants.</p> <p>La DGEC a piloté à ce jour deux audits externes, l'un sur le coût du démantèlement du parc de réacteurs nucléaires d'EDF en cours d'exploitation et l'autre sur le coût de démantèlement et de gestion des déchets radioactifs de l'usine d'enrichissement d'uranium Georges Besse 1 d'Eurodif, filiale d'Orano sur le site du Tricastin, à l'arrêt depuis 2012. Ces deux audits confortent globalement les estimations réalisées par les exploitants.</p> <p>Les actions proposées pour la nouvelle édition du PNGMDR sur les enjeux économiques sont décrites dans la partie du plan portant sur les enjeux économiques au sein des enjeux transverses.</p>	
Ne précise pas les caractéristiques écotoxicologiques de l'ensemble des matières et déchets radioactifs	Cet enjeu a bien été pris en compte dans le cadre de la 4 ^e édition du PNGMDR, par le biais de l'étude sur la toxicité des matières et déchets radioactifs portée par l'IRSN. La 5 ^e édition du PNGMDR prévoit de poursuivre ces travaux selon les modalités décrites à l'action ENV.2	
Ne fournit que peu d'informations sur les dates de mises en entreposage ou stockage des déchets, de création des matières, de durée de vie prévue des sites, etc.	<p>Les dates de mise en entreposage ou en stockage sont détenues par les exploitants et font l'objet d'un suivi par les autorités de contrôle. La « durée de vie » des sites (de stockage ou entreposage) est prévue dans le cadre de la réglementation applicable à chaque installation. Les INB font l'objet d'un réexamen périodique tous les 10 ans permettant d'encadrer la poursuite de leur fonctionnement.</p> <p>De plus, le PNGMDR 2021-2025 prévoit d'anticiper les besoins en capacités d'entreposage et de stockage afin d'améliorer la stratégie globale de gestion des matières et déchets radioactifs, notamment au regard de plusieurs scénarios d'évolution de la politique énergétique (se référer aux actions POL.4 et ENT.2 du PNGMDR 2021-2025).</p> <p>Par ailleurs, l'arrêté du 23 février 2017 relatif au PNGMDR 2016-2018 a prescrit une étude (article 53) relative à l'identification des besoins en entreposage pour au moins les prochaines années. Par ailleurs, le décret PNGMDR du 23 février 2017⁴ a introduit, dans le code de l'environnement, l'article R. 542-93, qui demande la réalisation d'un schéma logistique optimisé de livraison des déchets HA et MA-VL à Cigéo. Ces notions de besoins et de durées d'entreposage étaient traitées par le PNGMDR 2016 - 2018, et seront incluses dans le prochain plan, par les actions HAMAVL 9.1 et 9.5 de la section portant sur la gestion des déchets de haute et de moyenne activité à vie longue.</p>	

⁴ Décret n° 2017-231 du 23 février 2017 pris pour application de l'article L. 542-1-2 du code de l'environnement et établissant les prescriptions du plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs

Articulation avec d'autres plans ou programmes pouvant être aussi soumis à évaluation

Le PNGMDR a pour rôle de s'assurer de la bonne mise en œuvre des filières de gestion des déchets et matières radioactives, et donc que l'ensemble des matières et déchets radioactifs disposent d'une solution de gestion (entreposage, stockage, valorisation, etc...) et que les capacités des installations de gestion soient adéquates. Le principal facteur pris en compte dans la définition des caractéristiques de ces filières de gestion correspond à leur sûreté afin de prévenir de tout risque de contamination de l'environnement et des populations (riverains, travailleurs, etc.).

La cohérence du PNGMDR est ainsi analysée, avec les autres plans et programmes ayant une influence sur la gestion des matières et déchets radioactifs, définissant des orientations nationales sur des thématiques environnementales :

- ▶ La production électronucléaire (la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie),
- ▶ La Défense Nationale (Le livre blanc de la Défense et de la sécurité nationale)
- ▶ La santé-environnement (Plan National Santé-Environnement)
- ▶ La Stratégie Nationale Bas Carbone
- ▶ Le plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC)

La Programmation Pluriannuelle de l'Énergie

La PPE a pour objectif de décliner de façon opérationnelle les orientations de la politique énergétique fixées par la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte. Cette loi prévoit notamment un plafonnement de la puissance nucléaire installée à son niveau existant, et une réduction de la part du nucléaire à 50 % de la production électrique nationale d'ici 2035.

En plus de se positionner sur la place du nucléaire dans le mix électrique, la PPE confirme la stratégie de retraitement du combustible qui permet de réduire la dépendance en uranium vis-à-vis des pays étrangers et de limiter les impacts des déchets radioactifs de haute et moyenne activité à vie longue.

Le PNGMDR apparaît comme l'outil de pilotage central s'agissant de la gestion des matières et des déchets radioactifs en déclinaison des décisions de politiques énergétiques et donc des orientations présentées par la PPE. Il identifie dans sa section dédiée, quatre axes opérationnels à déployer en ce sens :

- ▶ Expliciter et renforcer les liens entre la politique énergétique et la politique de gestion des matières et des déchets radioactifs
- ▶ Alimenter la préparation de la prochaine programmation pluriannuelle de l'énergie en précisant les impacts de différents choix de politique énergétique sur les enjeux de la gestion des matières et déchets radioactifs
- ▶ S'assurer de la résilience de la politique de gestion des matières et déchets radioactifs à des évolutions de politique énergétique par l'étude de scénarios dimensionnants, destinés à être utilisés pour l'ensemble des travaux prospectifs menés autour de ces substances en vue de garantir la cohérence des analyses
- ▶ Evaluer la capacité du système actuel de gestion des substances radioactives à gérer des situations de crise

Ainsi, l'articulation entre la politique énergétique et la gestion des matières et déchets radioactifs (PPE et PNGMDR) a été renforcée dans la 5^e édition du PNGMDR, ce dernier doit se positionner comme une réponse aux conséquences des grandes orientations de la PPE sur les aspects relevant de la gestion des substances radioactives.

Le livre blanc de la Défense et de la sécurité nationale

Le Livre blanc fixe la stratégie française de défense et de sécurité nationale, et précise notamment son articulation avec la politique de sécurité et de défense commune de l'Union européenne et avec l'Alliance Atlantique. Il précise les capacités requises pour la mettre en œuvre dans les quinze à vingt ans à venir.

Par ailleurs, le Livre Blanc rappelle l'importance de la dissuasion nucléaire, tout en précisant que la France s'est engagée dans un processus de démantèlement de ses installations, tout en maintenant un armement minimal (moins de 300 têtes nucléaires) utilisé par les différents moyens de dissuasion (portes avion, sous-marins...).

Le PNGMDR est quant à lui construit pour pouvoir gérer l'ensemble des matières et déchets radioactifs produits sur le territoire national, dont celles des activités nucléaires relevant de la défense nationale.

Aucune incohérence majeure n'a été déterminée entre les deux documents.

Le Plan National Santé Environnement

Il apparaît que le périmètre d'action du PNGMDR est bien distinct de celui des autres plans et programmes supra-territoriaux relatifs aux enjeux environnementaux : le PNGMDR traite des matières et déchets radioactifs (issus de matériaux utilisés pour leurs propriétés radioactives), tandis que les autres plans et programmes, tels que le Plan National Santé Environnement (PNSE), s'intéressent aux autres substances.

Le PNSE dont la quatrième édition couvre la période 2021-2025, constitue la feuille de route gouvernementale pour réduire l'impact des altérations de notre environnement sur notre santé, et se décline en plans définis à une échelle régionale. Il s'agit d'un plan qui se place au croisement des politiques publiques en matière de santé et d'environnement.

Le plan national d'action 2020-2024 pour la gestion du risque lié au radon (PAR 4), qui constitue l'un des plans sectoriels du PNSE 4, formule des recommandations à destination du Plan de Réduction des Emissions de polluants Atmosphériques afin de mieux intégrer la gestion des risques liés au radon :

- ▶ Poursuivre l'information des gestionnaires d'établissement recevant un public sensible sur les modalités de remédiation et sur la prévention du risque radon dans le neuf (méthodes constructives préventives).
- ▶ Accompagner les gestionnaires en cas de dépassement lorsqu'il existe une problématique liée aux occupants et travailleurs afin de coordonner les messages de prévention.
- ▶ Suite à la mise en place de l'affichage réglementaire des niveaux de radon dans les zones prioritaires, accompagner les gestionnaires dans la communication auprès des occupants, en interministériel.
- ▶ Mettre en place la cartographie par l'IRSN des résultats de mesurage du radon.

Le PNGMDR, dans sa précédente édition, évoque la question du radon parmi les enjeux liés à la gestion des stockages de résidus de traitement et de stériles miniers. Les études menées pour améliorer la connaissance sur les flux de radons, entre autres par Orano Mining, ont permis de clore les questions liées à ces enjeux, et de mettre de côté cette thématique dans la nouvelle édition du plan.

Par ailleurs, le PNGMDR traite particulièrement des enjeux liés à l'impact de la gestion des déchets sur la santé et la sécurité des populations, ainsi que sur la pollution des milieux (eau, sol, air) dans sa section dédiée aux enjeux environnementaux et sanitaires.

Bien que certains enseignements liés à la radioactivité du radon soient utiles à l'élaboration du PNGMDR, le cas du radon, qui est un polluant radioactif naturel et pas un déchet radioactif, n'entre pas dans le cadre du PNGMDR.

Le plan national d'adaptation au changement climatique

Le plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC), conformément à l'article 42 de la loi du 3 août 2009 sur la programmation du Grenelle de l'environnement, a pour objectif de présenter des mesures concrètes, opérationnelles pour préparer sur la période de 2018 à 2022 (deuxième édition) la France à faire face et tirer parti des nouvelles conditions climatiques.

Dans cette nouvelle édition, le PNACC laisse de côté ses orientations de la précédente édition, portant sur la question de la sécurité des installations nucléaires de base (INB) et de la prise en compte des enjeux liés au changement climatique projeté sur la durée de vie des installations classées dont les INB.

En cohérence avec sa vocation, le PNGMDR ne mentionne pas quant à lui la question de la prise en compte du changement climatique lors de la construction de nouvelles installations d'entreposage ou de stockage des matières et déchets radioactifs. Cet élément est néanmoins intégré dans la réglementation INB et est pris en compte par les exploitants de ces installations, d'autant plus avec le renforcement des exigences au sujet des risques de catastrophes NaTech ayant fait suite à l'accident de Fukushima.

L'analyse de l'articulation du PNGMDR avec la PNACC indique des périmètres distincts et sans synergie particulière. Le PNGMDR gagnerait à prendre en compte des sujets transversaux et émergents, tels que l'adaptation au changement climatique, pour laquelle la stratégie française est définie dans le Plan National d'Adaptation au Changement Climatique. Ce sujet est néanmoins avant tout un sujet de sûreté lié à la réglementation INB.

3. ETAT INITIAL DE L'ENVIRONNEMENT

Caractéristiques et dynamiques de l'environnement et du territoire national en matière de gestion des matières et déchets radioactifs

L'état initial présente de manière synthétique et non exhaustive des éléments de description du territoire national sur lequel repose le PNGMDR au regard des 10 enjeux environnementaux retenus. Le choix de segmentation des thématiques environnementales retenu pour l'ensemble de l'évaluation environnementale est explicité au chapitre « présentation des méthodes utilisées » du présent rapport.

Les 10 thématiques considérées sont les suivantes :

- ▶ Exposition aux risques et santé humaine,
- ▶ Economie des ressources,
- ▶ Pollution et gestion de la ressource en eau,
- ▶ Pollution de l'air,
- ▶ Pollution et utilisation des sols,
- ▶ Adaptation au changement climatique,
- ▶ Biodiversité,
- ▶ Contribution au changement climatique,
- ▶ Nuisances,
- ▶ Paysages et patrimoine.

L'état initial de l'environnement identifie les principales caractéristiques et dynamiques du territoire national au regard de chaque thématique, et met en lumière les perspectives d'évolution attendues compte-tenu des tendances observées par le passé et des plans, programmes et cadres réglementaires en place.

Une synthèse relative à chaque thématique est proposée en fin de chaque chapitre. Elle est accompagnée des représentations schématiques suivantes traduisant la sensibilité environnementale, les tendances à l'œuvre ainsi que l'importance des enjeux thématiques relevés quant à l'activité de gestion des matières et déchets radioactifs.

La notion de sensibilité est ici analysée d'un point de vue territorial, et vise à évaluer le niveau d'enjeu relatif à la thématique pour le PNGMDR. Le tableau ci-dessous explicite les critères qui ont été pris en compte pour l'identification des différents niveaux de sensibilité.

Sensibilité		Scénario tendanciel	
●	Sensibilité faible : thématique caractérisée par des enjeux de faible ampleur et ponctuels, et/ou un enjeu maîtrisé à l'échelle du territoire métropolitain.	↗	Tendance à l'amélioration
● ●	Sensibilité modérée : existence de zones à enjeux modérés, et/ou enjeu modéré à l'échelle du territoire métropolitain.	→	Situation globalement stable
● ● ●	Sensibilité forte : existence de zones critiques ou à fort niveau d'enjeu, et/ou enjeu fort et généralisé sur l'ensemble du territoire métropolitain.	↘	Tendance à la dégradation

Les scénarios tendanciels visent à évaluer s'il est attendu qu'une situation donnée soit susceptible de s'améliorer ou de se dégrader sur la prochaine période au vu des plans, programmes et actions déployés.

Pour chacune des thématiques traitées, les principales sources utilisées sont rappelées en fin de chapitre.

L'état initial de l'environnement est complété, en guise de conclusion, par une synthèse et une mise en perspective des enjeux environnementaux du territoire national **en lien avec le PNGMDR, tenant compte de la sensibilité de chaque enjeu environnemental et de ses interactions avec le périmètre du PNGMDR.**

Elements de contexte sur la gestion des matières et des déchets radioactifs

Une matière radioactive est définie dans l'article L. 542-1-1 du code de l'environnement comme « une substance radioactive pour laquelle une utilisation ultérieure est prévue ou envisagée, le cas échéant après traitement ». Il s'agit pour l'essentiel d'uranium naturel extrait de la mine, d'uranium naturel enrichi, d'uranium appauvri, de combustibles (neufs, en cours d'utilisation, usés et rebuts), de plutonium séparé, d'uranium issu du retraitement des combustibles usés, de thorium et de matières en suspension.

Les déchets radioactifs sont des substances radioactives pour lesquelles aucune utilisation ultérieure n'est prévue ou envisagée (article L.542-1-1 du code de l'environnement). Ils contiennent des radionucléides, naturels ou artificiels, dont l'activité ou la concentration justifie un contrôle de radioprotection.

Cette section présente dans un premier temps les modes de gestion des matières radioactives, puis les différentes modalités de gestion des déchets radioactifs.

Enjeu : la qualification des déchets radioactifs, déterminante dans les futures quantités de déchets à gérer

Dans le cas où des perspectives de valorisation des matières radioactives ne seraient pas suffisamment établies, ces dernières peuvent être requalifiées, par l'autorité administrative compétente, après avis de l'ASN, en déchets radioactifs (qui peut également annuler cette requalification). De telles décisions, qui peuvent engendrer une forte augmentation de déchets radioactifs, doivent être anticipées de manière à disposer des capacités de gestion techniques et financières suffisantes.

Panorama des matières radioactives et leur gestion

Les matières radioactives sont entreposées dans des installations adaptées à leurs caractéristiques, dans l'attente de leur utilisation ou réutilisation. Pour certaines d'entre elles, comme le plutonium issu du retraitement des combustibles usés à base d'oxyde d'uranium, cette réutilisation est déjà effective sur le plan industriel depuis plus d'une trentaine d'années.

Entreposage des matières radioactives

L'entreposage des matières ou des déchets radioactifs est défini à l'article L. 542-1-1 du Code de l'environnement comme « l'opération consistant à placer ces substances à titre temporaire dans une installation spécialement aménagée en surface ou en faible profondeur à cet effet, avec intention de les retirer ultérieurement. »

L'entreposage peut être une étape intermédiaire de la chaîne logistique permettant d'utiliser ces matières, comme dans tout processus industriel.

Le tableau et la figure ci-dessous, basés sur les données des Essentiels de l'Inventaire National des Matières et Déchets Radioactifs 2021, et sur le dossier du maître d'ouvrage de la 5^{ème} édition du PNGMDR, présentent un récapitulatif des modalités d'entreposage des matières radioactives. ⁵

⁵ Chaque année, l'ANDRA publie Les Essentiels de l'Inventaire national des matières et déchets radioactifs. Ce document présente l'évolution des stocks de matières et déchets radioactifs produits en France. Ce travail sur les stocks est complété, tous les trois ans, par des « inventaires prospectifs » qui fournissent des estimations des quantités de matières et déchets selon plusieurs scénarios contrastés liés au devenir des installations et à la politique énergétique de la France à long terme. Il s'agit d'un outil précieux pour le pilotage de la politique de gestion des matières et déchets radioactifs. L'ensemble des données de l'Inventaire sont disponibles sur le site web dédié www.inventaire.ANDRA.fr et en open data sur data.gouv.fr.

Tableau 1 : Quantités des matières radioactives entreposées en France à fin 2019 en tML (tonne de métal lourd)⁶, excepté pour les combustibles usés de la défense nationale en tonnes d'assemblages

Catégorie de matière	Bilan des stocks de matière radioactive	Evolution 2019-2018
Uranium naturel	38 100	+2 200
Uranium enrichi	3 440	+110
Uranium appauvri	321 000	+ 3 000
Uranium issu du traitement des combustibles usés (toutes formes)	32 700	+ 1 100
Combustible à base d'oxyde d'uranium des réacteurs électronucléaires (UNE, URE)	16 479	-157
Combustible à base d'oxyde mixte d'uranium et de plutonium des réacteurs électronucléaires (MOX, RNR)	2 933	+87
Combustibles des réacteurs civils et de recherche	61,01	+0,09
Combustibles de la défense nationale (données en tonnes)	198	+4
Plutonium	58	+2
Thorium	8 570	+2
Autres matières (dont matières en suspension...)	70	0

Source : Essentiels de l'Inventaire National des Matières et Déchets Radioactifs 2021

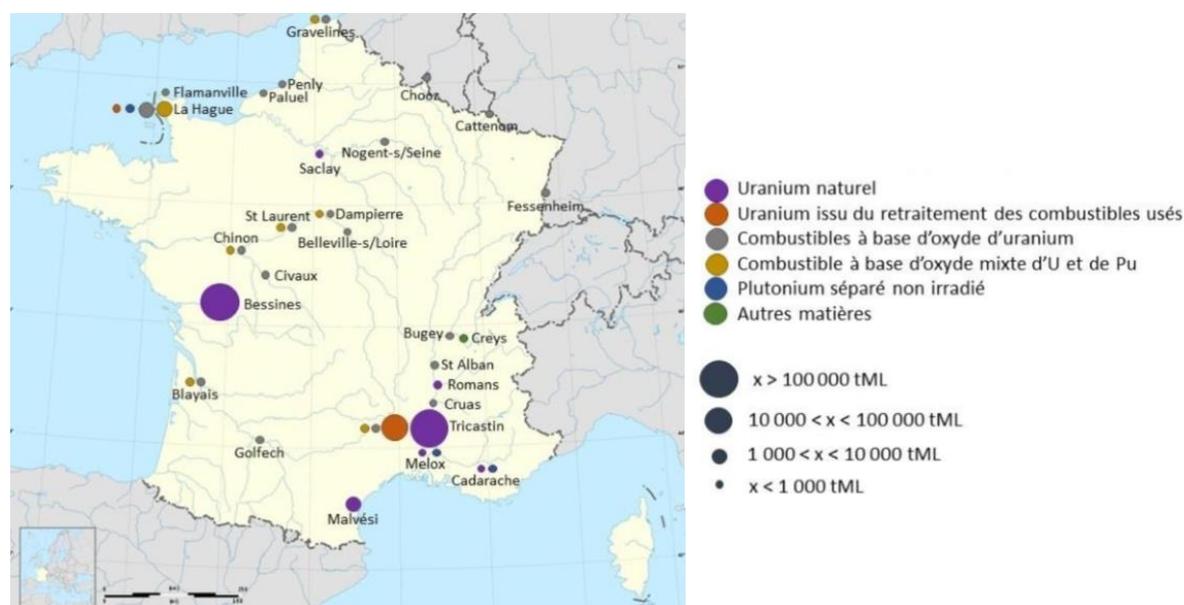


Figure 2 : Localisation des matières radioactives issues du secteur électronucléaire sur le territoire français, au 31/12/2016. Source : Dossier du maître d'ouvrage pour le débat public sur le plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs

Les quantités d'entreposage présentées dans la carte ci-dessus, souligne l'importance d'anticiper la sortie de cet état, qui présente des risques liés aux opérations de reprise à effectuer à l'issue de la période d'entreposage.

⁶ L'unité utilisée pour présenter les quantités de matières radioactives est la tonne de métal lourd (tML), unité représentative de la quantité d'uranium et de plutonium contenue dans les matières avant leur irradiation en réacteur.

Le retraitement des combustibles usés permet le recyclage d'une partie des matières radioactives

Aujourd'hui, la loi autorise le retraitement des combustibles usés, sur le site de La Hague, afin d'en extraire de l'uranium et du plutonium qui serviront à produire de nouveaux combustibles. Un combustible nucléaire usé contient 96 % de matières recyclables nucléaires usés (95 % d'uranium et 1 % de plutonium). Les 4 % restants sont des produits de fission. Les activités Recyclage de La Hague s'inscrivent dans un engagement qui lie Orano à EDF jusqu'en 2040. Les volumes sont définis dans des accords spécifiques. Le dernier accord signé en 2015 prévoit une production annuelle de 1 100 tonnes de combustibles usés retraités jusqu'en 2023. (Orano La Hague, Dossier de presse 2018, Orano, 2018). Pour mémoire, les réacteurs consomment des combustibles à base d'uranium naturel (UNE), qui sont ensuite retraités, et des combustibles à base de plutonium (MOx), qui sont actuellement entreposés en attente d'un futur retraitement. Environ 1 200 tML/an de combustibles usés (UNE et MOx) sont actuellement transférées, après leur période de refroidissement dans les piscines BK des centrales nucléaires, dans les installations de La Hague. Sur ces 1 200 tonnes entreposées en piscine, environ 1 080 tonnes d'UNE usés seront ensuite retraitées. **La quantité de combustible usé non retraité à entreposer augmente donc de près de 120 tML par an. Le temps moyen entre le déchargement d'un réacteur et le traitement des combustibles UNE usés est de l'ordre d'une dizaine d'années, ce qui implique de fait un besoin important en entreposage : une capacité d'entreposage 10 fois supérieure au volume annuel de combustible usé traité est nécessaire.**

Le retraitement puis le ré-enrichissement de l'uranium inscrivent cette activité dans une forme d'économie circulaire et permettent donc à la France de consommer moins de matières premières importées pour ses centrales électronucléaires.

Le futur de cette filière dépend des possibilités de valorisation de ces matières, c'est-à-dire principalement des types de réacteurs nucléaires en fonctionnement :

- ▶ A l'heure actuelle, tous les réacteurs en fonctionnement en France sont des réacteurs à eau pressurisée (REP), utilisant un combustible à base d'uranium enrichi (UOX ou URE s'il est issu du retraitement de combustibles usés) ou d'un mixte entre uranium et plutonium (MOX). Un réacteur REP correspond à une puissance d'environ 900 à 1 450 MW et inclut environ 100 tonnes de combustible renouvelé par parties au fur et à mesure de la consommation.
- ▶ Les réacteurs de 3^{ème} génération ou EPR permettront d'optimiser les quantités de combustibles utilisées en se basant sur une amélioration des techniques déjà existantes avec une puissance d'environ 1 600 MW. De plus, la PPE prévoit de définir et soutenir un programme de R&D concourant à la fermeture à terme du « cycle » du combustible nucléaire et mené par les acteurs de la filière. Ce programme reposera à moyen terme sur le multi recyclage des combustibles dans les réacteurs à eau sous pression de 3^{ème} génération, en maintenant la perspective d'un éventuel déploiement industriel d'un parc de réacteurs à neutrons rapides à l'horizon de la 2^{ème} moitié du 21^{ème} siècle.
- ▶ Les réacteurs de 4^{ème} génération, réacteurs à neutrons rapides, pourraient utiliser le plutonium en plus grande quantité et surtout offrir un débouché à l'uranium appauvri, tout en réduisant les quantités de déchets induits puisque le réacteur consommerait l'intégralité du combustible.

Le calendrier de développement et d'implantation des futures générations de réacteurs (3^{ème} et 4^{ème}) influera donc sur la gestion des matières et déchets radioactifs car les techniques disponibles détermineront :

- ▶ La nature et la quantité de déchets produits dans le cadre de l'utilisation du combustible nucléaire ;
- ▶ La quantité de substances qualifiables de « matières radioactives » car leur utilisation sera réaliste voire même effective.

Panorama des déchets radioactifs en France

Des filières de gestion définies selon l'activité et la durée de vie des déchets

Chaque catégorie de déchets est traitée au sein d'une filière de gestion adaptée, présentée dans le tableau ci-dessous.

Catégorie	Déchets dits à vie très courte	Déchets dits à vie courte	Déchets dits à vie longue
Très faible activité (TFA)	 Gestion par décroissance radioactive	 Stockage de surface (Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage)	
Faible activité (FA)		 Stockage de surface (centres de stockage de l'Aube et de la Manche)	 Stockage à faible profondeur à l'étude
Moyenne activité (MA)			 Stockage géologique profond en projet (projet Cigéo)
Haute activité (HA)	Non applicable		

Figure 3 : Classification des déchets radioactifs et les filières de gestion associées

Source : Inventaire Géographique National des Matières et Déchets Radioactifs 2019, ANDRA

Certaines de ces filières sont encore à l'étude ou en cours de développement, les solutions envisagées étant notamment le stockage en faible profondeur (pour les déchets FA-VL) ou le stockage réversible en couche géologique profonde (pour les déchets HA ou MA-VL).

La conception des installations de stockage des déchets est réglementée dans un cadre légal très strict (conforme aux démonstrations de sûreté de l'ASN) afin de garantir le confinement des substances radioactives, la résistance aux risques naturels, la protection des populations, et la pérennité des modes de stockage adoptés. L'objectif de ce cadre est de ne pas pénaliser les générations futures s'il s'avérait que de meilleures solutions de gestion étaient développées. Les capacités de stockage doivent également pouvoir répondre à l'évolution des quantités de déchets à plus ou moins long terme. Les travaux du PNGMDR, notamment au moyen d'études et de recherches, doivent permettre de s'assurer de la concordance des besoins nouveaux et des objectifs à atteindre en termes de capacité d'entreposage et de stockage à l'avenir.

En 2018, deux décrets ont été pris pour assurer la transposition de la directive Euratom de décembre 2013 et renforcent les mesures et normes relatives à la protection sanitaire des travailleurs exposés aux rayonnements ionisants⁷.

Les volumes de déchets issus de l'exploitation

Catégorie de déchets (m ³)	Sur sites producteurs/détenteurs	Stockés dans les centres de l'ANDRA
HA	4 090	0
MA-VL	42 700	0
FA-VL	93 600	0
FMA-VC	89 000	872 000
TFA	174 000	396 000
DSF	620	0 ¹
Total	404 000	1 270 000

Figure 4 : Bilan et évolution des volumes de déchets déjà stockés ou destinés à être pris en charge par l'ANDRA (m³) à fin 2019

Source : les Essentiels de l'Inventaire National des Matières et Déchets Radioactifs 2021, ANDRA

On estime à 1 643 930 m³ le volume de déchets issus de l'exploitation à la fin 2018 (ANDRA, 2020). Le tableau ci-dessous présente les volumes de déchets présents sur les sites producteurs et détenteurs, ou stockés, par niveau d'activité en m³.

⁷ Le Décret n° 2018-437 du 4 juin 2018 relatif à la protection des travailleurs contre les risques dus aux rayonnements ionisants et le Décret n° 2018-438 du 4 juin 2018 relatif à la protection contre les risques dus aux rayonnements ionisants auxquels sont soumis certains travailleurs

Les déchets issus de l'exploitation sont émis par cinq secteurs principaux : l'électronucléaire (59,6 %), la recherche (27,3 %), la défense (9 %), l'industrie non nucléaire et le médical (4 % à eux deux).

Les déchets radioactifs produits par l'industrie électronucléaire sont issus des installations nucléaires de base (INB) principalement, qui regroupent les activités de production électronucléaire (pour lesquelles 19 centrales entrent en jeu), ainsi que des activités de fabrication et de retraitement de combustible nucléaire, menées par Orano et Framatome.

Réglementation applicable aux installations nucléaires de base (INB) pour la prise en compte des déchets générés par l'installation

La réglementation applicable aux INB permet de prendre en compte l'ensemble des filières de gestion pour les déchets produits dans ces installations :

- Lors du dépôt de la demande d'autorisation de création, les exploitants d'INB doivent « justifier dans l'étude d'impact la compatibilité de l'installation, pour les déchets radioactifs destinés à être produits par l'installation ou entreposés ou stockés dans celle-ci, avec le décret qui établit les prescriptions du plan national de gestion des matières et déchets radioactifs prévu par l'article L. 542-1-2. » (cf. article R. 593-17 du code de l'environnement).
- L'article 6.1 de l'arrêté « INB » du 7 février 2012 dispose que « l'exploitant est responsable de la gestion des déchets produits dans son installation, dans le respect des dispositions définies par le code de l'environnement, notamment au titre IV de son livre V, et en tenant compte des filières disponibles ou à l'étude. »
- L'article 2.2.3 de la décision n° 2015-DC-0508 de l'ASN du 21 avril 2015 relative à l'étude sur la gestion des déchets et au bilan des déchets produits dans les INB dispose qu'une étude sur la gestion des déchets « justifie la filière de gestion retenue par type de déchets en présentant les traitements éventuels (dans l'installation nucléaire de base ou dans d'autres installations) permettant de réduire la quantité et la nocivité des déchets, au regard notamment des orientations définies dans le plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs et des dispositions du décret en établissant les prescriptions ».

Une part moins importante de déchets d'exploitation est également issue des activités de maintenance et de fonctionnement des centrales, et des usines de traitement.

Les volumes de déchets issus de démantèlement

Les quantités de déchets qui seront produites lors du démantèlement des CNPE restent théoriques puisqu'aucune opération complète de démantèlement de CNPE n'a pour le moment été réalisée en France. Les hypothèses retenues en matière d'assainissement des structures et des sols contaminés ne sont pas clairement définies à ce stade, et pourraient conduire à des évolutions des quantités de déchets produites à terminaison. Ainsi, des incertitudes relativement importantes entourent ces quantités prévisionnelles, sans qu'elles ne soient mentionnées dans l'Inventaire National. A ce sujet, le PNGMDR 2016-2018 recommande que les déchets liés à l'assainissement des sols soient clairement identifiés à compter de l'édition 2021 de l'Inventaire National.

Le seul exemple significatif de démantèlement disponible actuellement est celui de la centrale nucléaire de Chooz A. Avec 80 % des 40 000 tonnes de déchets produits conventionnels et seulement 20 % radioactifs, il montre clairement que les déchets de démantèlement sont en grande partie des déchets conventionnels, notamment des gravats et des métaux.

Les paragraphes suivants présentent les différents types de déchets issus du démantèlement.

Les volumes de déchets TFA de démantèlement

Etude de faisabilité technico-économique de la fusion de déchets métalliques TFA en vue de leur densification (EDF, Orano, SOCODEI, 2018)

Les conclusions de l'étude indiquent que les déchets radioactifs de démantèlement sont majoritairement (> 99 %) de très faible activité (TFA) et de faible et moyenne activité à vie courte (FMA-VC). Il s'agit principalement :

- ▶ des matériaux liés à la démolition des installations (béton, gravats, ferrailles, parois de boîtes à gants, tuyauteries, etc.) ;
- ▶ des équipements de procédés (pièces métalliques par exemple) ;

- ▶ des outils et tenues de travail (gants, tenues vinyle, etc.) ;
- ▶ des effluents qui ont servi au rinçage d'équipements.

Ainsi, alors que le volume des déchets TFA s'élève à 537 000 m³ en 2018, les 4 scénarii de l'ANDRA prévoient une multiplication entre 3,9 et 4,2 de ce volume à terminaison (entre 2,1 et 2,3 millions de m³). Ainsi l'analyse des prévisions actuelles de stockage de déchets de Très Faible Activité (TFA) indique que d'ici une dizaine d'années, la capacité administrative actuelle de 650 000 m³ du Centre Industriel de Regroupement d'Entreposage et de Stockage (Cires) sera atteinte.

Au regard des enjeux que représente le démantèlement du parc actuel en termes de déchets TFA, le PNGMDR 2016-2018 demandait d'étudier plusieurs options visant à optimiser les volumes de déchets TFA à stocker.

En application de l'article 28 de l'arrêté du 23 février 2017⁸, une étude de faisabilité technico-économique de la fusion de déchets métalliques TFA en vue de leur densification a ainsi été conduite par EDF, Orano et Socodei (EDF, Orano, Socodei, 2018). Trois solutions de gestion de ces déchets métalliques TFA sont comparées selon les critères techniques, sanitaires, sécurité et environnementaux : stockage direct, fusion densifiante, et fusion suivie de valorisation⁹. Celle-ci conclut qu'au regard des gisements de matériaux métalliques TFA croissants à venir dans les prochaines années, il semble approprié de :

- ▶ Valoriser les matériaux métalliques TFA valorisables (technologie de la fusion et valorisation des matériaux métalliques) ;¹⁰
- ▶ Concevoir éventuellement la densification comme une voie de secours de la valorisation (technologie de la fusion densifiante en vue du stockage) ;
- ▶ Réserver le stockage au Cires aux déchets qui ne peuvent pas faire l'objet d'une valorisation.

La figure 3 présente et compare ainsi les volumes de déchets TFA associables aux différentes solutions de gestion présentées ci-dessus.

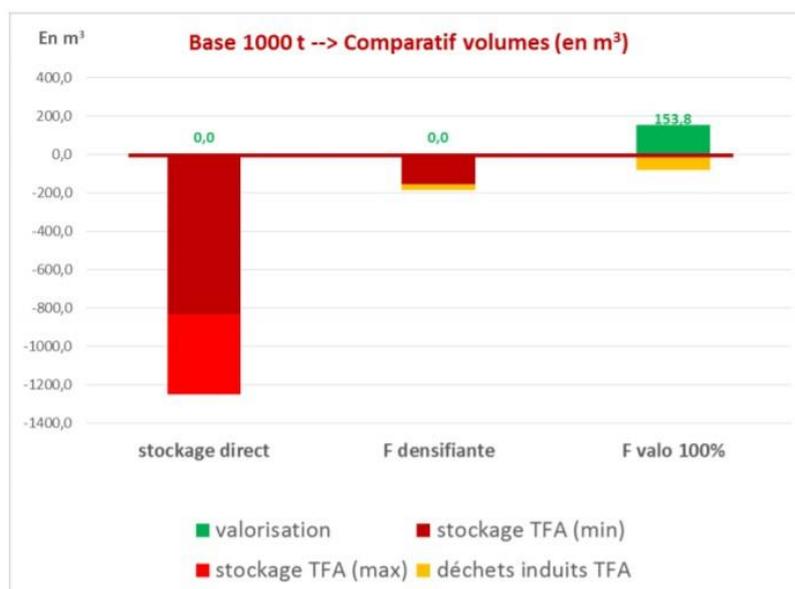


Figure 5 : Comparaisons de volumes entre le stockage direct et les solutions de fusion densifiante ou valorisation

Source : Etude de faisabilité technico-économique de la fusion de déchets métalliques TFA en vue de leur densification, EDF, Orano, Socodei, 2018

⁸ Arrêté du 23 février 2017 pris en application du décret n° 2017-231 du 23 février 2017 pris pour application de l'article L. 542-1-2 du code de l'environnement et établissant les prescriptions du Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs

⁹ Une installation de traitement par fusion de matériaux métalliques TFA, à des fins de valorisation, est également en projet par EDF et Orano.

¹⁰ Cette approche, au-delà de réduire les volumes de TFA à stocker permet également de libérer des matières premières. La valorisation des déchets métalliques TFA est ainsi également traitée dans la section [Economie des ressources](#)

Etude comparative de l'incinération des déchets TFA et du stockage direct au Cires, ANDRA 2018

En application de l'article 25 de l'arrêté du 23 février 2017¹¹, l'ANDRA a évalué l'intérêt, au plan de la santé des personnes, de la sécurité, et de l'environnement, de rediriger vers l'installation CENTRACO (incinération) les déchets TFA incinérables destinés au stockage direct.

Selon cette étude, en matière de sécurité et de dosimétrie, les centres de stockage de l'ANDRA, aussi bien que l'incinérateur de CENTRACO, offrent des bilans globalement satisfaisants et au-delà des écarts ponctuels illustrés par l'analyse multicritères, il n'y a pas de justification à opérer cette réorientation dans le seul but de rechercher une amélioration dans ce domaine.

Il en va de même au plan de la santé des populations. Le Cires, le CSA, et CENTRACO mettent en œuvre les meilleures techniques disponibles de réduction des émissions et, de fait, celles-ci restent très inférieures à leur autorisation de rejets.

Enfin, la comparaison des bilans environnementaux ne livre pas non plus de conclusion forte. Le bilan de la filière incinération fait apparaître une consommation d'eau et des rejets atmosphériques plus élevés. De plus, ces émissions ne sont pas compensées par une valorisation énergétique ou un recyclage des résidus d'incinération. En contrepartie, les principaux intérêts de l'incinération sont de réduire le volume de déchets ultimes envoyés en stockage, et d'améliorer la forme physico-chimique des déchets à stocker. Quant à l'option stockage, elle présente un résultat inverse : des émissions plus faibles, mais une consommation de la ressource stockage plus importante. Ainsi, l'analyse multicritères (techniques, environnementaux, sanitaires et de sécurité) montre que la solution stockage pour les déchets TFA est dans une faible mesure plus favorable que l'incinération. Dans les faits, quel que soit le scénario, les émissions réelles associées aux installations restent très inférieures à leur autorisation de rejets ([Etude comparative de l'incinération des déchets TFA et du stockage direct au Cires, ANDRA 2018](#)).

Les volumes de déchets FA-VL et MA-VL de démantèlement

Aux déchets TFA et FMA-VC s'ajoutent des déchets de faible activité à vie longue (FA-VL), notamment les déchets de graphite provenant de la filière française de réacteurs de première génération dite « uranium naturel graphite gaz » (UNGG) et des déchets de moyenne activité à vie longue (MA-VL) en faible quantité (il s'agit principalement de déchets activés, dont des pièces métalliques situées au cœur des réacteurs). (Inventaire National des Matières et Déchets Radioactifs, ANDRA, 2018)

Récapitulatif sur les volumes de déchets de démantèlement

Les graphiques ci-dessous présentent les quantités prévisionnelles de déchets à fin 2040 pour le scénario SR1 en fonction des catégories en distinguant les stocks de déchets produits à fin 2016, les prévisions de déchets issus du démantèlement et les prévisions de déchets issus du fonctionnement des installations. Nous constatons que les déchets issus du démantèlement concernent pour près de 98 % des déchets de très faible à faible et moyenne activité à vie courte, laissant une part marginale aux déchets à haute activité ou aux déchets à vie longue.

¹¹ Arrêté du 23 février 2017 pris en application du décret n° 2017-231 du 23 février 2017 pris pour application de l'article L. 542-1-2 du code de l'environnement et établissant les prescriptions du Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs

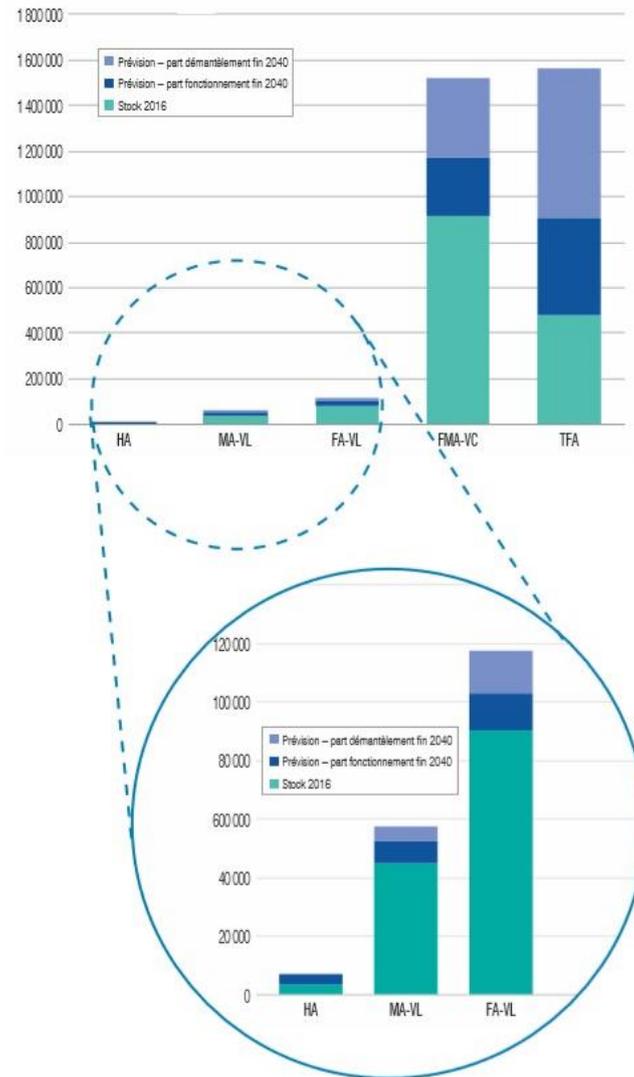


Figure 6 : Prévisions des quantités de déchets à fin 2040 pour le scénario sr1

Source : Inventaire National des Matières et Déchets Radioactifs, ANDRA, 2018

Le graphique ci-après présente la répartition entre les différentes catégories des déchets de démantèlement produits entre 2017 et 2040. La majorité des déchets radioactifs issus des opérations de démantèlement est de catégorie TFA, et dans une moindre mesure de catégorie FMA-VC. Dans certains cas particuliers et en fonction de la nature de l'installation, ils peuvent également relever de la catégorie MA-VL. Le démantèlement des réacteurs UNGG produira également des déchets FA-VL.

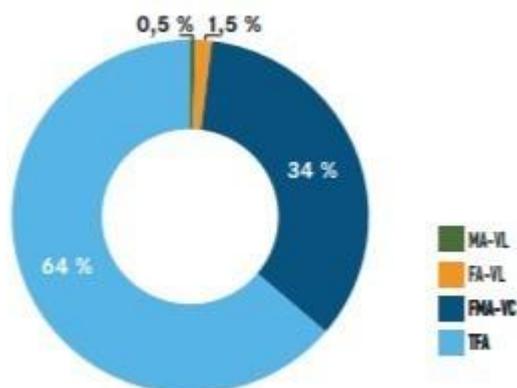


Figure 7 : production de déchets de démantèlement de début 2017 à fin 2040

Source : Inventaire National des Matières et Déchets Radioactifs, ANDRA, 2018

La carte ci-dessous présente les installations définitivement à l'arrêt ou en cours de démantèlement.

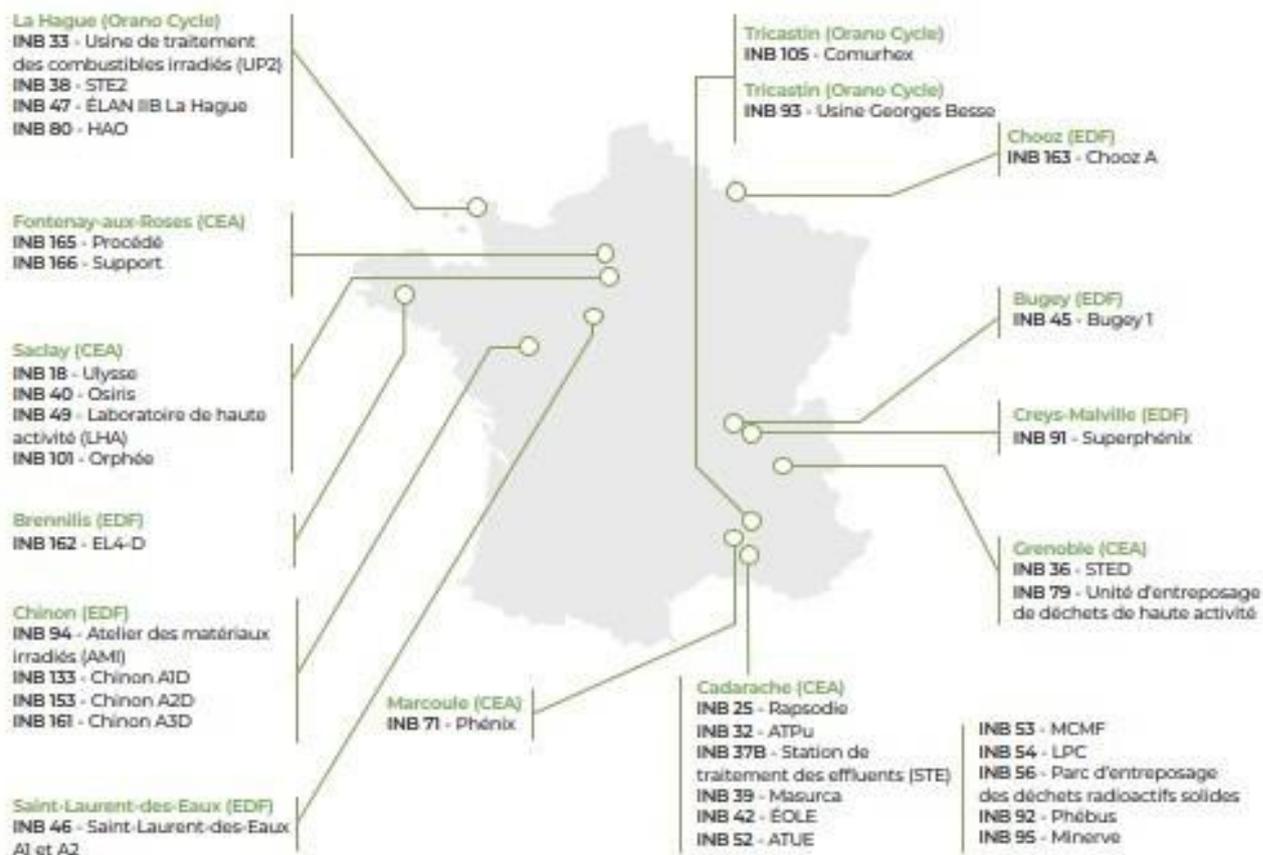


Figure 8 : Les installations à l'arrêt définitif ou en cours de démantèlement en janvier 2019

Source : site ASN (asn.fr)

La gestion des déchets radioactifs

Une forte augmentation des quantités de déchets à gérer est à prévoir dans les prochaines années

Suite à la prescription du PNGMDR 2016-18 (article 2 de l'arrêté du 23 février 2017) et afin d'intégrer les scénarios industriels de référence compatibles avec les objectifs de la LTECV, la gestion des déchets radioactifs doit être anticipée. C'est pourquoi l'ANDRA réalise des inventaires prospectifs, selon quatre scénarios contrastés d'évolution de la politique énergétique actuelle : trois scénarios prévoyant un renouvellement du parc électronucléaire français et un scénario de non-renouvellement.

Les quantités de déchets radioactifs et matières requalifiées en déchets sont estimées à terminaison pour chacun des scénarios sur la base des informations fournies par leurs détenteurs, en étudiant différents scénarii et en anticipant la mise en place de nouvelles modalités de gestion (nouveaux sites de stockage, augmentation des besoins de transports, compétences et moyens humains, etc.).

Le scénario de non-renouvellement du parc actuel suppose l'arrêt de la production électronucléaire. Les trois scénarios de renouvellement prennent différentes hypothèses concernant la durée de fonctionnement des réacteurs actuels ainsi que sur le type de nouveau réacteur déployé (EPR™/RNR ou EPR™ seuls).

L'édition 2018 de l'Inventaire National des Matières et Déchets Radioactifs présente ainsi quatre scénarios dont les estimations de volumes de déchets radioactifs à terminaisons sont synthétisées dans le tableau ci-dessous :

- SR1 : Le premier scénario repose sur le renouvellement du parc électronucléaire par des EPR puis RNR, par la poursuite de la production nucléaire et de la stratégie actuelle de gestion des déchets en prenant

pour hypothèses une durée de fonctionnement des centrales entre 50 et 60 ans (dans ce cadre, la totalité des combustibles usés sont retraités à terme).

- ▶ SR2 : Comme le scénario SR1, SR2 repose sur la poursuite de la production d'électricité d'origine nucléaire avec le déploiement de réacteurs EPR™ puis RNR et le maintien de la stratégie actuelle en matière de retraitement de combustibles usés, en prenant toutefois en compte une durée de fonctionnement uniforme des réacteurs de 50 ans.
- ▶ SR3 : Le scénario SR3 repose sur la poursuite de la production d'électricité d'origine nucléaire avec le déploiement de réacteurs EPR™ uniquement.
- ▶ SR4 : Le scénario SR4 se base sur les hypothèses suivantes ;
 - L'arrêt de la production électronucléaire ;
 - Une durée de fonctionnement des 58 réacteurs REP de 40 ans et de 60 ans pour l'EPR™ de Flamanville ;

Un arrêt anticipé du retraitement des combustibles usés UNE afin de ne pas détenir de plutonium séparé. Les combustibles MOX et URE usés ne sont pas retraités.

Tableau 2 : Estimation des volumes de déchets radioactifs à terminaison en cas de poursuite de la production nucléaire (SR1)

Déchets radioactifs à terminaison, en m³				
	SR1	SR2	SR3	SR4
HA	12 000	10 000	9 400	4 200
MA-VL	72 000	72 000	70 000	61 000
FA-VL	190 000	190 000	190 000	190 000
FMA-VC	2 000 000	1 900 000	2 000 000	1 800 000
TFA	2 300 000	2 200 000	2 300 000	2 100 000
Total	4,5 Mm ³	4,4 Mm ³	4,5 Mm ³	4,2Mm ³

Source : Inventaire National des Matières et Déchets Radioactifs, ANDRA, 2018

Le volume total des déchets est estimé pour les quatre scénarios présentés à environ 4,5 millions de m³, soit un triplement du volume par rapport à la situation actuelle dans les tous les cas. L'enjeu est donc de s'assurer des capacités de traitement et de stockage de ces déchets.

Conditionnement et traitement des déchets radioactifs de faible, moyenne et très faible activité

Avant stockage ou entreposage de déchets radioactifs FMA-VC et TFA, des opérations de traitement, de conditionnement et de transport sont aussi nécessaires : incinération, conditionnement en colis définitifs, etc.

L'incinération permet de traiter uniquement les déchets FA-VC et TFA dont les caractéristiques physico-chimiques empêchent le conditionnement immédiat.

Le conditionnement des déchets est une étape obligatoire avant entreposage comme avant stockage, l'objectif prioritaire étant d'assurer un confinement des substances radioactives et ainsi d'assurer la protection des populations et de l'environnement (voir la partie sur l'exposition des populations aux risques et santé humaine). Cependant, ce conditionnement consiste en une série d'opération « d'enrobage » du déchet avec différentes couches de matières (terre, verre, béton) et le colis final représente souvent un volume bien plus important que le déchet « primaire » en lui-même.

Les activités d'incinération des déchets se concentrent principalement à Centraco. Cependant, d'autres centres compactent, traitent et conditionnent les déchets comme le CEA de Cadarache.

Centraco peut par exemple traiter jusqu'à 8 500 tonnes de déchets radioactifs par an, exclusivement des déchets TFA et FA-VC. L'incinération concerne des déchets aussi bien solides que liquides et le four de Centraco dispose d'une autorisation pour traiter 5 000 tonnes de déchets par an. La fusion concerne des déchets métalliques avec une autorisation de traitement de 3 500 tonnes par an pour le four de Centraco. (Rapport d'information 2018 Centraco, Socodei, 2017)

L'entreposage, une solution de gestion temporaire des déchets radioactifs

Le code de l'environnement définit l'entreposage comme « l'opération consistant à placer ces substances à titre temporaire dans une installation spécialement aménagée en surface ou en faible profondeur à cet effet, avec intention de les retirer ultérieurement. » (Article L542-1-1). En effet, l'entreposage a plusieurs fonctions, principalement :

- ▶ Assurer des opérations logistiques entre le moment de production du déchet et sa prise en charge dans la filière de stockage adaptée quand elle existe ;
- ▶ Offrir une solution de gestion temporaire aux déchets dont les filières de gestion sont identifiées mais encore à l'étude (déchets HA/MA-VL...) ;
- ▶ Attendre l'identification et l'ouverture des filières de gestion pour les déchets qui n'en disposent pas encore (déchets sans filières) bien que ces derniers ne représentent aujourd'hui qu'une part minime de l'ensemble des déchets.

Au 31 décembre 2019, 76 % des déchets radioactifs produits (hors déchets ayant fait l'objet de modes de gestion historiques) sont définitivement stockés selon l'Inventaire National 2021, mais les quantités de déchets entreposés pourraient augmenter dans les prochaines décennies si les volumes de production de déchets sont supérieurs aux capacités de stockage et si les nouvelles filières de gestion ne sont pas identifiées, étudiées et mises en œuvre. Le PNGMDR 2016-2018 a eu des effets positifs relativement à la mise en œuvre de nouvelles filières en recommandant des études sur les nouvelles filières de gestion et en élaborant des recommandations sur les pratiques à mettre en place par les exploitants.

L'entreposage permet de gérer temporairement les déchets identifiés comme étant sans filières. Ces déchets, qui n'ont pas encore de filière de stockage soit parce qu'elle n'est pas identifiée, soit parce qu'elle est encore à l'étude, sont les plus dangereux pour l'environnement et les populations, principalement les déchets HA et MA-VL. En attendant la solution de gestion définitive à mettre en œuvre pour ces derniers, ils nécessitent des capacités d'entreposage adaptées aux risques qu'ils représentent.

Pour ce faire, les installations d'entreposage répondent à des standards élevés en matière de sûreté. Tout d'abord, le conditionnement en colis des déchets est un préalable même à l'entreposage. Ensuite, les installations sont conçues pour résister à des catastrophes naturelles ou technologiques (telles que des séismes, des tempêtes...). Enfin, une surveillance et un contrôle régulier sont assurés sur les colis et leur environnement.

Le stockage des déchets par l'ANDRA

Stockage des déchets en France et bilan actuel

Le stockage des déchets radioactifs est défini à l'article L. 542-1-1 du Code de l'environnement comme « l'opération consistant à placer ces substances dans une installation spécialement aménagée pour les conserver de façon potentiellement définitive dans le respect des principes énoncés à l'article L. 542-1, sans intention de les retirer ultérieurement. »

Les volumes de déchets recensés en France correspondent aux déchets conditionnés, pour lesquels aucun traitement complémentaire n'est envisagé par les producteurs avant que ces derniers ne soient stockés, ainsi qu'aux déchets non conditionnés ou préconditionnés.

A la fin de l'année de 2019, en France, ce sont 1,67 millions de m³ de déchets produits dont 1,27 millions de m³ stockés sur sites toutes sources confondues soit une augmentation d'environ 30 000 m³ par rapport à 2017. Cet écart s'explique par :

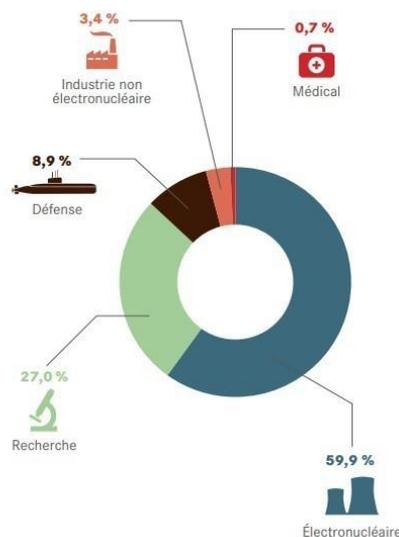
- ▶ la production courante de déchets pour toutes les catégories ;
- ▶ la préconisation du groupe de travail sur les déchets sans filière de ne plus déclarer les déchets contenant du mercure métallique et les déchets mercuriels dans la catégorie DSF, orientés principalement vers la catégorie TFA.

Le tableau ci-dessous présente les volumes de déchets déjà stockés par les centres de l'ANDRA ainsi que les capacités de stockage existantes.

Tableau 3 : Bilan et évolution des volumes de déchets déjà stockés ou destinés à être pris en charge par l'ANDRA (m³) à fin 2019

Catégorie de déchets (m ³)	Sur sites producteurs / détenteurs	Stockés dans les centres de l'ANDRA	Capacité des stockages existants
HA	4 090	0	0
MA-VL	42 700	0	0
FA-VL	93 600	0	0
FMA-VC	89 000	872 000	1 530 000
TFA	174 000	396 000	650 000
DSF	620	-	0
Total	404 000	1 270 000	2 180 000

Figure 9 : répartition par secteur économique du volume de déchets (en équivalent conditionnés) déjà stockés ou destinés à être pris en charge par l'ANDRA à fin 2019 (en %)



Source : les Essentiels de l'Inventaire National des Matières et Déchets Radioactifs 2021, ANDRA

Perspective de la filière et réponse aux besoins futurs de stockage

Sur le long terme, l'objectif est d'assurer le stockage pérenne de l'ensemble des déchets radioactifs ultimes

Bilan des capacités de stockage actuelles pour répondre aux besoins futurs

Les articles R. 1333-2 et R. 1333-3 du Code de Santé Publique réduisant considérablement les possibilités de réutilisation des déchets radioactifs traités ou recyclés, l'immense majorité des déchets radioactifs est aujourd'hui destinée à être stockés dans une filière de gestion dédiée. Il existe aujourd'hui trois centres de stockage dont un pour les déchets TFA (CIREs) d'une part et deux pour les déchets FMA-VC (un en activité CSA et le CSM en phase de démantèlement) d'autre part, auxquels s'ajoutent deux projets de stockage : pour les déchets FA-VL et les déchets HA-MAVL.



Figure 10 : Localisation des centres de stockage de déchets radioactifs,

Source : Dossier du maître d'ouvrage pour le débat public sur le plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs, 2019.

Le centre de stockage du Cires est destiné à accueillir des déchets TFA avec un volume total autorisé de 650 000 m³. A fin 2019, 61,0 %¹² de cette capacité totale de stockage autorisée étaient atteints. Le centre de stockage de la Manche destiné aux déchets FMA-VC permet de stocker 527 000 m³ de déchets et est désormais en phase de démantèlement. Un autre centre de stockage des déchets FMA-VC est en exploitation depuis 1992 par l'ANDRA dans l'Aube pour accueillir jusqu'à un million de m³ de ces déchets et fin 2019, le centre avait atteint environ 34,5 % de ses capacités (voir figure 7).¹³

¹² Le Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage (Cires). Accès : <https://aube.ANDRA.fr/>

¹³ Le Centre de stockage de l'Aube (CSA). Accès : <https://aube.ANDRA.fr/>

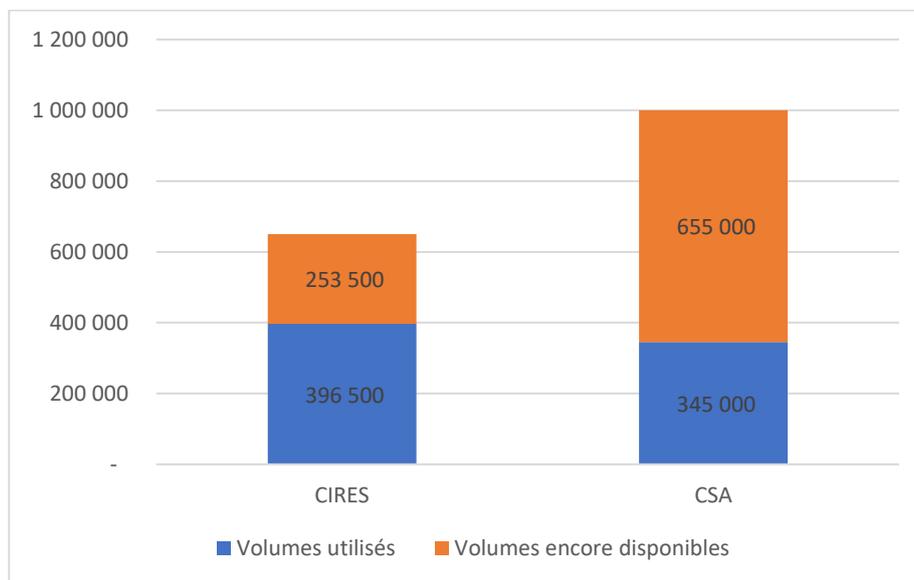


Figure 11 : Taux de remplissage du CSA et du Cirès (en m³)

Source : Rapport 2019 du Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage (Cires), Rapport 2019 du Centre de Stockage de l'Aube (CSA), ANDRA

L'espace de stockage est donc une ressource à la fois recherchée et rare, que le PNGMDR cherche à économiser en préconisant la limitation de production des déchets à la source, ainsi qu'en optimisant l'utilisation des capacités existantes (densification), en diversifiant les solutions de stockage (développement d'un second centre de type Cires, installations de stockages décentralisés). Les efforts visant à optimiser les volumes de stockage permettent d'envisager que le CSA voit sa durée d'exploitation allongée, les flux de déchets étant, de moitié, inférieurs à ceux prévus au moment de la conception du centre.

Cette pression sur les espaces de stockage est d'autant plus visible lorsqu'il s'agit des déchets qui ne disposent pas encore de centres dédiés ouverts (tritiés, petits producteurs, HA/MA-VL, FA-VL). La filière de référence pour les déchets HA/MA-VL est le stockage réversible en couche géologique profonde, à l'étude dans le cadre du projet Cigéo. Si aucune autre filière à l'étude (stockage sous couverture remaniée ou sous couverture intacte) pour le stockage des déchets FA-VL n'est ouverte, l'inventaire du projet Cigéo prévoit l'accueil des colis de déchets de ce type également. Pour le moment ces déchets sont entreposés ou dans l'attente d'une filière d'entreposage, les stocker est donc une nécessité pour assurer une gestion sûre à long terme. L'amélioration des techniques disponibles peut apporter une partie de la solution en permettant de réduire les besoins en espace de stockage tout en sécurisant davantage le conditionnement et en assurant une réversibilité qui permette de revenir sur ces décisions dans le futur si cela s'avérait nécessaire ou pertinent.

Enjeu : la gestion des déchets HA, MA-VL et FA-VL pour lesquels des filières sont encore en projet

Les filières à mettre en place concernent les déchets qui sont a priori à la fois les plus dangereux pour l'environnement et les populations et les plus compliqués à gérer sur le long terme (du fait de leur durée de vie). En l'attente de la construction de centres de stockage spécifiques, ces déchets sont temporairement entreposés sur site.

Gestion des situations historiques et issues de l'exploitation minière, une source d'enjeux particuliers

Les déchets issus des situations historiques

Certains déchets radioactifs ont pu, par le passé, faire l'objet de modalités de gestion qui ont depuis évolué. Les lieux (à l'exclusion des lieux de stockage de résidus et stériles miniers) où ont été stockés avant 2000 des déchets

radioactifs qui ne sont pas sous la responsabilité de l'Andra et pour lesquels les producteurs ou détenteurs n'envisageaient pas lors de leur dépôt une gestion dans les filières externes existantes ou en projet dédiées à la gestion des déchets radioactifs, sont qualifiés de « stockages historiques » (article D542-83 du code de l'environnement). Il s'agit notamment :

- ▶ de treize installations de stockage de déchets conventionnels ayant reçu des déchets TFA provenant de l'industrie conventionnelle ou nucléaire ;
- ▶ de déchets stockés à proximité ou au sein des périmètres d'installations nucléaires de base civiles ou secrètes ou de sites et installations nucléaires d'expérimentations intéressant la défense (SIENID) : les stockages de déchets situés au sein ou à proximité d'installations nucléaires ont pu recevoir régulièrement ou occasionnellement des déchets comportant, pour la plupart, une radioactivité ajoutée de l'ordre de quelques becquerels par gramme. Au total, une douzaine de stockages historiques est à ce jour recensée.
- ▶ de dépôts de déchets à radioactivité naturelle élevée appelés « SRON » c'est-à-dire substance radioactive d'origine naturelle. Il s'agit de déchets générés par la transformation de matières premières contenant naturellement des radionucléides mais qui ne sont pas utilisées pour leurs propriétés radioactives) qui ne relèvent pas de la réglementation des installations classées. Il s'agit notamment de déchets de phosphogypses provenant de la production d'engrais, de résidus provenant de la production d'alumine, de cendres de charbon issues des centrales thermiques et de résidus provenant des activités de production de terres rares à partir de monazite.

Plusieurs rapports d'investigation sur les stockages historiques, produits par le CEA, EDF et Orano¹⁴, ont été remis en décembre 2017 dans le cadre du PNGMDR 2016-2018, dans l'objectif de finaliser le recensement des stockages historiques et d'identifier les modes de gestion des stockages historiques. Les exploitants confirment l'absence de nouveaux stockages historiques qui n'auraient pas été mentionnés dans les déclarations de l'ANDRA. Pour l'instant, les analyses faites par les exploitants comparent uniquement deux scénarios extrêmes, sans prendre en compte des voies médianes. Ces analyses les conduisent à privilégier généralement le mode de gestion in situ. Le PNGMDR 2021-2025 propose d'appliquer une analyse multicritères à la gestion des stockages des déchets historiques. Les exploitants devront ensuite proposer un plan de gestion sur le long terme intégrant le meilleur scénario au regard de cette analyse.

Les résidus de traitement miniers et des stériles

En France, les mines d'uranium ont été exploitées entre 1948 et 2001. Les activités d'exploration, d'extraction et de traitement ont concerné environ 250 sites répartis sur 27 départements français. Le traitement des minerais a été effectué dans huit usines. L'exploration et l'exploitation des mines d'uranium ont généré :

- ▶ des « stériles miniers » constitués des roches excavées pour accéder aux minéralisations économiques : La quantité des stériles miniers extraits est évaluée à environ 170 millions de tonnes.
- ▶ des « résidus de traitement » constitués des produits restant après extraction par traitement de l'uranium. Il s'agit de résidus à vie longue ayant un niveau d'activité comparable à celui des TFA (50Mt de résidus stockés sous couverture sur 17 sites dont l'accès est interdit au public). Sur une partie de ces sites, des déchets très faiblement actifs, liés à l'usage ou au démantèlement d'installations (de traitement des minerais ou de l'amont du « cycle » du combustible) ont également été stockés sur place.

Les études remises dans le cadre des éditions successives du PNGMDR ont permis :

- ▶ d'apporter des éléments concernant la modélisation de l'impact des stockages de résidus miniers ;
- ▶ d'améliorer la connaissance des phénomènes de transport de l'uranium des verses à stériles vers l'environnement ;
- ▶ d'améliorer la connaissance des mécanismes régissant la mobilité de l'uranium et du radium au sein des résidus miniers uranifères.

Les RTCU historiques : les déchets générés par la conversion de l'uranium naturel

Les résidus de traitement de conversion de l'uranium (RTCU) de l'usine d'Orano de Malvési sont en partie des déchets historiques. La recherche d'une filière sûre de gestion à long terme sur le site de Malvési est en cours pour les RTCU historiques du fait de leurs spécificités (volumes importants, etc.). 282 000 m³ de RTCU historiques ont été recensés à la fin 2017.

¹⁴ Rapport d'investigation sur les stockages historiques Orano, EDF, CEA, 2017

Les déchets RTCU produits après 2019, ne sont plus considérés comme assimilables aux RTCU historiques et doivent, après traitement et conditionnement, être intégrés aux filières de gestion TFA et FA-VL. Les situations historiques et issues de l'exploitation minière concernent généralement déchets à faible ou très faible activité, traités selon les normes de l'époque, pour lesquels il convient aujourd'hui :

1. D'identifier et recenser les sites concernés alors que la mémoire n'en a pas toujours été bien conservée ;
2. De surveiller l'environnement et prévenir les possibilités de dissémination des substances radioactives ;
3. De déterminer un mode de gestion dédié adapté à savoir :
 - ▶ D'arbitrer entre les risques pour la santé et l'environnement d'une poursuite de la gestion sur site permettant d'économiser les espaces de stockage et la difficulté à mettre en place des opérations de retraitement d'une ampleur significative ;
 - ▶ D'envisager la réhabilitation ou le réaménagement des anciens sites miniers et des sites industriels abandonnés ou reconvertis.

Synthèse des éléments de contexte

La gestion des matières et déchets radioactifs fait l'objet d'un cadre législatif et réglementaire spécifiques, différent des déchets relevant des filières conventionnelles (c'est-à-dire non radioactifs). En France, des filières de gestion ont été mises en place ou sont à l'étude, permettant de gérer de manière différenciée les déchets radioactifs selon leur niveau d'activité et leur durée de vie, qu'ils soient produits par les différents secteurs concernés (production électronucléaire, défense, recherche, médecine et industrie). Avant d'être mis en stockage à long terme, ces déchets sont conditionnés et traités si besoin ou si possible, tant pour permettre un stockage dans de bonnes conditions que pour réduire les quantités de déchets à stocker. Dans l'attente d'un transport vers un site de stockage existant, de la création d'un site de stockage ou même de l'identification d'une filière de gestion, des déchets sont entreposés temporairement sur site. De la même manière, des matières radioactives pour lesquelles une utilisation future est prévue (dans le secteur électronucléaire notamment) sont entreposées sur site en attente d'utilisation.

La gestion des déchets radioactifs se veut centralisée, afin de garantir une sûreté maximale pour les populations en gérant un nombre restreint de sites de stockage. Toutefois, en l'attente de la création de nouvelles filières ou de prise en charge dans les filières existantes, une quantité importante de déchets est entreposée temporairement sur un nombre relativement important de sites en France. Une situation similaire s'observe pour les matières, en attente d'utilisation.

Sources

- ▶ Code de l'environnement, Code de la santé publique
- ▶ Ressources numériques de l'ASN : asn.fr
- ▶ Rapport d'investigation sur les stockages historiques Orano, 2017
- ▶ Rapport d'information 2018 Centraco, Socodei, 2018
- ▶ Inventaire National des Matières et Déchets Radioactifs, ANDRA, 2018
- ▶ Orano La Hague, Dossier de presse 2018 et Rapport d'information du site Orano La Hague, Orano, 2018
- ▶ Etude de faisabilité technico-économique de la fusion de déchets métalliques TFA en vue de leur densification, EDF, Orano, Socodei, 2018 (*commande du PNGMDR 2016-2018*)
- ▶ Etude comparative de l'incinération des déchets TFA et du stockage direct au Cires, ANDRA, 2018
- ▶ Etat de l'Environnement Edition 2019, Ministère de la Transition Ecologique, 2019
- ▶ Dossier du maître d'ouvrage pour le débat public sur le PNGMDR, ASN et DGEC, 2019
- ▶ Essentiels 2021 de l'Inventaire National des Matières et Déchets Radioactifs, ANDRA, 2021

Exposition aux risques et santé humaine

Les paragraphes suivants présentent les principaux risques naturels et technologiques pouvant impacter le bon fonctionnement des installations nucléaires, source d'accidents et de risque d'exposition pour les territoires et populations environnantes.

Les principaux risques naturels et technologiques en France métropolitaine

Deux tiers des communes du territoire métropolitain sont exposés à un risque naturel au moins

Les principaux risques naturels en métropole sont les inondations, les submersions marines, les tempêtes et cyclones, l'érosion côtière, les séismes, les mouvements de terrain et les feux de forêt.

Les inondations sont avec les tempêtes les deux risques d'origine naturelle les plus importants (Etat de l'environnement en France édition 2019, Ministère de la Transition Ecologique, 2019), tant en fréquence qu'en gravité :

- ▶ Entre 1982 et 2015, quatre cinquièmes des communes françaises ont été reconnues en état de catastrophe naturelle au moins une fois soit 108 900 reconnaissances au total. Les inondations comptent pour environ trois quarts de ces états, et les sécheresses pour un cinquième.
- ▶ On note une nette augmentation des inondations qualifiées de catastrophes naturelles ces dernières années avec un pic historique de 11 inondations en 2013 sur le territoire national.
- ▶ Avec un coût total s'élevant à 33 Md€, pour la période 1990-2017, les inondations captent 55 % des montants de couverture, et la sécheresse 33 %.

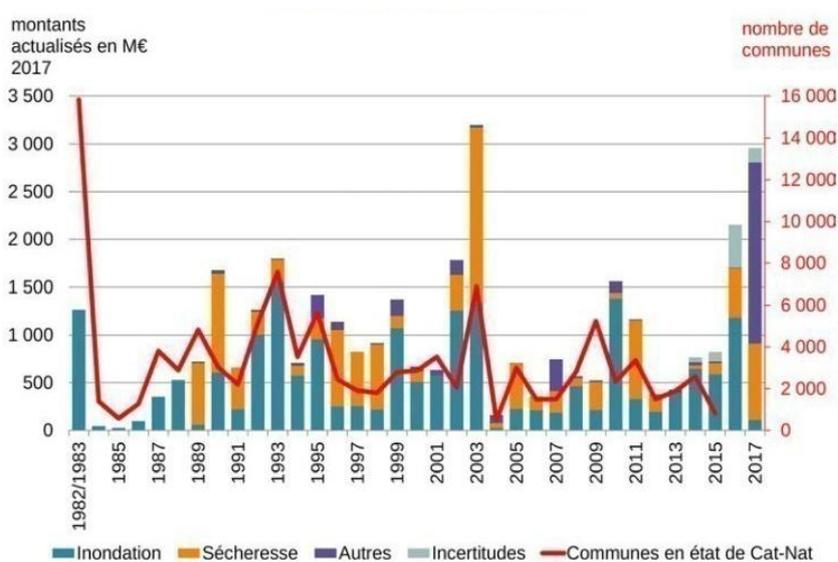


Figure 12 : Evolution du montant des indemnités versées au titre de catastrophes naturelles (M€)

Source : Etat de l'environnement Edition 2019, Ministère de la Transition Ecologique, 2019

Plus de 20 000 communes sont exposées aux risques d'inondation, soit environ 11 % de la population selon une estimation de 2009. De plus, le territoire littoral, est concerné par la submersion marine et l'érosion côtière, dans un contexte d'implantation humaine et d'artificialisation des sols en augmentation constante. Les quatre départements les plus exposés en nombre de personnes sont le Rhône, l'Isère, les Hauts-de-Seine et les Alpes-Maritimes (plus de 300 000 personnes en zone inondable dans chacun de ces départements).

Bien que les phénomènes de séisme soient relativement rares en France, certaines installations du réseau nucléaire français peuvent se trouver à proximité de régions présentant un risque potentiel (notamment les chaînes montagneuses) comme les centrales de Bugey, Saint-Alban ou Tricastin. Ainsi le risque sismique a été

systématiquement intégré afin de garantir la sûreté des installations nucléaires, dès la conception des centrales. Il est réévalué régulièrement (IRSN, 2020)¹⁵.

Des risques technologiques surveillés et relativement maîtrisés en France métropolitaine

Depuis 1992, le Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industriels (BARPI) recueille et analyse les informations sur les accidents technologiques. La base de données ARIA (Analyse Recherche et Informations sur les Accidents) recense plus de 51 400 accidents entre 1992 et 2018.

Le BARPI a recensé 1 800 accidents technologiques, survenus en France en 2018 dans les installations classées pour l'environnement (ICPE), les ouvrages hydrauliques, les appareils à pression, le transport de matières dangereuses et le transport et l'utilisation du gaz.

Une augmentation des événements naturels et technologiques (NaTech)

Les aléas naturels peuvent être à l'origine d'accidents technologiques : cet aspect a particulièrement été pris en compte en France, notamment suite à l'accident de Fukushima, afin de prévenir ces événements dits « NaTech » (contraction de « naturel » et « technologique », accidents résultant de l'impact d'une catastrophe naturelle sur une installation industrielle).

Pour les installations industrielles hors INB, exposées aux aléas naturels (inondation, submersion marine, séisme, températures extrêmes, mouvement de terrain, tempête, foudre, incendies) des mesures de prévention et de protection doivent être mises en place pour éviter que ces aléas ne déclenchent un accident industriel majeur. Des phénomènes naturels (pluie-inondation, foudre, forte chaleur et froid intense) ont impacté 107 sites industriels (classés ou susceptibles de l'être) en France courant 2018. Ce chiffre représente près de 9 % des événements recensés dans la base ARIA, sur ce même périmètre et cette même année. (BARPI, 2018)

Depuis 2010, le nombre d'événements météorologiques impactant des usines est par ailleurs en constante évolution, soulignant dans une certaine mesure, l'augmentation et l'intensité de ces phénomènes.

Ces données sont cohérentes avec celles publiées par Météo France (Bilan climatique de l'année 2018) qui relève en 2018 pour le territoire national :

- ▶ une augmentation des températures par rapport aux moyennes annuelles ;
- ▶ un temps particulièrement agité en début d'année avec le passage de 5 tempêtes et des inondations remarquables dans le quart nord-est de la métropole (région Bourgogne-Franche-Comté) ;
- ▶ inversement, ces mêmes régions ont subi une sécheresse record au cours de l'automne ;
- ▶ des situations météorologiques propices à la chaleur depuis la fin du printemps ;
- ▶ de violents épisodes méditerranéens accompagnés de pluies intenses et de crues, notamment dans l'Aude.

Le phénomène de dérèglement climatique pourrait renforcer les risques d'accident NaTech (voir section dédiée à [l'adaptation au changement climatique](#)).

Méthodologie et critères envisageables pour apprécier la nocivité des matières et déchets radioactifs

Dans le cadre de la quatrième édition du PNGMDR (2016-2018), la question de la notion de nocivité des déchets et matières radioactives a été identifiée comme un sujet insuffisamment traité jusqu'alors, entraînant la réalisation d'une étude complémentaire commandée à l'IRSN.

Remise en 2018, cette étude développe une méthodologie de mesure de la nocivité des matières et déchets radioactifs, en établissant un jeu d'indicateurs portant sur la nocivité chimique et radiologique, humaine et environnementale. Le jeu d'indicateur permet ainsi de quantifier la nocivité des matières et déchets sur les différentes composantes, d'en déterminer des seuils théoriques de sécurité, et d'identifier sur quel indicateur la nocivité est la plus forte. La méthodologie d'évaluation est appliquée dans quatre situations types d'exposition :

- ▶ Axe 1 : exposition régulière et prolongée d'un individu du fait de la présence d'un colis dans un local
- ▶ Axe 2 : exposition accidentelle d'un individu du fait de la dispersion des substances contenues dans un colis

¹⁵ Risque sismique et installations nucléaires : La prise en compte du risque sismique pour les sites des installations nucléaires IRSN, 2020, disponible sur : https://www.irsn.fr/FR/connaissances/Installations_nucleaires/La_surete_Nucleaire/risque_sismique_installations_nucleaires/Pages/sommaire.aspx#.XnpQyPZFy3A

- ▶ Axe 3 : exposition prolongée d'une population résultant de la dispersion dans l'environnement des substances contenues dans un colis
- ▶ Axe 4 : exposition prolongée d'un écosystème résultant de la dispersion dans l'environnement des substances contenues dans un colis

Le risque d'accidents nucléaires et d'exposition

Les activités et sources d'accidents nucléaires en France

Les installations nucléaires (INB et INBS) réparties sur l'ensemble du territoire métropolitain

Le pays abrite 145 installations et activités nucléaires : réacteurs nucléaires, centres de stockage et de traitement des déchets, installations qualifiées de « nucléaire de proximité »¹⁶ ainsi que certaines ICPE (Installations Classées pour la Protection de l'Environnement).

Une Installation Nucléaire de Base (INB) est une installation soumise, par sa nature ou en raison de la quantité importante ou de l'activité élevée des substances radioactives qu'elle détient ou utilise, à un régime spécifique prévu au titre IX du livre V du Code de l'environnement (régime « INB »).

Fin 2019, la France comptait 124 INB de différentes natures, réparties sur une quarantaine de sites, comme précisé par la carte ci-contre.¹⁷ A celles-ci s'ajoutent 19 installations nucléaires de base intéressant la défense nationale (INBS ou Installation Nucléaire de Base Secrète) qui comportent les mêmes risques que les INB civiles mais dont les localisations sont tenues confidentielles.

Transports des substances radioactives

En France, le transport de matières et déchets radioactifs ne représentent que 6 % des colis de matières dangereuses, soit environ 980 000 colis occasionnant 770 000 transports chaque année (ASN). Près de 90 % de ces transports se font exclusivement par la route, les 10 % restant combinant un autre mode de transport complémentaire (mer ou chemin de fer principalement).

Selon l'ASN, les risques potentiels du transport de substances radioactives sont :

- ▶ L'irradiation externe des personnes en cas de détérioration du colis ;
- ▶ L'inhalation ou l'ingestion de particules radioactives par des personnes en cas de relâchement de substances radioactives ;
- ▶ La contamination de l'environnement ;
- ▶ Le démarrage d'une réaction nucléaire en chaîne non contrôlée.

Il convient donc de s'assurer que les emballages des substances radioactives (déchets ou matières) garantissent le confinement des radioéléments. En fonction de l'enjeu de sûreté représenté par le colis, l'ASN autorise son transport dans un conditionnement adapté.

- ▶ Les colis de types excepté, industriel ou A, représentant respectivement 58 %, 8 % et 32 % des colis transportés, sont ceux qui présentent des enjeux de sûreté faibles ou limités.
- ▶ Les colis de type B, d'hexafluorure d'uranium et les colis fissiles sont ceux qui présentent des enjeux forts et sont soumis à l'agrément de l'ASN. Ils correspondent à 2 % des colis transportés.

¹⁶ Le nucléaire de proximité regroupe les appareils électriques générateurs de rayonnements ionisants et les installations utilisant ou manipulant des sources radioactives. Ces sources et appareils sont utilisés à des fins médicales, industrielles, de recherche et d'enseignement.

¹⁷ L'arrêt et le démantèlement des installations nucléaires, Cour des Comptes, 2020

Etat des accidents des installations nucléaires de bases (INB) en France

Un nombre restreint d'événements significatifs

En France, le contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection des activités nucléaires civiles est assuré par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), autorité administrative indépendante, en relation avec le Parlement et d'autres acteurs de l'État, au sein du Gouvernement et des préfectures.¹⁸

Ainsi, les événements significatifs, définis comme tout événement susceptible de porter atteinte à la santé des personnes selon l'article L. 1333-1 du code de la santé publique, doivent obligatoirement être déclarés à l'ASN, ainsi que le prévoient l'arrêté du 7 février 2012 (article 2.6.4), le code de la santé publique (articles L. 1333-13, R. 1333-21 et 22), le code du travail (article R. 4451-74) et les textes réglementaires relatifs au transport de substances radioactives (par exemple, l'Accord pour le transport de marchandises dangereuses par la route).

En 2019, 1 440 événements significatifs ayant eu lieu sur des INB, ont été déclarés à l'ASN et classés sur l'échelle de l'INES (International Nuclear and radiological Event Scale)¹⁹²⁰ :

- ▶ 1 172 événements significatifs concernant la sûreté nucléaire, la radioprotection et l'environnement dans les INB dont 1 057 événements de niveau 0, 112 événements de niveau 1 et 3 événements de niveau 2.
- ▶ 89 événements significatifs concernant le transport de substances radioactives, dont 4 événements de niveau 1 sur l'échelle INES ;

179 événements significatifs concernant la radioprotection pour le nucléaire de proximité²¹, dont 35 événements de niveau 1 et 2 événements de niveau 2.

		2014	2015	2016	2017	2018	2019
Installations nucléaires de base	Niveau 0	872	848	847	949	989	1057
	Niveau 1	99	89	101	87	103	112
	Niveau 2	0	1	0	4	0	3
	Niveau 3 et +	0	0	0	0	0	0
	Total INB	971	938	948	1040	1092	1172
Nucléaire de proximité (médical et industrie)	Niveau 0	157	126	111	144	143	142
	Niveau 1	34	25	30	36	22	35
	Niveau 2	4	2	0	3	0	2
	Niveau 3 et +	0	0	0	0	0	0
	Total NPx	195	153	141	183	165	179
Transport de substances radioactives	Niveau 0	60	56	59	64	88	85
	Niveau 1	3	9	5	2	3	4
	Niveau 2	0	1	0	0	0	0
	Niveau 3 et +	0	0	0	0	0	0
	Total TSR	63	66	64	66	91	89
Total	1 229	1 157	1 153	1 289	1 348	1 439	

Figure 13 : Nombre d'événements significatifs classés sur l'échelle INES entre 2014 et 2019

Source : ASN 2019

Les avis d'incidents présentant un intérêt particulier d'information du public sont publiés sur le site Internet de l'ASN.

Le contrôle des activités nucléaires est une mission fondamentale de l'ASN. Son objectif vise en premier lieu à s'assurer que tout responsable d'activité nucléaire assume effectivement ses obligations.

L'ASN développe une vision du contrôle qui porte tant sur les aspects matériels qu'organisationnels et humains. Elle concrétise son action de contrôle, à la suite des évaluations de la sûreté et de la radioprotection dans chaque

¹⁸ La prévention et la lutte contre les actes de malveillance pouvant affecter les matières nucléaires, leurs installations et leurs transports relèvent, au sein de l'État, du ministre de la Transition écologique et solidaire, qui dispose des services du Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité (HFDS) pour l'assurer. Ce domaine ne fait pas partie du périmètre du PNGMDR.

¹⁹ L'INES donne 7 niveaux de gravité des événements accidentels en lien avec les activités nucléaires. A chaque passage de degré dans l'échelle, la gravité des impacts est environ décuplée. Le niveau 1 correspond à l'anomalie, le 2 à l'incident, le 3 à l'incident grave, le 4 à l'accident ayant des conséquences locales, le 5 à l'accident ayant des conséquences étendues, le 6 à l'accident grave et le niveau 7 à l'accident majeur.

²⁰ Rapport sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France en 2019, ASN, Edition 2019.

²¹ Le nucléaire de proximité désigne les activités médicales, industrielles et de recherche mettant en œuvre des sources de rayonnements ionisants lorsqu'elles ne relèvent pas du régime des INB ou des ICPE selon l'ASN.

secteur d'activité, par des décisions, des prescriptions, des lettres de suite d'inspection et, le cas échéant, des sanctions.

En 2018, l'ASN a déployé sa nouvelle stratégie du contrôle, notamment en focalisant son contrôle sur les actions qui produisent le plus grand bénéfice pour la protection des personnes et de l'environnement. Les priorités du contrôle sont définies au regard des risques intrinsèques à l'activité, du comportement des responsables d'activité et des moyens qu'ils mettent en œuvre pour les maîtriser.

Des activités de gestion des matières et déchets nucléaires pouvant être exposés aux risques climatiques accrus

Les tempêtes et les inondations pourraient avoir des impacts sur les infrastructures de transport ou sur les sites de stockage des matières et déchets (stockages de résidus de traitement miniers d'uranium protégés par des digues par exemple).

A la suite de la tempête de 1999, une démarche de protection contre ce risque a été initiée et a abouti au rapport de 2013 de l'ASN sur la protection des installations nucléaires face au risque d'inondation (SFEN - Société Française d'Energie Nucléaire). De même, face au réchauffement climatique, EDF a mis en place un programme pour augmenter la performance de ses tours aéroréfrigérantes, diminuant par ailleurs la quantité d'eau nécessaire au refroidissement.

A la suite de l'accident survenu en 2011 à Fukushima, l'ASN a demandé aux exploitants nucléaires de procéder à une évaluation complémentaire de la sûreté (ECS) de leurs installations en fonctionnement et en construction (réacteur EPR). Cette évaluation porte sur la capacité des installations nucléaires à résister aux aléas naturels (séisme, inondation). Sur la base de ces évaluations, l'ASN a prescrit un ensemble de dispositions : renforcement des protections des installations contre les événements naturels, exigence de constitution d'un « noyau dur » d'équipements de sûreté à résistance renforcée, équipes de secours pouvant intervenir en quelques heures sur des installations accidentées. L'objectif de cette unité est de rétablir, à l'aide de moyens autonomes, l'alimentation en eau et électricité sous 24 heures, en tout temps et toutes circonstances, afin d'éviter la dégradation de la situation accidentelle.

La gestion des situations post-accidentelles risquant d'entraîner une émission de substances radioactives ou un niveau de radioactivité

Chaque site nucléaire fait l'objet d'un Plan Particulier d'Intervention (PPI). Ce document, établi par les préfets²², définit les moyens et l'organisation nécessaires pour protéger les populations en cas d'accident. La population permanente résidant en France dans le rayon du PPI d'une INB est estimée à 782 000 personnes. 75 % de la population située dans les rayons PPI des INB habitent autour d'une centrale nucléaire. Pour ce type d'installation, le rayon PPI est de 20 kilomètres.

Le Plan d'Urgence Interne (PUI), établi par l'exploitant, a pour objet, après un incident, de ramener l'installation dans un état maîtrisé et stable et de limiter les conséquences de l'événement.

La loi n° 2006-686 du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire (dite « loi TSN », désormais codifiée aux livres Ier et V du code de l'environnement) permet aux pouvoirs publics de maîtriser l'urbanisation autour des INB, par l'instauration de servitudes d'utilité publique limitant ou interdisant les nouvelles constructions à proximité de ces installations. **La maîtrise de l'urbanisation** vise à limiter les conséquences d'un accident sur la population et les biens. De telles démarches sont ainsi mises en œuvre, depuis 1987, autour des installations industrielles non nucléaires et ont été renforcées depuis l'accident de l'usine AZF survenu à Toulouse en 2001.

Pour faire face à l'éventualité d'un **accident de transport de substances radioactives**, chaque préfet de département doit inclure dans sa déclinaison du Plan National de Réponse à un Accident Nucléaire ou Radiologique Majeur, un volet consacré à ce type d'accident, le plan Orsec TMR (Transport de matières radioactives).

Les situations d'urgence font l'objet de dispositions matérielles et organisationnelles spécifiques, qui incluent les plans de secours et impliquent à la fois l'exploitant ou le responsable d'activité et les pouvoirs publics.

Ainsi, le Plan national de réponse à un accident nucléaire ou radiologique majeur, publié par le Gouvernement en 2014 précise l'organisation nationale en cas d'accident nucléaire, la stratégie à appliquer et les principales actions à prendre. Le plan prend en compte les enseignements de l'accident de Fukushima et la doctrine post-accidentelle établie par le Codirpa.²³ Il intègre la dimension internationale des crises et les

²² en application des articles L. 741-6, R. 741-18 et suivants du code de la sécurité intérieure

²³ Comité directeur pour la gestion de la phase post-accidentelle (CODIRPA)

possibilités d'assistance mutuelle en cas d'événement. La déclinaison au niveau local de ce plan dans les départements français a été engagée en 2015, sous l'égide des préfets de zones de défense et de sécurité et est aujourd'hui en phase d'achèvement.

La circulaire DGSNR/DHOS/DDSC n° 2005/1390 du 23 décembre 2005 relative aux principes d'intervention en cas d'événement susceptible d'entraîner une situation d'urgence radiologique **pour les situations qui ne sont pas déjà couvertes par un plan de secours ou d'intervention.**

Un enjeu majeur dans la prévention du risque nucléaire futur : la question de la mémoire et de l'éthique

Pour une partie des matières et des déchets radioactifs (en dehors de ceux à vie très courte), les périodes radioactives, c'est-à-dire la période de temps durant laquelle les particules ont une activité radioactive, imposent un stockage sur des décennies voire des milliers d'années avant d'écarter les risques pour la population. Dès lors, cette échelle temporelle représente un enjeu majeur pour toutes les solutions envisagées de gestion des matières et des déchets radioactifs. Il s'agit de s'assurer que les générations futures ne porteront pas les risques impliqués que ce soit par méconnaissance ou par oubli des formes de traitement et de stockage actuelles.

Des obligations réglementaires existent, imposant aux exploitants de garantir la mémoire des centres de stockage par exemple, sur des périodes très larges. Ainsi, depuis l'arrêt en 1994, de l'activité du Centre de Stockage de la Manche (CSM) qui recueillait des déchets FMA-VC, passé en phase de démantèlement, l'ANDRA a la charge de préserver sa mémoire pour les trois siècles à venir (ANDRA, 2006). La fermeture administrative prochaine du centre marquera le début officiel de la phase de surveillance.

Les dispositifs de mémoire doivent répondre à un triple objectif en maintenant des informations :

- ▶ Sur l'existence et le contenu des sites notamment en prévision d'un hypothétique abandon des sites ;
- ▶ Pour la compréhension des phénomènes potentiellement observés par les générations futures ;
- ▶ Afin d'aider à la prise de décisions adaptées sur l'avenir des sites dans les siècles à venir.

Aujourd'hui, la gestion de la mémoire repose sur cinq piliers décrits dans le tableau ci-dessous, et illustrés par l'exemple du CSM. Néanmoins, il est important de préciser que la problématique de la mémoire, est un enjeu essentiel pour l'ensemble des installations de stockage de déchets radioactifs.

Tableau 4 : **Les cinq dispositifs sur lesquels repose la gestion de la mémoire des sites nucléaires pour les générations futures**

Catégorie de dispositif	Dispositifs	Précisions, objectif, exemple de l'ANDRA au CSM
Mémoire active	Actions de communication des exploitants auprès du public	Information du public en vue de faire perdurer la mémoire le plus longtemps possible après la fermeture
	Surveillance du bon fonctionnement des sites après fermeture	Maintenir un contrôle continu durant les différentes phases de surveillance du site
Mémoire passive	Mémoire détaillée	Plus de 10 000 documents couvrant toutes les phases de vie du centre. Les documents nécessaires à la surveillance sont conservés sur papier permanent à la fois sur site et aux Archives Nationales
	Mémoire de synthèse	Document disponible en ligne, regroupant les connaissances les plus importantes sur le centre pour aider à la prise de décision et à la préservation de la mémoire, mises à jour décennale
	Servitudes	S'assurer que les utilisateurs potentiels du site et des terrains avoisinants dans le futur, le feront en connaissance de cause

Source : Ressources en ligne, *Préserver la mémoire des centres de stockage pour les générations futures*, Site de l'ANDRA

Exposition des populations et des travailleurs à la radioactivité

Une exposition limitée à la radioactivité artificielle

En France, l'exposition radioactive d'un individu est environ à 70 % d'origine naturelle et 30 % d'origine artificielle, dont 25 % d'origine médicale. La radioactivité naturelle a cinq sources principales : la radioactivité du sol (très

variable selon la composition géologique), celle des eaux, celle du corps humain (environ 115 Bq/Kg), les rayons cosmiques et enfin la radioactivité de l'air (principalement due au radon 222).



Figure 14 : Exemples de sources de radioactivité naturelle et leur niveau d'activité

Pour toutes les activités humaines liées au nucléaire, la protection des populations reste la priorité absolue. La radioprotection se base sur trois principes (établis par la Commission Internationale de Protection Radiologique, CIPR, repris dans une directive européenne et inscrits dans le code de la santé publique) :

- ▶ **La justification** : toute utilisation de la radioactivité doit présenter plus d'avantages que d'inconvénients et être justifiée ;
- ▶ **L'optimisation** : à tout instant, la gestion des substances radioactives doit se faire de façon à maintenir les expositions aux irradiations aussi bas que raisonnablement possible dans les conditions techniques et économiques du moment (principe ALARA) ;
- ▶ **Le respect des limites réglementaires des doses d'exposition individuelle, soit pour le public** 1mSv (millisievert) par an ; ces limites sont contrôlées par l'ASN pour le compte de l'Etat.

L'infographie ci-dessous présente, dans un souci de comparabilité, les niveaux radioactifs de certaines activités en comparaison avec les limites réglementaires d'exposition en France :

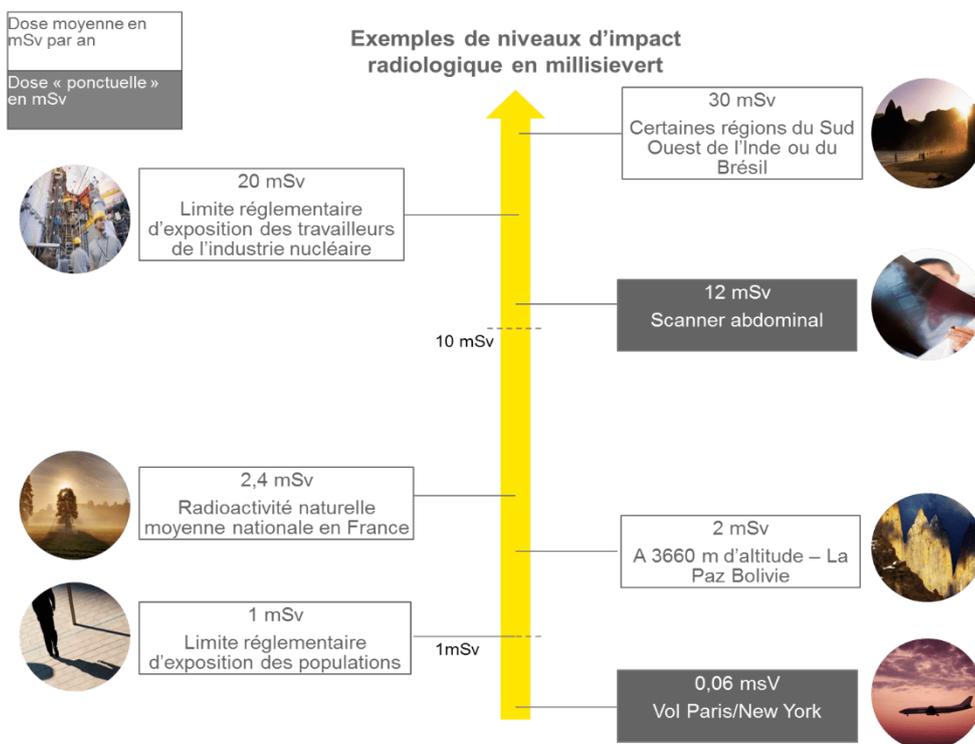


Figure 15 : Exemples de niveaux d'impact radiologique en millisievert

Source : IRSN

Une exposition renforcée pour les travailleurs des installations nucléaires de base

Une partie de la population est particulièrement concernée par les risques liés à l'exposition aux substances radioactives : les travailleurs des installations nucléaires. Ceux-ci se classent en deux catégories principales : les

travailleurs employés directement par la structure gestionnaire du site (Orano, ANDRA, EDF...) et les travailleurs employés dans le cadre de la sous-traitance de certaines activités. Pour les exploitants, la santé et la sécurité de leurs salariés relèvent d'un enjeu de développement durable prioritaire et d'une obligation réglementaire contrôlée, entre autres au titre des articles L. 125-15 et L. 125-16 du Code de l'Environnement.

La limite réglementaire des doses d'exposition individuelle pour les employés de catégorie A, fixée dans le cadre de la radioprotection et contrôlée par l'ASN pour le compte de l'Etat, est actuellement de 20 mSv/an. Un des instruments utilisés pour mesurer le niveau d'exposition est le dosimètre qui doit être porté en permanence par les intervenants.

Orano présente, par exemple, les résultats de dosimétrie moyens suivants (Orano, 2018) :

Tableau 5 : **Résultats statistiques de dosimétrie active opérationnelle moyenne pour les salariés intervenant sur le site de La Hague**

	Moyenne par salarié intervenant (mSv/homme/an) (Limite réglementaire : 20 mSv/homme/an) ²⁴	
	2017	2018
Dose moyenne d'exposition sur 12 mois consécutifs des salariés aux rayonnements ionisants	0,8	0,9
Dose moyenne d'exposition sur 12 mois consécutifs des sous-traitants aux rayonnements ionisants	0,5	0,5

Source : Rapport Annuel d'Activité 2018, Orano

Plusieurs études menées par Orano sont en cours sur ces sujets pour :

- ▶ Approfondir la connaissance des risques de décès par cancers ou par pathologies non cancéreuses en relation avec une exposition professionnelle chronique externe à de faibles doses de rayonnements ionisants (principalement X et gamma) ;
- ▶ Améliorer la connaissance des risques de pathologies liées à des incorporations d'émetteurs alpha.

Les INB ont un devoir de transparence sur les mesures mises en place et les niveaux de risques en matière de radioprotection

Les installations impliquées dans la gestion des matières et déchets nucléaires sont conçues et construites de façon à minimiser l'impact radiologique sur l'environnement et la population. Un rapport annuel d'information sur la sûreté nucléaire et la radioprotection doit être publié par tout exploitant d'une INB, au titre des articles L. 125-15 et L. 125-16 du Code de l'environnement. Ce rapport est rendu public et transmis à la Commission locale d'information et au Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire. Ces articles fixent également la nature des informations contenues dans le rapport :

- ▶ Les dispositions prises en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection ;
- ▶ Les incidents et accidents en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection soumis à obligation de déclaration L. 591-5, survenus dans le périmètre de l'installation, ainsi que les mesures prises pour en limiter le développement et les conséquences sur la santé des personnes et l'environnement ;
- ▶ La nature et les résultats des mesures des rejets radioactifs et non radioactifs de l'installation dans l'environnement ;
- ▶ La nature et la quantité de déchets radioactifs entreposés sur le site de l'installation, ainsi que les mesures prises pour en limiter le volume et les effets sur la santé et sur l'environnement, en particulier sur les sols et les eaux.

²⁴ Le groupe s'est imposé un seuil relais, indicateur de performance à 14 mSv

L'évaluation des impacts radiologiques cumulés d'une INB sur la population (incluant rejets liquides et gazeux) se fait sur chaque site. Pour un groupe de référence hypothétique, subissant les plus fortes expositions potentielles, on peut dresser le tableau présenté ci-après, d'après les données des rapports de chaque site.

La transposition de la directive Euratom de décembre 2013, effectuée en 2018, via la publication de deux décrets relatifs à la protection des travailleurs contre les risques dus aux rayonnements ionisants, ainsi que la publication d'un autre décret portant sur les dispositions en matière nucléaire, viennent renforcer les dispositions de protection des travailleurs exposés aux risques des rayonnements ionisants²⁵. Les principales avancées consistent notamment en :

- ▶ La diminution de la limite d'exposition du cristallin à 20 mSv par an (au lieu de 150 mSv) ;
- ▶ L'évaluation des risques par l'employeur, qui constitue un préalable pour déterminer les moyens de prévention (dispositions de protection collectives et individuelles, etc.) ;
- ▶ L'organisation de la radioprotection qui repose désormais sur la désignation d'un « conseiller en radioprotection » ;
- ▶ L'agrément des organismes de dosimétrie des travailleurs, délivré par l'ASN, est supprimé au profit d'une accréditation par le COFRAC ;
- ▶ Les vérifications techniques externes qui seront désormais confiées à des organismes accrédités ;
- ▶ Le contrôle des expositions au radon est étendu à tous les lieux de travail : en sous-sol et rez-de-chaussée alors que seuls les milieux souterrains étaient soumis auparavant à une surveillance obligatoire.

Notons qu'un troisième décret comporte de nouvelles dispositions qui renforcent la protection générale de la population et des personnes exposées à des fins médicales. Celui-ci portant diverses dispositions en matière nucléaire modifie entièrement le chapitre III du titre III du livre III de la première partie du code de la santé publique (articles R. 1333-1 à 175)²⁶. Ces nouvelles dispositions concernent notamment :

- ▶ Le renforcement de la mise en œuvre des principes de justification et d'optimisation pour la mise en œuvre de pratiques employant des rayonnements ionisants ;
- ▶ La spécification des procédures administratives concernant la protection des sources contre les actes de malveillance (« sécurité des sources ») ;
- ▶ La simplification administrative pour les activités nucléaires présentant des enjeux modérés ;
- ▶ Les contrôles réalisés par les organismes agréés par l'ASN et effectués au titre du code de la santé publique sont maintenus, mais avec une nouvelle définition du périmètre de leur intervention ;
- ▶ La mise à jour de ce qui concerne la justification des actes médicaux, la formation des professionnels de santé à la protection des personnes exposées à des fins médicales et l'assurance de la qualité.

Des dispositions concernent spécifiquement les expositions aux rayonnements ionisants d'origine naturelle :

- ▶ La diminution du niveau de référence de l'exposition annuelle, pour les expositions dues au radon, qui passe de 400 Bq/m³ à 300 Bq/m³ dans tous les lieux ouverts au public ;
- ▶ La revue de la définition des zones prioritaires pour la mesure du radon ;
- ▶ La mise à jour du cadre réglementaire applicable aux activités utilisant des matières premières contenant des « substances radioactives d'origine naturelle » ou SRON (substance contenant des radionucléides qui dépassent les seuils d'exemption figurant en annexe 2 du décret) ;
- ▶ L'introduction de la réglementation de la radioactivité naturelle des matériaux de construction.

²⁵ Le Décret n° 2018-437 du 4 juin 2018 relatif à la protection des travailleurs contre les risques dus aux rayonnements ionisants et le Décret n° 2018-438 du 4 juin 2018 relatif à la protection contre les risques dus aux rayonnements ionisants

²⁶ Décret n° 2018-434 du 4 juin 2018 portant diverses dispositions en matière nucléaire

Tableau 6 : Impact radiologique des INB (de gestion des matières et déchets radioactifs) depuis 2014 calculé par les exploitants à partir des rejets réels des installations et pour les groupes de référence les plus exposés (données fournies par les exploitants nucléaires)

EXPLOITANT/SITE	GROUPE DE REFERENCE LE PLUS EXPOSE EN 2019	DISTANCE AU SITE EN KM	ESTIMATION DES DOSES REÇUES, EN mSv					
			2014	2015	2016	2017	2018	2019
Andra / CSA Centre de stockage des déchets FMA-VC (en activité)	Groupe multi-activité Ville-aux-Bois	1,7	2.10-6	2.10-6	2.10-6	2.10-6	3.10-7	3.10-7
Andra / CSM Centre de stockage des déchets FMA-VC (en phase de fermeture)	Hameau de La Fosse	2,5	3.10-4	2.10-4	2.10-4	2.10-4	2.10-4	2.10-4
Framatome Romans Usine de fabrication de combustible	Ferme Riffard	0,2	3.10-4	3.10-4	3.10-4	2.10-5	2.10-5	3.10-5
Orano Cycle / La Hague Usine de retraitement du combustible usé, entreposage	Digulleville	2,8	2.10-2	2.10-2	2.10-2	2.10-2	2.10-2	2.10-2
Orano / Tricastin (Areva NC, Comurhex, Eurodif, Socatri, SET) Site de conversion et enrichissement de l'uranium	Les Girardes	1,2	3.10-4	3.10-4	2.10-4	2.10-4	9.10-5	8.10-5
CEA / Cadarache Site de R&D sur réacteurs existants et systèmes de nouvelles génération	Saint-Paul-Lez-Durance	5	2.10-3	1.10-3	<2.10-3	<2.10-3	<3.10-3	<2.10-3
CEA / Fontenay-aux-Roses Site en démantèlement	Achères	30	1.10-4	2.10-4	<2.10-4	<2.10-4	<2.10-4	<2.10-4
CEA / Grenoble Site en démantèlement	-	-	*	*	*	*	*	*
CEA / Marcoule (Atalante, Centraco, Phénix, Mélox, CIS bio) Centre de recherche sur l'aval du cycle du combustible, notamment et entreposage	Codolet	2	2.10-3	2.10-5	<2.10-3	<2.10-3	<2.10-3	<2.10-3
CEA / Saclay Centre de recherche	Christ de Saclay	1	2.10-3	2.10-3	<2.10-3	<2.10-3	<2.10-3	<4.10-3

optimisation des centrales nucléaires françaises et sûreté								
--	--	--	--	--	--	--	--	--

* le site n'ayant plus de rejets radioactifs depuis 2014, l'impact radiologique induit par les rejets radioactifs est donc nul depuis 2014.

Sources : Rapport de l'ASN sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France en 2020

D'une manière générale, l'impact radiologique des INB reste donc très inférieur à la limite réglementaire de 1 mSv/an, en fonctionnement normal pour les installations. S'agissant de Cigéo, dans la situation dite de « référence », les analyses de sûreté doivent comporter une évaluation des expositions individuelles, exprimées en dose efficace, dont la valeur ne doit pas dépasser 0,25 mSv/an, selon les objectifs fixés par l'ASN²⁷. Ce point sera instruit par l'ASN lors de l'instruction de la demande d'autorisation de création du projet de centre Cigéo

Le rôle des instances de contrôle des activités nucléaires, des opérations de surveillance radiologique de l'environnement et des obligations réglementaires de transparence, est de garantir que les exigences de sûreté et de radioprotection demeurent prioritaires et assurent la protection des populations, notamment à long terme.

Par ailleurs, les installations nucléaires rejettent des effluents radioactifs liquides et gazeux qui sont suivis et qui font l'objet de déclarations annuelles aux autorités. Ils doivent rester inférieurs à certains seuils définis dans les décisions individuelles de l'ASN pour chaque INB, dans un souci de garantir la protection des populations (les impacts environnementaux de ces rejets sont étudiés dans les parties sur les pollutions de l'air, des sols, des eaux et sur les pertes de biodiversité). Le PNGMDR ne les inclut pas dans son périmètre, la gestion de ces rejets étant traitée réglementairement, hors PNGMDR. Toutefois, le PNGMDR, en tant que document de planification, considère les rejets dans les choix de gestion des matières et déchets radioactifs. Néanmoins, la quantité de déchets produite par une installation est liée à la limite réglementaire d'effluents autorisés. En effet, pour rester en dessous du seuil légal, les exploitants filtrent leurs rejets gazeux et liquides et les particules ainsi obtenues constituent des déchets solides ou liquides qui doivent ensuite être traités dans les filières de gestion appropriées.

De l'évolution des filières de gestion des matières et déchets dépendent les risques nucléaires et d'exposition radiologique des populations et des travailleurs

Une augmentation des volumes de déchets à gérer, et donc des risques associés

Les volumes de déchets radioactifs, notamment TFA, sont amenés à augmenter dans les cinquante prochaines années en raison du démantèlement des installations nucléaires.

Le nombre d'opérations de manipulations de ces déchets devrait donc être multiplié à la fois pour le conditionnement, le transport, l'entreposage et/ou le stockage. D'autant plus que les démantèlements déjà en cours ou qui commenceront à horizon 2030 sont des chantiers impliquant un grand nombre d'opérations en lien avec des substances radioactives. Cela induit des risques plus grands, en premier lieu pour les travailleurs des installations en lien avec ces activités, mais également une sensibilité plus forte aux accidents (de transports notamment) et à la contamination radioactive de l'environnement pour les exploitants. L'enjeu est de parvenir à maintenir un niveau de sûreté très élevé et un contrôle fort des normes avec l'augmentation des volumes à traiter.

L'entreposage, une solution n'ayant pas vocation à être pérenne et dont la résorption nécessite une exposition supplémentaire des travailleurs

Les installations d'entreposage ont par nature vocation à être des solutions temporaires dans l'attente de solutions de stockage définitif.

La diminution des volumes de déchets entreposés dépend de la création de nouvelles solutions de stockage mais l'étude et l'ouverture de filières sont des processus complexes et nécessitant beaucoup de temps (voir la partie 1.2.2 sur la gestion des déchets). Qui plus est, le transfert des colis actuellement entreposés vers les espaces de stockage implique de nombreuses manipulations ce qui entraîne à court terme un risque accru d'incidents, voire d'accidents et également une exposition radioactive plus forte des travailleurs.

Les enjeux relatifs au stockage des déchets HA/MA-VL

Les enjeux relatifs à la gestion et au stockage réversible en couche géologique profonde des déchets HA et MA-VL sont traités dans le cadre du projet Cigéo. Selon la loi, le stockage réversible en couche géologique profonde

²⁷ Guide de sûreté relatif au stockage définitif des déchets radioactifs en formation géologique profonde, ASN, 2008.

fait office de solution de référence concernant le stockage de ces déchets. Il doit répondre à des risques majeurs et ce sur une période temporelle extrêmement longue.

La proposition formulée dans le cadre de Cigéo, consistant à concentrer et confiner les déchets HA et MA-VL, présente des avantages comme des inconvénients. En effet, cette solution permet de limiter le périmètre mis à risque par un accident. En revanche cette solution concentre les enjeux et risques au sein d'un même projet. La concentration et le confinement de ce type de déchets au sein d'un tel projet, implique que la surveillance de l'espace de stockage puisse être assurée durant un temps suffisamment long déterminé par les parties prenantes du projet (de l'ordre de quelques centaines d'années). Par ailleurs, il est établi que les radionucléides mobiles, finiront par remonter à la surface ce qui pose un enjeu de transmission pour les générations futures, même si ces phénomènes se situent sur une échelle de temps de plusieurs centaines de milliers d'années avec des niveaux d'activité que l'ANDRA estime inférieurs à 0,1 mSv. D'autres questions se posent comme la possibilité de déstockage des colis (en lien avec les capacités d'entreposage à mettre en face), les conséquences liées à un colis défectueux, et plus largement la mise en œuvre de la notion de réversibilité pour les générations futures.

EXPOSITION AUX RISQUES ET SANTE HUMAINE : SYNTHESE ET TENDANCES EN LIEN AVEC LA GESTION DES MATIERES ET DES DECHETS RADIOACTIFS	
Sensibilité des enjeux issus de l'exposition aux risques et liés à la santé humaine	
● ● ●	<p>Les risques technologiques font l'objet d'une gestion spécifique et proportionnée aux différents niveaux d'enjeux qu'ils représentent. Dans le cadre de perspectives à plus long terme, il convient de tenir compte de la conjonction possible des risques naturels et technologiques, à l'origine de ce qu'on appelle les risques « NaTech ». Les changements climatiques sont susceptibles d'entraîner des dérèglements qui pourraient à long terme augmenter les risques naturels (inondations, feux de forêts, tempêtes, sécheresses) et donc les risques NaTech, notamment pour les installations nucléaires.</p> <p>Les matières et déchets radioactifs occupent une place particulière au vu des risques associés et de la place importante prise par le nucléaire en France. Le choix a été fait en France de centraliser le stockage dans quelques sites aux conditions de sûreté renforcées. Les réglementations en faveur de la transparence autour des activités nucléaires et de la gestion sécurisée des substances radioactives posent un cadre à la mesure de la conscience actuelle de l'enjeu. Les évaluations complémentaires imposées aux exploitants après l'accident de Fukushima et les responsabilités de conservation de la mémoire des sites soulignent un potentiel accroissement des risques NaTech et la nécessité d'une gestion à très long terme des matières et déchets radioactifs.</p>
Scenari tendanciels et évolution des enjeux	
➔	<p>Bien que l'enjeu de santé des populations constitue la priorité nationale première quant à la gestion des matières et déchets radioactifs, on constate une évolution potentielle des risques liés aux événements climatiques. Afin que les risques technologiques demeurent maîtrisés, il est nécessaire de prendre en compte d'éventuelles augmentations des risques naturels dues aux aléas du changement climatique, comme cela a été fait dans la demande de réalisation d'ECS de l'ASN après l'accident de Fukushima.</p>
Enjeux au regard des activités de gestion des matières et déchets radioactifs	
<u>La protection des populations doit être assurée sur le très long terme</u>	
<p>Face aux exigences économiques ou aux contraintes techniques, les exploitants et les politiques publiques doivent regarder en priorité l'enjeu que constitue la protection des populations. Une transparence toujours plus poussée en matière d'impact environnemental et sanitaire doit être déployée à destination des parties prenantes actuelles. La mémoire des installations nucléaires et notamment des centres de stockage doit perdurer dans le temps pour éviter tout risque d'accident pour les générations futures.</p> <p><i>Activités/Filières concernées : Stockage des déchets dans les centres dédiés en exploitation</i></p>	
<u>Des risques d'accident accrus dans le cas d'un entreposage de déchets perdurant au-delà de la durée prévue</u>	
<p>Aujourd'hui, parmi les déchets ne disposant pas encore de filière mise en œuvre, certains présentent les niveaux de risques les plus élevés d'exposition radiologique à cause de leur niveau d'activité, de leur période radioactive et de leurs caractéristiques physiques et chimiques. Or, ils ne sont qu'entreposés à l'heure actuelle,</p>	

et les installations d'entreposage – conçues pour être des solutions temporaires – ne permettent pas le même niveau de maîtrise des risques d'exposition que des installations de stockage définitif. L'enjeu est donc double : tenir les délais pour la création de capacités de stockage identifiées et poursuivre les recherches sur des solutions de stockage adaptées pour les déchets sans filière. Le code de l'environnement exige le conditionnement des déchets MA-VL comme prérequis à leur stockage, contribuant ainsi au maintien temporaire de ces derniers en situation d'entreposage.

Activités/Filières concernées : Entreposage des matières et des déchets en attente de valorisation ou de stockage

Les incertitudes sur les enjeux relatifs au stockage réversible en couche géologique profonde

Que ce soit parce qu'il s'agit de concentrer des déchets hautement radioactifs dans un seul lieu confiné ou parce que les échelles de temps à envisager dépassent potentiellement la mémoire de notre civilisation, le projet Cigéo devra répondre à des enjeux de sûreté, de mémoire ou encore d'éthique pesant notamment sur les générations futures.

Activités/Filières concernées : Stockage géologique

La radioprotection des travailleurs doit rester au cœur des décisions en matière de déploiement des filières de gestion des matières et déchets radioactifs

Une vision d'ensemble sur les données dosimétriques et les risques encourus par les travailleurs du nucléaire doit être établie, tant pour les sous-traitants spécialisés que pour les employés directs. Des études sont encore menées afin de compléter les connaissances actuelles sur ce sujet. Les résultats de ces travaux doivent être pris en compte dans les décisions futures concernant la gestion des matières et déchets radioactifs, de manière à retenir des solutions de gestion qui limitent l'exposition des travailleurs lors des manipulations effectuées.

Activités/Filières concernées : tous

Sources :

- ▶ Code de l'Environnement
- ▶ Ressources en ligne du Ministère de la Transition Ecologique (MTE)
- ▶ Ressources en ligne de l'ANDRA (Agence Nationale pour la Gestion des Déchets Radioactifs), notamment la page « Assurer la mémoire des centres de stockage pour les générations futures »
- ▶ Ressources en ligne de l'IRSN (Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire), notamment la section « La Recherche - Unité de radioprotection de l'homme »
- ▶ Ressources en ligne de la SFEN (Société Française d'Energie Nucléaire), section « Le Nucléaire et l'Environnement »
- ▶ Rapport d'activité de l'ANDRA sur le Cires, 2013
- ▶ Rapport d'information sur la sûreté nucléaire et la radioprotection :
 - De l'ANDRA sur le Centre de Stockage de l'Aube, 2013 ;
 - D'EDF sur les activités du SOCODEI, 2013 ;
 - D'EDF sur la centrale de Civaux, 2014.
- ▶ Rapport de l'ASN (Autorité de Sûreté Nucléaire), Etude des flux de transport de substances radioactives à usage civil, 2014
- ▶ Rapport environnemental du CEA de Saclay, 2014
- ▶ Rapport Annuel d'Activité 2018, Orano
- ▶ Décret n° 2018-434 du 4 juin 2018 portant diverses dispositions en matière nucléaire
- ▶ Décret n° 2018-437 du 4 juin 2018 relatif à la protection des travailleurs contre les risques dus aux rayonnements ionisants
- ▶ Décret n° 2018-438 du 4 juin 2018 relatif à la protection contre les risques dus aux rayonnements ionisants auxquels sont soumis certains travailleurs
- ▶ Inventaire des accidents technologiques survenus en 2018, Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industriels/MTE

- ▶ Méthodologie et critères envisageables pour apprécier la nocivité des matières et déchets radioactifs, IRSN, 2018
- ▶ Bilan climatique de l'année 2018, Météo-France
- ▶ Rapport sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France en 2019, ASN, Edition 2019
- ▶ L'Etat de l'environnement en France Edition 2019, Ministère de la transition écologique, 2019
- ▶ Décision CODEP-CLG-2019-003780 du président de l'Autorité de sûreté nucléaire du 25 janvier 2019 établissant la liste des installations nucléaires de base au 31 décembre 2018
- ▶ Risque sismique et installations nucléaires : La prise en compte du risque sismique pour les sites des installations nucléaires, IRSN, 2020
- ▶ L'arrêt et le démantèlement des installations nucléaires, Cour des Comptes, 2020

Economie des ressources

Des sources de production de matières premières diversifiées

En réponse à la demande de biens et de services de la société, nous extrayons, importons et exportons des matières premières, soit sous forme brute pour l'industrie ou la construction, soit transformées en biens manufacturés.

Ces flux constituent la consommation intérieure de matières : elle comptabilise les quantités effectivement consommées dans le pays.

En France, la baisse de la consommation intérieure de matières atteint 19 % entre 2007 (14,3 tonnes par habitant) et 2018 (11,7 t /habitant). Suite à la récession de 2008, les matériaux de construction ont été moins consommés, et de par leur poids important (50 % du total) ont largement contribué à cette diminution. (Évolution de la consommation intérieure de matières en France, MTE, 2021)

Les minéraux utilisés principalement dans la construction constituent près de la moitié des matières consommées en France (783,5 millions de tonnes au total en 2017). Près d'un tiers est composé de la biomasse issue de l'agriculture et de la pêche. Les combustibles fossiles (dont 2/3 de produits pétroliers) représentent 16 % du total.

La France a pour ambition de découpler progressivement la croissance de sa consommation de matières premières et sa production de richesse. Elle s'est fixée comme objectif une hausse de 30 % du rapport entre son produit intérieur brut et sa consommation intérieure de matières premières entre 2010 et 2030.²⁸

Pour y parvenir, elle prévoit notamment d'augmenter la part de déchets faisant l'objet d'une valorisation sous forme de matière, pour qu'elle atteigne 55 % des déchets (non dangereux, non inertes, mesurés en masse) en 2020 et 65 % en 2025.²⁹

En 2014, sur 24,5 millions de tonnes de matières premières de recyclage (MPR) issues de l'acier, de l'aluminium, des papiers et cartons recyclés (PCR), des calcins (débris de verre) et des plastiques régénérés (Déchets de plastiques triés, lavés et transformés en granulés ou paillettes, prêts à être transformés), 17,5 millions de tonnes ont été incorporées par l'industrie française. Entre 2010 et 2014, l'évolution du taux d'incorporation des matières premières de recyclage dans l'industrie française s'explique par une baisse de la production, particulièrement marquée dans le cas de l'acier. Le taux d'incorporation d'acier recyclé est passé de 60 % à 51 % entre 2011 et 2014. Le recyclage approvisionne aussi 66 % de l'industrie papetière (papier-carton), 58 % de l'industrie du verre et 6 % de la plasturgie. (ADEME 2019).



²⁸ Loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte du 18 août 2015.

²⁹ Loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte du 18 août 2015.

Source : ADEME 2019

La France importe aujourd'hui néanmoins en grande partie les matières premières nécessaires à son économie. C'est notamment le cas pour les matières premières énergétiques comme le pétrole, le gaz naturel et l'uranium.

En effet, 7 500 tonnes d'uranium ³⁰nécessaires à la production de combustibles nucléaires (NEA, OCDE, 2018) sont intégralement importées depuis la fermeture de la dernière mine d'uranium en France en 2001. L'approvisionnement en uranium naturel dépend de mines étrangères localisées principalement au Niger, au Kazakhstan, au Canada ou en Australie. Ainsi, le PNGMDR ne fait référence qu'à la gestion des situations héritées de l'exploitation minière, et l'incidence de la création et de l'exploitation de mines d'uranium à l'étranger n'est pas étudiée dans cet état initial de l'environnement.

Néanmoins, dans le cadre des travaux du PNGMDR 2016-2018, Orano a mené une étude³¹ visant à l'analyse comparée du bilan environnemental d'un cycle électronucléaire « monorecyclage Pu » et d'un « cycle ouvert » ; dans cette étude, l'industriel a considéré l'ensemble des activités des cycles étudiés, ce qui intègre le bilan environnemental des mines situées à l'étranger. Ainsi, les rejets liquides et de poussières atmosphériques ont été considérés dans cette analyse. Les résultats de comparaison des deux types de cycle (« monorecyclage du Pu » et « cycle ouvert »), en tenant compte d'un ensemble de critères dont ceux sus-mentionnés liés aux mines, ont montré un écart positif favorable au cycle actuel en ce qui concerne les déchets miniers et les ressources en uranium.

La question de la valorisation des déchets TFA

Une filière de valorisation existe pour une petite partie des substances radioactives d'origine naturelle (SRON) par exemple une intégration de cendres, issues de certains procédés industriels et en-dessous des seuils réglementaires, dans du ciment. Les autorisations de réemploi sont des exceptions accordées au cas par cas.

La valorisation d'autres types de déchets se fait aujourd'hui dans un cadre très limité avec des débouchés uniquement dans l'industrie nucléaire et sous des conditions très strictes. Le fait de qualifier une substance de « radioactive » est irréversible : même après traitement, il n'est pas possible de la rendre aux filières conventionnelles. L'article R. 1333-2 du code de la santé publique interdit dans la fabrication de biens de consommation « tout usage de substances provenant d'une activité nucléaire lorsque celles-ci sont contaminées, activées ou susceptibles de l'être par des radionucléides mis en œuvre ou générés par l'activité nucléaire », ainsi que l'addition de radionucléides artificiels dans les produits de construction. De plus, l'article R. 1333-3 du code de la santé publique interdit « l'utilisation, pour la fabrication des biens de consommation et des produits de construction, des matériaux et des déchets provenant d'une activité nucléaire, lorsque ceux-ci sont contaminés ou susceptibles de l'être par des radionucléides, y compris par activation, du fait de cette activité ». Toutefois, l'article R. 1333-4 du code de la santé publique dispose que des dérogations aux interdictions mentionnées à l'article R. 1333-2 et R. 1333-3 peuvent être accordées « si elles sont justifiées par les avantages qu'elles procurent au regard des risques sanitaires qu'elles peuvent présenter ».

Cette approche diffère considérablement de celles pratiquées dans les autres pays européens où les politiques de gestion des déchets préconisent fortement la mise en œuvre de traitements de décontamination poussés pour permettre un recyclage en dehors du domaine nucléaire. Dans ces pays, les frais liés à ce recyclage peuvent être économiquement attractifs par rapport à des coûts de stockage direct. Ce n'est pas le cas en France où le stockage des déchets de très faible activité, à radioactivité parfois juste potentielle, se pratique à des coûts bas. (ANDRA, 2012)

Cependant, avec l'augmentation prévisionnelle de la quantité de déchets TFA dans le cadre du démantèlement, les producteurs évaluent sur la période 2015-2070 à plus de 900 000 tonnes les matériaux potentiellement valorisables : environ 140 000 tonnes d'aciers issus des diffuseurs de l'usine George Besse 1 (GB1), 100 000 tonnes provenant de la part valorisable des générateurs de vapeur du parc EDF, et 650 000 tonnes de métaux en vrac dont les exploitants nucléaires estiment qu'une partie significative est exempte d'activité. (Rapport du groupe de travail sur la valorisation de matériaux de très faible activité du PNGMDR 2013-2015, 2015)

³⁰ Valeur pour 2017

³¹ Article 9 de l'arrêté du 23 février 2017 pris en application du décret n° 2017-231 du 23 février 2017 pris pour application de l'article L. 542-1-2 du code de l'environnement et établissant les prescriptions du Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs. Etude publiée sur le site de l'ASN <https://www.asn.fr/Media/Files/00-PNGMDR/PNGMDR-2016-2018/Analyse-comparee-des-impacts-pour-l-environnement-d-une-strategie-de-retraitement-des-combustibles-uses-en-comparaison-de-celle-qui-resulterait-de-l-absence-de-retraitement-Orano-EDF-CEA>

La possibilité de développer les filières de valorisation est étudiée pour apporter une réponse à de nombreux enjeux notamment :

- ▶ S'inscrire dans l'économie circulaire et participer à l'économie des ressources ;
- ▶ Économiser les espaces de stockage dédiés ;
- ▶ Assurer un niveau de protection maximal pour la population et l'environnement.

Ainsi, le groupe de travail sur la valorisation de matériaux de très faible activité recommandait que l'étude de filières de valorisation³² soit, en priorité, menée sur de grands lots homogènes dont les caractéristiques sont connues et vérifiables, ce qui permettrait d'envisager le développement d'un procédé à un niveau industriel, de fiabiliser les contrôles aux différentes étapes du procédé et d'apporter des garanties sur la qualité des produits finis.

Il considère par ailleurs que la fusion constitue une étape incontournable en vue de la valorisation des matériaux métalliques car elle permet d'en fiabiliser la caractérisation et d'obtenir des lots homogènes. Elle permet également, dans certains cas et par décontamination, l'obtention de caractéristiques favorables à la valorisation de matériaux métalliques.

Par ailleurs, dans la décision du MTE et de l'ASN du 21 février 2020 consécutive au débat public dans le cadre de la préparation de la cinquième édition du PNGMDR, il est indiqué que le Gouvernement fera évoluer le cadre réglementaire applicable à la gestion des déchets de très faible activité, afin d'introduire une nouvelle possibilité de dérogations ciblées permettant, après fusion et décontamination, une valorisation au cas par cas de déchets radioactifs métalliques de très faible activité. (MTE, ASN, 2020). En effet, en réponse à l'article 24 de l'arrêté du 23 février 2017, EDF et Orano ont remis une étude présentant les options techniques et de sûreté d'une installation de traitement par fusion des grands lots homogènes. Ce projet nécessiterait une évolution de la réglementation afin de permettre l'utilisation, dans le secteur conventionnel, des matériaux métalliques issus du traitement, comme cela a été mis en avant dans le cadre du débat public. Par ailleurs, après instruction du dossier, l'installation relèverait du régime des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), en raison de la quantité de matières radioactives mises en œuvre, qui serait inférieure au seuil de classement en installation nucléaire de base (INB). Suite aux enseignements du débat public et pour tenir compte des recommandations du HCTISN³³ notamment, ce sujet de la valorisation des déchets métalliques TFA a fait l'objet d'une concertation (dans le cadre de la concertation post-débat public PNGMDR, incluant une réunion publique sur ce sujet), ainsi que d'une consultation du public pour les textes réglementaires permettant cette valorisation.

ECONOMIE DES RESSOURCES : SYNTHESE ET TENDANCES EN LIEN AVEC LA GESTION DES MATIERES ET DES DECHETS RADIOACTIFS	
Sensibilité des enjeux liés à la production et gestion des matières premières	
● ● ●	Face à l'augmentation prévisionnelle de la quantité de déchets métalliques TFA dans le cadre du démantèlement, la possibilité de développer des filières de valorisation est étudiée pour favoriser l'économie des ressources, économiser les espaces de stockage dédiés, tout en garantissant un niveau de sûreté maximal pour la population et l'environnement. Les déchets potentiellement valorisables (déchets TFA métalliques), sont évalués sur la période 2015-2070 à plus de 900 000 tonnes.
Scenari tendanciel et évolution des enjeux	
➔	Pour participer à l'économie des ressources et des espaces de stockage indispensable dans un contexte de démantèlement, le développement des filières de valorisation (la fusion valorisation

³² L'un des axes de travail du PNGMDR 2013-2015 et du décret en établissant les prescriptions porte ainsi sur la valorisation des matériaux métalliques et des gravats de très faible activité. EDF, AREVA/Orano, le CEA et l'ANDRA ont d'ailleurs rendu dans ce cadre des études sur les pistes possibles de développement de ces filières. Dans ce contexte, l'ASN et la DGEC ont souhaité que la question des conditions de valorisation et de recyclage de certaines substances puisse être abordée au sein d'un groupe de travail pluraliste, composé de représentants des exploitants nucléaires, de l'ANDRA, des ministères, des autorités de sûreté, de membres de CLI, d'industriels et d'experts français et étrangers. Les réflexions de ce groupe et les recommandations qui en sont issues constituent des premières pistes sur les conditions envisageables de valorisation de matériaux TFA.

³³ Le Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire s'est prononcé dans son rapport du 7 avril 2020 sur les « Perspectives d'évolutions de la filière de gestion des déchets très faiblement radioactifs (TFA) »

notamment)³⁴ des déchets métalliques TFA est étudié. La décision du Gouvernement de faire évoluer le cadre réglementaire applicable à la gestion des déchets de très faible activité, afin d'introduire une nouvelle possibilité de dérogation ciblée permettant, après fusion et décontamination, une valorisation au cas par cas de déchets radioactifs métalliques de très faible activité devrait permettre la valorisation d'une quantité de matériaux plus importante.

Les enjeux à venir pour les activités de gestion des matières et déchets radioactifs

L'opportunité de développer des filières permettant la réduction des quantités de déchets à stocker

Les filières de valorisation, aujourd'hui à la marge, représentent un enjeu fort dans le cadre du traitement des déchets issus du démantèlement, avec un impact direct sur les activités de stockage, de transports, et d'entreposage.

Activités/Filières concernées : Activités de valorisation déchets (TFA) | Retraitement du combustible usé

Sources :

- ▶ Code de la santé publique
- ▶ Point de vue de l'ANDRA sur le développement d'une filière de recyclage des déchets métalliques ferreux TFA, ANDRA 2012
- ▶ Rapport du groupe de travail du PNGMDR 2013-2015 sur la valorisation de matériaux de très faible activité, 2015
- ▶ Loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte du 18 août 2015.
- ▶ Nuclear Energy Data Données sur l'énergie nucléaire, OCDE, NEA, 2018
- ▶ Etude de faisabilité technico-économique de la fusion de déchets métalliques TFA en vue de leur densification, EDF, Orano, Socodei, 2018
- ▶ Déchets Chiffres-Clés, L'essentiel 2018, ADEME, 2019
- ▶ Décision consécutive au débat public dans le cadre de la préparation de la cinquième édition du plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs, MTE, ASN 2020
- ▶ Avis n° 13 et recommandations du Haut comité sur les perspectives d'évolution de la filière de gestion des déchets très faiblement radioactifs (TFA) en France, HCTISN, 2020
- ▶ L'environnement en France. Rapport sur l'état de l'environnement. Évolution de la consommation intérieure de matières en France, Fiches thématiques, MTE, 2021

³⁴ Etude de faisabilité technico-économique de la fusion de déchets métalliques TFA en vue de leur densification, EDF, Orano, Socodei, 2018

Pollution et gestion de la ressource en eau

Une amélioration de la qualité des masses d'eau et une baisse des prélèvements en France

Des masses d'eau superficielles de qualité inégale

La France présente un réseau hydrographique dense, mais fragilisé notamment par des pratiques agricoles intensives et des rejets domestiques et industriels dont il est le réceptacle. Globalement, une amélioration de la qualité physico-chimique des eaux s'observe depuis les années 1970 (orthophosphates et ammonium notamment), à l'exception des nitrates pour lesquels la tendance est moins marquée.

Si la qualité écologique des cours d'eau, auparavant en baisse, s'est stabilisée ces dernières années, une présence préoccupante de pesticides et d'autres micropolluants s'observe, et de nouvelles substances sont désormais suivies : médicaments, perturbateurs endocriniens, etc. Ainsi, malgré ces évolutions assez favorables, les efforts sont à poursuivre pour respecter les objectifs de bon état des eaux assignés par la DCE, puisqu'en 2016 :

- ▶ 44,2 % des masses d'eau superficielles françaises (DOM compris) disposaient d'un bon ou très bon état écologique ;
- ▶ 62,9 % des masses d'eau superficielles françaises (DOM compris) présentaient un bon état chimique. (Ressources en ligne d'EauFrance)

Des eaux souterraines majoritairement en bon état

Les eaux souterraines sont globalement de meilleure qualité du fait de la barrière de protection naturelle que constituent les sols et sous-sols. Cependant en 2017, on trouve plus de 300 substances référant à des pesticides dans les eaux souterraines. Le dispositif de surveillance de la qualité des eaux souterraines couvre 90 % du réseau d'eau souterraine sur le territoire national. Pour 45 % des points du réseau de surveillance en 2017, la concentration totale en pesticides s'est révélée supérieure à la limite de qualité de 0,5 microgramme par litre ($\mu\text{g/l}$) fixée par l'arrêté du 11 janvier 2007.

En effet, la contamination de certaines nappes phréatiques s'observe, liée aux pollutions diffuses agricoles principalement (pesticides et nitrates) et pollutions industrielles (solvants chlorés en particulier). La particularité de ces contaminations repose sur leur inertie : la plupart des contaminants aujourd'hui observés dans les nappes françaises proviennent de pratiques anciennes et révolues. Cette inertie explique la présence de substances phytosanitaires désormais interdites (ou de leurs résidus) ou encore l'augmentation des teneurs en nitrates entre 1996 et 2004 (alors que celles des cours d'eau se stabilisaient dans le même temps).

Un bon état global des eaux littorales

Plus de 80 % de la pollution des mers provient de la terre via les fleuves ou par déversement à partir des zones côtières. Ces pollutions sont ensuite diffusées ou concentrées selon les vents, les courants marins ou encore les mélanges verticaux. Leurs conséquences varient selon leur nature : les écosystèmes sont étouffés par les matières en suspension, les algues prolifèrent sous l'effet de l'apport de nutriments (nitrates, phosphates...), les espèces animales sont menacées par l'ingestion de macrodéchets (ex. sacs plastiques) ou de micropolluants.

Les eaux littorales sont globalement en meilleur état que les eaux continentales superficielles, avec 51,4 % des masses d'eau côtières en bon ou très bon état écologique, contre 44,2 % des eaux continentales. Les 12 % de masses d'eau de qualité médiocre ou mauvaise sont surtout concentrées en Bretagne et dans les Antilles selon une étude réalisée en 2015 (Ministère de la Transition Ecologique, 2019).

Une stabilisation des prélèvements d'eau, assez variés selon les usages

En 2017, 30 milliards de m^3 d'eau douce ont été prélevés en France métropolitaine pour satisfaire les principaux usages (Etat de l'Environnement en France Edition 2019, Ministère de la Transition Ecologique, 2019). La répartition des volumes prélevés est variable selon les usages.

- ▶ La production d'énergie est le secteur qui utilise les plus grandes quantités d'eau, avec environ 55 % des volumes prélevés pour le refroidissement des centrales de production d'électricité (nucléaire ou thermique) en 2017. Mais la plus grande partie de cette eau prise en rivière, y est restituée après utilisation et ces prélèvements sont en diminution. Un autre enjeu est celui de la température de l'eau rejetée dans les fleuves modifiant les conditions de l'écosystème lorsqu'elle est trop chaude, surtout durant les périodes de sécheresse et de canicule.
- ▶ Les prélèvements pour l'irrigation des cultures ne représentent qu'environ 10 % des volumes d'eau prélevés dans l'Hexagone, mais la part restituée aux milieux aquatiques est, proportionnellement, la plus

faible de tous les usages. L'agriculture est en revanche le poste de consommation d'eau douce principale en France avec environ 45 % des 5,5 milliards de m³ d'eau consommés en France en 2017.

- ▶ Les prélèvements pour la production d'eau potable s'élèvent à environ 17 % du total des volumes prélevés, mais représente le troisième poste de consommation d'eau douce (20 % du total consommé en 2019).
- ▶ Les industries prélèvent chaque année, environ 10 % des volumes totaux.

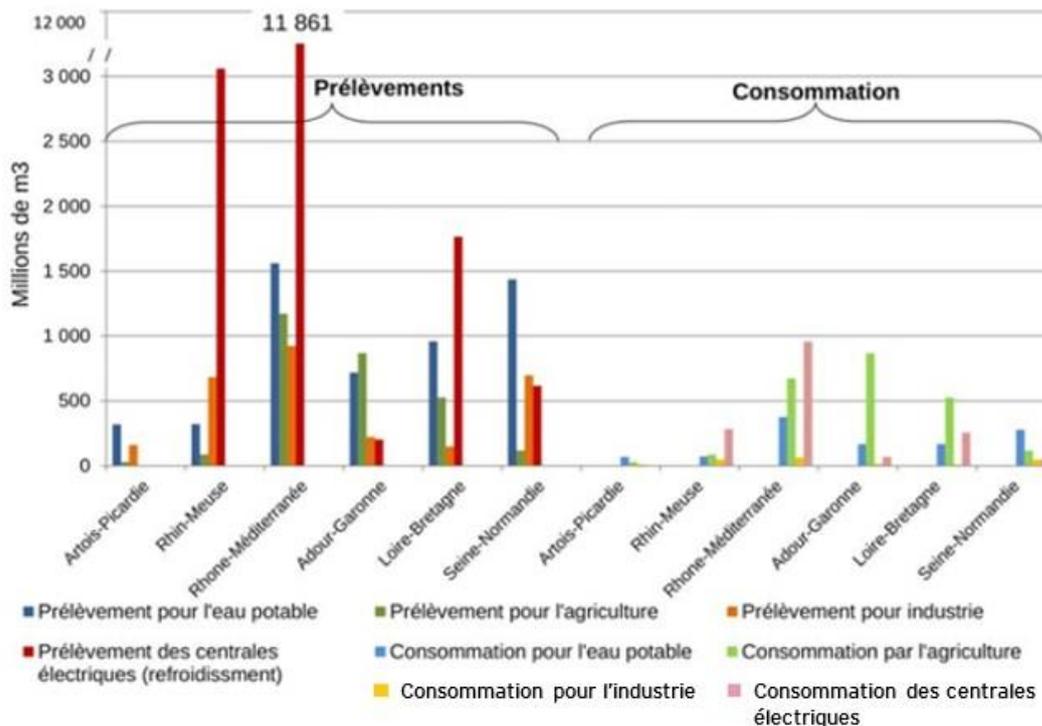


Figure 17 : Prélèvement et consommation d'eau douce en France métropolitaine par usage et par région, en million de m³ (moyenne 2008-2016)

Source : L'Etat de l'Environnement en France Edition 2019, Ministère de la Transition Ecologique, 2019

Depuis 2005, les prélèvements totaux de ressources en eau sont en constante diminution. Ceci est dû principalement aux baisses de prélèvements dans le secteur de l'énergie, alors que les prélèvements des autres secteurs restent stables. Dans le cadre du plan national d'adaptation au changement climatique, le principal engagement est la réduction d'ici 2020 de 20 % de la consommation d'eau au niveau national. Cette mesure de réduction semble nécessaire pour s'adapter aux variations climatiques à venir qui pourraient raréfier la ressource en eau dans certaines régions en tension.

Il faut bien différencier en matière d'usage des eaux, les prélèvements de la ressource en eau, de sa consommation. On appelle prélèvement la ressource en eau qui est récupérée de l'eau qui s'écoule afin de satisfaire les usages humains, puis qui est restituée. La consommation désigne l'eau prélevée mais non restituée.

Pour ce qui est de la consommation en eau, on l'estime en 2019 à 5,5 milliards de m³, dont l'agriculture serait le premier secteur d'usage avec environ 45 % des consommations, suivi des consommations pour le refroidissement des centrales électriques, environ 30 % (L'Etat de l'Environnement en France Edition 2019, Ministère de la Transition Ecologique, 2019).

Pollution et consommation des eaux dans le cadre de la gestion des matières et déchets radioactifs

Une forte dépendance des centrales nucléaires en eau

Les centrales de production thermique (fossile ou nucléaire) sont extrêmement utilisatrices d'eau, bien que la majeure partie des volumes prélevés soient réinjectés dans les cours d'eau et autres sources d'approvisionnement, les volumes prélevés dépendant du système de refroidissement (cycle fermé ou ouvert). Les centrales nucléaires de Tricastin, Saint-Alban, Bugey et Fessenheim sont à l'origine de 70 % du volume d'eau douce prélevé par les installations électriques en France (Les prélèvements d'eau douce en France : Les grands

usages en 2013 et leur évolution depuis 20 ans, Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer, en Charge des Relations Internationales sur Le Climat, 2017).

La dépendance à la ressource en eau des installations nucléaires de production électrique renforce la vulnérabilité du parc face à l'intensification d'aléas climatiques comme des sécheresses et canicules.

Les autres installations nucléaires de base du type centre de gestion et centres de stockage ne semblent contribuer que de manière infime aux prélèvements et consommations d'eau douce attribués aux installations électriques. A titre d'exemple, l'installation de traitement des déchets radioactifs Centraco a consommé en 2018 60 722 m³ d'eau, ce qui représente moins de 0,01 % des consommations annuelles de la France (Centraco Rapport 2018, Cyclife Groupe EDF, 2018).

Des marquages des eaux de surface principalement liés aux modes de gestion historiques des déchets et effluents autorisés par les installations industrielles

La présence de radionucléides dans les eaux peut avoir différentes origines³⁵ :

- ▶ La première est le rejet accidentel de substances radioactives sous forme d'effluents liquides (par le sol ou via le réseau d'évacuation des eaux pluviales), pouvant conduire à une contamination des nappes souterraines (soit directement par le sol, soit par les eaux de ruissellement). Sur les 40 000 accidents recensés au sein de la base de données de l'ARIA (Retour d'expérience sur accidents technologiques), 274 ont impliqué des produits radioactifs, dont 8 ayant été à l'origine d'une pollution des eaux de surface et 3 des eaux souterraines.
- ▶ La deuxième concerne les rémanences dans l'eau de radionucléides provenant de rejets anciens (Tchernobyl, essais nucléaires) et la diffusion, notamment par des eaux d'infiltration, de radionucléides contenus dans des déchets déposés en surface ou enfouis dans le sol, dans des conditions qui ne permettent pas d'assurer un confinement total des radionucléides (sites contaminés au cours de la première moitié du 20^{ème} siècle, entreposages anciens présents sur sites nucléaires, voir la partie sur les pollutions des sols liées aux activités radioactives). Le cas des retombées atmosphériques de poussières radioactives contribuant à augmenter le niveau de radioactivité des cours d'eau de surface peut aussi être évoqué.
- ▶ La troisième provient des émissions de substances radioactives dans les milieux aquatiques et marins (dans la mer ou un fleuve, via des canalisations) encadrées et contrôlées par l'ASN. Ces émissions, interdites dans les nappes phréatiques par la législation actuelle, ne sont autorisées qu'après évaluation préalable de l'impact prévisible sur les milieux et sur la santé des populations. Il convient de souligner que la réglementation applicable aux rejets autorisés a évolué au fil des années, notamment pour ce qui concerne les limites de rejets qui ont été régulièrement revues à la baisse, en application du principe d'optimisation. Cette baisse est le résultat des améliorations apportées par les exploitants nucléaires dans leurs installations ou de l'arrêt d'installations anciennes (sur le site de Marcoule par exemple).

Aujourd'hui, les deux principaux radionucléides rejetés dans les eaux de surface dans le cadre du fonctionnement normal des INB sont le tritium et le carbone 14. De nombreux capteurs ont été installés par l'IRSN et de grandes variations de l'activité radioactive suivant l'emplacement géographique peuvent être constatées le long du même cours d'eau. Il est important de noter que selon l'IRSN, les niveaux observés sont en cohérence avec les limites posées aux rejets d'effluents des différentes installations nucléaires et avec les données indiquées par les exploitants.

L'influence des rejets d'effluents liquides contenant du carbone-14 et du tritium est visible en aval de tous les CNPE. Elle est mesurée dans toutes les composantes du milieu aquatique pour le tritium et dans les poissons pour le carbone-14. La dose moyenne résultant d'une consommation occasionnelle de poissons liée à une activité de pêche de loisir en aval des CNPE fluviaux est estimée à 0,15 µSv/an. Cette dose peut être plus élevée en aval de certains sites et atteindre 0,4 µSv/an. Elle est quasi exclusivement imputable au carbone-14 et ne représente, à titre de repère, que quelques pourcents de la dose totale liée à la consommation de poissons résultant de leur radioactivité naturelle estimée à 12 µSv/an.

La consommation d'eau d'origine fluviale en aval des CNPE conduirait à une dose comprise entre 0,004 µSv/an et 0,5 µSv/an en lien avec la présence de tritium. En raison d'activités extrêmement faibles, les radionucléides autres que le carbone-14 et le tritium (60Co et 110mAg notamment) présents dans les rejets des CNPE, ne sont mesurables que dans l'air et dans certaines composantes du milieu aquatique, en mettant en œuvre les meilleures

³⁵ Rapport pour le Haut comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire, IRSN, 2008

techniques disponibles. Les doses associées sont négligeables au regard de celles liées au tritium et au carbone-14 déjà faibles.

Parmi les événements significatifs pour l'environnement recensés par l'IRSN pour l'ensemble des CNPE de fin 2014 à fin 2016, la perte d'étanchéité d'une canalisation véhiculant des effluents radioactifs survenue sur le site du Bugey fin 2014 a conduit à un marquage en tritium des eaux de la nappe phréatique au niveau du site. Ce marquage est observé jusqu'en 2017 dans les eaux prélevées sur 2 des 9 piézomètres de la surveillance de routine ainsi que dans les échantillons prélevés dans le cadre d'un plan de surveillance renforcée mis en place après l'évènement afin de mieux le caractériser et suivre son évolution. Les autres événements n'ont pas eu de conséquences dans l'environnement mesurables au travers de la surveillance réglementaire

Les INB rejettent aussi des effluents chimiques dans les eaux de surface. A La Hague, les principaux éléments sont les nitrates (rejetés jusqu'à 80 % de la limite réglementaire en 2014) et nitrites (41 %) dus à l'utilisation d'acides nitriques dans les procédés ainsi que le TBP (55 %) en tant que solvant utilisé pour le procédé d'extraction de l'uranium et du plutonium. De même, à Civaux, les principaux éléments liquides rejetés sont l'acide borique (rejetés jusqu'à 55,5 % de la limite réglementaire en 2014), l'ammonium, les nitrites et les nitrates (62 %) et les métaux (104 %). En revanche, au Centrac, les valeurs restent toutes inférieures à 50 % des limites réglementaires.

Les enjeux portent sur la capacité des exploitants à entretenir les sites pour disposer des meilleures techniques disponibles pour obéir au principe d'optimisation et à faire face à l'augmentation anticipée de l'activité pour les sites de gestion des déchets, liée au démantèlement, sans aggraver l'impact actuel.

L'enfouissement de déchets mal conditionnés, potentielle source de pollution des eaux souterraines

Trois causes principales peuvent conduire à la contamination des nappes phréatiques par des déchets enfouis :

- ▶ Le déversement accidentel (rupture d'une capacité de stockage par exemple),
- ▶ L'émission diffuse et non contrôlée d'un liquide contenant des substances radioactives (fuite non détectée),
- ▶ La gestion de stockage in situ de déchets radioactifs mal conditionnés (notamment sur sites historique).

L'ampleur de l'atteinte d'une nappe phréatique par de telles sources de pollution dépend essentiellement de trois facteurs : la vitesse d'infiltration dans l'espace qui sépare le point de rejet de la nappe (dépendant notamment des caractéristiques géologiques du site), la vitesse d'écoulement de l'eau de la nappe phréatique (pouvant être influencée par des systèmes de pompage) et des propriétés des substances radioactives dispersées (pouvant se déplacer plus ou moins vite que l'eau de la nappe), selon le rapport « Etat de la surveillance environnementale et bilan du marquage des nappes phréatiques et des cours d'eau autour des sites nucléaires et des entreposages anciens de déchets radioactifs » pour le Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire de l'IRSN.

Le dispositif de surveillance de l'IRSN autour des centres de stockage de déchets a permis à plusieurs reprises de détecter des contaminations entraînant la prise de mesures pour contrer la pollution puis d'installer des systèmes de contrôle jusqu'au retour à l'état normal.

Les solutions d'entreposage et de stockage des matières et déchets radioactifs sont un enjeu majeur dans la gestion du risque de contamination, à long terme, des eaux souterraines en particulier. D'une part, le tritium est une substance à forte mobilité dans les milieux, dont le confinement est difficile. Par ailleurs, les nappes phréatiques sont susceptibles d'être affectées en cas de perte d'étanchéité des colis de déchets radioactifs. A ce titre, les situations historiques et héritées de l'exploitation minière sont également porteuses de risques dans la mesure où les déchets qui y sont liés, ne font pas toujours l'objet d'un conditionnement aux normes actuelles, bien que des mesures de surveillance soient réalisées pour vérifier l'absence de marquages radiologiques dans les sols et les eaux souterraines.

POLLUTION ET GESTION DE LA RESSOURCE EN EAU : SYNTHÈSE ET TENDANCES EN LIEN AVEC LA GESTION DES MATIÈRES ET DES DÉCHETS RADIOACTIFS

Sensibilité des enjeux à la pollution et à la gestion de la ressource en eau



L'état radioactif des eaux souterraines et de surface est, quant à lui, étroitement surveillé et les rejets liquides radioactifs et chimiques ont diminué ces dernières années, dans le cadre du principe d'optimisation. Les rejets accidentels ont été relativement rares et peu critiques.

Scénario tendanciel et évolution des enjeux



L'état des masses d'eau reste aujourd'hui relativement stable voire s'améliore. Bien que les risques de contamination soient aujourd'hui bien présents du fait de l'activité industrielle, on compte peu de cas de contamination et d'accidents, ainsi que des politiques qui vont dans le sens de l'atténuation et de la régulation de ces risques.

Les enjeux futurs pour les activités de gestion des matières et déchets radioactifs

Le potentiel de contamination radioactive des milieux aquatiques par des déchets radioactifs sans solution de stockage pérenne actuellement mise en place

Parmi les déchets ne disposant pas encore de filière de stockage (déchets tritiés, sources scellées usagées non recyclables, déchets HA/MA-VL, déchets FA-VL), certains possèdent un fort potentiel de contamination radioactive des milieux (les déchets HA représentent à eux-seuls plus de 96 % de la radioactivité totale des déchets et le tritium est une substance à forte mobilité dans les milieux donc à conditionner de manière adaptée). Actuellement entreposés, ces déchets porteraient un risque important de contamination des eaux, pour les générations futures, dans le cas où aucune solution définitive ne serait apportée.

Par ailleurs, dans le cadre du projet de stockage réversible en couche géologique profonde, une attention particulière sera portée au risque de contamination des eaux souterraines.

Activités/Filières concernées : Entreposage des matières et des déchets en attente de valorisation ou de stockage

Les modes de gestion historiques et des sites miniers nécessitent une surveillance de la qualité des eaux

L'inventaire national des matières et déchets radioactifs recense environ 300 000 m³ de déchets en stockages historiques au sein ou à proximité des INB et INBS. Il reste aujourd'hui 170 Mt de stériles miniers et 50 Mt de résidus de traitement de l'uranium. La gestion de ces sites « historiques » se fait actuellement in situ, avec un stockage des résidus miniers (qui sont principalement TFA ou FA-VL) et une réhabilitation en cours pour les sites contaminés. Une surveillance renforcée des cours d'eau et des nappes proches des sites concernés est nécessaire pour garantir la maîtrise des risques de contamination.

Activités/Filières concernées : Gestion des situations historiques ou héritées de l'exploitation minière

Une limitation des rejets d'effluents liquides radioactifs et/ou chimiques à maintenir, voire réduire

Les exploitants ont le souci de limiter leurs effluents liquides notamment et développent donc de nouvelles technologies ou rénovent leurs installations.

Activités/Filières concernées : Retraitement du combustible usé | Stockage des déchets dans les centres dédiés en exploitation | Entreposage des matières et des déchets en attente de valorisation ou de stockage | Stockage géologique | Activités de valorisation déchets (TFA)

Un nombre limité d'accidents d'exploitation des installations industrielles et de transport polluant les eaux à maintenir

Sur les près de 40 000 accidents recensés sur la base de données ARIA (Retour d'expérience sur accidents technologiques), 274 ont impliqué des produits radioactifs, dont 8 ayant été à l'origine d'une pollution des eaux de surface et 3 des eaux souterraines.

Activités/Filières concernées : tous

Sources :

- ▶ Rapport pour le Haut comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire - Etat de la surveillance environnementale et bilan du marquage des nappes phréatiques et des cours d'eau autour des sites nucléaires et des entreposages anciens de déchets radioactifs, IRSN, Septembre 2008
- ▶ Rapport d'activité de l'ANDRA sur le Cires, 2013
- ▶ Rapport environnemental du CEA de Saclay, 2014
- ▶ Les prélèvements d'eau douce en France : les grands usages en 2013 et leur évolution depuis 20 ans, Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer, en Charge des Relations Internationales sur Le Climat, 2017
- ▶ Rapport sur la sureté nucléaire et la radioprotection en France en 2018, ASN, 2018
- ▶ Centraco Rapport 2018, Cyclife Groupe EDF, 2018.
- ▶ « 4,2 % des eaux surface en bon état écologique », Ressources en ligne d'Eaufrance, 2018 Accès : <https://www.eaufrance.fr/>
- ▶ Bilan de l'état radiologique de l'environnement français de 2015 à 2017, IRSN, 2018
- ▶ L'Etat de l'environnement en France Edition 2019, Ministère de la transition écologique, 2019

Pollution de l'air (hors GES)

Des pollutions atmosphériques aux effets néfastes sur la santé et les écosystèmes

La présence dans l'air de certains gaz et particules peut avoir des effets néfastes sur l'environnement (acidification des eaux et des sols, baisse des rendements agricoles, etc.) et sur la santé humaine (fatigue, nausées, irritation des yeux et de la peau, asthme, allergies, cancers, maladies cardio-vasculaires). Les principales substances faisant l'objet d'une surveillance sont présentées dans le tableau en page suivante.

L'origine de ces substances présentes dans l'air extérieur peut être naturelle (éruptions volcaniques, décomposition de matières organiques, incendies de forêts, etc.), mais également liée à des activités humaines (production industrielle, transport, agriculture, chauffage résidentiel, etc.). Une majeure partie de ces polluants se retrouve également dans l'air intérieur des logements, des moyens de transports, les bureaux, les écoles ou crèches, etc. La qualité de l'air intérieur ne repose pas uniquement sur de tels polluants chimiques, mais également sur des composants physiques (amiante, radon), ou organiques (moisissures, champignons, etc.). Ils sont dus aux matériaux utilisés (construction, mobilier), aux activités humaines (bricolage, tabagisme, cosmétique), à la présence d'animaux ou encore à la présence d'appareils de combustion.

Les différentes législations successivement mises en place au cours du XX^{ème} siècle ont permis de faire diminuer fortement la plupart des émissions de polluants atmosphériques. Si la qualité de l'air tend à s'améliorer ces dernières années, la marge de progrès est encore importante quant à la réduction des émissions polluantes et à la préservation de l'atmosphère. Ainsi, la LTECV (Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte) fixe des objectifs à atteindre au niveau national (en matière de mutation des habitudes et des modes de circulation notamment) et renforce les outils de planification territoriale en faveur de la qualité de l'air (ajout d'un volet « Air » aux plans climat énergie territoriaux, etc.).

Tableau 7 : Principales substances polluantes pour l'atmosphère, leurs effets sur l'environnement et la santé humaine et l'évolution de leurs émissions depuis la fin du 20^{ème} siècle

Nom des substances	Participation à des phénomènes écologiquement néfastes et impacts sur la santé	Evolution des émissions
Oxydes d'azote ou NO_x	Formation d'Ozone et de particules Eutrophisation Pluies acides Irritation des voies respiratoires	Division des émissions par deux depuis 1980 grâce à une moindre combustion de ressources fossiles dans les secteurs de la production énergétique et du transport routier. Les normes réglementaires de NO _x ne sont néanmoins pas respectées en 2018 sur 6,5 % des stations de mesure.
Particules (classées par taille : PM_x signifie diamètre inférieur à x µm)	Impact négatif sur le patrimoine urbain (noircissement, encroûtement...) De la taille dépend l'impact sur la santé à court et long terme (inflammations respiratoires, maladies cardio-vasculaires...)	Division des émissions par plus de deux entre 1990 et 2013. Passage de plus de 40 % à moins d'1 % des stations de mesures au-dessus des normes réglementaires entre 2007 et 2018 grâce notamment aux efforts sur le chauffage résidentiel ou dans l'agriculture
Dioxyde de soufre (SO₂)	Acidification et l'appauvrissement des milieux naturels (via sa transformation en acide sulfurique) Irritation des systèmes respiratoires et oculaires	Chute des émissions (1,9 µg/m ³ en fond urbain en 2018 contre presque 8 µg/m ³ en 2000) du fait des efforts de réduction des consommations d'énergie fossile et de la limitation de la teneur en soufre des carburants et combustibles ;
Monoxyde de carbone (CO)	Acidification des milieux Formation d'ozone Se fixe aux hémoglobines et peut provoquer des maladies neurologiques et cardiovasculaires.	Forte baisse permise par le renforcement des normes environnementales imposées notamment aux véhicules routiers (pot catalytique, seuils limites en termes d'émissions, etc.)
Ozone (O₃)	Baisse de rendement des cultures Inflammations des systèmes respirations (et maladies à plus long terme)	Niveau stable, dépendant des conditions météorologiques (production plus importante l'été) avec une diminution notable des relevés de stations de mesure au-dessus des normes réglementaires.
Composés organiques volatiles (COV) dont le benzène (C₆H₆)	Générateurs de polluants secondaires (ozone et particules fines notamment) Effets néfastes pour la santé humaine (anémie, perte de lymphocytes, voire leucémie)	En 2018 ensemble des stations de mesures sont en dessous des normes réglementaires sauf une. Explication : Directive européenne encadrant le taux de benzène dans l'essence et changements réglementaires dans le secteur des transports.
Métaux lourds (plomb, arsenic, cadmium, etc.)	Accumulation possible dans les organismes conduisant à des maladies de différentes sortes (système nerveux, rénal, hépatique, respiratoire, etc.)	Forte diminution des émissions depuis 2000 du fait de l'adoption de nouvelles normes dans les secteurs des transports (essence sans plomb) et de l'industrie (installation de dépoussiéreurs, traitement des fumées, moindre consommation de fioul lourd).
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	Multiplés effets sur la santé (effets sur la reproduction, effets cancérigènes, etc.)	Diminution d'un tiers depuis 2000 du fait du lien fort avec les combustions de bois de chauffage et de carburant (particulièrement importantes dans les vallées industrielles).

Sources : Ressources en ligne du Ministère de la Transition Ecologique

Des pollutions atmosphériques radioactives aux effets néfastes sur la santé et les écosystèmes

Le risque de la présence de radon pour les populations et travailleurs

Le risque de radioactivité pour les populations et les travailleurs, est essentiellement due à la présence de radon 222, lui-même issu de l'uranium 238, au sein des lieux confinés comme les habitations. Il est également présent à l'état naturel dans l'air et l'exposition à cette substance est très variable. Elle dépend de la richesse du sol en uranium 238, de la porosité du sol, des matériaux de construction et de la ventilation de l'habitat où le radon peut se concentrer. Ce gaz, ainsi que les produits qui en dérivent, se fixe dans les voies respiratoires, selon les informations du Réseau National des Mesures de la Radioactivité de l'Environnement³⁶.

Si la radioactivité est un phénomène naturel, la présence de radon dans l'air peut également résulter de modes de gestion historiques des déchets. Le radon n'étant pas le seul radionucléide pouvant contribuer à la pollution radioactive de l'atmosphère, le tableau ci-après en présente les niveaux d'enjeux.

Tableau 8 : Activités pouvant contribuer à la radioactivité de l'atmosphère

Activité de gestion concernée	Impact actuel	Niveau de risque pour le futur
Réemplois de stériles miniers ou les reconversions de sites nucléaires historiques	<p>Ces déchets et ces lieux sont inertes ou à très faible activité et n'étaient pas considérés comme radioactifs au moment de la fin de leur exploitation. Environ 1 % des stériles a été réemployé (pour des opérations de remblais par exemple) et certains bâtiments industriels reconvertis.</p> <p>Lorsque cela a été fait, des cas de contamination au radon ont pu être relevés, lorsque les stériles ont servi aux fondations d'un espace fermé en particulier. Des opérations de localisation et le cas échéant de récupération des stériles sont réalisées par Orano.</p>	S'agissant des conséquences d'un mode de gestion semi-historique de déchets inertes ou de très faibles activités, l'importance des risques devrait diminuer avec le temps, d'autant plus si l'on prend en compte les actions entreprises pour participer activement à la réduction des sources de problèmes potentiels.
Situations historiques des résidus et stériles miniers et stockages historiques de déchets radioactifs au sein ou à proximité d'INB ou d'INBS	<p>Les sites des résidus et stériles miniers sont exposés à l'air libre ou placés sous couverture argileuse (pour les résidus de procédés miniers). Cependant, les marquages actuels autour des sites ne signalent aucun risque significatif. Dans le cadre du précédent PNGMDR, Orano a mené plusieurs études en matière de gestion des résidus de traitement miniers et des stériles³⁷.</p> <p>Dans certains cas, des déchets radioactifs, généralement de faible ou très faible activité, ont fait l'objet d'une gestion in situ, à proximité des INB ou INBS. L'Inventaire National recense 12 sites concernés par ce mode de gestion. Ils font l'objet d'une surveillance afin de vérifier l'absence de marquage radiologique de l'environnement.</p>	<p>Au vu des méthodes de stockage in situ, des risques existent portant sur l'intégrité des stockages à long terme, ce qui pourrait générer un risque de contamination radioactive de l'atmosphère.</p> <p>Le mode de gestion in situ, accentuant les risques de pollutions radioactives de l'atmosphère, pourrait être remis en question par les générations futures en fonction des marquages identifiés et des capacités de traitement et de stockage à disposition.</p>

³⁶ Guide « La radioactivité dans l'air que je respire », Réseau National des Mesures de la Radioactivité de l'Environnement.

³⁷ Relation entre le transfert de l'uranium et du radium depuis les sites miniers vers les sédiments (Orano) ; Bilan d'étape - Recensement stériles miniers et Plan radon (Orano) ; Bilan d'étape sur la gestion des stations de traitement des eaux des anciens sites uranifères français (Orano) ; Dossier géotechnique sur la stabilité mécanique des digues du site des Bois Noirs et du site de l'Ecarpière (Orano) ; Rapport d'étape des travaux menés par le groupe de travail « maintien des fonctions des ouvrages ceinturant les stockages de résidus de traitement de minerais d'uranium.

Gestion des déchets radioactifs autorisés dans les filières conventionnelles de déchets (ex. déchets VTC ou SRON)	Jusqu'à présent, les relevés effectués autour des sites de traitement des déchets conventionnels ayant accueilli des déchets à potentiel radioactif, ne l'ont fait que dans des proportions très inférieures aux seuils légaux. Les marquages n'ont pas permis d'identifier un impact radiologique sur l'atmosphère. En effet, a priori, s'ils sont autorisés à se trouver dans ces filières, leur niveau de radioactivité a été contrôlé et jugé en dessous du seuil réglementaire à respecter.	Cependant, des études doivent être menées pour mieux connaître les situations actuelles de ces déchets (en termes de localisation et de quantités) ainsi que leur impact sur l'environnement notamment sur les potentiels effluents gazeux.
--	--	---

NB : La filière de gestion des déchets TTFA, qui permet de les traiter dans des filières conventionnelles, a également été étudiée. En effet, bien qu'il s'agisse d'un mode de gestion encore pratiqué aujourd'hui avec des conditions réglementaires très strictes, l'impact sur de potentielles pollutions radioactives de l'atmosphère est méconnu et reste à évaluer.

Un marquage atmosphérique également dû aux rejets accidentels et autorisés des installations industrielles

La présence de radionucléides dans l'air peut également avoir d'autres origines :

- ▶ Rémanence de radionucléides provenant de rejets anciens (Tchernobyl, essais nucléaires).
- ▶ Rejet accidentel de substances radioactives directement dans l'air. Sur les près de 40 000 accidents recensés sur la base de données ARIA (Retour d'expérience sur accidents technologiques), 274 ont impliqué des produits radioactifs dont 20 seulement ont été à l'origine de pollutions atmosphériques.
- ▶ Emissions de substances radioactives dans l'air, encadrées et contrôlées par les autorités compétentes, certaines étant dépendantes de l'Etat (DREAL), d'autres étant indépendantes (ASN). Ces émissions, qui ne sont autorisées qu'après évaluations préalable de l'impact prévisible sur les milieux et sur la santé des populations, sont régulièrement revues à la baisse en application du principe d'optimisation³⁸. Les sites doivent utiliser les meilleures techniques disponibles pour réduire les rejets de substances polluantes dans l'air et obtenir des résultats inférieurs aux limites maximales fixées. Les rejets d'effluents gazeux radioactifs et chimiques de chaque installation doivent être publiés chaque année en détail, dans le Rapport sur la Sûreté Nucléaire et la Radioprotection des Installations. Aujourd'hui, les deux principaux radionucléides rejetés dans l'atmosphère dans le cadre du fonctionnement normal des installations nucléaires sont le tritium et le carbone 14.

Le site responsable des rejets les plus conséquents est le site de La Hague et à l'opposé, les installations de stockage ont des rejets pratiquement négligeables. Les enjeux portent sur la capacité des exploitant :

- ▶ À entretenir les sites pour disposer des meilleures techniques disponibles et obéir au principe d'optimisation,
- ▶ À faire face à l'augmentation anticipée de l'activité pour les sites de gestion des déchets, liée au démantèlement, sans aggraver l'impact actuel.

Des enjeux importants de protection radioactive, notamment à très long terme, de l'atmosphère existent en ce qui concerne les déchets actuellement sans filière identifiée ou pour lesquels une filière n'a pas encore mise en place (déchets tritiés, sources scellées usagées non recyclables, déchets HA/MA-VL et FA-VL). Si l'entreposage ne peut être considéré comme une solution de long terme (moindre sécurité qu'un stockage, manques liés à la gestion de la mémoire, etc.), la manipulation et le transport de déchets vers de nouveaux sites de stockage n'est pas sans risque et le stockage du tritium est complexe du fait de sa forte mobilité dans les milieux.

³⁸ Le principe d'optimisation consiste à maintenir toutes les expositions au niveau le plus bas qu'il est raisonnablement possible d'atteindre (ALARA), compte tenu des facteurs économiques et sociaux. Ces dernières années, on a vu apparaître dans divers contextes un autre concept associé à ce principe : celui des Meilleures techniques disponibles (MTD).

POLLUTION DE L'AIR : SYNTHÈSE ET TENDANCES EN LIEN AVEC LA GESTION DES MATIÈRES ET DES DÉCHETS RADIOACTIFS

Sensibilité des enjeux liés à la pollution de l'air



Les émissions de polluants sont globalement en baisse au cours des deux dernières décennies en France, à la suite des efforts de réduction des consommations d'énergies fossiles, ainsi qu'en raison d'évolutions de certaines activités dans les secteurs de la production énergétique et du transport routier.

Un marquage, relativement limité, de l'atmosphère s'observe également du fait d'accidents passés et des rejets autorisés des INB actuelles (La Hague notamment).

Au niveau des pollutions radioactives, le principe d'optimisation et l'adoption des meilleures techniques disponibles (MTD) par les exploitants devraient aboutir à une réduction des rejets atmosphériques autorisés. De la même manière, les diagnostics et actions mis en place pour le radon devraient permettre de renforcer la protection des populations et travailleurs.

Scenario tendanciel et évolution des enjeux



On note une sensibilité mesurée des enjeux liés à la pollution de l'air quant aux activités de gestion des matières et déchets radioactifs. Bien que la filière et les activités de stockage ne soient pas encore arrivées à maturité, et que l'on attende une potentielle hausse des émissions de GES liées à l'augmentation des transports de déchets radioactifs, on constate des efforts et une volonté de diminuer les rejets de polluants atmosphériques ainsi qu'une faible fréquence d'accidents ayant un fort impact sur l'atmosphère. Une stabilisation de cet enjeu est ainsi attendue dans les années à venir.

Les enjeux futurs pour les activités de gestion des matières et déchets radioactifs

La poursuite des efforts pour limiter le risque lié au radon

Des diagnostics et actions de réhabilitation ont été menés en vue de la prévention du risque de contamination au radon, et doivent être poursuivies pour limiter autant que possible ce risque important pour la santé des populations à proximité des installations et zones à risque ainsi que des travailleurs (liés respectivement au réemploi de stériles miniers et aux transferts depuis des déchets entreposés sur site).

Activités/Filières concernées : Gestion des situations historiques ou héritées de l'exploitation minière

La hausse des pollutions atmosphériques causées par l'augmentation des transports de substances radioactives

Dans le cadre du démantèlement des installations, une hausse des volumes de déchets à transporter est à attendre. Les transports dans le secteur liés aux déchets générés par le secteur de la santé devraient également se maintenir, voire augmenter dans les prochaines années. Cet accroissement des transports devrait générer davantage de polluants atmosphériques.

Activités/Filières concernées : Transports de substances radioactives

Stabilité des niveaux de rejets d'effluents gazeux radioactifs et/ou chimiques

Les exploitants ont le souci de respecter la réglementation en limitant leurs effluents gazeux et en développant de nouvelles technologies ou rénovent leurs installations. C'est le cas par exemple d'Orano sur le site de Tricastin avec la construction des usines Georges-Besse II et Philippe Coste. L'entretien et la gestion des INB de traitement et de stockage des déchets radioactifs représentent des enjeux d'autant plus importants que le processus de démantèlement engendrera une augmentation des déchets à traiter. L'objectif est de parvenir à maintenir les rejets au niveau ALARA, en disposant notamment des meilleures techniques disponibles.

Activités/Filières concernées : Retraitement du combustible usé | Stockage des déchets dans les centres dédiés en exploitation | Entreposage des matières et des déchets en attente de valorisation ou de stockage | Stockage géologique | Activités de valorisation déchets (TFA)

Rareté maintenue des accidents d'exploitations des installations industrielles et nucléaires, et des accidents de transports ayant un impact sur l'atmosphère

Sur les près de 40 000 accidents recensés sur la base de données ARIA (retour d'expérience sur accidents technologiques), 274 ont impliqué des produits radioactifs dont 20 ayant été à l'origine de pollutions atmosphériques.

Si les incidents de niveau 0 ou 1 (sur 7) de l'échelle de l'INES (*International Nuclear and radiological Event Scale*) ne sont pas rares, ceux ayant un impact sur l'atmosphère sont peu nombreux et ont en général un impact limité. Les mesures imposées notamment par l'ASN permettent d'assurer une prévention très forte des risques d'accident et de réduire au maximum leurs conséquences le cas échéant.

Activités/Filières concernées : toutes

Sources :

- ▶ Observatoire de la qualité de l'air intérieur
- ▶ Loi de Transition Energétique pour la Croissance Verte
- ▶ Code de l'Environnement
- ▶ RNM - Réseau National des Mesures de la radioactivité de l'environnement, guide disponible en ligne « *La Radioactivité dans l'air que je respire* »
- ▶ Base ARIA du MTE - Analyse, Recherche et Information sur les Accidents, Retour d'expérience sur les accidents technologiques
- ▶ Bilan de la qualité de l'air en France en 2013 ; SoeS (MEDDE)
- ▶ Rapport d'activité de l'ANDRA sur le Cires, 2013
- ▶ Etat de l'environnement en France en 2014 (MEDDE)
- ▶ Rapport environnemental du CEA de Saclay, 2014
- ▶ Rapports sur la Sûreté Nucléaire et la Radioprotection en 2019, ASN, 2020
- ▶ L'environnement en France - Edition 2019, Ministère de la Transition Ecologique, 2019

Pollution et utilisation des sols

Une qualité hétérogène des sols métropolitains

Des pollutions historiques difficilement réversibles

Selon les travaux menés par le groupement d'intérêt scientifique sur les sols (GIS SOL), l'état des sols en France, qui ne reste que partiellement connu, est nuancé. Par ailleurs, la dernière édition de l'Etat de l'Environnement (ministère de la Transition écologique), fait état de 6 800 sites et sols pollués ou potentiellement pollués, appelant une action des pouvoirs publics, à mi-2018 en France métropolitaine ; ces derniers sont recensés dans la base Géorisques³⁹ (anciennement dénommée Basol).

Un certain nombre de contaminations historiques existent et sont difficilement réversibles (plomb des essences, etc.). Si ces contaminations peuvent être à l'origine de problèmes sanitaires, en revanche leur présence en faibles quantités dans les sols limite les risques de transfert dans la chaîne alimentaire. L'interdiction de certains produits (arséniate de plomb par exemple) et le meilleur contrôle des sources de pollutions (boues des stations d'épuration, effluents des industries, rejets animaux, etc.) peuvent laisser espérer une réduction d'une partie au moins de ces pressions à l'avenir.

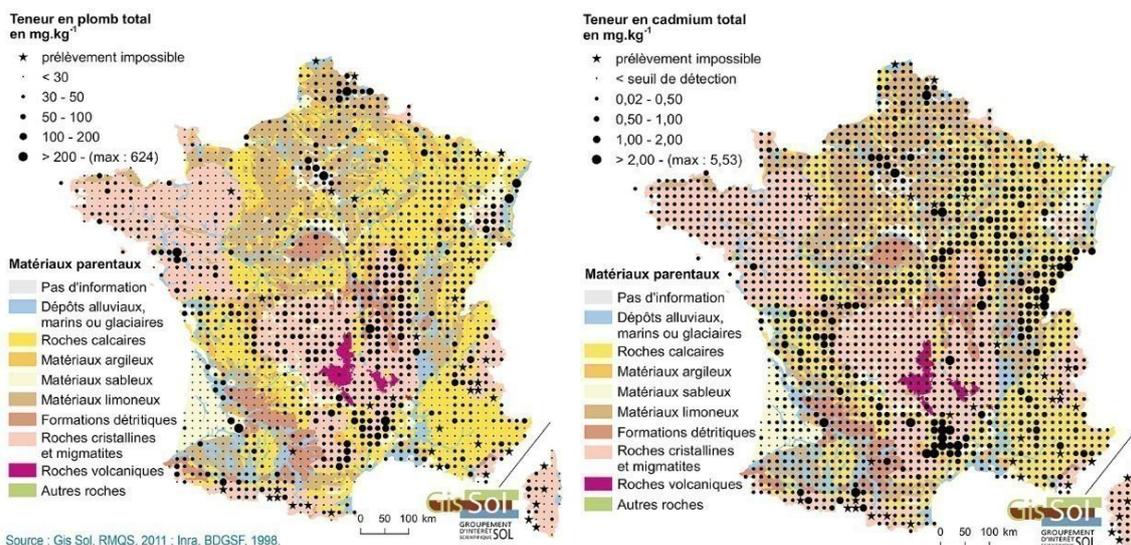


Figure 18 : Cartographie de deux contaminations des sols, avec les teneurs en plomb total (à gauche) et en cadmium total (à droite) des horizons de surface (0-30 cm) des sols de France

Source : GIS SOL, 2011

Des enjeux émergents de fertilité et d'érosion des sols dus au changement climatique

La fertilité chimique des sols, bien que non alarmante (aucun sol n'apparaît stérile par exemple), soulève des questions au regard des pratiques agricoles actuelles : la gestion actuelle des effluents issus de l'élevage est à l'origine de déséquilibres chimiques (en termes de phosphore notamment), tandis que l'activité agricole intensive participe à la baisse de la biodiversité des sols.

Des pertes de sols s'observent dans certaines régions (sols agricoles limoneux des bassins parisien et aquitain et secteurs de piémont et méditerranéens notamment), pouvant être à l'origine de glissements de terrains et à terme d'une menace de l'intégrité des systèmes agroécologiques. Cette situation s'explique par une intensité des phénomènes d'érosion supérieure à celle de la production de nouveaux sols par altération naturelle des roches. Certaines pratiques culturelles ont été identifiées comme favorisant les phénomènes d'érosion des sols (absence de couverture des sols en hiver par exemple), de même que leur tassement (utilisation d'engins agricoles par exemple). Par ailleurs, les phénomènes extrêmes (pluies de forte intensité en particulier) sont également à l'origine d'une plus forte érosion des sols, et pourraient augmenter du fait du changement climatique.

³⁹ Base accessible en ligne : <https://www.georisques.gouv.fr/articles-risques/basol>

Pollution des sols liée aux activités de gestion des matières et déchets radioactifs

La pollution radioactive des sols est liée principalement aux modes de gestion historiques des matières et déchets radioactifs

La présence de radioactivité n'est pas nécessairement synonyme de risques sanitaires importants mais suscite l'inquiétude des riverains et la préoccupation des autorités. Selon l'IRSN, un site contaminé est un lieu où du fait de l'utilisation ou du stockage de substances radioactives, le niveau de radioactivité est encore aujourd'hui supérieur au bruit de fond environnant. Les radionucléides peuvent provenir de sources naturelles ou artificielles, accidentelles (incendies, rupture de canalisation) ou résultantes de l'exploitation industrielle normale du site (boue, déchets). On peut distinguer trois sources de pollution des sols et sous-sols liées aux activités radioactives qui en dehors des accidents sont liées à des activités anciennes et à des modes de gestion historiques :

- ▶ Les rejets accidentels de substances radioactives dans le sol directement ou du fait de retombées atmosphériques de poussières radioactives. Sur les près de 40 000 accidents recensés sur la base de données ARIA (Retour d'expérience sur les accidents technologiques) portant sur des installations industrielles, 274 ont impliqué des produits radioactifs dont 15 ayant été à l'origine de pollutions des sols.
- ▶ La rémanence de radionucléides dans les sols provenant de rejets anciens (Tchernobyl, essais nucléaires)⁴⁰.
- ▶ La contamination par des déchets déposés en surface ou enfouis dans le sol, dans des conditions qui ne permettent pas d'assurer un confinement total des radionucléides, en particulier dans le cas des sites contaminés dans la première moitié du XXème siècle et des entreposages anciens présents sur les sites nucléaires (tertre et terre-plein).

Les sites pollués par la radioactivité sont souvent d'anciennes installations industrielles et des laboratoires datant du début de l'âge du nucléaire civil, personne ne s'inquiétant alors de la gestion des déchets. Jusque dans les années 1960, le radium a en particulier fait l'objet d'exploitations industrielles diverses (du traitement du cancer jusqu'à la fabrication de paratonnerres en passant par les cosmétiques) sans que les mesures de sûreté nécessaires ne soient appliquées. On trouve également d'anciens sites d'exploitation de minerais naturellement radioactifs pour en extraire des terres rares. Les procédés employés pouvaient concentrer la radioactivité des matériaux d'origine, contribuant ainsi à la pollution des sites.

⁴⁰ Cela ne concerne en pratique que les radionucléides à demi-vie assez longue (au moins plusieurs années, comme le Césium 137), tendant à se fixer dans les sols, les sédiments ou certains organismes vivants.

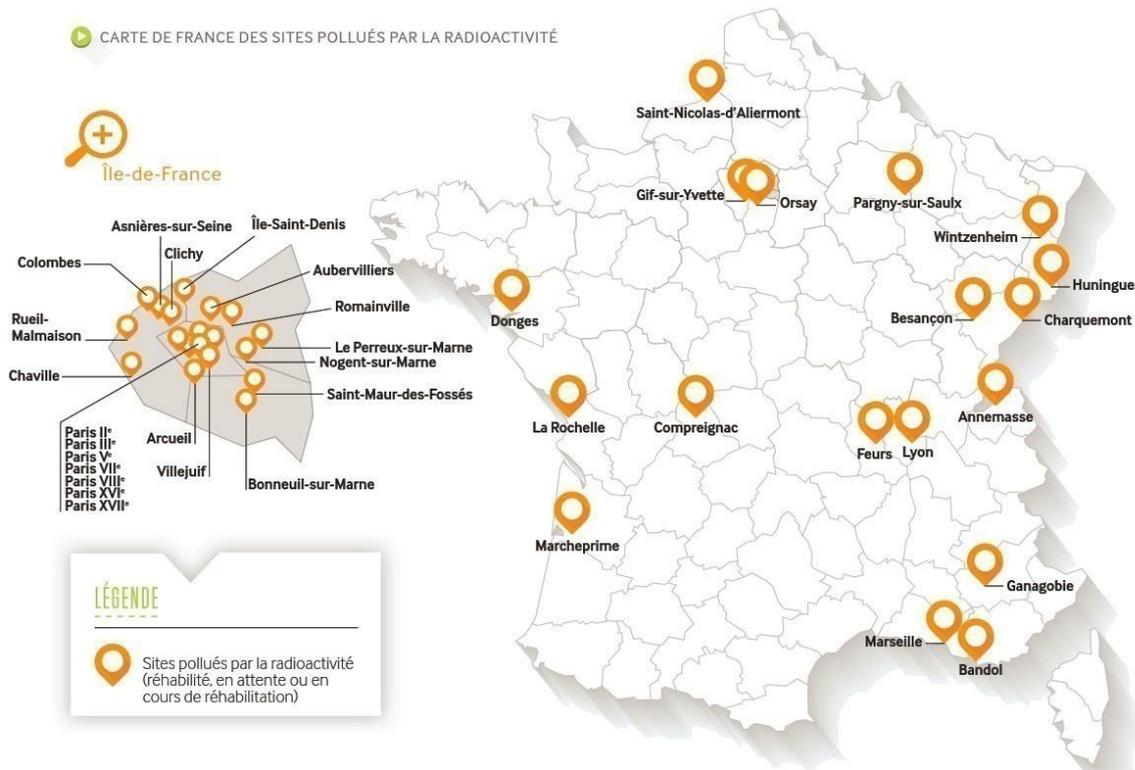


Figure 19 : Carte des sites pollués par la radioactivité 2015 – Source : Synthèse de l'Inventaire National des Matières et Déchets Radioactifs 2015 (ANDRA)⁴¹

Les diagnostics de ces sites ont débuté en 2010 en Île-de-France (région concentrant une large majorité des sites concernés). Une quarantaine de sites suspectés d'être pollués par la radioactivité ont ainsi déjà été diagnostiqués par l'IRSN en collaboration avec les services de l'État tels que les Agences Régionales de la Santé (ARS) et les directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL), l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) et l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (ANDRA). L'inventaire national recense au 31 décembre 2013 plus de soixante-dix sites contaminés : 17 sites réhabilités depuis la précédente édition, 23 sites en cours de réhabilitation, 31 sites en attente de réhabilitation⁴².

D'autres sites radioactifs sont d'anciens lieux d'entrepôts de déchets radioactifs situés sur les sites des INB et INBS. Ils datent essentiellement des années 1950-1960 et font tout de même l'objet de surveillances visant à contrôler l'absence de marquage radiologique. Les principaux sites concernés par l'entreposage de déchets anciens sont, selon le Rapport de l'IRSN pour le Haut comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire :

- ▶ Les centres de recherche CEA de Fontenay-aux-Roses, de Saclay, de Grenoble et de Cadarache ;
- ▶ Les INBS de Bruyères-le-Châtel, de Marcoule, de Pierrelatte (site du Tricastin) et de Valduc ;
- ▶ Les sites d'implantation des premiers réacteurs nucléaires électrogènes : les centrales de Chinon A, de Saint-Laurent A et du Bugey 1 (filiale uranium naturel - graphite - gaz) et le réacteur de Chooz A ;
- ▶ Les sites de fabrication de combustibles de Romans-sur-Isère et de Veurey-Voroize ;
- ▶ Le site de traitement de combustibles de La Hague.

Un cas particulier est celui des dix-sept sites de stockage des 50Mt de résidus d'activité minière qui sont aujourd'hui couverts et protégés mais dont les impacts radiologiques continuent d'être surveillés et l'accès interdit.

En ce qui concerne le recensement des sites pollués par la radioactivité, bien qu'il n'y ait jamais eu d'obligation réglementaire, l'Inventaire national de l'Andra a permis de recenser et de garder la mémoire des sites pollués par la radioactivité sur le territoire français jusqu'en 2015 (figure 19 ci-dessus). En effet, l'Andra recensait tous les ans l'ensemble des sites pollués par la radioactivité, en collaboration avec l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) et la

⁴¹ La dernière édition de l'Inventaire National des Matières et Déchets Radioactifs de l'ANDRA ne propose pas de carte actualisée.

⁴² La dernière édition de l'Inventaire National des Matières et Déchets Radioactifs de l'ANDRA ne propose d'informations actualisées.

Direction générale de la prévention des risques (DGPR). Dorénavant, en accord avec le ministère en charge de l'environnement, les informations relatives aux sites pollués ne sont plus restituées dans l'Inventaire national mais sont regroupées sur le portail d'information Géorisques (anciennement dénommé Basol).

Un contrôle efficace des pollutions radioactives des sols, mais des incertitudes à venir

Pour toutes les installations de gestion des matières et déchets radioactifs, une surveillance des sols et des écosystèmes est mise en place. Pour mesurer les risques sanitaires associés à une contamination des sols se transmettant à l'alimentation humaine, les activités radioactives du lait, des cultures et végétaux alentours des sites sont contrôlées. Réglementée et régulière, cette surveillance permet de dresser un bilan radiologique et de vérifier l'absence de contaminations chimiques et radioactives.

A l'heure actuelle, les rapports publiés ne mentionnent que de très rares cas de pollution significative des sols et des écosystèmes, dans le cadre normal d'activité des INB et INBS (c'est-à-dire hors accidents). Sur le site de La Hague, on observe des niveaux de rejets restés stable depuis les années 1990.

Toutefois, un certain nombre de modifications des filières de gestion des matières et déchets radioactifs pourraient changer cette tendance :

- ▶ La mise en place du centre de stockage réversible en couche géologique profonde (Cigéo), dont l'enjeu est de permettre d'assurer le confinement des substances radioactives contenues dans les colis de déchets.
- ▶ L'assainissement des sites au niveau desquels des CNPE seront démantelées, qui demandera une excavation du sol sous-jacent pour éviter toute contamination résiduelle.

Enjeu : La gestion des déchets sans filière

Les travaux menés dans le cadre du précédent PNGMDR ont permis de réduire les quantités des déchets radioactifs actuellement sans filière de gestion identifiée et des déchets pour lesquels des filières de gestion sont à l'étude (c'est-à-dire les déchets FA-VL et HA/MA-VL). Toutefois, ces volumes restants, ne peuvent être négligés, dans le sens où aucune solution de gestion optimale n'a encore été identifiée.

POLLUTION ET UTILISATION DES SOLS : SYNTHÈSE ET TENDANCES EN LIEN AVEC LA GESTION DES MATIÈRES ET DES DÉCHETS RADIOACTIFS

Sensibilité des enjeux liés à la pollution des sols

● ●	Les pollutions radioactives des sols sont principalement dues, pour leur part, à des modes de gestion historiques défectueux. Aujourd'hui, les activités de gestion des matières et déchets radioactifs sont étroitement surveillées et leurs impacts contrôlés. L'identification et la réhabilitation progressive des sites historiques devraient permettre de diminuer les risques de contamination radioactive des sols. Cependant, des enjeux émergent autour du devenir des déchets entreposés sur site, de la construction du centre de stockage en couche géologique profonde et de l'assainissement des sites d'un CNPE.
-----	--

Scénario tendanciel et évolution des enjeux

➔	On peut s'attendre à une pression accrue des risques liés à la contamination des sols, de par l'augmentation des volumes de déchets et matières à traiter et pour lesquels des incertitudes sur les filières de gestion subsistent, particulièrement pour les déchets et matières provenant d'installations historiques. De plus le parc nucléaire qui est amené à être démantelé en partie dans les prochaines décennies va conduire à des besoins d'assainissement des sols et aux risques associés.
---	--

Les enjeux futurs pour les activités de gestion des matières et déchets radioactifs

La sûreté du stockage géologique réversible en couche profonde

Le principe des projets de stockage géologique profond est de limiter la migration de la plupart des éléments radioactifs jusqu'à la surface grâce à l'imperméabilité de la roche notamment. Pour ceux qui l'atteindront, au

bout de milliers d'années, ils présenteront alors un niveau de radioactivité infime, nettement inférieur à celui de la radioactivité naturelle, sans danger pour l'homme et l'environnement.

Malgré cela, le stockage géologique profond, porte en lui des enjeux majeurs auquel il faudra répondre, notamment sur les conditions de sa réversibilité, les garanties de sa sûreté ou encore les modalités de conception d'une phase industrielle pilote. Par ailleurs, les options alternatives au stockage profond et les perspectives de transmutation ont également été pointées comme des chantiers à creuser.

Activités / Filières concernées : Stockage géologique

L'identification, la réhabilitation et la mémoire des sites contaminés

Le processus d'identification, de recensement, d'analyse et éventuellement de réhabilitation des sites pollués par la radioactivité se poursuit et permettra de maîtriser plus finement les risques liés à la contamination radioactive des sols. Notamment, les dix-sept sites de stockage des résidus d'activité minière sont sous surveillance accrue d'Orano et les résultats futurs des études détermineront le niveau de risque de ces stockages et les mesures à prendre pour mieux prévenir les contaminations potentielles des sols et des écosystèmes terrestres. Vis-à-vis des générations futures, l'enjeu est non seulement de transmettre un territoire aux sols décontaminés mais également de préserver la mémoire des sites concernés.

Activités / Filières concernées : Gestion des situations historiques ou héritées de l'exploitation minière

Le potentiel de contamination radioactive des sols des déchets radioactifs sans solution de stockage pérenne (déchets sans filière et déchets dont la filière doit être mise en place)

Les différents types de déchets ne disposant pas encore de filière de stockage opérationnelle (déchets tritiés, sources scellées usagées non recyclables, déchets HA/MA-VL et déchets FA-VL) regroupent les plus forts potentiels de contamination radioactive des milieux, bien qu'ils soient entreposés dans des conditions de sûreté adaptées à leurs natures. Ces catégories de déchets sont par conséquent porteuses d'un risque fort de contamination des sols pour les générations futures, dans l'hypothèse où la mise en œuvre des solutions de stockage serait abandonnée ou que les moyens techniques et financiers ne seraient plus disponibles pour surveiller et maintenir les entreposages.

Activités/Filières concernées : Entreposage des matières et des déchets en attente de valorisation ou de stockage

Les besoins d'assainissement des sites des CNPE qui seront démantelés

A la suite du démantèlement des CNPE, le sol au droit du site devra être complètement assaini lorsque cela est techniquement possible, ou du moins, la démarche d'assainissement des pollutions radioactives devra être poussée à son maximum afin de protéger les populations à risque, en justifiant les contraintes techniques et économiques en cas de limite à son aboutissement.

Activités / Filières concernées : Stockage des déchets dans les centres en exploitation

La fréquence et la gravité limitées d'accidents d'exploitation d'installations industrielles et de transport polluant les sols à maintenir

Sur les près de 40 000 accidents recensés sur la base de données ARIA (Retour d'expérience sur accidents technologiques), 274 ont impliqué des produits radioactifs dont 15 ayant été à l'origine de pollutions des sols. Les mesures de sûreté imposées notamment par l'ASN permettent d'assurer une prévention très forte des risques d'accident et de réduire au maximum leurs conséquences le cas échéant.

Activités / Filières concernées : Transports de substances radioactives | Stockage des déchets dans les centres dédiés ouverts | Entreposage des matières et des déchets en attente de valorisation ou de stockage

SOURCES :

- ▶ Code de l'Environnement
- ▶ Enquête Terruti-Lucas (Agreste - ministère de l'agriculture)
- ▶ Ressources en ligne Site BASOL du Ministère de la Transition Ecologique
- ▶ Loi de Transition Energétique pour la Croissance Verte
- ▶ Base ARIA du MTE - Analyse, Recherche et Information sur les Accidents, Retour d'expérience sur les accidents technologiques

- ▶ Rapport pour le Haut comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire - Etat de la surveillance environnementale et bilan du marquage des nappes phréatiques et des cours d'eau autour des sites nucléaires et des entreposages anciens de déchets radioactifs, IRSN, Septembre 2008
- ▶ Synthèse sur l'état des sols de France, GIS SOL, 2011
- ▶ Bilan de l'état radiologique de l'environnement français en 2012, IRSN, 2013
- ▶ Carbone organique des sols - L'énergie de l'agroécologie, une solution pour le climat, ADEME, 2014
- ▶ Synthèse de l'Inventaire National des Matières et Déchets Radioactifs 2015, ANDRA, 2015
- ▶ Bilan de l'état radiologique de l'environnement français de 2015 à 2017, IRSN, 2018
- ▶ La sûreté nucléaire et la radioprotection en France en 2019, ASN, 2020
- ▶ Inventaire national des matières et déchets radioactifs 2019, ANDRA, 2019
- ▶ Etat de l'environnement en France édition 2019, Ministère de la Transition Ecologique, 2019

Adaptation au changement climatique

Le réchauffement climatique : un phénomène avéré

Avec une température moyenne de 13,9 °C, la France a connu en 2018 l'année la plus chaude depuis le début du 20^{ème} siècle. Cela représente une hausse de 2,1 °C en moyenne par rapport à la période 1961-1990. En effet, le pays observe de fortes augmentations des températures à partir des années 1980.

Les évolutions climatiques sur le territoire national relèvent ainsi :

- ▶ Une augmentation des températures moyennes annuelles ;
- ▶ Une augmentation des températures moyennes en été avec une hausse de la fréquence et de l'intensité des épisodes de canicules ;
- ▶ Des vagues de chaleur⁴³ plus fréquentes depuis les années 1990 ;
- ▶ Une augmentation des températures moyennes et minimales en hiver avec une baisse du nombre de jours de gel et du nombre de jours anormalement froids (c'est-à-dire inférieur à 5°C en dessous des normales de saison) ;
- ▶ Une diminution du nombre de jours de pluie avec une accentuation des contrastes saisonniers : accentuation des sécheresses estivales, des périodes d'étiages et des précipitations en hiver.

De même, comme l'illustre le graphique ci-dessous, les moyennes des températures maximales sont elles aussi en hausse sur le territoire national :

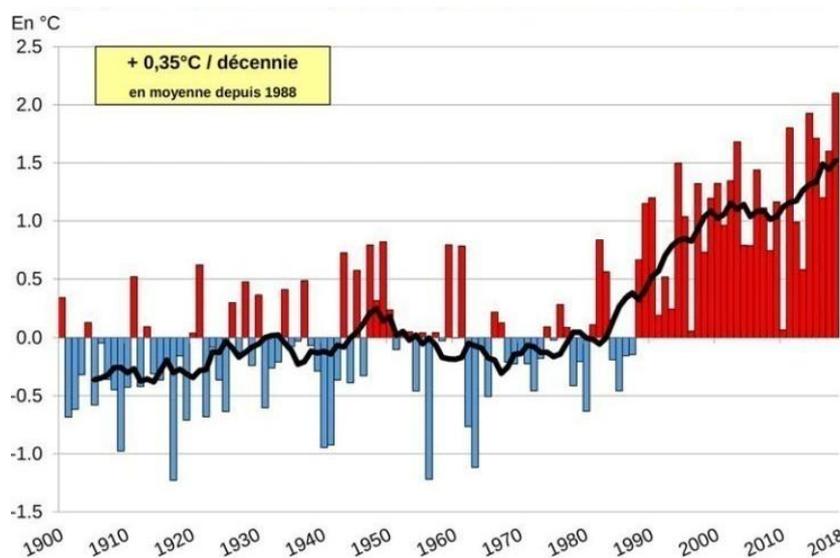


Figure 20 : Evolution des températures maximales en France entre 1900 et 2018 (écarts à la moyenne, en °C)

Source : Etat de l'Environnement en France édition 2019, Ministère de la transition écologique, 2019

En 2013, 74 % des communes françaises sont exposées à au moins un risque dit climatique, le nombre moyen de risques climatiques par commune étant de 1,3. Suivant les communes ; ce nombre varie de 0 à 5⁴⁴.

L'augmentation des températures provoque une fonte accrue des glaciers, qui diminuent de 1 mètre d'équivalent en eau par an, depuis 1990. La fonte des glaces a pour conséquence l'augmentation du niveau moyen des océans, d'environ 1,7 millimètres en moyenne par an depuis avec une accélération à 3 mm par an ces dernières années.

⁴³ Une vague de chaleur désigne un épisode de 5 jours successifs avec des températures moyennes de 5°C supérieures aux normales de saison.

⁴⁴ L'exposition communale de la population aux risques climatiques est évaluée grâce au nombre de risques naturels liés au climat (inondations, feux de forêt, tempêtes et cyclones, avalanches, mouvements de terrain) pouvant survenir dans chaque commune croisé avec la densité de population de la commune.

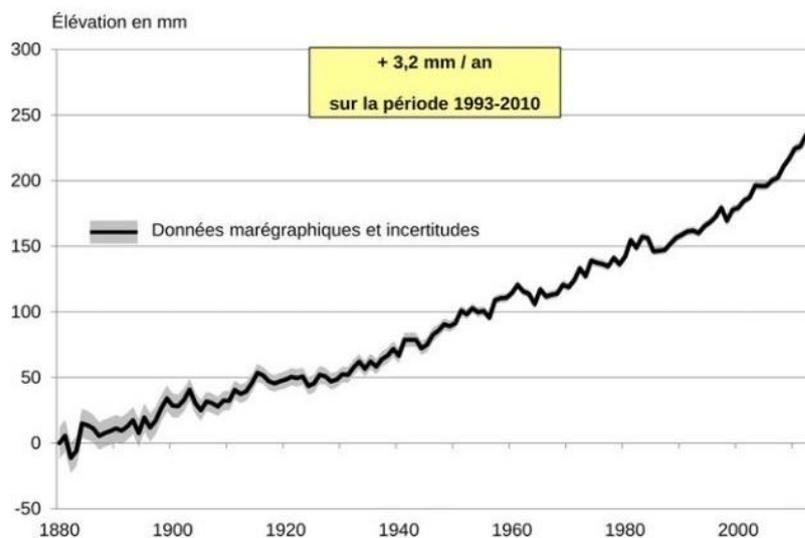


Figure 21 : Evolution du niveau moyen des océans depuis la fin du 19^{ème} siècle,

Source : Etat de l'Environnement en France édition 2019, Ministère de la transition écologique, 2019

Enjeux de vulnérabilité face aux projections climatiques

Vulnérabilité des INB face aux événements climatiques

La section exposition aux risques et santé humaine en fait déjà état : les installations industrielles exposées aux aléas naturels (inondation, submersion marine, séisme, températures extrêmes, mouvement de terrain, tempête, foudre, incendies), doivent faire l'objet de mesures de prévention et de protection pour éviter que ces aléas ne déclenchent un accident industriel majeur.

Or, le phénomène de dérèglement climatique⁴⁵ pourrait renforcer les risques d'accidents NaTech:

- ▶ L'augmentation des températures de 0,3°C à 2°C d'ici 2050, puis de 1° à 3°C en hiver et de 1,3°C à 5°C en été d'ici la fin du siècle (en fonction des scénarii envisagés), pourrait renforcer les risques d'accidents NaTech liés à des températures extrêmes. Ce risque pourrait être particulièrement fort dans le Sud-Est de la France où l'augmentation de températures pourrait dépasser 5°C en été et où des vagues de chaleurs de plus de 20 jours consécutifs pourraient s'observer.
- ▶ En asséchant la végétation, le changement climatique entraîne une augmentation du danger météorologique de feux de forêts. Le changement climatique augure une hausse de la fréquence des feux de forêt, ainsi que de l'extension des zones exposées vers le nord et en altitude. (MTE, 2019) Le risque de feux de forêts devrait notamment augmenter⁴⁶. En 2010, une mission interministérielle a étudié l'impact du changement climatique sur les incendies de forêts. Elle montre que la surface sensible aux feux de forêts, devrait atteindre 7 Mha à l'horizon 2040, avec notamment une extension des zones vers les régions du nord de la France.
- ▶ La modification des régimes de précipitations, encore difficile à prévoir, pourrait se traduire par une augmentation de la pluviométrie en hiver et une diminution de celle-ci en été, et surtout par une augmentation des pluies extrêmes pouvant être la cause d'inondations. Ainsi, les risques d'accidents NaTech dus à une inondation devraient se renforcer.
- ▶ L'augmentation du niveau de la mer (de 0,3 m à 0,8 m d'ici la fin du siècle selon les prévisions⁴⁷) pourrait menacer certains sites installés à un niveau proche de celui de la mer, même s'il reste à ce jour difficile d'estimer les évolutions du niveau de la mer au niveau régional. L'élévation du niveau de la mer est susceptible d'accroître les phénomènes d'érosion côtière, de submersion et de remontée du biseau salé.

⁴⁵ Rapport de la Direction Générale de l'Energie et du Climat : Le climat de la France au XXI^e siècle - Volume 4 - Scenarios régionalisés : édition 2014 pour la métropole et les régions d'outre-mer.

⁴⁶ Changement climatique et extension des zones sensibles aux feux de forêts, Ministère de la Transition, 2010

⁴⁷ Le GIEC estime que le niveau critique d'augmentation de température qui entraînerait une forte fonte de ces calottes se situe très probablement au-dessus de 1°C.

On compte à ce jour plus de 200 000 personnes habitant en zones à risque de submersion liés à la montée du niveau des océans et où les phénomènes d'érosion des sols pourraient s'aggraver (L'Etat de l'Environnement en France Edition 2019, Ministère de la Transition Ecologique, 2019). Ce phénomène menace les zones littorales basses dans des régions comme l'Occitanie, la région Paca, ou la Gironde et la Loire-Atlantique.

En France une douzaine d'INB sont situées en bord de mer sur les côtes méditerranéennes et atlantiques. Ces dernières sont principalement des centrales de production nucléaires (Gravelines, Penly, Flamanville ou encore le Blayais), des sites industriels de stockage des déchets radioactifs (La Hague) ou encore des sites de la filière combustible comme Malvési. Avec le changement climatique, on observe un accroissement de la vulnérabilité de ces installations localisées en région littoral, face aux risques de submersions, liés aux conséquences directes et progressives du changement climatique (hausse du niveau des océans, érosion des côtes) ou à des événements climatiques extrêmes, présentant un risque d'accident pour les installations nucléaires de base.

La notion de risque climatique est intégrée dans les études environnementales réglementaires auxquelles sont soumises les INB. Elle a ainsi été par exemple intégrée au plan de gestion du centre de stockage de l'Aube. Une structure expérimentale de couverture (SEC) prenant en compte les changements climatiques est notamment actuellement à l'étude. Testée depuis plus de 20 ans, cette expérience permet de vérifier son imperméabilité et sa tenue dans le temps par rapports à divers aléas climatiques (sécheresse intense, fortes pluies). A l'issue de la phase d'exploitation du CSA, les ouvrages de stockage seront ainsi recouverts d'une couverture définitive composée de plusieurs couches de matériaux qui devra permettre de limiter la quantité d'eau de pluie susceptible d'être en contact avec les ouvrages de stockage et de protéger la zone des intrusions humaines (ressource en ligne de l'ANDRA).

Usage et dépendance à la ressource en eau des installations en zone terrestre

Comme nous l'avons vu plus haut, les installations nucléaires de production électrique sont très dépendantes de la ressource en eau. L'intensification d'aléas climatiques comme des sécheresses et canicules renforce la vulnérabilité du parc face au risque de manque d'eau. L'exemple de la canicule historique de l'été 2003 a montré les impacts des sécheresses sur les cours d'eau utilisés pour l'alimentation et le refroidissement des centrales nucléaires avec de fortes perturbations sur le système de production électrique. Ainsi, l'adaptation du parc des INB au changement climatique pose la question de l'approvisionnement en eau, notamment pour les installations localisées à l'intérieur des terres, dans un contexte d'intensification des phénomènes de sécheresse et d'assèchement des cours d'eau.

ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE : SYNTHÈSE ET TENDANCES EN LIEN AVEC LA GESTION DES MATIÈRES ET DES DÉCHETS RADIOACTIFS

Sensibilité des enjeux issus de l'adaptation au changement climatique



L'accélération de l'occurrence d'événements climatiques extrêmes tels que des sécheresses ou des séismes affectent directement le risque d'accident et de contamination radioactive, en particulier pour les installations nucléaires.

Scénario tendanciel et évolution des enjeux



L'accélération du changement climatique et des phénomènes extrêmes qui en découlent laisse penser que l'exploitation du parc nucléaire français sera de plus en plus soumise à ces aléas. Un scénario tendanciel stable des enjeux liés à l'adaptation au changement climatique est néanmoins envisagé grâce à la prise de mesures d'anticipation importantes comme le déploiement des ECS ou la mise en œuvre du principe d'amélioration continue par les exploitants, inscrit à l'article 2.7.2 de l'Arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux INB.

Importance des enjeux au regard des activités de gestion des matières et déchets radioactifs

Vulnérabilité des INB face aux aléas climatiques

Le phénomène de dérèglement climatique pourrait renforcer les risques d'accident NaTech. Il semble ainsi important de continuer à intégrer de manière systématique, voire renforcer la notion de risque climatique dans les plans de gestion des INB et toutes installations industrielles mobilisées dans le cadre de la gestion des matières et des déchets radioactifs.

Activités/Filières concernées : Retraitement du combustible usé | Stockage des déchets dans les centres dédiés en exploitation | Entreposage des matières et des déchets en attente de valorisation ou de stockage | Stockage géologique | Activités de valorisation déchets (TFA)

Sources :

- ▶ Les conséquences de la canicule sur le secteur énergétique, Ressources en ligne du Sénat, non datées, disponible sur <https://www.senat.fr/rap/r03-195/r03-19511.html>
- ▶ Changement climatique et extension des zones sensibles aux feux de forêts, Ministère de la Transition Ecologique, 2010.
- ▶ Le climat de la France au XXI^e siècle - Volume 4 - Scenarios régionalisés : édition 2014 pour la métropole et les régions d'outre-mer, Direction Générale de l'Energie et du Climat, 2014
- ▶ Les prélèvements d'eau douce en France : les grands usages en 2013 et leur évolution depuis 20 ans, Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer, en Charge des Relations Internationales sur Le Climat, 2017
- ▶ Centraco Rapport 2018, Cyclife Groupe EDF, 2018
- ▶ L'état de l'environnement en France, Ministère de la Transition Ecologique, 2019
- ▶ Ressources en ligne de l'ANDRA non datées, disponible sur <https://aube.ANDRA.fr/projet-et-innovations/la-couverture-definitive-du-csa>

Biodiversité

Menaces et protections de la biodiversité et des milieux naturels

Un territoire porteur d'une immense richesse biologique, actuellement en déclin

La France se caractérise par une diversité des territoires (trait de côte de 5 850 km, massifs montagneux, etc.) et des influences bio-géoclimatiques (quatre des onze régions biogéographiques européennes s'y trouvent : atlantique, alpine, continentale et méditerranéenne), ce qui se traduit par une diversité d'écosystèmes.⁴⁸ La France possède une faune et une flore riches et diversifiées, avec en 2019, 95 582 espèces inventoriées parmi lesquelles plantes à fleurs, mammifères, poisson, champignon, etc. selon l'inventaire national du patrimoine naturel.

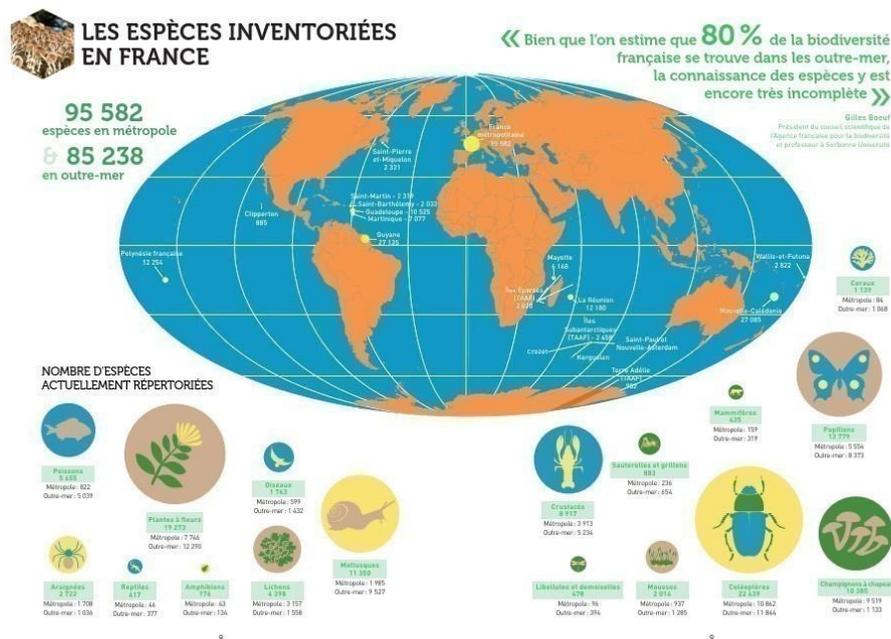


Figure 22 : Inventaires des espèces en France en 2019

Source : 100 Chiffres Expliqués sur les Espèces, INPN, 2019

En dépit des engagements internationaux, européens, nationaux et locaux, la biodiversité décline fortement. La crise écologique qui touche l'ensemble du territoire résulte de multiples pressions, qui parfois interagissent :

- ▶ La destruction, la fragmentation et l'altération des habitats réduisent les milieux de vie disponibles pour les espèces et leurs possibilités de déplacement ;
- ▶ Les pollutions de l'air, des sols, des cours d'eaux et des océans constituent une perturbation de nombreux écosystèmes et un risque pour la santé humaine ;
- ▶ L'exploitation des espèces à un rythme supérieur à la vitesse de renouvellement de leurs populations entraîne leur déclin ;
- ▶ L'arrivée ou l'exportation d'espèces exotiques envahissantes dans des écosystèmes souvent déjà fragilisés par d'autres pressions sont un problème récurrent ;
- ▶ Les changements climatiques ont des conséquences directes et indirectes sur la biodiversité (perturbation des cycles de vie, décalages saisonniers, etc.) ;
- ▶ Les activités humaines, notamment agricoles, conduisent souvent à la banalisation des paysages et de la biodiversité.

Malgré une prise de conscience croissante, les menaces et pressions anthropiques sur la biodiversité sont pour la plupart en augmentation. De nombreuses actions ont été mises en œuvre pour inverser la tendance : délimitation

⁴⁸ France métropolitaine et DROM-COM

d'aires protégées, plans d'action pour les espèces, stratégies de lutte contre les espèces envahissantes, diffusion de pratiques favorables à la biodiversité, sensibilisation, etc.

Une diversité de mesures de protection mises en place progressivement

La France s'est dotée d'une seconde stratégie pour la biodiversité pour la période 2011-2020, afin de répondre aux principaux problèmes identifiés. Aujourd'hui, à l'échelle métropolitaine, 13,7 % du territoire sont couverts par l'une au moins des protections suivantes :

- ▶ Protections réglementaires : les arrêtés préfectoraux de protection de biotopes, le cœur des parcs nationaux, les réserves biologiques intégrales et dirigées de l'ONF, les réserves naturelles régionales, les réserves nationales de chasse et de faune sauvage, les communes concernées par la loi « Littoral », les communes concernées par la loi « Montagne » ; les réserves intégrales des parcs nationaux, les réserves naturelles nationales
- ▶ Protections contractuelles : les parcs naturels régionaux, l'aire d'adhésion des parcs nationaux et les parcs naturels marins, les sites Natura 2000 (voir ci-après) ;
- ▶ Protections par la maîtrise foncière : les terrains du conservatoire du littoral, les terrains des conservatoires d'espaces naturels ;
- ▶ Protections au titre de conventions et engagements européens ou internationaux : les zones humides d'importance internationale (sites Ramsar), les réserves de biosphère de l'Organisation des nations unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO), la convention de Berne relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe ; biens inscrits sur la liste du patrimoine mondial de l'UNESCO, les Géoparcs mondiaux UNESCO
- ▶ Création de la Trame verte et bleue⁴⁹, outil d'aménagement du territoire qui vise à (re)constituer un réseau écologique cohérent, à l'échelle du territoire national.

Le réseau Natura 2000 en France métropolitaine

Le réseau Natura2000 est un ensemble de sites naturels européens, terrestres et marins, identifiés pour la rareté ou la fragilité des espèces sauvages, animales ou végétales et de leurs habitats. L'objectif principal de ce réseau est de favoriser un développement durable de ces sites, par le maintien de la biodiversité dans le respect du contexte économique, social et culturel local. Le réseau est constitué de deux types de sites en application de deux directives européennes :

- ▶ Des zones de protection spéciales (ZPS), concernant la conservation des oiseaux sauvages dite directive « Oiseaux » ; (directive 2009-147/CE du 30 novembre 2009)
- ▶ Des zones spéciales de conservation (ZSC), concernant la conservation des Habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages dite directive « Habitats ». (Directive 92/43/CEE du 21 mai 1992).

⁴⁹ Les continuités écologiques correspondent à l'ensemble des zones vitales (réservoirs de biodiversité) et des éléments (corridors écologiques) qui permettent à une population d'espèces de circuler et d'accéder aux zones vitales. La Trame verte et bleue est ainsi constituée des réservoirs de biodiversité et des corridors qui les relient.

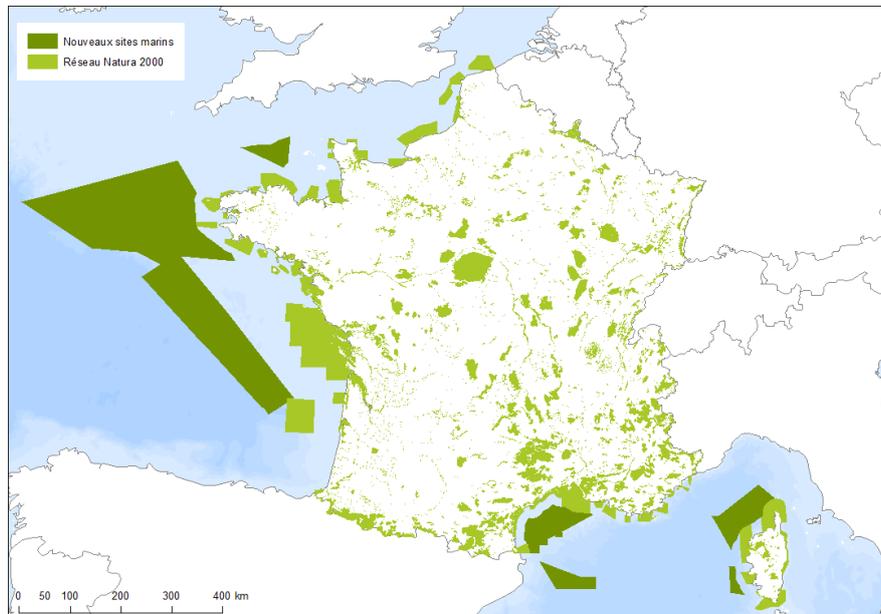


Figure 23 : Zone Natura 2000 (ZSC et ZPS) en France métropolitaine

Sources : Le service public d'information sur le milieu marin, 2018

En Europe, le réseau représente 27 522 sites et couvre 18 % des terres et 6 % de la zone économique exclusive.

La France joue un rôle important dans la construction de ce réseau européen. En 2017, la France métropolitaine compte 1 766 sites au sein du réseau national Natura 2000, qui couvrent 13 % de la surface terrestre métropolitaine et 33 % de la surface maritime de la zone économique exclusive.

L'état de conservation de ces sites est évalué tous les 6 ans et, les résultats de la France issus du dernier exercice d'évaluation réalisé en 2019 sur la période 2013-2018 sont mitigés. En effet,

- ▶ Seules 20 % des évaluations portant sur les habitats d'intérêt communautaire sont « favorables », 76 % des habitats sont dans un état de conservation « défavorable » et 4 % des évaluations demeurent « inconnues ».
- ▶ 28 % des évaluations portant sur les espèces d'intérêt communautaire sont « favorables », 59 % « défavorables », et 13 % « inconnues ».

L'évaluation réalisée en 2013 a également permis un découpage par type de milieu. Les milieux les plus dégradés sont les milieux côtiers et les milieux humides et aquatiques, au sein desquels les espèces migratrices sont particulièrement touchées. Les prairies, landes et fourrés sont pour leur part fortement menacés par les changements d'usages (déprises de l'agriculture ou à l'inverse intensification de cette dernière). Les habitats rocheux et, en moins grande proportion, les habitats forestiers sont en relativement bon état de conservation.

Les tendances d'évolution observées sur la période 2013-2018 montrent que dans la moitié des cas, l'état des espèces et des habitats est stable. Toutefois, les situations qui se dégradent sont nettement plus nombreuses que celles en voie d'amélioration, puisqu'une évaluation sur quatre conclut à une tendance au déclin, contre 8 % conduisant à une tendance positive. Ces dégradations concernent souvent des milieux parmi les moins bien conservés, comme la région continentale, où près de la moitié des habitats se dégradent, ainsi que des écosystèmes humides et aquatiques, ou encore littoraux.

Création d'une plateforme intergouvernementale

En 2012, a été créée la plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité sur les services écosystémiques (IPBES), une plateforme intergouvernementale réunissant 132 Etats membres des Nations Unies afin d'œuvrer pour la protection de la biodiversité et au développement des services écosystémiques.

L'objet de cette plateforme est de favoriser le partage et le développement de la connaissance sur les sujets liés à la biodiversité dans le but d'apporter aux décideurs le soutien nécessaire à la prise de décision en matière d'enjeux de préservation de la biodiversité.

Le premier rapport de l'IPBES a été publié en 2019. Un des résultats marquants de cette édition réside en la définition d'un taux mondial d'extinction des espèces, estimés « au moins plusieurs dizaines à centaines de fois supérieur au taux moyen des 10 derniers millions d'années ».

Les conséquences de la gestion des matières et déchets radioactifs pour la biodiversité

Les activités de gestion des matières et déchets radioactifs ont un impact très faible sur la biodiversité en fonctionnement normal mais il peut être encore méconnu

Dans les parties sur la pollution de l'air, des eaux et des sols, le présent état initial de l'environnement a permis de souligner que les activités de gestion des matières et déchets radioactifs ne sont à l'origine que de peu de pressions sur la biodiversité sauf localement et dans le cadre des modes de gestion historiques.

Cependant, les marquages radiologiques mesurés sur la faune et la flore peuvent montrer localement une certaine influence des sites rejetant des effluents dans le cadre de leur fonctionnement autorisé, sur l'environnement proche. Le contrôle strict des rejets a pour objectif d'empêcher cette activité d'exercer une pression sur la biodiversité. Les rapports de l'IRSN sur l'état radiologique de l'environnement en France de 2015 à 2017 et sur l'état de la surveillance environnementale recensent les principaux impacts radiologiques significatifs des INB sur la biodiversité.

Le Réseau national de mesure de la radioactivité dans l'environnement (RNM), centralise l'ensemble des données de surveillance de la radioactivité dans l'environnement en France. Dans son dernier bilan 2015-2017, le RNM estime que les concentrations en radionucléides pour cette période sont au même niveau que lors de la période précédente (2011-2014), voir en diminution sur certains sites comme Marcoule ou Bruyères-Le-Châtel. De manière générale, l'influence des installations, lorsque l'activité des radionucléides est discernable, se limite principalement au milieu terrestre et à l'aval des cours d'eau pour le tritium et le carbone-14. Cependant, les rejets dans l'air de certains sites comme La Hague, se traduisent par un marquage de l'environnement en iode-129 et des activités dans l'air.

L'objectif de l'IRSN au travers de ses recherches, est d'identifier et de comprendre les mécanismes physiques, chimiques et biologiques qui gouvernent l'exposition des organismes aux polluants issus des activités nucléaires. Les sujets actuellement à l'étude concernent notamment :

- ▶ Les comportements biogéochimiques et les transferts de ces polluants au sein des écosystèmes terrestres et aquatiques continentaux (rivière, fleuves, plaines inondables, lacs, marécages...) au niveau des sols, eau, air, organismes vivants ;
- ▶ Les processus de biodisponibilité, des voies de bioaccumulation, d'élimination, et la distribution interne, de ces polluants dans les végétaux et animaux aquatiques et terrestres, via le programme ENVIRHOM (ayant pour objectif de permettre une meilleure évaluation des risques liés à l'exposition chronique de radionucléides à la fois sur l'environnement et sur la santé de l'Homme).

Enjeu : Atteintes à la biodiversité et aux milieux naturels

L'enjeu actuel concernant les possibles atteintes à la biodiversité et aux milieux naturels vient également d'un manque de connaissance sur l'écotoxicité des différents déchets radioactifs. En effet, à l'heure actuelle, l'Inventaire National de l'ANDRA a établi un ensemble de fiches détaillant les caractéristiques chimiques, physiques et radioactives de la plupart des déchets et, par ailleurs, le laboratoire Leco (laboratoire d'écotoxicologie des radionucléides), rattaché à l'IRSN, mène des études sur l'évaluation de l'impact des radionucléides sur les écosystèmes.

Néanmoins, des lacunes et obstacles persistent dans les efforts pour déterminer les effets à long terme de la gestion des matières et déchets radioactifs sur les populations et l'environnement.

Un seul accident ayant porté atteinte à la faune sauvage en vingt ans

Sur les près de 46 000 accidents recensés sur la base de données ARIA (Retour d'expérience sur accidents technologiques), 274 ont impliqué des produits radioactifs, dont un seul a porté atteinte à la faune sauvage (aucun n'ayant impacté la flore sauvage ou des cultures). Il s'agit d'un rejet de condensations fluorées dans un canal à proximité de Narbonne le 23/08/2009, dont les substances proviennent de l'unité d'hydro fluoration d'une usine de conversion de concentré minier d'uranium en tétra fluorure d'uranium (UF₄), première étape de la préparation de combustibles nucléaires à usage civil. Durant quelques jours une augmentation de la mortalité des poissons à proximité de la fuite a été observée.

La réhabilitation des sites miniers peut avoir un impact positif sur la biodiversité

Les modalités de gestion des matières et déchets radioactifs (conditionnement, lieux autorisés pour le stockage, etc.) ont évolué afin de mieux garantir la protection des personnes et de l'environnement. Ainsi, les situations héritées des modes de gestion historiques des matières et déchets radioactifs requièrent un suivi approfondi et continu de leurs impacts radiologiques. Néanmoins, aucun impact négatif sur la biodiversité n'a pu être imputé à ces sites à l'heure actuelle et depuis le début de leur surveillance.

Un cas particulier est celui des anciens sites d'extraction et de traitement de l'uranium dont Orano a entrepris la réhabilitation (en dehors des zones d'entreposage des résidus d'exploitation et des stériles miniers⁵⁰). D'après l'Inventaire National des Matières et Déchets radioactifs 2018, il existerait environ 250 de ces sites (de taille très variable) dont la plupart ont été réhabilités. Cette reconversion, respectant prioritairement les enjeux de sûreté (pour l'environnement et les populations), a notamment permis la création d'espaces naturels préservés où des espèces de la faune et de la flore ont pu trouver un habitat.

Par exemple, l'ancien site minier d'Arjuzanx, dans les Landes (mine de lignite, centrale thermique associée et terril de cendres résultant de sa combustion), exploité pendant 38 ans par EDF (fermeture en 1992) a été réhabilité avec l'aide de l'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage (ONCFS). Le terril a été aplani, recouvert de terre végétale et aménagé en prairies. L'ensemble, d'une superficie de 25 ha environ est désormais devenu un site naturel, classé en réserve nationale de chasse et de faune sauvage et intégré au réseau Natura 2000, grâce à la richesse de son patrimoine naturel.

Une pression limitée sur le réseau Natura 2000

Depuis 2010, la réglementation française exige que tout programme ou projet figurant sur la liste du décret du 9 avril 2010 sur l'évaluation des incidences Natura 2000, soit soumis à une évaluation des incidences environnementales notamment susceptibles « d'affecter de manière significative un site Natura 2000 » (article L. 414-4 du Code de l'environnement). Les installations nucléaires de base pourront être concernées, dans le cadre des demandes d'autorisation ou de déclarations de construction d'installations nouvelles ou d'opérations de maintenance pouvant produire des effluents rejetés.

En ce qui concerne les installations liées à la gestion des matières et déchets radioactifs le principal site à surveiller est celui de La Hague qui se situe à proximité de plusieurs espaces naturels protégés pour leur faune et leur flore. Ainsi, selon le Résumé Non Technique de l'Etude d'Impact Préalable de l'INB 118 réalisé par Areva (aujourd'hui Orano) en 2013, dans un rayon de 10 km autour de l'établissement, quatre zones Natura 2000 sont ainsi identifiables : une ZPS (Zone de Protection Spéciale), abritant vingt espèces d'oiseaux, et trois ZSC (Zones Spéciales de Conservation). Par ailleurs, deux sites sont visés par un arrêté de protection du biotope et une réserve naturelle nationale, 17 zones naturelles d'intérêt écologique, faunistiques et floristiques, un parc naturel régional sont recensés dans ce périmètre. Les activités du site de retraitement des combustibles usés font donc peser un risque de pollution d'un certain nombre d'écosystèmes protégés à proximité du site de La Hague. Il n'est pas prévu de modifications du périmètre du site dans les années à venir, et ainsi aucun impact significatif supplémentaire n'est à envisager pour les sites Natura 2000 environnants.

⁵⁰ Les stériles miniers sont des déchets inertes ou de très faible activité qui correspondent aux sols et roches excavés mais non traités dans le cadre de l'exploitation. Les résidus de traitement de l'uranium sont les déchets du processus de traitement industriel et qui sont en général des déchets TFA ou FAVL.

BIODIVERSITE : SYNTHÈSE ET TENDANCES EN LIEN AVEC LA GESTION DES MATIÈRES ET DES DÉCHETS RADIOACTIFS

Sensibilité des enjeux liés à la biodiversité



Hormis pour quelques territoires (ex. Site de La Hague), l'impact des activités de gestion des substances radioactives est très limité sur la biodiversité. Les pressions sont rares et en vingt ans, un seul accident a porté atteinte à la faune sauvage. Toutefois, des incertitudes subsistent en ce qui concerne les effets à long terme de la contamination radioactive, même limitée, des milieux.

Scenario tendanciel et évolution des enjeux



Un impact limité des activités de gestion des matières et déchets radioactifs sur la biodiversité ainsi qu'un socle politique de contrôle œuvrant de manière contraignante, laissent présager un scénario à l'amélioration de la préservation de la biodiversité.

Les enjeux futurs pour les activités de gestion des matières et déchets radioactifs

La surveillance et la réhabilitation des situations historiques et sites miniers

Une surveillance renforcée de l'environnement des sites concernés par la gestion des déchets radioactifs qui résultent de processus industriels passés est nécessaire, avec éventuellement un réaménagement de ces espaces avec une solution de stockage plus pérenne des déchets, afin de réduire les risques de contamination des milieux néfastes à la biodiversité. Ensuite la réhabilitation de ces espaces peut passer par un « retour à la nature » des sites, favorable à la biodiversité.

Activités / Filières concernées : Gestion des situations historiques ou héritées de l'exploitation minière

Les incertitudes relatives à l'écotoxicité des déchets radioactifs sur le long terme

Des études ont été engagées, par l'IRSN notamment, pour déterminer l'effet sur le long terme du transfert de radionucléides et de molécules chimiques toxiques vers les milieux naturels et vers la faune et la flore. Toutefois, l'état des connaissances actuelles reste incomplet, et les efforts doivent être poursuivis pour s'assurer que les solutions de gestion actuelles et envisagées des déchets et des effluents n'aient pas d'impacts significatifs sur la biodiversité.

Activités / Filières concernées : toutes

Un impact limité des accidents d'exploitation des installations industrielles et de transports sur la biodiversité

Sur les près de 40 000 accidents recensés sur la base de données ARIA (Retour d'expérience sur accidents technologiques), 274 ont impliqué des produits radioactifs, dont un seul a porté atteinte à la faune sauvage (aucun n'ayant impacté la flore sauvage ou des cultures). Il s'agit d'un rejet de condensations fluorées dans un canal à proximité de Narbonne le 23/08/2009. Durant quelques jours une augmentation de la mortalité des poissons à proximité de la fuite a été observée.

Activités / Filières concernées : toutes

Des incidences réduites sur les sites Natura 2000 devant être maintenues

Les activités susceptibles d'incidences sur des sites Natura 2000 font l'objet d'une évaluation préalable qui permet de mieux prendre en compte les risques sur le patrimoine naturel et les écosystèmes. Toutes constructions de nouveaux sites et toutes modifications de sites existants (La Hague notamment) devront prendre en compte ces éléments, mais l'existence d'un tel règlement et la faible emprise au sol de tels sites laissent espérer des incidences additionnelles limitées sur les sites Natura 2000.

Activités / Filières concernées : toutes

Sources :

- ▶ Rapport pour le Haut comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire - Etat de la surveillance environnementale et bilan du marquage des nappes phréatiques et des cours d'eau autour des sites nucléaires et des entreposages anciens de déchets radioactifs, IRSN, Septembre 2008
- ▶ Ressources en ligne du Ministère de la Transition Ecologique
- ▶ Ressources en ligne de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature
- ▶ Loi de Transition Energétique pour la Croissance Verte
- ▶ Code de l'Environnement
- ▶ Base ARIA du MTE - Analyse, Recherche et Information sur les Accidents, Retour d'expérience sur les accidents technologiques
- ▶ Résumé Non Technique de l'Etude d'Impact Préalable de l'INB 118 réalisé par Areva, 2013
- ▶ Bilan de l'état radiologique de l'environnement français en 2012, IRSN, 2013
- ▶ Synthèse de l'Inventaire National des Matières et Déchets Radioactifs 2015, ANDRA Réseau Natura 2000, site du Ministère de la Transition Ecologique, Géoportail, 2017
- ▶ Bilan 2015-2017 de l'état radiologique de l'environnement français, IRSN, 2018
- ▶ Réseau Européen Natura 2000, site du Ministère de la Transition Ecologique, 2019
- ▶ 100 Chiffres Expliqués sur les Espèces, INPN, 2019
- ▶ Etat de l'environnement en France édition 2019, Ministère de la Transition Ecologique, 2019
- ▶ Rapport de la Plénière de la Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques sur les travaux de sa septième session, IPBES, 2019
- ▶ Biodiversité d'intérêt communautaire en France : un bilan qui reste préoccupant, Résultats de la troisième évaluation des habitats et espèces de la DHFF (2013-2018), 2019

Contribution au changement climatique

Des émissions de gaz à effet de serre en France en baisse

En 2017, les émissions françaises de GES, hors « Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie » (UTCATF), représentent 465 Mt CO₂ éq dont 75 % sont du CO₂ et 12 % du méthane. Elles sont en hausse de 0,9 % par rapport à 2016 et ont diminué de 15 % sur la période 1990-2017. (CGDD, 2019)

Une consommation énergétique stable

Après une chute brutale de l'activité en 2009, liée à la crise économique, la consommation d'énergie primaire s'est stabilisée autour de 255 Mtep et continue à diminuer depuis.

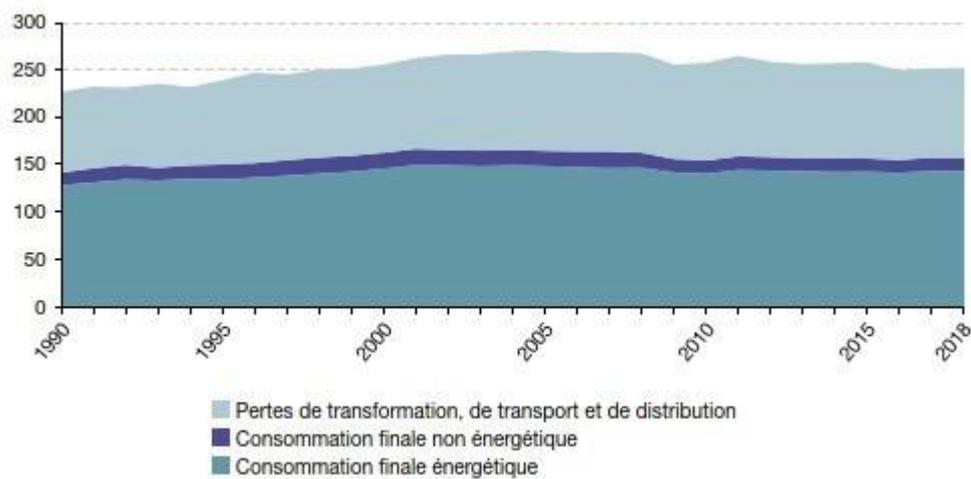


Figure 24 : Consommation totale d'énergie primaire en France (en Mtep) répartie par usage

Source : Chiffres clés de l'énergie Édition 2019, CGDD 2019

L'utilisation de l'énergie : première source d'émissions de GES

Comme dans l'ensemble de l'Union européenne, l'utilisation d'énergie est la première source d'émissions de GES en France : cela représente 327 Mt CO₂ en 2017, soit 70,3 % du total national. Elle est suivie par l'agriculture (16,7 %), à un niveau plus élevé que la moyenne européenne.

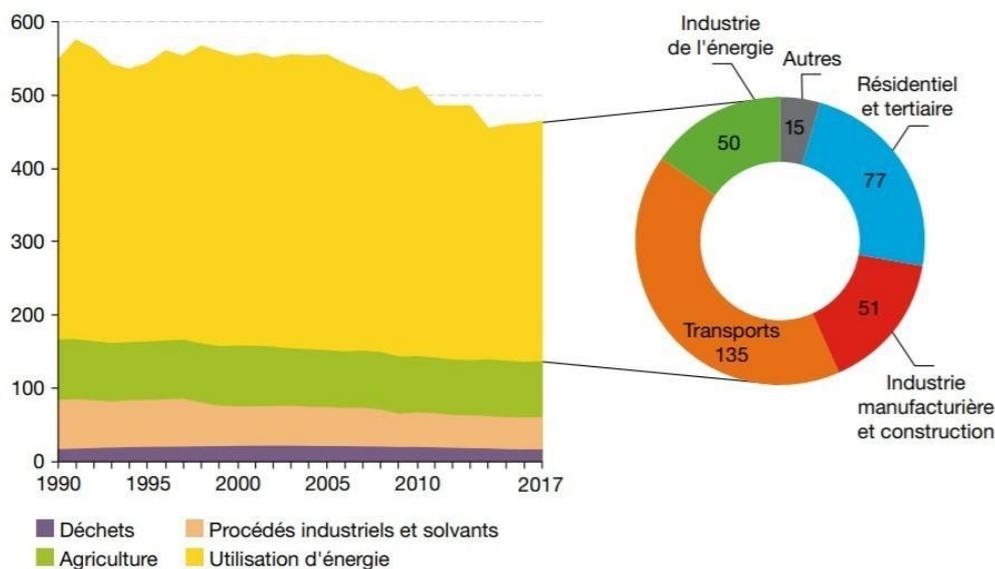


Figure 25 : Répartition par source des émissions de GES en France entre 1990 et 2017, en Mt CO₂ éq (hors UTCATF)

Source : Chiffres clés du climat - France, Europe et Monde - Édition 2020, CGDD 2020

Ainsi, alors que la consommation finale d'énergie (hors usages non énergétiques) atteint 144 Mtep en 2018, la France s'est fixée un double objectif de réduire celle-ci de 7 % en 2023 et de 14 % en 2028 par rapport à 2012 pour atteindre 1420 TWh, ainsi que de diminuer sa consommation d'énergie primaire issue de sources fossiles de 20 % en 2023 et de 35 % en 2028 par rapport à 2012 (Programmation Pluriannuelle de l'Énergie, Ministère de la Transition Ecologique). La France cherche aujourd'hui à réduire la demande en énergie en vue de continuer de diminuer ses émissions de GES avec des mesures réglementaires et incitatives auprès des consommateurs (acteurs particuliers ou industriels). Ainsi la loi sur la Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV) prend des mesures pour la rénovation des bâtiments (secteur responsable de 45 % de la consommation énergétique) et le développement de transports plus respectueux de l'environnement (secteur responsable de 33 % de la consommation énergétique).

Le mix électrique français : une prédominance du nucléaire dans la production d'électricité et une montée en puissance des énergies renouvelables

En 2018, l'électricité représente 24,27 % de la consommation d'énergie finale en France après les produits pétroliers raffinés (43,5 %) et devant le gaz naturel (19,1 %). (CGDD 2019)

En 2019, la France bénéficie d'un outil de production électrique d'une puissance installée totale de 135,3 GW, progressant ainsi de 1,7 % (2,3 GW) par rapport à 2018. En plus de cette capacité de production, la France profite des interconnexions entre réseaux européens. Ces capacités de production et d'échange lui permettent d'assurer l'équilibre de son réseau lors de la pointe de consommation hivernale (en important de l'électricité, notamment depuis l'Allemagne) et de profiter d'une balance commerciale positive (en exportant de l'électricité grâce à son mix énergétique qui lui assure l'un des meilleurs prix au kWh d'Europe). En effet, la France se positionne comme le premier pays exportateur d'Europe en 2019 avec solde positif de 55,7 TWh.

Le secteur du nucléaire joue un rôle clé et historique dans le mix électrique français puisqu'il constitue la capacité de base du parc électrique français et permet de couvrir près de trois-quarts de la demande (71 %).

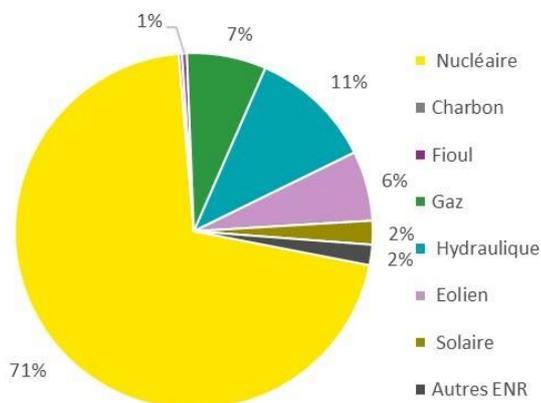


Figure 26 : Mix électrique : Production électrique en France Métropolitaine en 2019 Production (TWh)
Source : Bilan Électrique 2019, RTE

La forte contribution du nucléaire au mix électrique français explique en grande partie pourquoi la France présente la quantité d'émissions de CO₂ par habitant, la plus faible parmi les pays du G7 : en 2016, les émissions de CO₂ par habitant étaient inférieures de 59 % à la moyenne de ce groupe de pays, selon le CGDD.

Le graphique ci-dessous illustre que la part importante du nucléaire dans le mix énergétique contribue à un écart de 37 % en termes d'émissions par rapport à ces autres pays.

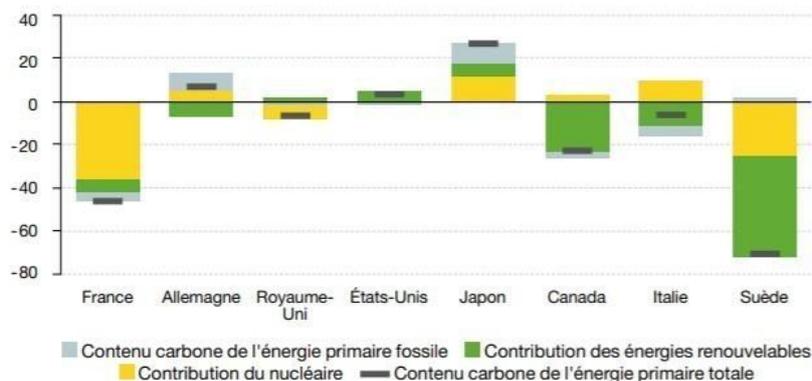


Figure 27 : Comparaison internationale du contenu carbone de l'énergie primaire en 2016 et facteurs explicatifs, en % par rapport à la moyenne du G7 (données non corrigées des variations climatiques)

Source : Les émissions de CO₂ liées à l'énergie en France de 1990 à 2017, CGDD, 2019

La Programmation Pluriannuelle de l'Énergie, en conformité avec la Loi Énergie Climat a établi des objectifs de **réduction de la part du nucléaire dans la production d'électricité de 50 % à l'horizon 2035** via la fermeture de 14 réacteurs nucléaires d'ici 2028 dont ceux Fessenheim⁵¹. Avec des objectifs de réduction de GES prévue par la SNBC, l'enjeu pour le pays est donc de parvenir à substituer cette production relativement faiblement émettrice en CO₂, par des énergies renouvelables (EnR) et non par des énergies fossiles plus « polluantes ».

La consommation énergétique et les émissions de gaz à effet de serre relatives à la gestion des matières et déchets nucléaires

Parmi les différentes activités de gestion des matières et déchets radioactifs, le transport représente la majorité des émissions, devant le fonctionnement des sites de traitement des matières et déchets.

Une part des transports de substances radioactives restant marginale quant au total des transports en France.

Les substances radioactives sont produites, utilisées par divers secteurs puis gérées à l'état de déchets généralement dans des sites différents. Leur cycle de vie occasionne donc une quantité significative de transports : ainsi, chaque année, environ 980 000 colis de substances radioactives sont transportés à l'occasion d'environ 770 000 transports (La sûreté nucléaire et la radioprotection en France, ASN, 2018).

Les transports de substances radioactives concernent trois secteurs d'activité : l'industrie non nucléaire, le secteur médical et l'industrie nucléaire, dans les proportions présentées ci-dessous.

⁵¹ Mise en arrêt du réacteur n°1 depuis le 22 février 2020.

Proportion des colis transportés par domaine d'activité en %

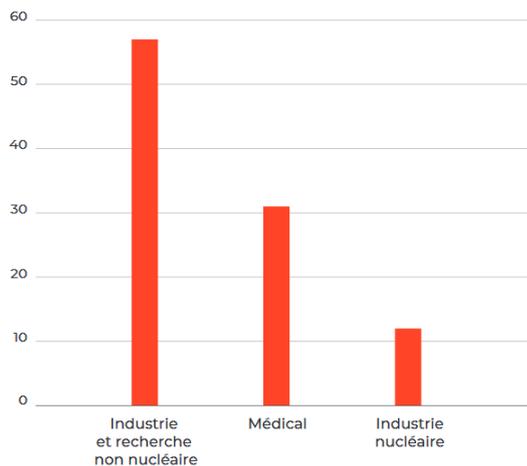


Table 1 : Exemples de produits transportés et d'établissements concernés par secteur d'activité

Secteur d'activité	Exemple de produits transportés	Exemple d'établissements concernés
Industrie nucléaire	Combustibles neufs ou usés, déchets nucléaires, outils contaminés	Installation du « cycle du combustible », centres de recherche associés, centrales nucléaires
Santé	Produits radiopharmaceutiques, source de radiothérapie	Fournisseur de sources, hôpitaux
Contrôles techniques	Appareils de détection de plomb, gammagraphes	Entreprises de diagnostic immobilier ou de gammagraphie, lieux d'utilisation des appareils
Industrie non nucléaire	Sources scellées utilisées pour des irradiateurs ou des appareils de contrôle de paramètre physiques	Fournisseurs de sources, entreprises industrielles
Recherche non nucléaire	Sources non scellées utilisées comme traceurs radioactifs	Fournisseurs de sources, centre de recherche, universités

Ces transports de substances radioactives se font pour 90 % par voie routière tous secteurs confondus. Le chemin de fer n'est utilisé que lorsqu'une liaison ferroviaire est disponible pour de grandes quantités de combustible à transporter. Par exemple, la quasi-totalité du combustible irradié destiné au retraitement est transporté par chemin de fer jusqu'au terminal ferroviaire de Valognes, puis par route jusqu'au centre de retraitement de La Hague (IRSN, 2009). Il est estimé que le transport par route des déchets TFA produits annuellement par EDF, le CEA, Framatome et Orano, génère 1 835 tonnes d'équivalent CO₂ ce qui représente environ 0,005 % des émissions de CO₂ des véhicules lourds en France.

Les deux secteurs générant le plus de transports sont les contrôles techniques et le secteur de la santé. A eux deux, ils représentent près de 85 % des colis et 90 % des transports radioactifs. Or pour les sources scellées destinées aux contrôles, 100 % des transports se font par route et dans le domaine médical (pour la grande majorité des substances à vie très courte et faible radioactivité), ce sont 85 % des transports qui s'effectuent par route exclusivement et les 15 % restants par route et par voie aérienne.

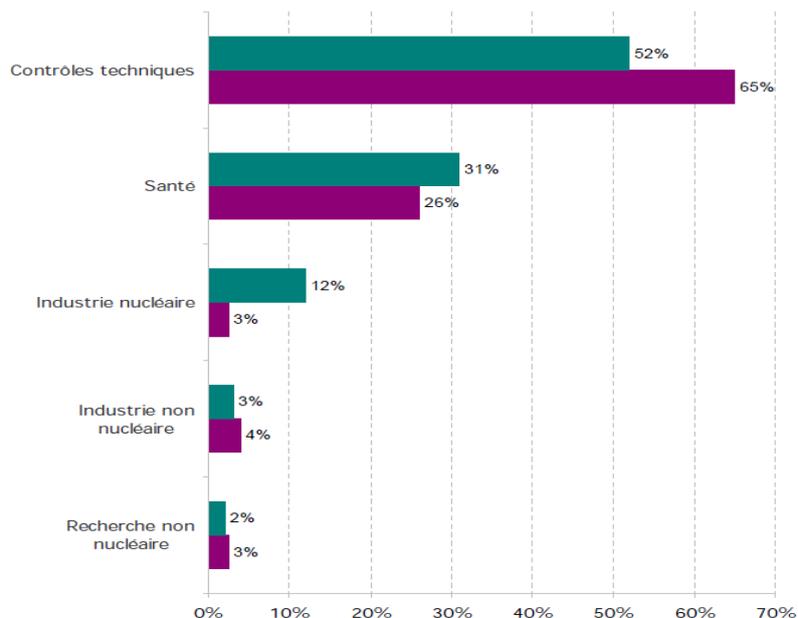


Figure 30 : Part des colis expédiés (barre du haut, en vert) et des transports réalisés (barre du bas, en violet), par secteur

Source : Étude sur les flux de transport de substances radioactives à usage civil, ASN, 2014

Les tendances suivantes peuvent être identifiées concernant l'évolution des besoins de transport de déchets radioactifs :

- 1) **Dans le cadre du démantèlement, l'augmentation drastique de la quantité de déchets TFA pose la question de leurs modalités de traitement et de stockage et donc d'éventuels transports.** Le transport des colis de déchets TFA est actuellement réalisé en totalité par la route. L'étude des modalités de transport des déchets TFA portée dans le cadre du précédent PNGMDR (Orano, EDF, CEA, et Framatome, 2018) permet d'identifier les raisons de la complexité du déploiement généralisé d'un transport multimodal ferroviaire-route comme alternative globale au schéma routier actuel, ainsi que les difficultés technico-économiques que ce schéma logistique pourrait induire. Cependant, un transport multimodal ferroviaire-route pourrait être envisagé au cas par cas en fonction des besoins, de la position géographique des sites (possibilité de regroupement, par exemple pour les sites CEA de la vallée du Rhône) et des quantités de déchets TFA produits par site. Le mode de transport fluvial a été écarté. L'ouverture de nouvelles infrastructures de stockage devrait d'une façon plus générale générer des transports depuis les lieux d'entreposage actuels. Dans les réflexions communes menées par les exploitants, les enjeux concernant la consommation d'énergie et la réduction des émissions de gaz à effet de serre sont à considérer.
- 2) Les contrôles de surveillance de l'état radiologique de l'environnement et des installations resteront probablement importants au vu de l'enjeu qu'ils représentent pour la protection des populations.
- 3) Le transport des colis de déchets FMA-VC est actuellement réalisé en totalité par la route. La quantification des émissions de GES et l'analyse qualitative multicritères, le transport multimodal (fer / route) appliqué à l'ensemble des déchets FMA-VC réalisée dans le cadre d'une étude portée dans le cadre du précédent PNGMDR n'a pu suffire à conclure pour la mise en œuvre d'une solution alternative globale.
- 4) Si la route est aujourd'hui le mode privilégié pour acheminer les colis de très faible, faible et moyenne activité à vie courte (TFA, FMA-VC) jusqu'aux centres de stockage existants, il n'en va pas de même pour le projet Cigéo. Il est prévu que les colis de déchets soient très majoritairement acheminés par voie ferroviaire jusqu'à Cigéo. Seuls les colis de déchets en provenance de Valduc (Côte d'Or) seraient transportés jusqu'à Cigéo par voie routière. (Cigéo : De la préparation des colis de déchets à leur stockage, ressource numérique de l'ANDRA)

Une consommation énergétique supérieure des sites de traitement des déchets par rapport aux sites de stockage, mais qui reste relativement faibles à l'échelle globale

Les émissions totales de CO₂ liées à la gestion des déchets radioactifs représentent environ 1 % des émissions totales de la filière énergétique française qui s'élèvent à 44 Mt CO₂ éq. par an en 2019⁵².

Les activités les plus consommatrices d'énergie et les plus émettrices de CO₂ étant celles qui concernent le traitement des déchets radioactifs à savoir l'usine de traitement des combustibles usés de La Hague et l'installation de CENTRACO. Toutefois, les émissions de chacun de ces sites restent relativement modérées, puisque équivalentes à celles d'un site de catégorie A (<50ktCO₂ annuels) au regard du système d'échanges de quotas d'émissions de GES. Les installations de stockages sont encore moins consommatrices d'énergie et émettrices de gaz à effet de serre dans des proportions relativement faibles. A titre de comparaison, un foyer français consomme en moyenne 5 à 10 MWh par an (0,005 à 0,01 GWh).

Tableau 9 : Consommation annuelle d'énergie et émissions de CO₂ des sites de traitement et de stockage des matières et déchets radioactifs

Site	Consommation d'électricité en GWh	Consommation de fioul en m ³	Emission de CO ₂ en tonnes
Centraco	29,2	1 102	3 900*
La Hague*	550	-	49 420
Sites de stockage (CSM, CSA, Cires et CMHM**)	12,17		630
Total			54 530

Sources : Bilan ANDRA des émissions de gaz à effet de serre 2011, Rapport d'Information du Site Orano La Hague (2017) et de l'Installation Cyclife Centraco (2017).

*En moyenne sur la période 2009-2013 pour l'installation CENTRACO et en considérant le facteur d'émission par défaut du fioul lourd (3.12 tCO₂/GWh) et de l'électricité en France (51tCO₂/GWh)

** Le centre de recherche autour du projet Cigéo est déjà construit même s'il n'est destiné qu'à l'étude

Si l'exploitation des sites de stockage n'est que peu contributrice d'émissions de GES en fonctionnement, en revanche la création d'un tel site, et d'autant plus s'il s'agit d'un site de stockage en profondeur, peut contribuer à des consommations énergétiques à court terme. De ce fait, les projets à venir devraient générer temporairement plus d'émissions de GES à l'occasion des travaux de création de ces centres.

En ce qui concerne les émissions générées par les transports de substances radioactives évoquées dans le paragraphe précédent, plusieurs études ont été menées dans le cadre des travaux du PNGMDR pour, d'une part, évaluer de manière plus précise les impacts, en termes d'émissions générées, pour les catégories de déchets représentant les plus importants volumes de transport (déchets TFA et déchets FMA-VC) et, d'autre part, proposer des dispositions permettant de réduire ces impacts.

Une étude remise par les exploitants en réponse à l'article 32 de l'arrêté du PNGMDR 2016-2018, modélisant le transport par route des déchets TFA produits annuellement par EDF, le CEA, Framatome et Orano, évalue les émissions de gaz à effet de serre associées à 1 835 tonnes d'équivalent CO₂. Ces émissions représentent environ 0,005 % des émissions de CO₂ des véhicules lourds en France.

Une étude similaire, en réponse à l'article 34 de l'arrêté du PNGMDR 2016-2018, concerne le transport des déchets FMA-VC, et évalue à 1 632 tonnes d'équivalent CO₂ les émissions de gaz à effet de serre associées, soit 0,004 % des émissions de CO₂ des véhicules lourds en France.

52 Source : <https://www.notre-environnement.gouv.fr/donnees-et-ressources/ressources/graphiques/article/evolution-des-emissions-de-gaz-a-effet-de-serre-par-secteurs-d-activites-en>

CONTRIBUTION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE : SYNTHÈSE ET TENDANCES EN LIEN AVEC LA GESTION DES MATIÈRES ET DES DÉCHETS RADIOACTIFS

Sensibilité des enjeux issus de la contribution au changement climatique

- Les filières de gestion des matières et déchets radioactifs ne sont responsables que d'une infime partie des émissions nationales (moins de 0,2 %) de GES, essentiellement du fait du retraitement des combustibles usés et du transport des substances radioactives.

Scenario tendanciel et évolution des enjeux

- ➔
- La gestion des matières et déchets radioactifs contribue à l'augmentation d'émissions de GES, principalement au travers de l'activité de transport de ces déchets. Bien que le transport des matières et déchets radioactifs ne constitue qu'une infime part des transports nationaux, il faut néanmoins souligner que dans le cadre du démantèlement, l'augmentation drastique de la quantité de déchets TFA pose la question de leurs modalités de traitement et de stockage et donc d'éventuels transports avec des volumes concernés multipliés par trois.
- L'ouverture d'infrastructures de stockage décentralisées pourrait en revanche avoir un effet compensatoire permettant de diminuer les échanges et transports et donc limiter les émissions. Des études complémentaires demandées par le PNGMDR de la période précédente sont encore attendues sur le sujet. Des actions spécifiques sont prévues par le plan, notamment l'étude de stockages décentralisés proches des centrales ou en installation de stockage de déchets dangereux conventionnels pour les déchets TFA.

Importance des enjeux au regard des activités de gestion des matières et déchets radioactifs

De nouvelles modalités de transport et de stockage des déchets TFA pour limiter l'empreinte carbone des futurs démantèlements de CNPE

Une croissance des volumes de déchets radioactifs à gérer est à prévoir du fait du démantèlement des CNPE et de l'assainissement des sites. En particulier, le nombre de transports et les capacités de stockage de déchets TFA nécessaires devrait fortement augmenter, tout comme les consommations énergétiques associées.

Afin de limiter la forte augmentation d'émissions de GES de cette filière de gestion (mais tout de même relativement modérée en comparaison d'autres secteurs d'activité en France), toutes les solutions pour prévenir la production de déchets radioactifs (optimisation de la gestion dans les installations,⁵³ niveau d'assainissement des sites, libération, etc.), réduire les distances de transport (stockage sur site ou en centre de stockage de déchets dangereux notamment), optimiser les trajets (évolution des itinéraires ou du conditionnement des colis par exemple) et changer de modes de transport (passage au rail en particulier) doivent être étudiées.

Le retraitement des combustibles usés à La Hague présente aussi un enjeu en matière d'émission de GES. Ce sujet a été traité spécifiquement dans une étude dédiée en 2016 dont la poursuite est prévue par le plan en intégrant les enjeux environnementaux de manière plus large.

Par ailleurs, les filières des contrôles techniques et du secteur médical représentent la majeure partie des transports de substances radioactives. Or, même s'il n'existe pas de stratégie nationale planifiée, on peut anticiper une tendance à la hausse des besoins pour ces activités. L'enjeu est de parvenir à adapter les modalités de transports et les itinéraires, avec une priorité maintenue à la protection des populations, pour réduire les émissions de gaz à effet de serre induites.

Etant donné qu'il s'agit, pour les contrôles techniques, de sources radioactives à faible activité, traverser les villes et assurer les transferts d'un mode de transport à l'autre sont des activités à risque relativement limité.

Activités/Filières concernées : Transports de substances radioactives | Activités de valorisation déchets (TFA) | Retraitement du combustible usé

⁵³ Les exploitants ont remis une étude sur le rôle de la mise en œuvre du zonage déchets dans le cadre du PNGMDR 2016 - 2018

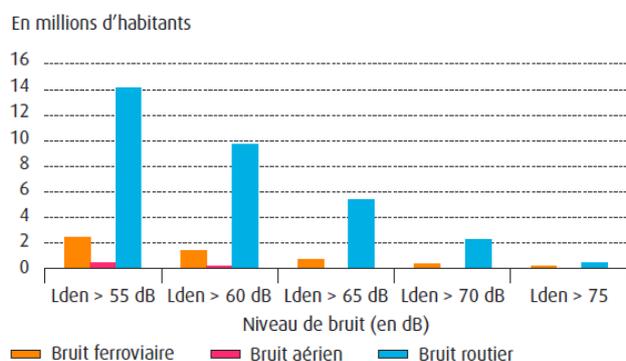
Sources :

- ▶ Cigéo : De la préparation des colis de déchets à leur stockage, ressources en lignes non datées de l'ANDRA. Accessible sur : <https://www.ANDRA.fr/cigeo/les-installations-et-le-fonctionnement-du-centre/de-la-preparation-des-colis-de-dechets-leur#section-1073>
- ▶ Ressources en ligne Connaissance des Energies (accessible sur connaissancedesenergies.org)
- ▶ Bilan ANDRA des émissions de gaz à effet de serre, ANDRA, 2011
- ▶ Étude sur les flux de transport de substances radioactives à usage civil, ASN, 2014
- ▶ Loi française n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte
- ▶ Rapport de Synthèse 2015 - Inventaire National des matières et des déchets radioactifs 2015, ANDRA
- ▶ Rapport d'information 2017 sur la sûreté nucléaire et la radioprotection, Centraco, Socodei, 2017
- ▶ Rapport d'information du site Orano La Hague, Orano, 2017
- ▶ La sûreté nucléaire et la radioprotection en France, ASN, 2018
- ▶ Etude des modalités de transport des déchets TFA, Orano, EDF, CEA, et Framatome, 2018
- ▶ Etude des modalités de transport des déchets FMA-VC, Orano, EDF, CEA, Socodei 2018
- ▶ Suivi de la Stratégie Nationale Bas Carbone, Ministère de la transition Ecologique, 2018
- ▶ Bilan Electrique 2019, RTE, 2019
- ▶ Chiffres clés de l'énergie - Edition 2019, CGDD, 2019
- ▶ Les émissions de CO₂ liées à l'énergie en France de 1990 à 2017, CGDD, 2019
- ▶ Chiffres clés du climat - France, Europe et Monde - Édition 2020, CGDD 2020

Nuisances

Nuisances sonores

Si les sources de bruit sont multiples (voisinage, activités économiques, transport, etc.), ce sont les bruits des transports (routier, ferroviaire et aérien dans l'ordre d'importance) qui constituent la principale source nuisance sonore pour 54 % des Français (Les Français et les nuisances sonores, Enquête TNS-Sofrès, 2010).⁵⁴



L'intensité sonore d'une source donnée varie au cours du temps et notamment dans la journée. La perception de l'intensité sonore par l'être humain est différente en journée, le soir et pendant la nuit.

"Lden" est un indicateur du niveau de bruit global pendant une journée (jour, soir et nuit) utilisé pour qualifier la gêne liée à l'exposition au bruit. Il est calculé à partir des niveaux sonores moyennés sur les périodes 6h-18h, 18h-22h et 22h-6h. Il est exprimé en décibels.

Figure 31 : Population exposée au bruit dans les agglomérations de plus de 250 000 habitants en France en 2014
Source : Etat de l'environnement en France 2019, Ministère de la Transition Ecologique, 2019

Les nuisances sonores, par leurs effets en termes de perturbation du sommeil, d'hypertension artérielle, de réduction du champ de vision ou encore d'irritation nerveuse (pouvant conduire à la fatigue et à la dépression) constitueraient selon l'OMS (2011) la seconde cause de morbidité parmi les facteurs de risques environnementaux en Europe.

Le secteur de la gestion des matières et déchets radioactifs n'est pas concerné de manière significative étant donné que les installations :

- ▶ Sont généralement localisées dans des zones à faible densité de population ou isolées dans des zones industrielles en périphérie des agglomérations ;
- ▶ Réalisent peu d'activités à fort potentiel sonore et les niveaux sonores sont encadrés légalement dès la conception de l'installation.

Les transports de substances radioactives ne contribuent pour leur part qu'à la marge aux nuisances sonores induites par les transports au vu de la faible part qu'ils représentent dans ce secteur d'activité en France et d'autant plus que par mesure de sûreté, les convois tendent à éviter de traverser les zones urbaines. Néanmoins, les phases de construction et de démantèlement des installations, occasionnent de nombreux transports et des chantiers. Durant ces périodes, les riverains peuvent être particulièrement affectés par les nuisances sonores.

Enfin, en termes de santé-sécurité au travail, se pose la question de l'impact des nuisances sonores sur la santé des personnels travaillant sur site. Les INB et les ICPE sont toutefois soumises à la réglementation en vigueur en matière de protection des travailleurs, et des mesures de prévention de ces risques doivent être observées.

En France en 2016, les dépenses liées à la lutte contre les nuisances sonores représentent 4 % des 47,1 Md€ alloués à la protection de l'environnement.

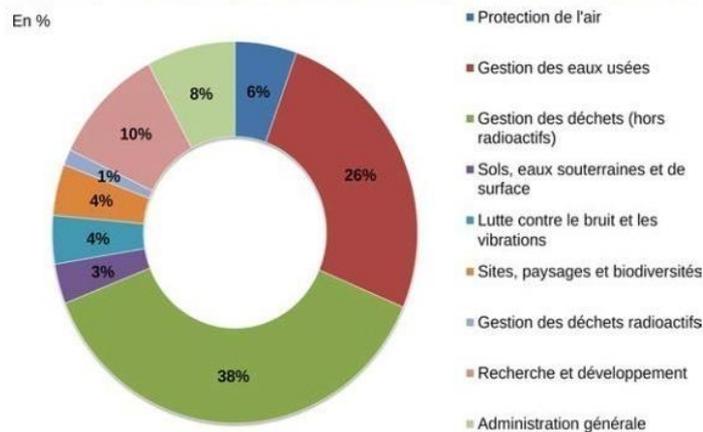


Figure 32 : Dépenses en faveur de la protection contre l'environnement par domaine en 2016 en France

Source : L'environnement en France - Edition 2019, Ministère de la Transition écologique

Les nuisances olfactives

Les odeurs sont généralement dues à une multitude de molécules différentes, en concentrations très faibles, mélangées à l'air que nous respirons. Elles peuvent devenir gênantes notamment lorsqu'elles sont trop fortes. Les nuisances olfactives peuvent ainsi être dues à diverses sources : véhicules motorisés en fonctionnement, égouts à ciel ouvert, gaz et systèmes de récupération de gaz, industrie, traitement des eaux usées, déchets divers, installations d'élevage, etc.

Les installations nucléaires de base communiquent extrêmement rarement sur ce sujet, arguant d'un impact olfactif non significatif voire inexistant sur les populations riveraines, notamment en comparaison d'autres procédés industriels impliquant des substances chimiques dégageant de fortes odeurs.

NUISANCES : SYNTHÈSE ET TENDANCES EN LIEN AVEC LA GESTION DES MATIÈRES ET DES DÉCHETS RADIOACTIFS

Sensibilité des enjeux liés aux nuisances



Les nuisances sonores sont essentiellement liées aux transports routiers sur le territoire métropolitain et sont ainsi localisées aux abords des axes routiers principaux. Elles font l'objet d'une gestion adaptée et réglementée suivant les sources : activités industrielles, voisinage, etc.

Les exploitants responsables d'activités en lien avec la gestion des matières et déchets radioactifs communiquent peu d'informations sur ces sujets, arguant d'un impact non significatif voire nul des activités sur les nuisances sonores et olfactives pour les populations. Ce manque d'information pourrait porter préjudice aux populations riveraines des INB.

Scénario tendanciel et évolution des enjeux



On peut s'attendre à une tendance globalement stable concernant les nuisances sonores et visuelles, qui dépend surtout de l'entreprise de construction de nouvelles installations ou de démantèlement d'anciens sites.

Les enjeux futurs pour les activités de gestion des matières et déchets radioactifs

Une atténuation des nuisances liées aux futurs chantiers de construction de sites de stockage et de démantèlement d'installations existantes

Localement, les travaux à venir de construction de nouveaux sites (Cigéo par exemple) et de démantèlement d'installations existantes pourraient engendrer des perturbations locales en termes d'émissions de bruits et de poussières liées aux chantiers et aux transports de poids lourds. Les meilleures techniques en termes de chantiers propres et de transports silencieux devront être adoptées pour réduire les nuisances, et les riverains devront en être préalablement informés.

Activités/Filières concernées : Transports de substances radioactives | Stockage des déchets dans les centres dédiés en exploitation | Entreposage des matières et des déchets en attente de valorisation ou de stockage | Activités de valorisation déchets (TFA)

Sources :

- ▶ La charge de morbidité imputable au bruit ambiant. Quantification du nombre d'années de vie en bonne santé perdues en Europe, OMS 2011
- ▶ Enquête TNS- « Les Français et les nuisances sonores », Sofrès 2010
- ▶ L'environnement en France - Edition 2019, Ministère de la Transition écologique, 2019

Paysages et patrimoine

Les activités de gestion des matières et déchets radioactifs ont un impact limité sur l'utilisation des sols et la gestion des paysages

Les activités de gestion des matières et déchets radioactifs sont à l'origine de peu de pressions en matière d'occupation des sols :

- ▶ Les transports de matières et déchets radioactifs utilisent les infrastructures de transport conventionnelles, et ne nécessitent donc pas la construction de nouvelles infrastructures de transport.
- ▶ La création de nouveaux centres de stockage à développer (déchets HA-MAVL et FAVL notamment), ne contribuent pas de façon significative aux pressions sur la répartition des sols, en tout cas à l'heure actuelle, puisque les surfaces concernées directement par ces projets sont relativement faibles. De plus les exploitants doivent mener des études d'insertion dans le paysage des infrastructures qu'ils envisagent de construire, comme cela fut le cas pour la centrale de Cruas.
- ▶ Certains déchets radioactifs sont situés sur des sites disposant d'une autre activité principale (centres hospitaliers, etc.).

Néanmoins, d'une manière générale, les INB contribuent à la banalisation des paysages en tant qu'infrastructures industrielles très visibles et d'une manière générale peu appréciées. Les fumées qui s'échappent des cheminées nécessaires aux processus de traitement des déchets radioactifs sont notamment une source de pollution visuelle non négligeable pour les riverains.

Un autre type d'impact sur le paysage provient de chantier comme celui de La Hague, où l'installation d'une INB a bouleversé l'activité socio-économique de la presqu'île. Ce renouveau économique a entraîné une augmentation de la population, une progression de l'urbanisation tandis que les activités agricoles ont proportionnellement décliné. Parallèlement, de nombreuses mesures sont prises par les communes pour préserver les territoires côtiers et limiter l'extension du complexe de La Hague, si bien qu'aujourd'hui les littoraux sont parvenus à conserver une grande part de leur aspect traditionnel. Une telle attention devrait également être portée lors de la création de nouveaux centres de stockage qui seront installés dans des territoires à faible densité de population (exemple de Cigéo), pouvant perturber la vie des populations habitant à proximité des installations par un afflux d'activités (transports des colis de déchets par exemple). Dans le cas de Cigéo néanmoins, les déchets seront très majoritairement acheminés par voie ferroviaire. Pendant la phase industrielle pilote, lors des tests avec des colis de déchets, circuleront au début 5 puis 10 à 20 trains chaque année. Le flux s'intensifiera ensuite pendant la phase d'exploitation pour atteindre, au maximum, une moyenne d'environ 5 trains par mois. Les déchets venant du site du Commissariat à l'énergie atomique (CEA) de Valduc (Côte d'Or) arriveront par camions.

Les sites concernés par les filières historiques de gestion des matières et déchets radioactifs, et en particulier les anciens sites liés à l'exploitation minière, constituent des cas particuliers. L'enjeu de leur réhabilitation est de reconstituer une partie du patrimoine pour permettre aux générations futures d'en bénéficier. D'après l'Inventaire National Des Matières et Déchets Radioactifs 2018, « les activités d'exploration, d'extraction et de traitement ont concerné environ 250 sites de dimensions très variables (de simples travaux de reconnaissance à des chantiers d'exploitation de grande ampleur) répartis sur 27 départements en France. Le traitement des minerais a été effectué principalement dans huit usines. » Ces sites sont répertoriés par l'IRSN, dans la base de données MIMAUSA (Mémoire et Impact des Mines d'uranium : Synthèse et Archives) et la plupart sont aujourd'hui reconvertis. Ils constituent un exemple de réaménagement, respectant prioritairement les enjeux de sûreté (pour l'environnement et les populations) et aboutissant à une amélioration vis-à-vis de l'utilisation des sols et de la gestion des paysages. Pour plus de détails au sujet de la réhabilitation des sites industriels historiques non miniers, il est possible de se référer à la partie relative aux pollutions des sols évoquée précédemment.

PAYSAGES ET PATRIMOINE : SYNTHÈSE ET TENDANCES EN LIEN AVEC LA GESTION DES MATIÈRES ET DES DÉCHETS RADIOACTIFS

Sensibilité des enjeux liés aux paysages et patrimoines



Les installations de gestion des matières et des déchets contribuent notamment à la banalisation des paysages et, malgré un faible taux d'occupation des sols, peuvent impacter l'urbanisation et la qualité du patrimoine autour de leur site d'implantation.

Scenario tendanciel et évolution des enjeux



Après plusieurs années de dégradation marquée des espaces naturels sur le territoire français, les politiques de préservation et reconnaissance des sols, mettant en œuvre des opérations de réhabilitation des sols et des paysages, portent enfin leurs fruits. En effet, le phénomène de dégradation progressive des sols et des paysages, auquel contribuent les activités d'artificialisation, d'urbanisation et d'industrialisation tend à se stabiliser. Les activités d'industrialisation comprennent notamment la construction et le développement de nouvelles installations de stockage de déchets et matières radioactives, bien que l'impact de ces dernières reste limité dans l'artificialisation des sols.

Les enjeux futurs pour les activités de gestion des matières et déchets radioactifs

Des opportunités offertes par la réhabilitation des sites

La réhabilitation des sites de gestion historique des matières et déchets radioactifs offre une opportunité d'incidence positive en termes d'occupation des sols et de patrimoine, que ce soit en recréant des espaces naturels ou des bâtiments d'activité en post-exploitation ou en valorisant des sites historiques au nom du patrimoine industriel français.

Activités/Filières concernées : Gestion des situations historiques et héritées de l'exploitation minière

Un impact sur les populations locales à bien anticiper lors de la création de nouveaux centres de stockage

Dans le cadre des travaux de création de nouvelles installations, l'intégration de l'impact paysager est à envisager et à étudier de concert avec les impacts territoriaux des modes de gestion des déchets, afin que les riverains puis les générations futures ne subissent pas de « pollution visuelle » ni de dégradation de la valeur de leur patrimoine paysager et culturel.

Activités/Filières concernées : Retraitement du combustible usé | Stockage des déchets dans les centres dédiés en exploitation | Entreposage des matières et des déchets en attente de valorisation ou de stockage | Stockage géologique | Activités de valorisation déchets (TFA)

Sources :

- ▶ Ressources en ligne du Ministère de la Transition Ecologique
- ▶ Résumé Non Technique de l'Etude d'Impact Préalable de l'INB 118, Areva en 2013
- ▶ Code de l'Environnement
- ▶ Synthèse de l'Inventaire National des Matières et Déchets Radioactifs 2015, ANDRA, 2015

Conclusion de l'Etat Initial de l'Environnement

Synthèse au regard des 10 enjeux environnementaux retenus

Le tableau ci-dessous résume les tendances et niveaux de sensibilité relatifs à chaque enjeu environnemental analysé en tenant compte de ses interactions avec le périmètre du PNGMDR. Ces tendances sont définies principalement à l'aune de la pression environnementale engendrée par la gestion des matières et des déchets radioactifs sans prise en compte des mesures prévues par la cinquième édition du plan. Les chapitres précédents détaillent les éléments permettant de justifier cette conclusion synthétique.

Tableau 2 : tendances et niveaux de sensibilité par enjeu environnemental

Thématique	Sensibilité	Activités/filières principalement concernées	Tendances d'évolution au regard des enjeux de gestion des matières et des déchets radioactifs
Exposition aux risques et santé humaine	●●●	Stockage des déchets dans les centres dédiés en exploitation Entreposage des matières et des déchets en attente de valorisation ou de stockage Stockage géologique	➔
Economie des ressources	●●●	Activités de valorisation déchets (TFA) Retraitement du combustible usé	➔
Pollution et gestion de la ressource en eau	●●	Gestion des situations historiques et héritées de l'exploitation minière Entreposage des matières et des déchets en attente de valorisation ou de stockage	➔
Pollution de l'air	●●	Transports de substances radioactives Gestion des situations historiques et héritées de l'exploitation minière	➔
Pollution et utilisation des sols	●●	Stockage géologique Gestion des situations historiques ou héritées de l'exploitation minière Stockage des déchets dans les centres dédiés en exploitation Entreposage des matières et des déchets en attente de valorisation ou de stockage	➔
Adaptation au changement climatique	●●	Retraitement du combustible usé Stockage des déchets dans les centres dédiés en exploitation Entreposage des matières et des déchets en attente de valorisation ou de stockage	➔

		Stockage géologique Activités de valorisation déchets (TFA)	
Biodiversité	●	Gestion des situations historiques et héritées de l'exploitation minière	↗
Contribution au changement climatique	●	Transports de substances radioactives Activités de valorisation déchets (TFA) Retraitement du combustible usé	↘
Nuisances	●	Transports de substances radioactives Activités de valorisation déchets (TFA) Stockage des déchets dans les centres dédiés en exploitation Entreposage des matières et des déchets en attente de valorisation ou de stockage	→
Paysages et patrimoine	●	Gestion des situations historiques et héritées de l'exploitation minière Stockage des déchets dans les centres dédiés en exploitation Retraitement du combustible usé Activités de valorisation déchets (TFA) Entreposage des matières et des déchets en attente de valorisation ou de stockage Stockage géologique	→

Le croisement entre les différentes thématiques environnementales et les activités de gestion des matières et déchets radioactifs ont permis de mettre en perspective les enjeux environnementaux prioritaires suivants :

Actions à mener pour répondre enjeux environnementaux principaux identifiés

Maîtrise des risques associés à l'absence de filière identifiée et au temps de déploiement de filières de gestion en projet

Gestion et anticipation des besoins en entreposages et en stockage, gestion temporaire des déchets, etc.

Renforcement de la crédibilité des perspectives de valorisation des matières radioactives

Robustesse des prévisions des quantités de matières et déchets à gérer dans le futur (prise en compte de la politique énergétique), anticipation d'un changement de politique énergétique ou de gestion, visibilité sur les process et calendriers de valorisation.

Gestion de la hausse à venir des quantités de déchets TFA

Optimisation de la gestion des déchets produits par le démantèlement des installations (valorisation et recyclage notamment), réfléchir à des solutions décentralisées et anticipation des besoins pour éviter les risques de saturation des stockages

Prise en compte de critères multiples et pondérés dans le choix des filières de gestion à mettre en place

Considération des critères environnementaux et de sûreté (degré de sûreté, impacts sur les milieux, consommations d'énergie, etc.), et ce sur l'ensemble de la durée de vie des installations (analyse de cycle de vie), en particulier en ce qui concerne le déploiement de nouvelles installations de traitement et la création de nouveaux sites de stockage et d'entreposage.

Prise en compte des incertitudes et des aléas

Intégration dans les scénarios des aléas susceptibles de modifier profondément les orientations programmées notamment sur le très long terme, en prévenant ou limitant les charges qui seront supportées par les générations futures.

Radioprotection, santé et toxicité chimique

Evaluation et limitation des conséquences de la radioactivité sur la santé des populations et travailleurs (y compris des faibles doses et la toxicité chimique de certains déchets radioactifs)

Limitation des impacts des transports

Limitation des impacts des transports (GES, polluants atmosphériques, bruits, occupation des sols, fragmentation des milieux...)

Limitation des impacts sur les milieux et des risques pour la santé de la gestion de catégories particulières de déchets

Limitation des impacts sur les milieux et des risques pour la santé de la gestion de catégories particulières de déchets tels que ceux issus de la conversion de l'uranium, les déchets historiques ou encore les déchets miniers (risques liés au radon, pollution des eaux, réhabilitation des milieux...).

Optimisation des consommations énergétiques et des rejets

Optimisation des consommations énergétiques et des rejets associés au traitement des déchets et des risques de contamination des eaux (fonctionnement des sites de La Hague, de Centrac, etc.).

4. EXPLICATION DES CHOIX RETENUS AU REGARD DES SOLUTIONS DE SUBSTITUTION RAISONNABLES

Cette partie vise à présenter les orientations envisageables pour le PNGMDR, et qui n'ont pas été finalement retenues, pour différentes raisons (réglementaires, coûts, techniques...). Ces solutions alternatives sont principalement issues de l'état initial de l'environnement qui a permis d'identifier les enjeux prioritaires en matière de gestion des matières et déchets radioactifs et des échanges entre l'évaluateur et les rédacteurs.

Il convient de rappeler à ce stade que le PNGMDR s'inscrit dans un cadre réglementaire, déployé au niveau national et non à l'échelle de chacune des installations concernées par la gestion des matières et des déchets radioactifs. Ces paramètres limitent ainsi la portée possible du PNGMDR 2021-2025, tel que cela peut être mis en évidence dans la suite de cette section.

Bilan et enseignement du PNGMDR 2016-2018

L'édition 2016-2018 du PNGMDR

Le PNGMDR 2021-2025 s'inscrit dans la continuité du PNGMDR 2016-2018 par sa mission et dans sa démarche. Les retours d'expérience des éditions précédentes permettent d'adapter cette nouvelle édition pour atteindre au mieux les objectifs fixés par la loi, notamment en termes de transparence.

L'édition 2016-2018 du PNGMDR a poursuivi le travail engagé sur la gestion des matières et des déchets radioactifs depuis la première version du PNGMDR. Cette édition a renforcé notamment l'approche par filière de gestion, en recommandant la constitution ou la mise à jour de schémas industriels globaux associés et a insisté sur la nécessité de consolider les prévisions concernant la production de déchets radioactifs, notamment ceux de très faible activité.

Le PNGMDR 2016-2018 a également ouvert de nouveaux axes de travail, notamment sur la nocivité à long terme des déchets radioactifs, les perspectives de valorisation de long terme de certaines matières radioactives ou encore les stratégies d'entreposage dans l'attente de la mise en place de solutions de gestion définitive.

L'édition 2016-2018 du PNGMDR a recommandé de poursuivre les travaux d'optimisation de la gestion des déchets TFA, notamment, en continuant les travaux sur la valorisation des déchets, sur les conditions permettant d'augmenter les capacités de stockage des centres actuels et sur les perspectives de solutions de stockage alternatives pour les déchets TFA.

Par ailleurs, les études menées par les différentes parties prenantes dans le cadre des recommandations et demandes du PNGMDR 2016-2018, appuient les orientations du nouveau plan. La DGEC et l'ASN ont publié les résultats de ces études.⁵⁵ Elles sont accompagnées des avis émis par l'ASN sur leur contenu et ont permis de baser les demandes et recommandations des rédacteurs du nouveau plan. La qualité et la pertinence des études demandées aux industriels (producteurs de déchets, propriétaires de matières et gestionnaire de déchets) sont donc des éléments importants pour nourrir et affiner le contenu de la nouvelle édition du PNGMDR.

S'agissant des études portées dans le cadre du PNGMDR 2016-2018, une limite apparaît quant à l'aboutissement des démonstrations techniques de certaines études, notamment sur les transports ou les gravats TFA. Réalisées pour les exploitants, ces études peuvent facilement se heurter à des enjeux économiques et financiers restreignant les conclusions sur le déploiement des nouvelles solutions étudiées. Une réflexion est menée à ce stade par le Ministère de la Transition Ecologique en lien avec l'ASN, dans le cadre de la transcription des recommandations du Plan en exigences réglementaires, sur l'intégration de certaines exigences stratégiques du plan dans le code de l'environnement ce qui donnerait une valeur réglementaire aux dispositions de nature à fortement impacter la politique de gestion ou la politique énergétique. Une telle mesure pourrait avoir un impact positif sur le niveau d'approfondissement des études. Ces réflexions sont mentionnées dans les différentes parties du plan concernées.

⁵⁵ Les études publiées dans le cadre du PNGMDR 2016-2018 sont disponibles ici : [PNGMDR 2016-2018 - ASN](#)

Des thématiques en continuité avec celles des éditions précédentes

Cette cinquième édition prolonge, approfondit et renforce les travaux des 4 éditions précédentes, au bénéfice des objectifs inscrits dans le code de l'environnement pour la gestion des matières et déchets radioactifs. Les différents PNGMDR ont permis de progresser dans la structuration des filières de gestion des matières et des déchets radioactifs et de renforcer les politiques publiques, dans le respect de la protection de la santé des personnes, de la sécurité et de l'environnement avec l'objectif d'éviter d'en faire porter les charges par les générations futures. En particulier, cette cinquième édition continuera d'accorder une importance particulière :

- ▶ au renforcement du caractère valorisable des matières ;
- ▶ aux besoins de capacités d'entreposage des combustibles usés ;
- ▶ à l'optimisation des filières existantes, en particulier celle des déchets de très faible activité, qui devra gérer les volumes importants produits par le démantèlement des installations nucléaires ;
- ▶ à la gestion des FA-VL, faire face aux enjeux de l'ensemble de cette catégorie de déchets ;
- ▶ à la poursuite de la mise en place de filières de gestion pour les déchets n'en disposant pas encore, en particulier : les déchets de moyenne et haute activité et ceux à vie longue ;

Les enseignements du débat public ont enrichi le plan

Le PNGMDR 2021-2025 est la première édition dont le processus d'élaboration a débuté par un débat public réalisé sous l'égide de la Commission Nationale du Débat Public (CNDP). Les enseignements du débat public ont permis d'enrichir les grandes orientations de la présente édition du PNGMDR.

Une partie entièrement dédiée à la gouvernance de la gestion des matières et des déchets radioactifs et l'association de la société civile

À la suite du débat public, le ministère a souhaité maintenir la dynamique d'association des parties prenantes à l'élaboration et au suivi du plan tout en proposant des solutions pour mobiliser plus largement la société civile dans l'élaboration et le suivi du plan par ailleurs. Il estime également utile que les sujets faisant l'objet de controverses continuent de faire l'objet d'échanges avec le public. Une partie du plan entièrement dédiée à ce sujet a ainsi été élaboré avec l'objectif de :

- ▶ Rechercher une plus grande association directe des citoyens et des élus à la gouvernance du plan, de son élaboration à sa mise en œuvre ;
- ▶ Améliorer l'accessibilité de l'information relative à la gestion des matières et des déchets radioactifs pour le public et la mise en évidence des controverses ;
- ▶ Mettre en place un cadre de travail pour définir les modalités de l'évaluation décennale prévue par le code de l'environnement en intégrant les enjeux d'association et de communication auprès du public.

Ainsi, la maîtrise d'ouvrage du présent plan se situe désormais sous la seule responsabilité du Gouvernement. Cette évolution, qui s'inscrit dans la mise en œuvre des recommandations issues du débat public, vise à clarifier les responsabilités des acteurs : le Gouvernement, en charge de la définition de la stratégie de gestion, et l'ASN en charge du contrôle du respect de la sûreté dans la mise en œuvre de cette stratégie. Compte-tenu de sa large expertise technique, les différents avis filières de l'ASN continueront d'alimenter l'élaboration du PNGMDR.

Il a également été décidé de renforcer la gouvernance de la gestion des matières et des déchets radioactifs en instaurant également un organe spécifique, la Commission « orientations » pour la phase d'élaboration du plan en complément du GT PNGMDR historiquement établi. Cette commission, destinée à éclairer le maître d'ouvrage du plan et placée sous la présidence d'une personnalité qualifiée et indépendante, a accompagné l'élaboration du présent plan.

Cette nouvelle instance se réunira selon deux formats, avec les mêmes membres mais sous des présidences différentes, en fonction de la nature des questions traitées et de leur temporalité :

- ▶ un format « stratégique », présidé par une personnalité qualifiée indépendante, qui aura vocation notamment à éclairer le maître d'ouvrage sur les enjeux stratégiques du plan, dans les conditions qu'il prévoit ou sur sollicitation du ministère, notamment en appui à l'élaboration de ses éditions successives (Commission Orientations) ;

- ▶ un format « opérationnel », co-présidé par la DGECC et l'ASN, qui sera chargé du suivi de la mise en œuvre du plan (Commission de suivi ou GT PNGMDR).

Une information plus accessible

En rupture avec le précédent PNGMDR, le format de cette nouvelle édition est plus synthétique que les éditions précédentes, et focalisé sur des enjeux stratégiques. Un site internet dédié au PNGMDR viendra compléter le Plan et permettra de rassembler l'ensemble des informations descriptives relatives à la gestion des matières et des déchets radioactifs, qui figurent notamment dans les précédentes versions du PNGMDR (une partie sera mise en ligne sur le site de l'ASN au titre de ses missions d'information).

Une partie du plan dédiée à une meilleure prise en compte des enjeux environnementaux, sanitaires, économiques, éthiques et territoriaux

Le PNGMDR prévoit l'élaboration d'une méthode d'évaluation environnementale stratégique sur la base des analyses de cycle de vie (ACV). Cette méthode, sur laquelle l'Andra a déjà commencé des travaux, sera utilisée pour comparer les impacts environnementaux des scénarios de gestion des filières de déchets grâce aux résultats quantitatifs qu'elle émettra. Cette méthode aura donc un réel intérêt pour l'environnement car elle permettra de quantifier les impacts environnementaux et de choisir chaque scénario retenu en toute connaissance de ceux-ci.

Parallèlement, le PNGMDR prévoit la création d'une méthode d'analyse multicritères et multi-acteurs des options de gestion possibles qui prendrait en compte non seulement les critères environnementaux, mais aussi sociétaux, économiques, éthiques, politiques et relatifs à la sécurité. Cette méthode analyse multicritères se baserait d'abord sur des données qualitatives pour hiérarchiser les sensibilités des différents acteurs vis-à-vis des différents enjeux que chaque filière porte. Au niveau environnemental, cette méthode pourrait avoir des bénéfices surtout concernant les enjeux liés aux nuisances, à la biodiversité et aux patrimoines (qui sont en fait plutôt relatifs à la société et mal intégrés dans les approches d'ACV), seulement s'ils se révèlent être importants aux yeux des différentes parties prenantes.

Bien que la méthode d'évaluation environnementale puisse, à terme, alimenter la méthode d'analyse multicritères, il paraît important de bien distinguer les deux, ce qui n'est pas toujours fait dans le PNGMDR.

Les avis de la Commission Orientations et une concertation avec le public pour accompagner la rédaction du PNGMDR

A la suite du débat public et de la décision du 21 février 2020 qui annonçait les grandes orientations de la 5^e édition du PNGMDR, une concertation post débat-public a été menée par le maître d'ouvrage, afin d'accompagner la déclinaison des grandes orientations du Plan. En parallèle de cette phase de concertation, la Commission orientations du PNGMDR (dont la mise en place suite au Débat Public est décrite plus haut) a émis des avis sur la base de notes d'orientations thématiques (proposition de contenu du Plan) proposées par le Ministère de la Transition Ecologique. Ces notes d'orientation, accompagnées des avis de la CO ont été publiés sur le site internet dédié à la concertation PNGMDR et ont permis d'alimenter cette dernière.

La prise en compte des avis de la Commission Orientations et des enseignements de la concertation post débat sur le PNGMDR ont enrichi la rédaction du PNGMDR. Les apports les plus structurants sont présentés dans le tableau suivant.

Gouvernance	<p>Mettre en place une seule commission de gouvernance, chargée de conseiller la maîtrise d'ouvrage sur la préparation et le contenu du plan (Commission Orientations) comme sur le suivi (GT PNGMDR) de son exécution ; elle se réunira selon ces deux formats différents en fonction de la nature des questions traitées et leur temporalité.</p> <p>Rendre compte régulièrement à la commission de gouvernance du plan de l'avancement des études et actions prescrites (les différentes actions du plan ont par ailleurs été complétées avec des consultations spécifiques de la gouvernance du plan sur certains sujets stratégiques).</p> <p>Prévoir un site Internet regroupant toutes les informations relatives au PNGMDR.</p>
-------------	---

Articulation avec la PPE	Ajout de l'action POL 3 suite à demande de la CO qui vise à Evaluer la capacité du système actuel de gestion des matières et des déchets radioactifs à gérer correctement des situations de crise
TFA	<p>Optimisation de la gestion des déchets TFA : l'étude concernant l'installation de concassage des gravats TFA inclura un retour d'expérience sur ce qui existe ailleurs et une analyse économique intégrant la prise en compte des impacts environnementaux.</p> <p>Les déchets issus des sites orphelins devront également être considérés dans les travaux visant à identifier les incertitudes associées aux perspectives de production des déchets TFA</p> <p>Les choix de gestion seront faits sur la base d'analyses comparatives (analyse multicritères) des options possibles entre les solutions de stockage centralisées et les options décentralisées.</p> <p>Association /consultation des représentants des territoires concernés (représentants des CSS) pour les options de stockages décentralisés (étude de la faisabilité de stockage en installations conventionnelles).</p> <p>Modalités de mise en œuvre de la valorisation des matériaux métalliques TFA :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Précision des procédés de décontamination qui seraient nécessaires en ce qui concerne les modalités de mise en œuvre de la valorisation des matériaux métalliques TFA. - Mise à la disposition du public des données sur les possibilités d'utilisation des déchets valorisés au sein de la seule filière nucléaire et sur les résultats économiques (sous réserve du respect du secret commercial) des valorisations envisagées : concertation avec le public. <p>Assurer un retour d'expérience des dérogations et des processus industriels permettant le recyclage de métaux TFA.</p> <p>Assurer une veille scientifique quant aux effets sanitaires attribuables aux très faibles doses.</p> <p>Intégration des aspects de la sûreté, sanitaire, environnemental et sociétal dans l'étude d'échelonnement de la construction sur le site de Vendevre-Soulaines.</p> <p>Les déchets RTCU, dits « historiques », seront identifiés sous la rubrique RTCU -FA-VL, en distinguant les déchets entreposés sur l'INB Écrin pour lesquels un schéma de gestion à long terme est déjà à l'étude.</p>
HA/MA-VL	<p>Définition de jalons.</p> <p>Permettre une meilleure association du public à la gouvernance des déchets HA/MA-VL : élaboration d'une charte de bonnes pratiques à la mise en ligne des informations relatives aux concertations menées sur la gestion des déchets HA/MA-VL qui tiendra compte des principes et recommandations émis par le HCTISN dans son avis du 28 septembre 2020.</p> <p>Mettre en œuvre une meilleure information du public (à travers une consultation publique) sur leurs enjeux sur le contenu du prochain PDE, précisant notamment les modalités de mise en œuvre de la réversibilité, dont la récupérabilité.</p> <p>Explicitation par l'Andra des objectifs et des critères de réussite de la Phase Industrielle Pilote et définition du périmètre (nature, et quantité) des déchets qu'il est prévu de stocker pendant la phase industrielle pilote (+ rendre compte devant la commission de gouvernance).</p>

<p>Enjeux environnementaux</p>	<p>Redéfinition de l’outil multicritères.</p> <p>En ce qui concerne la meilleure prise en compte des enjeux environnementaux et sanitaires dans le cadre de l’implantation d’un site de gestion de matières ou de déchets radioactifs :</p> <ul style="list-style-type: none"> - faisabilité d’établir un état initial sanitaire sur le territoire des installations de gestion des matières et des déchets radioactifs puis d’un suivi dans le temps de cet état sanitaire sera étudiée de manière plus systématique (utilisation d’indicateurs sanitaires validés au niveau national, mise en place d’un registre des cancers, utilisation des données collectées dans le cadre du Système National des Données de Santé, ...). <p>Nouvelle action : Poursuivre la prise en compte des enjeux environnementaux dans le cadre des éditions successives du PNGMDR et évaluer l’amélioration des méthodes.</p>
<p>Enjeux liés au transport</p>	<p>Mise à disposition du public des informations, notamment sur la réglementation, sur la sûreté et la sécurité des transports des matières et des déchets radioactifs :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Précisions sur les exigences de sûreté : dans le respect de la confidentialité des informations requises pour des raisons de sécurité - Informations concernant les exigences de sûreté associées aux (modèles de) colis de transport notamment en termes de résistance mécanique et de radioprotection (notamment en cas de chute ou d’accidents), - Mises à disposition des informations au public (via internet) <p>Travaux visant à Élaborer une carte interactive des transports des matières et déchets radioactifs :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Association de l’IRSN aux travaux - Ces travaux seront précédés par une réflexion particulière avec le service du haut fonctionnaire de défense et de sécurité (SHFDS) du MTE sur la nature des informations qui pourront figurer sur cette carte.
<p>-Enjeux économiques</p>	<p>En ce qui concerne l’actualisation des coûts de gestion des matières et des déchets radioactifs :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Informations (sur les coûts) qui feront l’objet d’une synthèse destinée à alimenter la concertation qui aura lieu en amont de la sixième édition du PNGMDR.
<p>Enjeux éthiques</p>	<p>En ce qui concerne la mise en œuvre d’un exercice d’appréciation philosophique et éthique des questions que pose la gestion des matières et des déchets radioactifs :</p> <ul style="list-style-type: none"> - la constitution d’un groupe de travail spécialisé devra faire l’objet d’un travail d’approfondissement avec la gouvernance du plan, notamment pour assurer le lien avec les travaux du Comité « éthique et société » de l’Andra, la représentation d’une expertise pluraliste, institutionnelle ou non, sur les questions sociétales comme sur les questions techniques relevant du plan de gestion, la représentation de la société civile.

Un plan qui s’inscrit dans une temporalité plus longue et cohérente avec la PPE

Enfin, le présent plan couvre une période de cinq ans et non trois, comme l’a prévu la loi n° 2020-1525 du 7 décembre 2020 d’accélération et de simplification de l’action publique. En effet, une telle évolution est apparue cohérente tant avec le processus d’association du public renforcé que connaîtront les PNGMDR à venir qu’avec le rythme intrinsèque de la politique de gestion des matières et déchets radioactifs, liée à la politique énergétique régie aujourd’hui également par des plans quinquennaux, via la programmation pluriannuelle de l’énergie.

Gestion des matières radioactives

L’enjeu de renforcement de la crédibilité des perspectives de valorisation des matières radioactives, qui est un des enjeux stratégiques de la 5^{ème} édition du PNGMDR, apparaît dans la suite logique de l’avis n° 2020-AV-0363 de l’Autorité de sûreté nucléaire du 8 octobre 2020 sur les études concernant la gestion des matières radioactives

et l'évaluation de leur caractère valorisable, de l'avis de la Commission « Orientations » et du débat public. L'avis n° 2020-AV-0363 de l'ASN propose les axes principaux à suivre concernant la gestion des matières radioactives, notamment : les principes d'appréciation du caractère valorisable des matières radioactives ; la gestion et la valorisation de matières radioactives issues de la filière Uranium/Plutonium ; la gestion et la valorisation de matière thorifères ; l'articulation des études de stockage de certaines matières avec la stratégie de gestion des déchets FA-VL.

Ainsi, le PNGMDR vise sur ce sujet à donner plus de visibilité sur les perspectives de valorisation des matières et fournir un cadre d'analyse à l'Etat pour l'exercice de sa faculté de requalification des matières en déchets prévue à l'article L. 542-13-2 du code de l'environnement et à poursuivre les travaux autour des solutions de gestion des matières en cas de requalification en déchets. 3 actions sont prévues :

- ▶ Action MAT.1 - L'élaboration des plans de valorisation des matières radioactives
- ▶ Action MAT.2 - Le soutien à la recherche pour la valorisation des matières radioactives
- ▶ Action MAT.3 - Poursuite de l'étude des enjeux de gestion des matières en cas de requalification en déchets

TFA

Les déchets très faiblement radioactifs ou susceptibles de l'être sont majoritairement issus du fonctionnement, de la maintenance et du démantèlement des centrales nucléaires, des installations du « cycle » du combustible et des centres de recherche. Comme le souligne l'état initial de l'environnement, cette filière est soumise à une pression accrue due aux prévisions de démantèlements. En particulier, l'analyse des prévisions actuelles de stockage de déchets TFA indique que d'ici une dizaine d'années, la capacité administrative actuelle de 650 000 m³ du Centre Industriel de Regroupement d'Entreposage et de Stockage (Cires) sera atteinte, et les prévisions indiquent que le volume de déchets TFA pourrait quadrupler à terminaison.

Ainsi, le PNGMDR poursuit plusieurs objectifs ayant pour but général de faire face à ce manque de capacité. En plus d'affiner les estimations de production des déchets TFA produits par le démantèlement des installations nucléaires, il poursuit les études de nouvelles capacités de stockage en comparant différents scénarios (centralisé et décentralisé) tout en continuant la réflexion relative à la valorisation de ces déchets. Ainsi, l'action TFA. 6 prévoit l'évolution du cadre réglementaire applicable à la gestion des déchets de très faible activité, afin d'introduire une nouvelle possibilité de dérogations ciblées permettant, après fusion et décontamination, une valorisation au cas par cas des déchets radioactifs métalliques de très faible activité.

Certaines catégories de déchets TFA incinérables (équipements de protection jetables par exemple) sont envoyées dans l'unité d'incinération de l'usine Centraco à Marcoule, exploitée par Cyclife France. Dans le cadre du PNGMDR 2016-2018, l'article 25 de l'arrêté du 23 février 2017 établissant les prescriptions du PNGMDR a demandé à l'Andra, en lien avec Socodei et les producteurs de déchets TFA, de faire, pour chaque type de déchets incinérables, une étude les comparant, sur les plans de la protection de la santé des personnes, de l'environnement et de la sécurité, l'incinération puis le stockage des résidus, avec à un stockage direct au Cires.

Concernant le démantèlement et la gestion des déchets radioactifs, le cadre de prudence a été renforcé lors d'une réforme réglementaire menée en 2020, ce qui a notamment permis de rendre opposables certaines bonnes pratiques liées à l'évaluation des charges nucléaires et permettra à terme de consolider la vision établie par la DGEC.

FA-VL

Les déchets FA-VL sont principalement constitués de déchets de graphite produits par la filière électronucléaire et de déchets radifères issus de diverses sources (industrie, anciens objets radioactifs, sources scellées usagées...). Leur durée de vie, longue, ne leur permet pas d'être stockés dans un centre de stockage en surface (prévu pour fonctionner sur quelques centaines d'années tout au plus), mais leur activité faible ne justifie par leur stockage en couche géologique profonde (projet Cigéo).

Concernant ces déchets, le PNGMDR suit l'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). Dans cet avis, l'ASN préconise de poursuivre les travaux engagés dans le PNGMDR 2016-2018, tels que la consolidation des inventaires des différentes familles de déchets FA-VL, et de mieux intégrer les RTCU dans les travaux sur les scénarios de gestion des déchets FA-VL. L'ASN demande aussi à l'Andra les esquisses de différentes options techniques et de sûreté d'installations de stockage à faible profondeur de déchets FA-VL, en comparant les effets des différentes options envisagées sur la santé et l'environnement. De plus, l'ASN propose la constitution d'un groupe de travail pluraliste afin d'impliquer davantage les parties prenantes intéressées, en particulier les représentants des territoires impliqués, à la définition des solutions de gestion des déchets FA-VL.

Ainsi, le PNGMDR s'assure du développement d'une filière pérenne en fiabilisant l'inventaire de déchets FA-VL ainsi que les enjeux de sûreté qui y sont associés et en mettant à jour sa stratégie de gestion de ces déchets, notamment au regard des besoins futurs de capacités d'entreposage.

En outre, le PNGMDR propose d'évaluer la possibilité d'échelonner la construction d'un centre de stockage en modules indépendants et d'en identifier les principaux impacts à la suite de l'avis de la Commission « Orientations ».

HA/MA-VL

Les filières à mettre en place pour les déchets HA et MA-VL concernent des déchets à la fois dangereux pour l'environnement et les populations (les déchets HA représentent à eux seuls plus de 94 % de la radioactivité totale des déchets) et complexes à gérer sur le long terme (du fait de leur durée de vie). Le projet de stockage géologique profond Cigéo est très discuté à cause des questions éthiques qu'il soulève et de son caractère hors norme compte-tenu du temps nécessaire pour le mettre en œuvre.

Ainsi, le PNGMDR propose d'une part de continuer la réflexion autour du projet Cigéo, en particulier en ce qui concerne sa réversibilité et sa gouvernance, et d'autre part il promeut la recherche autour d'options de gestion alternatives des déchets HA et MA-VL. La poursuite des travaux sur le conditionnement des déchets MA-VL et la poursuite des recherches autour des solutions alternatives au stockage profond sont dans la continuité du PNGMDR 2016-2018 et répondent aux attentes qui ont émergé lors du débat public.

Entreposage des combustibles usés

Le débat public de 2019 relatif à la cinquième édition du PNGMDR a permis de mettre en exergue que le besoin de nouvelles capacités d'entreposage vers l'échéance 2030 était un constat partagé par les différentes parties prenantes. En effet, les capacités d'entreposage des combustibles sont destinées à arriver à saturation à moyen terme.

Par ailleurs, l'avis n° 2020-AV-0363 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 8 octobre 2020 sur les études concernant la gestion des matières radioactives et l'évaluation de leur caractère valorisable indique que le PNGMDR prévoira la poursuite des travaux liés à la mise en œuvre de nouvelles capacités d'entreposage centralisées, justifiant la continuation des études liées à ce projet.

Ainsi, le PNGMDR prévoit dans un premier lieu d'affiner l'horizon de cette saturation, au regard notamment des aléas susceptibles d'intervenir sur les usines du « cycle » du combustible, et de s'assurer que les producteurs de combustibles usés y répondent de manière appropriée en déployant les capacités supplémentaires nécessaires. Le Plan prévoit également l'identification des combustibles usés pouvant faire l'objet d'un entreposage à sec et l'étude de la faisabilité d'un entreposage à sec.

S'agissant de l'implantation de la future piscine d'entreposage prévue, le choix d'une installation centralisée, pourrait mener à une augmentation indirecte des émissions de GES liées au transport des combustibles usés de manière permanente sur le long terme. Ainsi, l'Action ENT.5 « Garantir la mise à disposition d'une nouvelle piscine d'entreposage centralisé dans les meilleurs délais » précise le fait de justifier le choix final. Néanmoins, l'hypothèse d'une implantation sur le site de La Hague semble être privilégiée face aux contraintes industrielles. La localisation fera l'objet d'une consultation (par la CNDP) sur la base du projet d'installation présentée par l'exploitant.

Catégories particulières de déchets

Le PNGMDR est centré sur les enjeux stratégiques français de la gestion des matières et déchets radioactifs. Néanmoins, il semble indispensable de continuer à encadrer les situations particulières à enjeu local. L'état initial de l'environnement a notamment mis en évidence les incertitudes liées aux catégories particulières de déchets (voir [section dédiée de l'Etat initial de l'environnement](#)) et une section dédiée aux catégories particulières de déchets tels que les déchets hérités de l'histoire et les déchets miniers a semblé nécessaire aux rédacteurs, notamment suites aux fortes attentes locales qui ont été exprimées dans le cadre du débat public sur la gestion de catégories particulières de déchets.

En ce qui concerne la gestion des sites miniers d'uranium spécifiquement, plusieurs enjeux sont associés au réaménagement des anciens sites miniers d'uranium (e.g. la surveillance des anciens sites miniers réaménagés, la gestion des rejets diffus et le traitement des eaux, la limitation des impacts à long terme vis-à-vis de l'homme et l'environnement). Lors du débat public le public a ainsi accordé l'essentiel des échanges aux questions portant sur les aspects sanitaires. Selon le Compte rendu du débat public (page 88), il demande de renforcer le suivi de l'impact de cette activité industrielle sur l'environnement, de mettre en place des études épidémiologiques sur les populations proches, de développer de véritables échanges avec le public et de recourir à des expertises

indépendantes. Pour cette raison notamment, les rédacteurs ont fait le choix de concentrer les efforts sur l'impact environnemental et sanitaire à long terme de cette activité.

Par ailleurs, la définition d'une stratégie de long terme pour la gestion des stockages historiques s'est également révélée nécessaire pour que les exploitants définissent des plans de gestion sur le long terme, comprenant la comparaison sur le plan environnemental, d'une gestion in situ par rapport à une reprise pour une prise en charge dans les filières opérationnelles, et précisent les modalités envisagées pour la mémoire de ces sites. Cette action est complétée d'une disposition sur la précision des programmes de surveillance adaptés à chaque stockage historique par les exploitants qui devront également communiquer les résultats de celui

L'ensemble des études transmises dans le cadre du PNGMDR 2016-2018 montre que le recensement des déchets ne disposant pas de filière de gestion opérationnelle ou à l'étude, quelle que soit leur nature, n'est pas complètement exhaustif. Pourtant les rédacteurs n'ont pas intégré directement dans le plan d'action visant à consolider les inventaires de certains déchets et la catégorie « Déchets sans filière » de l'inventaire national. Ces actions ont vocation à être mises en place en parallèle du plan, s'agissant d'enjeux très spécifiques.

Les rédacteurs ont de même fait le choix de ne pas inclure au PNGMDR le réexamen des zones de déchets conventionnels sur tous les sites de EDF, associé à la mise en place du programme de surveillance des sites historiques, cette mesure ne concernant que EDF et relevant des exigences de sûreté plutôt que de la stratégie de gestion en tant que telle.

Il en est de même pour les travaux de consolidation des inventaires de déchets "sans filière", de R&D pour le traitement des huiles et liquides organiques et d'identification des filières actuelles pour les déchets activés et les sources scellées usagées qui permettent une meilleure gestion des déchets nécessitant des travaux spécifiques, menant à une optimisation de la prise en charge de ces déchets et à une réduction de leur impact environnemental, en particulier concernant la santé, la biodiversité et la pollution des sols et des ressources en eau. Ces sujets seront directement traités en lien avec l'ASN et l'Andra dans le cadre de leurs exercices respectifs.

Les déchets à Faible et Moyenne Activité à Vie Courte (FMA-VC) ne figurent pas dans le PNGMDR 2021-2025

Les déchets de Faible et Moyenne Activité à Vie Courte (FMA-VC) sont des déchets radioactifs contenant majoritairement des radionucléides à vie courte, de période radioactive inférieure ou égale à 31 ans comme le cobalt-60 ou le césium-137. Ce sont essentiellement des déchets liés à la maintenance (vêtements, outils, filtres, etc.), au fonctionnement (traitement d'effluents liquides ou filtration des effluents gazeux) et au démantèlement des installations nucléaires.

Néanmoins, les rédacteurs ont choisi de ne pas intégrer le sujet des déchets de Faible et Moyenne Activité à Vie Courte (FMA-VC) dans le PNGMDR 2021-2025 car la gestion actuelle de la filière ne nécessite pas d'action particulière. Pour autant, les informations relatives à la gestion de ces déchets seront néanmoins présentées sur le site Internet du plan et pourraient figurer dans une prochaine édition du Plan en fonction de l'actualité.

Pour mémoire, le volume important de ces déchets (59,6 % du volume des déchets déjà produits à fin 2019) implique d'importants enjeux liés au transport. Or pour l'instant le mode de transport de ces déchets est entièrement routier, impliquant de fortes émissions de GES. Pour réduire ces émissions, le PNGMDR 2016-2018 avait commandé une étude sur la possibilité de transporter certains de ces déchets par voie multimodale (ferroviaire et route). Cette étude (Etude des modalités de transport des déchets FMA-VC, Orano, EDF, CEA, Socodei, 2018) a montré que l'usage du transport ferroviaire pour une partie des flux aboutit à la réduction d'un tiers des émissions de GES. Néanmoins, l'étude rappelle que des impacts environnementaux négatifs sont à prévoir comme ceux liés à la construction de nouveaux emballages, à la mise en conformité des terminaux ferroviaires et à la création d'aires d'entrepôts ; de plus, un transport multimodal implique des contraintes importantes et une perte de souplesse dans la gestion des flux de déchets. Ainsi, l'étude n'a pas réussi à fournir de conclusion quant à la pertinence d'une solution de transport multimodal.

Les déchets tritiés

Parmi les déchets radioactifs, les déchets tritiés, c'est-à-dire contenant une quantité notable de tritium, peuvent être distingués. Les déchets divers tritiés qui n'ont pas été affectés à une famille de colis de déchets définie pour l'Inventaire national appartiennent majoritairement au secteur de la Défense et dans une moindre mesure au secteur de la Recherche. Bien que le tritium soit un radionucléide à vie courte, il se confine difficilement et peut facilement migrer vers l'environnement et le marquer. Les déchets tritiés sont, en grande majorité, des déchets solides. Les déchets liquides et gazeux, dont les quantités sont très faibles, doivent être traités et stabilisés avant de rejoindre un entreposage. Après une cinquantaine d'années d'entreposage, ces déchets sont orientés, en fonction de leur radioactivité et du taux de dégazage résiduel, vers le Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage (Cires) ou vers le Centre de stockage de l'Aube (CSA) exploités par l'Andra.

Tandis que le PNGMDR 2016-2018 dédiait une partie contenant 8 actions pour la gestion des déchets tritiés, celle-ci n'est traitée dans le nouveau PNGMDR qu'à travers l'action DECPAR.4. Cette action demande aux producteurs de poursuivre les travaux de définition et de mise en œuvre des déchets ne faisant pas encore l'objet de filière de gestion.. Des dispositions plus précises relatives à la gestion de ces déchets et les voies de gestion de ces déchets et les mesures afférentes seront néanmoins reprises par les textes réglementaires de mises en œuvre du 5^{ème} plan ainsi que sur le site Internet du plan, qui sera créé à l'occasion de la cinquième édition.

Les sources scellées

Les sources scellées sont des matières radioactives enfermées dans un conteneur le plus souvent en acier, spécialement conçu pour éviter toute dispersion de la radioactivité. Préparées pour des utilisations variées, principalement en médecine et dans l'industrie, ces sources restent potentiellement dangereuses lorsqu'elles sont hors d'usage. Les sources scellées, ou les appareils en contenant, doivent être reprises par leur fournisseur ou leur fabricant. Les sources peuvent être reprises en dernier recours par l'Andra.

L'ambition de la politique de gestion des matières et déchets radioactifs consiste à définir et à identifier les différentes étapes de gestion des sources scellées usagées et les contraintes associées (conditionnement des sources, capacités d'entreposage...) afin de pouvoir assurer la prise en charge de la totalité des sources scellées usagées.

Pour ce faire, un groupe de travail a été créé en 2014 afin de poursuivre la définition des modalités de gestion des sources scellées usagées, dans le cas où celles-ci sont destinées au recyclage ou considérées comme des déchets, et a remis le rapport du 19 décembre 2014 susvisé présentant un certain nombre de recommandations relatives à la prise en charge des sources scellées usagées.

Ce groupe de travail s'est réuni en 2021 et a conclu sur la nécessité de réaliser un état des lieux complet, précisant pour chaque famille de sources scellées les filières de gestions associées, les acteurs concernés et les difficultés rencontrées, en lien avec leurs détenteurs. Toutes les sources scellées usagées qui ne respectent pas les spécifications d'acceptation en vigueur du Cires ou du centre de stockage de l'Aube devront être intégrées aux inventaires des stockages FA-VL ou HA/MA-VL en projet. L'arrêté de mise en œuvre du PNGMDR disposera des recommandations allant dans ce sens.

De nombreuses actions ont été soldées en 2021, notamment celles concernant l'acceptabilité des sources dans des centres de stockage existants ou en projet.

C'est en effet le cas pour la recommandation concernant la mise en œuvre pour le Cires des valeurs forfaitaires d'acceptation des sources scellées radioactives usagées qui est effective depuis le 1er janvier 2019 (critère à 10 Bq à 30 ans pour les sources avec émetteurs ou descendants alpha et à 100 Bq à 30 ans pour les autres sources). Cette action sera néanmoins poursuivie à travers l'élaboration d'un inventaire exhaustif des sources afin de mieux définir le besoin et de justifier ou non de la nécessité d'adopter la logique de sûreté LAS au sein du Cires.

C'est également le cas pour la recommandation portant sur les modalités de révision des critères d'acceptation des sources au CSA. Des réponses à cette recommandation ont été apportées par l'Andra dans le cadre du réexamen de sûreté du CSA, en cours d'instruction par l'ASN.

De la même manière, le GT recommandait que le cas des sources scellées soit explicitement pris en compte dans les spécifications d'acceptation des déchets pour stockage à Cigéo. L'inventaire de ces sources a été intégré à l'inventaire de référence de Cigéo. L'Andra ne relève pas de difficultés particulières sur ce point à ce jour.

Les rédacteurs ont choisi d'intégrer le sujet des sources scellées dans la 5^{ème} édition du PNGMDR à travers l'action DECPAR.4 qui vise à poursuivre les travaux de définition et de mise en œuvre des déchets ne faisant pas encore l'objet de filière de gestion..

5. EXPOSÉ DES EFFETS NOTABLES PROBABLES DE LA MISE EN ŒUVRE DU PROGRAMME SUR L'ENVIRONNEMENT

Analyse globale des effets notables de la mise en œuvre du PNGMDR sur l'environnement

Cadre méthodologique

Cette section présente une analyse des effets notables probables de la mise en œuvre du PNGMDR, par comparaison à un scénario tendanciel défini dans l'état initial de l'environnement. Cette analyse a été réalisée à l'échelle de grandes thématiques du PNGMDR, de manière à pouvoir présenter une vision d'ensemble suffisamment synthétique des effets de la mise en œuvre du PNGMDR sur l'environnement.

Compte-tenu du nombre très important de demandes et de recommandations, celles-ci ont été regroupées en 9 thématiques principales, correspondant aux notes d'orientations publiées dans le cadre de la consultation post-débat public.

Structuration des thématiques retenues dans le cadre de l'analyse des incidences du PNGMDR

N°	Intitulé
1	Gouvernance
2	Gestion des matières radioactives et articulation avec la PPE
3	Traitement et entreposage des combustibles usés
4	Gestion des déchets TFA
5	Gestion des déchets FA-VL
6	Gestion des déchets HA/MA-VL
7	Gestion des catégories particulières de déchets
8	Enjeux transverses (environnementaux, sanitaires, liés au transport, économiques, éthiques, et territoriaux)

Chaque thématique principale du PNGMDR présentée ci-dessus a fait l'objet d'une étude concernant l'impact environnemental des actions qui y sont inscrites. Ainsi, pour chacune d'elles, cette section décrit les effets probables de l'application des actions qu'elle contient au regard des 10 enjeux environnementaux évoqués en introduction : « Exposition aux risques et santé humaine », « Pollution et utilisation des sols », « Nuisances (sonores et visuelles) », « Economie de ressources », « Contribution au changement climatique », « Pollution et gestion de la ressource en eau », « Adaptation au changement climatique », « Pollution de l'air (hors GES) », « Biodiversité », « Paysages et patrimoine ».

Pour une thématique, chaque action qu'elle contient est regardée par le prisme de chaque enjeu environnemental. Si l'évaluateur considère que la mise en œuvre de l'action n'est pas susceptible de présenter d'impact significatif sur l'enjeu considéré, on catégorise cette action comme ayant un effet probable « Négligeable ou inexistant ». Quand l'évaluateur considère que l'action implique un impact significatif probable concernant l'enjeu environnemental considéré, il en détermine l'effet probable (« Plutôt négatif », « Incertain » ou « Plutôt positif »), le type d'incidence (« Direct » ou « Indirect »), la réversibilité (« Temporaire » ou « Permanent ») et l'horizon (« Court terme », « Moyen terme » ou « Long terme »). Les tableaux ci-dessous présentent la définition utilisée pour caractériser chaque thématique du PNGMDR selon l'enjeu environnemental considéré.

Chaque thématique est ensuite catégorisée au regard de l'ensemble des actions qu'elle contient. Si, au sein d'une même thématique, plusieurs actions ont une catégorisation différente pour le même enjeu environnemental, on catégorise l'effet de la thématique comme « Incertain ».

Effet probable	
Plutôt négatif	Mise en œuvre susceptible de détériorer l'enjeu environnemental analysé de manière ponctuelle et réversible
Négligeable ou inexistant	Mise en œuvre n'est pas susceptible de présenter d'impact significatif sur l'enjeu environnemental analysé
Incertain	Description insuffisante ne permettant pas de se prononcer sur le caractère positif ou négatif de la mise en œuvre du programme sur l'enjeu environnemental analysé ; ou lorsqu'une action cumule des impacts positifs et négatifs.
Plutôt positif	Mise en œuvre susceptible d'améliorer ponctuellement l'état de l'enjeu environnemental analysé

Type d'incidence	
Direct	Effets probables physiquement produits par le déploiement de l'action.
Indirect	Effets probables en dehors du périmètre organisationnel de l'action mais qui en découlent.
NA	A reporter si l'effet est jugé négligeable ou inexistant

Réversibilité	
Temporaire	Effets induits sur l'environnement temporaires ou largement réversibles
Permanent	Effets induits sur l'environnement permanents ou difficilement réversibles
NA	A reporter si l'effet est jugé négligeable ou inexistant

Horizon	
Court terme	Effet susceptible d'être noté moins d'un an après la mise en œuvre des mesures concernées
Moyen terme	Effet susceptible d'être noté moins de trois ans après la mise en œuvre des mesures concernées
Long terme	Effet susceptible d'être noté plus de trois ans après la mise en œuvre des mesures concernées
NA	A reporter si l'effet est jugé négligeable ou inexistant

Impacts sur la gestion

Le rôle du PNGMDR étant de définir une gestion sûre et pérenne des matières et déchets radioactifs, ses actions ont pour but d'améliorer cette gestion de manière générale, c'est-à-dire de s'assurer que tous les déchets et matières disposent d'une filière de gestion tout en anticipant les volumes futurs, que les différentes parties prenantes sont suffisamment impliquées et que les capacités de stockage sont suffisantes et adaptées aux substances qu'elles contiennent, notamment au regard des contraintes de sûreté que leur radioactivité impose. Ainsi, de manière générale, toutes les actions du PNGMDR pourraient être notées positivement au regard des enjeux de sûreté car elles participent à l'amélioration générale de la gestion des matières et déchets radioactifs. De même, avoir une bonne gestion des matières et déchets radioactifs permet de limiter le risque pour la santé

humaine et l'environnement de manière générale. Néanmoins, cet impact des actions sur l'amélioration générale de la gestion n'est pas pris en compte car cela biaiserait l'analyse et ferait perdre de vue l'objectif de ce rapport qui est d'étudier les impacts environnementaux concrets des actions proposées par le plan.

Précisions méthodologiques sur les impacts transverses

L'approche systémique du PNGMDR repose sur deux axes principaux. Le premier axe repose sur la meilleure inclusion des différentes parties prenantes telles que le grand public, les ONG et les élus locaux dans le processus de gestion des matières et déchets radioactifs, par exemple en ce qui concerne le choix des sites et des options considérées. Le PNGMDR prévoit de réfléchir à l'inclusion de membres de la société civile dans sa gouvernance et compte par exemple faciliter l'accès aux informations sur différents sujets et donc dans différentes thématiques du PNGMDR comme la gestion des déchets TFA, le transport des MDR, ou encore les enjeux environnementaux en général. Pour éviter de compter plusieurs fois l'incidence de cette orientation, l'évaluateur a choisi de ne la prendre en compte que dans la partie traitant des impacts des actions liées à la gouvernance.

Le second pilier environnemental du PNGMDR est fondé sur la création d'un outil d'analyse multicritères et multi-acteurs des impacts de santé, de sûreté, et environnementaux afin de pouvoir distinguer les impacts des différentes options de gestion pour chaque projet et filière de gestion des matières et déchets radioactifs. Cet outil puissant, qui n'est pas encore développé, est mentionné dans plusieurs sections clés comme la gestion des TFA et la gestion des FA-VL. Pour ne pas compter plusieurs fois l'incidence de la création de cet outil, l'évaluateur a choisi de ne le prendre en compte que dans le thématique traitant des impacts des actions liées aux enjeux transverses. Plusieurs pistes de réflexion liées à cet outil y sont présentées.

Précisions méthodologiques sur les impacts liés aux constructions de nouvelles infrastructures

Un cas particulier s'est présenté concernant les impacts liés aux constructions de nouvelles infrastructures. En effet, dans le cas général, la construction de nouvelles capacités d'entreposage, de stockage ou de traitement engendrera des impacts négatifs pour l'environnement liés directement au chantier sur le court terme (émissions de GES, impacts sur la qualité de l'air, la biodiversité, les paysages, nuisances) ou à son utilisation future sur le long terme (augmentation de la consommation énergétique, impacts sur la biodiversité, utilisation des sols). Cela est notamment valable concernant la nouvelle piscine d'entreposage centralisé des combustibles usés et la nouvelle capacité de stockage des déchets de Vendevre-Soulaines.

Néanmoins, comme le prévoit la loi pour chaque projet, l'évaluateur a noté la réalisation d'études d'impacts environnementaux qui devraient permettre la mise en place des mesures ERC associées. Comme le prévoient ses obligations réglementaires, le PNGMDR tend ainsi vers l'optimisation de ces impacts pour les minimiser. De plus, dans certains cas, le PNGMDR prévoit d'assurer la mise en œuvre d'un programme de surveillance et de suivi, et de définir les conditions de remise en état du site après son exploitation. Ainsi, même si des impacts environnementaux négatifs directs et indirects sont à prévoir vis-à-vis de ces nouvelles installations, la minimisation de ces impacts a mené l'évaluateur à catégoriser les actions qui relèvent de cette situation dans la catégorie des effets probables « Négligeables ou inexistantes » et à ne pas considérer les effets de ces actions dans les matrices qui suivent. Néanmoins, une attention particulière a été portée par l'évaluateur concernant la présence de zones classifiées Zones Natura 2000 parmi les sites choisis pour ces installations (voir [section relative aux incidences sur les zones Natura 2000](#) ; une recommandation a été émise sur ce sujet dans la partie 6).

Analyse selon la nature des incidences

Il ressort de cette analyse des incidences environnementales du PNGMDR 2021-2025 que son déploiement conduirait à une amélioration significative de la gestion des matières et déchets radioactifs, en particulier vis-à-vis des impacts liés à l'exposition des populations (riverains des INB et travailleurs de ces sites). Ces effets sont somme toute assez logiques dans le sens où ils correspondent aux finalités du PNGMDR.

De plus, il est important de noter que la mise en application des demandes et recommandations du PNGMDR devrait globalement présenter des effets positifs en termes d'environnement, en particulier vis-à-vis des impacts liés à la biodiversité, à la pollution et l'utilisation des sols et de l'économie de ressources. Dans la lignée du PNGMDR 2016-2018, le PNGMDR 2021-2025 prend efficacement en compte les enjeux environnementaux et sanitaires.

Synthèse visuelle des incidences attendues sur l'environnement

Thématiques	Exposition aux risques et santé humaine	Economie de ressources	Pollution et gestion de la ressource en eau	Pollution de l'air	Pollution et utilisation des sols	Adaptation au changement climatique	Biodiversité	Contribution au changement climatique	Nuisances	Paysages et patrimoine
1 Gouvernance	Plutôt positif	Plutôt positif	Plutôt positif	Plutôt positif	Plutôt positif	Plutôt positif	Plutôt positif	Plutôt positif	Plutôt positif	Plutôt positif
2 Gestion des matières radioactives et articulation avec la PPE	Négligeable ou inexistant	Plutôt positif	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant
3 Traitement et entreposage des combustibles usés	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant
4 Gestion des déchets TFA	Plutôt positif	Plutôt positif	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant	Plutôt positif	Plutôt positif	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant
5 Gestion des déchets FA-VL	Négligeable ou inexistant	Plutôt positif	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant	Plutôt positif	Négligeable ou inexistant	Plutôt positif	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant
6 Gestion des déchets HA/ MA-VL	Plutôt positif	Négligeable ou inexistant	Plutôt positif	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant	Plutôt positif	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant
7 Gestion des catégories particulières de déchets	Plutôt positif	Négligeable ou inexistant	Plutôt positif	Négligeable ou inexistant	Plutôt positif	Négligeable ou inexistant	Plutôt positif	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant
8 Enjeux transverses	Incertain	Incertain	Incertain	Incertain	Incertain	Incertain	Incertain	Incertain	Incertain	Incertain

Figure 33 : Synthèse visuelle des incidences attendues sur l'environnement

Synthèse visuelle des types d'incidences attendues sur l'environnement

Thématiques	Exposition aux risques et santé humaine	Economie de ressources	Pollution et gestion de la ressource en eau	Pollution de l'air	Pollution et utilisation des sols	Adaptation au changement climatique	Biodiversité	Contribution au changement climatique	Nuisances	Paysages et patrimoine
1 Gouvernance	Indirect	Indirect	Indirect	Indirect	Indirect	Indirect	Indirect	Indirect	Indirect	Indirect
2 Gestion des matières radioactives et articulation avec la PPE	NA	Indirect	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3 Traitement et entreposage des combustibles usés	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
4 Gestion des déchets TFA	Indirect	Indirect	NA	NA	NA	NA	Indirect	Indirect	NA	NA
5 Gestion des déchets FA-VL	NA	Indirect	NA	NA	Indirect	NA	Indirect	NA	NA	NA
6 Gestion des déchets HA/ MA-VL	Indirect	NA	Indirect	NA	NA	NA	Indirect	NA	NA	NA
7 Gestion des catégories particulières de déchets	Indirect	NA	Indirect	NA	Indirect	NA	Indirect	NA	NA	NA
8 Enjeux transverses	Indirect	Indirect	Indirect	Indirect	Indirect	Indirect	Indirect	Indirect	Indirect	Indirect

Figure 34 : Synthèse visuelle des types d'incidences attendues sur l'environnement

Synthèse visuelle présentant la réversibilité potentielle des atteintes à l'environnement selon le type d'atteinte

Thématiques	Exposition aux risques et santé humaine	Economie de ressources	Pollution et gestion de la ressource en eau	Pollution de l'air	Pollution et utilisation des sols	Adaptation au changement climatique	Biodiversité	Contribution au changement climatique	Nuisances	Paysages et patrimoine
1 Gouvernance	Temporaire	Temporaire	Temporaire	Temporaire	Temporaire	Temporaire	Temporaire	Temporaire	Temporaire	Temporaire
2 Gestion des matières radioactives et articulation avec la PPE	NA	Permanent	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3 Traitement et entreposage des combustibles usés	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
4 Gestion des déchets TFA	Permanent	Permanent	NA	NA	NA	NA	Permanent	Permanent	NA	NA
5 Gestion des déchets FA-VL	NA	Permanent	NA	NA	Permanent	NA	Permanent	NA	NA	NA
6 Gestion des déchets HA/MA-VL	Permanent	NA	Permanent	NA	NA	NA	Permanent	NA	NA	NA
7 Gestion des catégories particulières de déchets	Permanent	NA	Permanent	NA	Permanent	NA	Permanent	NA	NA	NA
8 Enjeux transverses	Permanent	Permanent	Permanent	Permanent	Permanent	Permanent	Permanent	Permanent	Permanent	Permanent

Figure 35 : Synthèse visuelle présentant la réversibilité potentielle des atteintes à l'environnement selon le type d'atteinte

Synthèse visuelle présentant la temporalité des incidences sur l'environnement

Thématiques	Exposition aux risques et santé humaine	Economie de ressources	Pollution et gestion de la ressource en eau	Pollution de l'air	Pollution et utilisation des sols	Adaptation au changement climatique	Biodiversité	Contribution au changement climatique	Nuisances	Paysages et patrimoine
1 Gouvernance	Court terme	Court terme	Court terme	Court terme	Court terme	Court terme	Court terme	Court terme	Court terme	Court terme
2 Gestion des matières radioactives et articulation avec la PPE	NA	Long terme	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3 Traitement et entreposage des combustibles usés	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
4 Gestion des déchets TFA	Long terme	Long terme	NA	NA	NA	NA	Long terme	Long terme	NA	NA
5 Gestion des déchets FA-VL	NA	Long terme	NA	NA	Long terme	NA	Long terme	NA	NA	NA
6 Gestion des déchets HA/ MA-VL	Long terme	NA	Long terme	NA	NA	NA	Long terme	NA	NA	NA
7 Gestion des catégories particulières de déchets	Long terme	NA	Long terme	NA	Long terme	NA	Long terme	NA	NA	NA
8 Enjeux transverses	Moyen terme	Moyen terme	Moyen terme	Moyen terme	Moyen terme	Moyen terme	Moyen terme	Moyen terme	Moyen terme	Moyen terme

Figure 36 : Synthèse visuelle présentant la temporalité des incidences sur l'environnement

Focus sur les incidences les plus significatives et identification de mesures d'évitement, de réduction et de compensation

Cadre méthodologique

Le PNGMDR est concerné par un grand nombre de problématiques environnementales et sanitaires. Les projets mis en œuvre suite aux choix d'option de gestion faits dans le cadre du Plan sont souvent synonymes d'impacts directs ou indirects probables sur l'environnement, en particulier sur l'exposition des populations aux risques sanitaires, la pollution des sols et des ressources aquatiques et la biodiversité.

Cette section présente, pour chacune des 8 thématiques principales du PNGMDR, une analyse plus détaillée des incidences considérées comme significatives (c'est-à-dire les incidences pour lesquelles la nature n'a pas été jugée comme étant négligeable ou inexistante).

Sur cette base, des mesures d'évitement, de réduction ou de compensation des incidences environnementales attendues ont été proposées. De telles mesures ont systématiquement été définies dans le cadre d'incidences négatives ou incertaines générées par les mises en œuvre des demandes et recommandations du PNGMDR (par rapport à un scénario tendanciel). Dans le cas d'incidences globalement positives, des mesures ont également pu être proposées dans le but de maximiser ces effets bénéfiques.

À ce stade, l'évaluateur n'a pas identifié d'effets impossibles à compenser. En effet, l'intervention ex-ante de l'évaluation environnementale et le processus itératif suivi depuis le début de l'élaboration du PNGMDR 2021-2025 ont justement permis de prévenir les situations pour lesquelles il serait impossible de compenser les effets.

Analyse détaillée

1) Gouvernance			
Incidences notables prévisibles			Mesures recommandées dans le cadre de l'EES
Enjeu environnemental	Niveau d'incidence	Argumentaire	
Tous enjeux confondus	Plutôt positif Indirect Temporaire Court terme	Le PNGMDR, qui était déjà élaboré de manière pluraliste lors des éditions précédentes, tend à continuer l'inclusion des différentes parties prenantes dans la gouvernance du plan (élus, collectivités territoriales) et à mieux communiquer au public certaines informations relatives au suivi du plan. Cette ouverture à la consultation pourrait permettre de nourrir les débats futurs en les approfondissant vers des sujets dont ces parties prenantes sont sensibles, en particulier les risques pour la santé et l'environnement.	NA
2) Gestion des matières radioactives et articulation avec la PPE			
Incidences notables prévisibles			Mesures recommandées dans le cadre de l'EES
Enjeu environnemental	Niveau d'incidence	Argumentaire	
Economie des ressources	Plutôt positif Indirect Permanent Long terme	L'allongement de la périodicité du PNGMDR portée de 3 à 5 permettra une meilleure cohérence de sa publication et son contenu avec ceux de la programmation pluriannuelle de l'énergie. Le PNGMDR, bien que n'ayant pas vocation à influencer les décisions de la PPE, pourra ainsi éclairer la PPE sur les impacts de ses scénarii sur la gestion des matières et déchets radioactifs. Cela devrait indirectement permettre d'optimiser les impacts sur le long terme en évitant par exemple des projets à utilité finale restreinte. En revanche, cet allongement de la périodicité du	NA

		<p>PNGMDR pourrait aussi conduire à une plus grande inertie du plan, menant ainsi à un retard dans les recherches et les actions prises par celui-ci, ce qui pourrait engendrer des impacts environnementaux et sanitaires négatifs. La présence de nombreux jalons intermédiaires dans le PNGMDR et la poursuite des travaux planifiés dans le PNGMDR sur une durée plus longue que la durée du Plan permettent de penser que cette augmentation de l'inertie sera néanmoins limitée.</p> <p>De plus, la poursuite des recherches quant à la valorisation des matières radioactives dans la recherche d'un optimum des impacts de long terme de gestion des matières devrait permettre l'émergence de filières nouvelles et plus respectueuses de l'environnement.</p>	
--	--	---	--

3) Traitement et entreposage des combustibles usés			
Incidences notables prévisibles			Mesures recommandées dans le cadre de l'EES
Enjeu environnemental	Niveau d'incidence	Argumentaire	
Contribution au changement climatique	Négligeable ou inexistant	En fonction de son emplacement, la poursuite du projet de piscine d'entreposage centralisée pourrait mener à une augmentation indirecte des émissions de GES liées au transport des combustibles usés de manière permanente sur le long terme. Ces émissions sont considérées comme négligeables car le site envisagé (La Hague) est celui qui est déjà utilisé pour l'entreposage des combustibles usés. Si cela devait changer, des calculs d'émissions de GES seraient nécessaires pour déterminer la nature de l'impact.	NA

4) Traitement des déchets TFA			
Incidences notables prévisibles			Mesures recommandées dans le cadre de l'EES
Enjeu environnemental	Niveau d'incidence	Argumentaire	
Exposition aux risques et santé humaine Economie de ressources Biodiversité	Plutôt positif <i>Indirect Permanent Long terme</i>	A long terme, la poursuite des études visant à la valorisation de déchets TFA autres que métalliques, associée à la veille scientifique quant aux effets sanitaires attribuables aux faibles doses, pourrait permettre d'aboutir à de nouveaux modes de valorisation des déchets sans risques pour la santé et la biodiversité.	Le PNGMDR pourrait inscrire les jalons relatifs à l'action TFA.8 liée au retour d'expérience pour la valorisation des TFA.
Contribution au changement climatique	Plutôt positif <i>Indirect Permanent Long terme</i>	La décentralisation des solutions de stockage pourrait limiter les transports de déchets radioactifs en distance et en volume avec un impact positif indirect sur l'environnement grâce à la réduction des émissions de GES. L'intégration d'une analyse comparée de l'impact sur l'environnement d'installation « décentralisées » par rapport à un scénario d'envoi au Cires devrait permettre la bonne prise en compte des enjeux environnementaux dans le processus de décision.	NA

5) Gestion des déchets FA-VL			
Incidences notables prévisibles			Mesures recommandées dans le cadre de l'EES
Enjeu environnemental	Niveau d'incidence	Argumentaire	
Pollution et utilisation des sols Economie de ressources Biodiversité	Plutôt positif <i>Indirect Permanent Long terme</i>	Concernant le site de Vendeuvre-Soulaines, l'évaluation de la possibilité d'échelonner la construction en modules indépendants pourrait permettre de proportionner les capacités en évitant de surdimensionner les installations, limitant ainsi les impacts négatifs sur les enjeux d'utilisation des sols, de biodiversité et d'économie des ressources.	NA

6) Gestion des déchets HA/MA-VL			
Incidences notables prévisibles			Mesures recommandées dans le cadre de l'EES
Enjeu environnemental	Niveau d'incidence	Argumentaire	
Exposition aux risques et santé humaine Pollution et gestion de la ressource en eau Biodiversité	Plutôt positif <i>Indirect Permanent Long terme</i>	Poursuivre les travaux sur le conditionnement des déchets MA-VL devrait contribuer à réduire la nocivité des colis de déchets, faciliter la gestion en entreposage d'attente puis la gestion définitive à long terme par mise en stockage géologique. Parallèlement, la poursuite des recherches autour des solutions alternatives au stockage profond pourrait permettre de faire évoluer cette filière en réduisant les impacts de la gestion des déchets HA/MA-VL, en particulier ceux liés à la biodiversité, à la pollution de l'eau et à la santé. De plus, l'encadrement des modalités d'application de la réversibilité du projet Cigéo devrait permettre de réduire les impacts à long terme. Enfin, le travail mené dans le cadre du PNGMDR sur la phase pilote du projet permettra d'améliorer les connaissances autour du stockage géologique profond et d'augmenter la réversibilité du projet (vote au Parlement sur la poursuite de l'exploitation du stockage).	Le PNGMDR devrait inscrire les échéances associées à la réalisation des études autour des alternatives au stockage profond.

7) Gestion des catégories particulières de déchets			
Incidences notables prévisibles			Mesures recommandées dans le cadre de l'EES
Enjeu environnemental	Niveau d'incidence	Argumentaire	
Exposition aux risques et santé humaine Pollution et utilisation des sols Pollution et gestion de la ressource en eau Biodiversité	Plutôt positif <i>Indirect Permanent Long terme</i>	La poursuite des études relatives à l'impact à long terme de la gestion des anciennes mines d'uranium pourrait permettre de mieux comprendre leurs impacts environnementaux et sanitaires dans un premier temps, puis de les réduire dans un second temps.	

8) Enjeux transverses à la gestion des matières et déchets radioactifs			
Incidences notables prévisibles			
Enjeu environnemental	Niveau d'incidence	Argumentaire	Mesures recommandées dans le cadre de l'EES
Tous enjeux confondus	Incertain Indirect Permanent Moyen terme	<p>La politique environnementale du PNGMDR s'appuie en grande partie sur la création d'un outil d'analyse multicritères et multi-acteurs des impacts de santé, de sûreté, et environnementaux en tenant compte des critères économiques, éthiques, territoriaux, politiques, ou encore sociétaux. Cette méthode, si elle se révèle complète et exhaustive, devrait permettre une meilleure compréhension des différents impacts d'un projet ou d'une filière dans sa totalité ainsi qu'une optimisation de ceux-ci, et en particulier des impacts liés à l'environnement et à la santé. Cet outil pourrait ainsi se révéler excellent pour prendre en compte les enjeux environnementaux dans leur ensemble et dans leur pluralité. Néanmoins, la complexité de l'outil présenté par le PNGMDR et la non-maturité des analyses environnementales en général indiquent qu'il sera très difficile à créer et appliquer en pratique. Le PNGMDR repose beaucoup de ses impacts environnementaux sur cet outil et s'il n'est jamais réellement mis en œuvre, c'est toute la stratégie environnementale du PNGMDR qui pourrait en subir les conséquences (retards sur les prises de décisions, choix non éclairés, etc.). De plus, la prise en compte des enjeux environnementaux dépend des acteurs associés à l'outil. Si ceux-ci se révèlent peu concernés par les enjeux environnementaux, alors ces enjeux peuvent se retrouver occultés par les autres enjeux présents à l'outil. Enfin, si elle est mise en place, cette méthode d'analyse ne pourra pas se substituer à des recherches approfondies au cas par cas, des documents scientifiques et des avis d'experts, notamment en ce qui concerne des enjeux environnementaux clés comme la santé, la biodiversité, la pollution des sols et la gestion des ressources en eau. La méthode d'évaluation environnementale semble, elle, très pertinente pour la prise en compte des enjeux environnementaux.</p>	<p>Le PNGMDR devrait indiquer les grandes étapes de développement de l'outil d'analyse multicritères, le planning associé et les acteurs qu'il fera intervenir. Notamment, la présence d'associations environnementales parmi ceux-ci peut être déterminant pour la prise en compte finale des enjeux environnementaux.</p> <p>Pour faciliter la concrétisation de l'outil d'analyse multicritères et ne pas surcharger les processus de décisions, il serait préférable d'indiquer dans le PNGMDR comment l'outil s'articulera avec les études d'impact environnemental réglementaires.</p> <p>En plus de son utilisation en amont des décisions, le PNGMDR pourrait considérer le déploiement de la méthode d'évaluation environnementale en tant qu'outil de pilotage des filières existantes (calculs de KPI, etc.)</p> <p>Afin d'avoir une vision globale des impacts des actions du PNGMDR, celui-ci pourrait s'assurer du caractère consolidable des résultats obtenus par la méthode d'évaluation environnementale.</p>
Tous enjeux confondus	Plutôt positif Indirect Permanent Long terme	L'inscription dans le PNGMDR de l'amélioration continue des méthodes de prise en compte des enjeux environnementaux permettra de mieux guider les sujets environnementaux des prochaines éditions.	NA
Exposition aux risques et santé humaine	Plutôt positif Indirect Permanent Moyen terme	La poursuite des travaux sur la nocivité des matières et déchets radioactifs semble essentielle et pourrait permettre de mieux appréhender les risques pour la santé et l'environnement et ainsi de les réduire.	NA
Paysages et patrimoine	Plutôt positif Indirect Permanent	Les orientations du PNGMDR visant à mieux intégrer les projets dans les territoires concernés vis-à-vis de la population, des entreprises et des élus locaux devrait permettre une meilleure gestion des projets et une limitation de	NA

	Moyen terme	leurs impacts sur les paysages et le patrimoine.	
--	------------------------	--	--

Evaluation des incidences Natura 2000 et autres sites classés au titre de la protection de l'environnement

Cadre méthodologique

L'évaluation des incidences Natura 2000 prévue par le droit de l'Union européenne pour prévenir les atteintes aux objectifs de conservation des habitats naturels, des espèces végétales et animales et des habitats d'espèces, à l'origine de la désignation des sites « Natura 2000 », est transcrite dans le droit français depuis 2001. Le décret du 9 avril 2010 relatif à l'évaluation des incidences Natura 2000 et le décret du 16 août 2011 relatif au régime d'autorisation propre à Natura 2000, ont renforcé la législation en la matière. Ces textes définissent une liste nationale, complétée par des listes départementales arrêtées par les préfets, des plans, schémas, programmes, projets d'aménagements ou manifestations dans le milieu naturel ou le paysage devant faire l'objet d'une évaluation des incidences.

Le PNGMDR est soumis à évaluation des incidences Natura 2000 en application des articles R. 122-20 et L. 414-4 du code de l'environnement. Le contenu de cette évaluation est défini à l'article R. 414-23 de ce même code. Par ailleurs, le code de l'environnement précise que l'autorité chargée d'autoriser, d'approuver ou de recevoir la déclaration, s'oppose à tout document de planification si son évaluation des incidences Natura 2000 se révèle insuffisante ou s'il en résulte que sa mise en œuvre porterait atteinte aux objectifs de conservation d'un site Natura 2000. S'il est conclu à une atteinte à ces derniers et en l'absence de solutions alternatives, l'autorité compétente peut toutefois donner son accord pour des raisons impératives d'intérêt public majeur. Dans ce cas, des mesures compensatoires doivent être prises pour maintenir la cohérence globale du réseau Natura 2000 et la Commission européenne doit en être informée.

La présente analyse des incidences Natura 2000 du PNGMDR 2021-2025 s'est appuyée sur l'analyse des incidences des orientations du PNGMDR 2021-2025 en termes de pertes de biodiversité et d'atteinte aux milieux naturels. Cette analyse a permis d'identifier 11 thématiques principales du PNGMDR pouvant présenter des effets incertains sur les sujets relatifs aux pertes de biodiversité et à l'atteinte aux milieux naturels :

Filière	Sujet	Site envisagé
Uranium appauvri et uranium de retraitement	Installations de stockage hors installations dont les demandes d'autorisation ont déjà été déposées	Aucune précision de site
Combustibles usés	Piscine d'entreposage centralisée	La Hague (selon EDF)
	Autres nouvelles installations, y compris potentiels entreposages à sec	Aucune précision de site (projet au stade d'étude de faisabilité seulement)
Autres matières TFA	Nouvelles installations d'entreposage	Aucune précision de site
	Extension du Cirès	Cirès, sans empreinte au sol
	Nouvelles installations de stockage centralisé	Vendeuvre-Soulaines
	Installations de stockage décentralisées	« Proches des sites nucléaires »
	Installation de valorisation des métaux TFA	Aucune précision de site avant la feuille de route (fin 2021)
FMA-VC	Nouvelle installation de stockage	Aucune précision de site (pas de besoin avant 2062 selon l'Andra)
FAVL	Nouvelles installations de stockage	Vendeuvre-Soulaines Autres sites non précisés (encore à l'étude)
HA/MA-VL	Pas de besoin hors Cigéo	NA
Déchets spécifiques et historiques	Installations diverses (RCD, entreposage et stockage)	La Hague (pour les déchets historiques, selon Orano)

Pour les thématiques citées dans le tableau, il est impossible de discuter des incidences sur les zones Natura 2000 pour les projets n'ayant pas encore de site envisagé. Ces thématiques ne seront donc pas abordées plus en détail. Néanmoins, l'évaluateur tient à rappeler que ces thématiques correspondent à des projets en cours d'élaboration et que, conformément à la loi et aux dispositions prises par le PNGMDR concernant les enjeux territoriaux, des études d'impact sont systématiquement effectuées lors des choix de localisation afin de préserver l'environnement.

Les thématiques restantes ont été séparées en 3 catégories qui sont abordées dans l'analyse territorialisée des incidences Natura 2000 ci-dessous : les thématiques dont le site privilégié est La Hague (piscine d'entreposage centralisée et installations de gestion des déchets historiques ; les thématiques dont le site privilégié se trouve sur la communauté de communes de Vendeuvre-Soulaines (extension du Cirès, nouvelles installations de stockage centralisées des déchets TFA et FAVL) ; la thématique concernant les installations de stockage décentralisées.

Évaluation Environnementale Stratégique du Plan National de Gestion des Matières et Déchets Radioactifs 2021-2025

L'effet pouvant être attendu sur les milieux naturels, et donc potentiellement sur les sites Natura 2000, est systématiquement indirect (puisque le PNGMDR 2021-2025 préconise principalement des études et les meilleures techniques disponibles) et à moyen voire long terme (les installations concernées requièrent une phase préparatoire relativement importante).

Au-delà des installations, les transports peuvent avoir une incidence importante sur les sites Natura 2000. En effet, ceux-ci peuvent contribuer à la dégradation de la biodiversité dus notamment à l'artificialisation des sols, aux émissions de polluants et aux nuisances sonores et visuelles qu'ils engendrent. Néanmoins, en prenant en compte d'une part qu'aucun axe majeur concernant les transports ne transparait dans le PNGMDR 2021-2025 et d'autre part qu'une nouvelle installation implique une augmentation locale de l'activité et donc une augmentation locale des transports, il ne semble pas pertinent de traiter les incidences des transports en général sur les sites Natura 2000 mais celles-ci sont directement intégrées dans les incidences dues aux nouvelles installations.

Présentation du réseau Natura 2000 en France

Comme le précise l'[Etat Initial de l'Environnement](#), les sites du réseau Natura 2000 sont identifiés pour la rareté ou la fragilité de leur patrimoine naturel. L'objectif principal de ce réseau est de favoriser un développement durable de ces sites, par le maintien de la biodiversité dans le respect du contexte économique, social et culturel local. Le réseau est constitué de deux types de sites en application de deux directives européennes :

- ▶ des zones de protection spéciales (ZPS), au titre de la directive 2009-147/CE du 30 novembre 2009 concernant la conservation des oiseaux sauvages dite directive « Oiseaux » ;
- ▶ des zones spéciales de conservation (ZSC), au titre de la directive 92/43/CEE du 21 mai 1992 concernant la conservation des Habitats naturels, de la faune et flore sauvages (directive « Habitats »), et désigné en tant que tel une fois que leur Document d'Objectif est approuvé (il s'agit d'un Site d'Intérêt Communautaire jusqu'alors).

La France joue un rôle important dans la construction de ce réseau européen. Il existe plus de 1 700 sites au sein du réseau national Natura 2000, qui couvrent près de 13% de la superficie du pays et 33% de la zone économique exclusive.

L'état de conservation de ces sites est évalué tous les 6 ans par l'Institut National du Patrimoine Naturel (INPN) et, les résultats de la France issus du dernier exercice d'évaluation réalisé en 2019 sont mitigés. En effet, seules 20% des évaluations portant sur les habitats d'intérêt communautaire sont « favorables », 76 % des habitats sont dans un état de conservation « défavorable » et 4% des évaluations demeurent « inconnues » à l'issue de la période 2013-2019. 28% des évaluations portant sur les espèces d'intérêt communautaire sont « favorables », 59% « défavorables », et 13% « inconnues ».

Comme dans l'évaluation de 2013, l'évaluation réalisée en 2019 a permis un découpage par type de milieu. Les milieux les plus dégradés restent les milieux côtiers, principalement à cause de la forte urbanisation des côtes, et les milieux humides et aquatiques. L'état de conservation des habitats agropastoraux, plus contrasté, alerte néanmoins sur un état dégradé des prairies et pelouses d'intérêt communautaire, avec plus de la moitié des évaluations en état défavorable mauvais. Les landes et fourrés sont globalement mieux conservés que les formations herbeuses. La situation des habitats forestiers, plus favorable que d'autres milieux, reste majoritairement dégradée tandis que les habitats rocheux sont les types d'habitats qui se trouvent dans le meilleur état, avec 52% d'états favorables, toutes régions confondues.

Les tendances de l'état de conservation pour la période 2013-2018 ont été stables pour plus de 40% des cas, elles indiquent une dégradation qui se poursuit pour 26% des habitats ou des espèces, et seulement 8% de tendances en amélioration. L'état des connaissances ne permet pas d'estimer des tendances pour 24% des habitats et espèces évalués.

Analyse territorialisée des incidences Natura 2000 des orientations du PNGMDR à l'impact potentiellement significatif

Comme cela est précisé dans le cadre méthodologique, nous nous intéressons particulièrement aux incidences Natura 2000 autour du site de La Hague dans un premier temps, à celles dans la communauté de communes de Vendeuvre-Soulaïnes dans un deuxième temps, puis à celles dues aux installations de stockage décentralisées dans un dernier temps.

La Hague : piscine d'entreposage centralisée et installation de gestion des déchets historiques

Le PNGMDR indique poursuivre le déploiement d'une nouvelle piscine d'entreposage centralisée pour le combustible usé. Au regard des travaux conduits par EDF, l'implantation privilégiée par l'électricien à ce jour est

celle de La Hague (Manche), à l'intérieur ou à proximité du site industriel Orano. Toujours selon le PNGMDR, EDF doit préciser d'ici mi-2021 la façon dont les territoires concernés seront associés au choix d'implantation de la piscine, en prévoyant la présentation des alternatives d'implantation étudiées et les raisons qui ont conduit à retenir la localisation proposée. Ainsi, le site de La Hague semble en bonne voie pour accueillir cette nouvelle installation.

De même, le PNGMDR indique dans sa section concernant les enjeux territoriaux la nécessité de nouvelles installations de gestion des déchets historiques. Selon Orano, ces nouvelles installations se trouveront elles aussi sur le site de La Hague.

Le site de La Hague se situe au sein d'une presqu'île comportant plusieurs espaces naturels protégés pour leur faune et leur flore. Ainsi, selon le résumé non technique de l'étude d'impact préalable de l'INB 118 réalisé par Areva en 2013, dans un rayon de 10 km autour de l'établissement, quatre zones Natura 2000 sont identifiables : une ZPS, abritant vingt espèces d'oiseaux, et trois SIC. Par ailleurs, deux sites visés par un arrêté de protection du biotope, une réserve naturelle nationale, 17 zones naturelles d'intérêt écologique, faunistiques et floristiques, un parc naturel sont recensés dans ce périmètre. Les activités du site de retraitement des combustibles usés font donc peser un risque de pollution sur un certain nombre d'écosystèmes protégés dans la presqu'île de La Hague.

Orano indique cependant dans son rapport d'information du site de La Hague (édition 2019) que « depuis 2007, plusieurs études ont été réalisées notamment sur les éventuelles incidences du site d'Orano la Hague sur les sites Natura 2000. L'impact sur la biodiversité des activités du site de la Hague a été notamment examiné dans le cadre des enquêtes publiques relatives aux demandes d'autorisation de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement des INB 80 (HAO), 33 (UP2-400), 38 (STE2 et AT1) et 47 (ELAN II B). À chaque modification d'installation, l'impact du projet sur la nature et l'environnement est évalué et présenté à l'Autorité de sûreté nucléaire. Toutes les études réalisées ont démontré l'absence d'impact majeur sur le patrimoine naturel du site de la Hague et de ses sites protégés Natura 2000. »



Figure 37: Zones Natura 2000 autour du site Orano La Hague

Source : MTE, Géoportail

La création de nouvelles installations d'entreposage pourrait s'effectuer sur le périmètre des INB existantes, ne générant ainsi pas d'incidences négatives supplémentaires sur les sites Natura 2000 présents à proximité de ces sites. Dans le cas d'une extension du périmètre du site pour la création de nouveaux entreposages, un risque de porter atteinte aux sites Natura 2000 existe. Malgré tout, l'existence de telles incidences sera étudiée dans le cadre des études d'impacts et d'incidences nécessairement associées à de tels dossiers. Des mesures pourraient alors être prises au cas par cas, afin d'éviter toute incidence négative portée aux sites Natura 2000.

Extension du Cirès et nouvelles installations sur la communauté de communes de Vendevre-Soulaines

Le PNGMDR indique que le Cirès sera étendu « sans évolution de son emprise au sol ». Cela devrait donc ne pas avoir d'incidence sur les zones Natura 2000 à sa proximité.

Le PNGMDR indique la possibilité de création de nouvelles installations de stockage centralisées pour les déchets TFA et FA-VL potentiellement dans la communauté de communes de Vendevre-Soulaines.

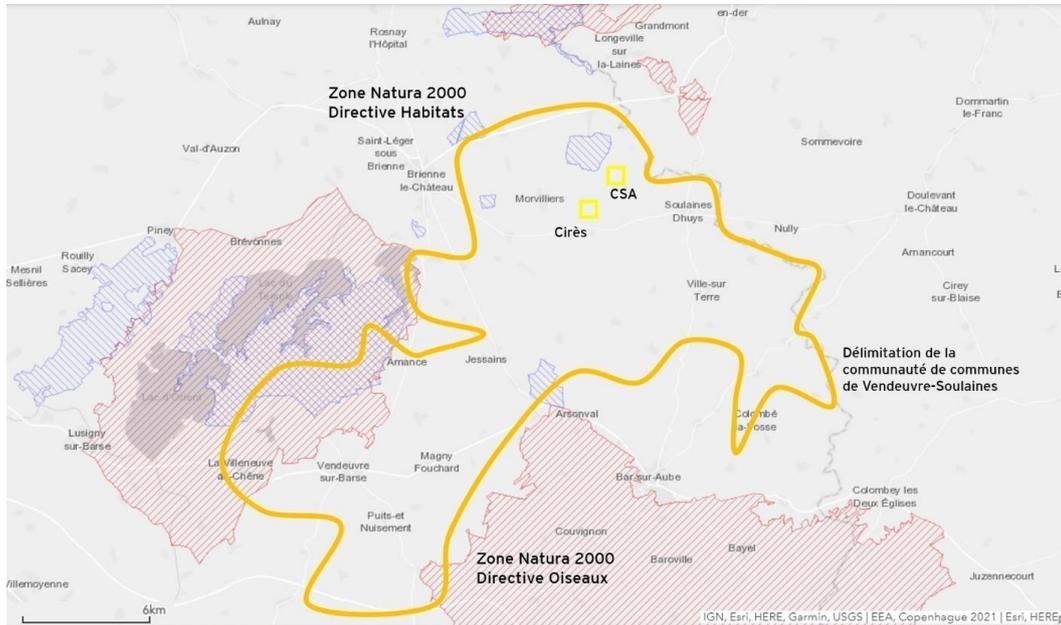


Figure 38: Zones Natura 2000 autour de la communauté de communes de Vendevre-Soulaines

Source : MTE, Géoportail

On peut noter la présence d'une zone Natura 2000 (au titre de la Directive Habitats) à proximité directe du site du CSA (Centre de Stockage de l'Aube) et du Cirès. Il est prévu que le premier site de stockage des déchets FA-VL soit installé à proximité de ces deux sites, sur la Communauté de communes de Soulaines. La contrainte environnementale constituée par la présence de la zone Natura 2000 mentionnée plus haut a bien été identifiée dans les études préalablement menées. Toutefois, une partie de la zone restreinte retenue pour la poursuite des études de site se situe à proximité immédiate, voire sur la zone protégée. La création de nouvelles installations de stockage dans cette zone pourrait donc avoir une incidence sur ce site Natura 2000, mais celle-ci devrait être minimisée grâce à l'analyse des impacts environnementaux des différents sites envisagés.

Installations de stockage décentralisées

Le PNGMDR indique que le scénario de stockage décentralisé des déchets TFA est à l'étude, ce qui reviendrait à créer de nombreux sites de stockages différents. Si ces installations sont créées dans le périmètre des INB existantes, l'incidence sur les zones Natura 2000 devrait être inexistante. En revanche, si des installations de stockage nécessitent une zone hors de l'INB concernée, il faudra étudier chaque projet au cas par cas pour en déterminer les incidences.

Conclusions concernant les incidences sur les sites Natura 2000

Comme pour l'édition précédente du PNGMDR, il est possible d'affirmer que la mise en œuvre du PNGMDR 2021-2025 n'aura directement pas d'incidences négatives sur les sites Natura 2000 français. Des incertitudes existent toutefois au niveau des projets dont le site n'a pas encore été identifié. Malgré tout, le déploiement de tels projets devra auparavant faire l'objet d'une étude d'impacts, comportant un volet consacré aux incidences Natura 2000.

6. PRÉSENTATION DES MESURES D'ÉVITEMENT, DE RÉDUCTION ET DE COMPENSATION

Mettre en place des outils qui facilitent la réduction et la compensation des incidences négatives générées par la création et le fonctionnement des installations d'entreposage et de stockage

La création de nouvelles installations d'entreposage et de stockage appelée par le PNGMDR, ne peut être remise en cause, car ces installations sont nécessaires à une gestion optimisée des matières et déchets radioactifs. En revanche, les incidences environnementales non souhaitées qui y sont liées (occupation du sol et perturbation des milieux, rejets dans les milieux et exposition des travailleurs au risque de radio-contamination etc.) doivent être réduites autant que possible (par le choix du site, par la définition d'un procédé de traitement adapté, etc.) et compensées dans le cas où elles ne pourraient l'être suffisamment. Afin de limiter les risques d'effets négatifs à l'encontre des sites du réseau Natura 2000, le PNGMDR pourrait introduire la limitation de l'impact sur les sites du réseau Natura 2000 dans le choix d'emplacement de ces futures installations.

Le Plan pourrait définir une recommandation valable pour l'ensemble des filières de gestion visant à s'assurer du respect de ses recommandations durant et après la mise en œuvre des différents projets, ou intégrer de telles précisions dans ses différentes demandes et orientations concernées (transport des déchets TFA, entreposage des matières et des déchets, création d'un futur centre de stockage des déchets TFA, etc.).

Préciser systématiquement les jalons pour les actions opérationnelles

La période du PNGMDR étant passé de 3 à 5 ans, les impacts associés aux décisions prises dans le cadre du plan pourrait s'étendre dans la durée et il est plus que jamais nécessaire d'établir systématiquement des jalons à respecter dans le déploiement des actions. En effet, un manque de structure temporelle pourrait freiner le déploiement des actions et ainsi avoir un impact négatif sur les différents enjeux environnementaux liés à l'action concernée. Bien qu'il soit parfois difficile d'établir un calendrier précis pour chaque action, les parties liées à la gouvernance et à la gestion des déchets HA/MA-VL manquent souvent de calendrier clair.

Préciser le cadre de déploiement et d'utilisation de l'outil d'analyse multicritères et multi-acteurs

Le PNGMDR propose de déployer un outil permettant de déterminer les enjeux qui font l'objet de plus de sensibilité de la part des multiples acteurs. Bien qu'il soit souvent cité dans le PNGMDR, les étapes de déploiement de cet outil ainsi que la façon dont il sera utilisé restent vagues. Le PNGMDR gagnerait en opérabilité s'il donnait plus de précisions sur le cadre de déploiement et d'utilisation de cet outil. Aussi, il serait préférable d'indiquer dès maintenant les acteurs associés à cet outil car ils seront déterminants dans les résultats de l'outil. Notamment, il faudra veiller à intégrer des associations environnementales pour que les enjeux environnementaux soient bien pris en compte, ce qui d'ores et déjà envisagé dans le PNGMDR.

Capitaliser sur l'évaluation environnementale pour assurer un suivi des impacts dans la durée

L'évaluation environnementale stratégique (EES) permet de disposer de comparaisons objectives entre différents scénarios de gestion, et introduit une base d'indicateurs de suivi des impacts environnementaux liés à la mise en œuvre du Plan (cf. [Section 7](#) de ce rapport). Le suivi de ces indicateurs doit servir de base aux futures évaluations environnementales de la politique de gestion des matières et déchets radioactifs.

Assurer la cohérence entre les indicateurs de suivi d'impact environnemental issus de l'EES du PNGMDR et l'outil d'analyse multicritères

L'outil d'analyse multicritères et multi-acteurs en cours d'élaboration aurait intérêt à être conçu en cohérence avec le jeu d'indicateurs de suivi des impacts environnementaux prévus par l'exercice d'EES fin de limiter les redondances entre ces différentes démarches et de faire des indicateurs de suivi des impacts environnementaux un véritable outil de pilotage pour le développement de la filière de gestion des déchets et matières radioactifs.

7. PRÉSENTATION DU DISPOSITIF DE SUIVI ET DES CRITÈRES, INDICATEURS ET MODALITÉS

Conformément aux dispositions du point n°7 de l'article R. 122-20 définies dans le décret n° 2012-616 du 2 mai 2012 relatif à l'évaluation de certains plans et documents ayant une incidence sur l'environnement, l'évaluation environnementale stratégique présente les critères, indicateurs et modalités de suivi pour vérifier, après l'adoption du programme, la correcte appréciation des potentiels effets défavorables identifiés au cours de l'évaluation.

Dispositif de suivi du PNGMDR

Des indicateurs ont été identifiés dans le cadre du PNGMDR 2016-2018. Leur mise en place permettra de :

- ▶ Suivre l'avancement des actions prévues dans le cadre du PNGMDR ;
- ▶ Définir les tendances en termes d'évolution des quantités de matières et déchets produits et de saturation des capacités de gestion de ces substances, afin d'adapter si besoin le calendrier de déploiement de nouvelles installations.

La plupart sont des indicateurs qui étaient présents dans l'édition précédente. Les nouveaux ont été définis à l'échelle de la DGEC.

La liste des indicateurs présents dans le PNGMDR est la suivante :

La gestion des matières radioactives	
I1	Taux de remplissage des entreposages d'uranium appauvri
I2	Taux de remplissage des entreposages d'URT.
I3 (nouveau)	Nombre de matières faisant l'objet d'un plan de valorisation (objectif : 100 % fin PNGMDR)
Le traitement et l'entreposage des combustibles usés	
I1	Taux de remplissage des entreposages de CU
I2 (nouveau)	Ratio du nombre de jalons prévus par le plan atteints sur le nombre total (objectif : 100 % fin plan avec suivi de l'avancement annuel)
Modalités de gestion des déchets de très faible activité	
I1	Suivi par exploitant du volume annuel de déchets TFA produits par site et conditionnés sous forme de colis définitifs qui ne seraient pas évacués en moins de 24 mois vers le Cires
I2	Suivi par exploitant des volumes de déchets TFA produits par site (hors déchets TFA historiques et en attente de filière) en attente ou en courts de conditionnement depuis plus de 24 mois
I3	Ratio volume de déchets TFA historiques produits / volume de déchets TFA historiques évacués
I4	Suivi de la capacité volumique du Cires.
I5	Suivi des capacités radiologiques du Cires, par radionucléide.
I6	Suivi de la densité des déchets stockés au Cires. [Objectif : augmentation de la densité - objectif à préciser ultérieurement]
I7 (nouveau)	Suivi de la part de déchets métalliques TFA français valorisés (pertinent à compter de la mise en service de l'installation de valorisation)
I8 (nouveau)	Ratio du nombre de jalons prévus par le plan atteints sur le nombre total (objectif : 100 % annuellement sur les jalons de l'année)

Modalités de gestion des déchets HA-MAVL	
I1	Taux de remplissage des capacités d'entreposage de l'ensemble des colis vitrifiés CSD-V sur le site de La Hague (exprimé en capacité disponible sur la production annuelle de CSD-V)
I2	Taux de remplissage des capacités d'entreposage de colis CSD-C sur le site de La Hague (exprimé en capacité disponible sur la production annuelle de CSD-C)
I3	Taux de remplissage des capacités d'entreposage de colis C1PG sur le site du Bugey
I4	Taux de remplissage des capacités d'entreposage de colis de boues bitumées sur le site de Marcoule
I5	Taux de remplissage des capacités d'entreposage de colis dits DIADEM sur le site de Marcoule
I6	Taux de remplissage des capacités d'entreposage de colis dits MI sur le site de Cadarache
I7	Taux de remplissage des capacités d'entreposage de colis dits FI sur le site de Cadarache
I8 (nouveau)	Ratio du nombre de jalons prévus par le plan atteints sur le nombre total (objectif : 100 % annuellement sur les jalons de l'année)
Enjeux transverses	
I1 (nouveau)	Nombre de familles de déchets ayant fait l'objet d'une évaluation environnementale stratégique
I2 (nouveau)	Nombre de familles de déchets auxquelles la méthode d'analyse de la nocivité aura été appliquée
I3 (nouveau)	Ratio du nombre de jalons prévus par le plan atteints sur le nombre total (objectif : 100 % fin plan et suivi avancement annuel)

Un indicateur en lien avec la gestion des anciens sites miniers présents dans l'édition précédente n'a pas été repris dans le PNGMDR 2021-2025. Il s'agit de l'indicateur suivant :

Nombre de verses à stériles recensées dans la base informatique MIMAUSA

La précédente édition du PNGMDR a permis de considérer comme achevé le recensement réalisé des verses à stérile et des stériles miniers dans le domaine public. Il n'est donc plus opportun de garder l'indicateur associé.

En revanche, on compte 8 nouveaux indicateurs en comparaison de ceux issus de l'édition précédente. A la date de la remise de l'évaluation environnementale stratégique du PNGMDR, le dispositif de suivi devant être mis en place pour collecter et faire remonter les données nécessaires, puis pour consolider ces informations et calculer ces nouveaux indicateurs, et enfin pour revoir les valeurs atteintes et prendre des mesures en cas de déviation des objectifs fixés, n'était pas encore formalisé.

De notre point de vue, pour ces nouveaux indicateurs, il importe :

- ▶ de préciser pour chaque indicateur sa définition (soit son utilité ou ce qu'il représente), la méthode de calcul à employer, les sources de données à utiliser, les responsables en charge de son calcul et la fréquence de calcul ;
- ▶ de définir l'organisation et le processus associé au reporting de ces indicateurs, soit la définition des responsabilités (consolidation des données, contrôles des valeurs...) et des modalités de revue des indicateurs.

Il est prévu que ces deux points fassent l'objet d'échanges dans le cadre de la commission de suivi du PNGMDR et dans le cadre des groupes de travail spécifiques du PNGMDR.

De manière générale, il est possible d'indiquer que selon l'Action Gouv.1 du PNGMDR, que le suivi de la mise en œuvre du PNGMDR sera opérée par le format opérationnel de la « Commission de suivi du PNGMDR » co-présidé par la DGEC et l'ASN.

Dispositif de suivi des performances environnementales du PNGMDR

Les indicateurs décrits dans la sous-section précédente ne portent pas sur les performances environnementales du PNGMDR et leurs évolutions. Des indicateurs d'incidence sont ainsi proposés ici, pour permettre le suivi des points de vigilance identifiés au cours de l'évaluation environnementale. Compte-tenu du caractère général des indicateurs retenus, l'évaluateur estime que les indicateurs proposés permettront également d'identifier des impacts négatifs imprévus. La responsabilité du suivi de ces indicateurs incombe aux personnes responsables de la mise en œuvre du PNGMDR.

Dans le cadre de l'édition précédente la plupart des indicateurs de suivi environnementaux qui avaient été proposés pour s'assurer de la bonne prise en compte des enjeux environnementaux par le PNGMDR n'ont pas été suivis. Ainsi, compte-tenu de l'absence de tels indicateurs jusqu'à présent dans le suivi du PNGMDR, le nombre d'indicateurs recommandés par l'évaluateur environnemental est volontairement réduit.

Conditions de réussite du PNGMDR au regard des enjeux environnementaux	Indicateurs
Le PNGMDR a permis de réduire / maîtriser les émissions de GES liées au transport des déchets radioactifs	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Nombre de km parcourus dans l'année / Emissions de GES associées au transport des déchets radioactifs (indicateur dont la définition doit faire l'objet d'études complémentaires).
Le PNGMDR a permis d'améliorer la gestion des déchets	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Nombre de filières de gestion des déchets radioactifs opérationnelles ; ▶ <input type="checkbox"/> Part du volume de déchets disposant d'une filière de gestion opérationnelle sur le volume de déchets total.
Le PNGMDR a permis d'accélérer la mise en place de solutions de stockage ad hoc	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Volumes de déchets TFA et FMA-VC mis en centre de stockage.
Le PNGMDR a permis de réduire les quantités de déchets TFA et FMA-VC à stocker	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Densité des déchets FMA-VC stockés ; ▶ <input type="checkbox"/> Volumes de déchets TFA valorisés dans la filière nucléaire ; ▶ <input type="checkbox"/> Volumes de déchets TFA et FMA-VC traités (fusion des métaux, fusion du plomb, incinération, etc.)
Le PNGMDR permet d'apprécier l'exposition de la population, en particulier l'impact dosimétrique résultant des rejets radioactifs liquides et gazeux des différents modes de gestion des matières et des déchets	<p><i>Il convient de rappeler que l'article L.542-1-1 du code de l'environnement exclut explicitement du champ du PNGMDR les rejets autorisés et ces informations sont publiées de manière systématique par les exploitants des sites concernés. C'est pourquoi aucun indicateur n'est proposé ici. En revanche, il est prévu une consolidation des données (ou des sources de ces données) relatives à l'Impact radiologique sur le(s) groupe(s) de référence (µSv/an) pour chaque Installation Nucléaire, ainsi que sa publication sur un lieu commun à tous les sites pour garantir la transparence sur ce sujet auprès du public.</i></p>

Il convient de noter que certains de ces indicateurs pourraient être mis en œuvre progressivement au cours du PNGMDR 2021-2025. Ils pourront également être complétés des indicateurs de suivi des incidences de ces actions sur l'environnement qui seront proposés dans le cadre de l'élaboration du bilan des deux évaluations environnementales menées en 2016 et 2021, mettant en exergue les actions portant spécifiquement sur les enjeux environnementaux (Action ENV.5 du PNGMDR).

8. PRÉSENTATION DES MÉTHODES UTILISÉES

L'exercice d'évaluation environnementale stratégique dont le présent rapport rend compte a été réalisé conformément aux dispositions de l'article R. 122-20 du Code de l'environnement issu du décret n° 2012-616 du 2 mai 2012 relatif à l'évaluation de certains plans et documents ayant une incidence sur l'environnement. Ce chapitre détaille les principaux éléments de la méthodologie mise en œuvre par l'évaluateur pour réaliser cet exercice. Les limites inhérentes à l'exercice d'évaluation sont rappelées lorsque nécessaire.

Un processus d'évaluation multi-acteurs

L'évaluation environnementale du PNGMDR a été une démarche continue et itérative, réalisée sous la responsabilité du maître d'ouvrage, conjointement l'ASN et la DGEC, puis de la DGEC seule à la suite du changement de gouvernance. Cette démarche a mobilisé des acteurs différents dans l'objectif de bénéficier de compétences et de connaissances complémentaires et de points de vue divers.

L'évaluation environnementale stratégique a été initiée dès les premières réflexions relatives à la préparation du PNGMDR par ses rédacteurs. Elle s'est matérialisée par le questionnement des différents contributeurs et décideurs du PNGMDR au sujet des incidences probables de la mise en œuvre de ce plan sur l'environnement. Ainsi par exemple, et suivant en cela l'avis de l'autorité environnementale émis sur le PNGMDR précédent, le volet consacré aux enjeux transverses (sanitaires, environnementaux, mais également économiques, éthiques et relatifs aux transports et aux territoires) a été prévu.

Cette réflexion a été complétée par les contributions issues du débat public réalisé sous l'égide de la Commission Nationale du Débat Public (CNDP) ainsi que par une concertation post débat-public sous l'égide du maître d'ouvrage.

En parallèle de cette deuxième phase de concertation, le Ministère de la Transition Ecologique a tenu à s'adjoindre un comité de parties prenantes, associant les organismes publics experts (ANDRA, IRSN, ASN), les producteurs de déchets, les associations, mais aussi des représentants des élus nationaux et territoriaux, pour l'orienter dans la déclinaison des grandes orientations qu'il a pu définir à l'issue du débat public. Le travail mené avec cette commission « orientations », présidée par Michel Badré, s'est traduit par la publication par le ministère de nombreuses « notes d'orientations » et par la remise par la Commission d'avis sur ces notes. Le Ministère a souhaité publier ce fond documentaire (disponible à l'adresse <https://www.concertation-pngmdr.fr/>) afin que chacun puisse avoir accès à la richesse des échanges de cette phase d'élaboration.

Intervention de l'évaluateur externe

Le cabinet EY a été mandaté pour compléter ce processus par l'évaluation environnementale stratégique et formaliser le présent rapport environnemental. Ce travail s'est matérialisé par des itérations régulières entre l'évaluateur et le maître d'ouvrage (DGEC-ASN) :

- ▶ Capitaliser sur l'ensemble des analyses conduites en interne par l'ASN et la DGEC ayant motivé les choix retenus dans le cadre des versions provisoires du PNGMDR ;
- ▶ Apporter un regard externe indépendant sur les choix effectués et identifier les possibilités d'amélioration de la prise en compte de l'environnement dans le document ;
- ▶ Formaliser le rapport environnemental conformément aux normes réglementaires applicables.

Etant donné le contexte sanitaire, ayant perturbé le calendrier initialement prévu, ces échanges se sont déroulés sur décembre 2019 et la date de rédaction du présent rapport, et ont porté plus précisément sur les aspects suivants :

- ▶ Un cadrage relatif aux réflexions menées par le rédacteur dans le cadre de la rédaction du plan. Ce temps d'échange fut également l'occasion de transmettre à l'évaluateur les éléments permettant d'appréhender les enjeux du PNGMDR ;
- ▶ Des réunions de travail entre l'évaluateur et certains contributeurs à l'élaboration du plan. Ces réunions ont non seulement permis la validation de la méthodologie d'évaluation, mais également les travaux menés en parallèle (état initial de l'environnement, analyse de l'articulation avec d'autres plans et programmes). Plus précisément, il s'agissait de :
 - Valider notre compréhension des enjeux environnementaux relatifs à l'élaboration du Programme Opérationnel ;
 - D'assurer la validation concertée des choix méthodologiques retenus pour l'EES ;
 - Valider le périmètre de l'étude ;
 - Discuter de l'articulation du PNGMDR avec d'autres plans, et programmes ou autres projets ;
 - Discuter des éléments d'articulation entre l'exercice d'évaluation environnementale stratégique et l'élaboration du PNGMDR ;

- ▶ Une itération relative à l'analyse par l'évaluateur des incidences probables sur l'environnement de la mise en œuvre du PNGMDR dans la version à date. Cette itération a été réalisée sur la base des notes d'orientations. Elle a pris la forme d'une réunion technique et d'échanges écrits formalisés. Elle a permis de :
 - Fournir des éléments de contexte et des précisions concernant les arbitrages réalisés lors de l'élaboration du plan d'actions pour enrichir le rapport environnemental ;
 - Identifier des potentiels d'amélioration en matière de protection de l'environnement dans les actions envisagées.

Ainsi, elle a notamment appelé la réflexion des rédacteurs autour de plusieurs sujets :

- ▶ La valorisation des sites de stockage historiques en lien avec leur réhabilitation ;
- ▶ Les risques de contamination des eaux liées à la gestion des déchets FA-VL ;
- ▶ La consolidation de l'outil d'analyse multicritères au fur et à mesure de son utilisation (robustesse des critères, articulation avec la réglementation et outil pour calculer des indicateurs - réflexion de plus long terme à mon sens) ;
- ▶ La bonne prise en compte de l'enjeu biodiversité et changement climatique. Ceci a amené les rédacteurs à préciser l'action CHAP.1 en faisant apparaître ces sujets dans les critères d'analyse multicritères des options de gestion possibles) ;
- ▶ La mise en place d'un bilan environnemental du plan, en lien avec les évaluations environnementales réalisées à chaque édition. Les rédacteurs ont ainsi ajouté au PNGMDR l'Action ENV. 5 « Mettre en place un suivi du bilan environnemental du PNGMDR » qui prévoit l'élaboration d'un bilan des deux évaluations environnementales menées en 2016 et 2021, mettant en exergue les actions portant spécifiquement sur les enjeux environnementaux, et proposera des indicateurs de suivi des incidences de ces actions sur l'environnement, qui auront vocation à alimenter les éditions suivantes du plan.

Approche générale d'évaluation

Une clé d'entrée par enjeu environnemental

Le travail d'évaluation s'est fondé sur l'utilisation d'une clé de lecture selon dix thématiques environnementales, élaborée en fonction des spécificités du PNGMDR et des dispositions de l'Article R. 122-20 du Code de l'environnement définissant l'exercice d'EES et stipulant les enjeux environnementaux à prendre en considération.

Le choix de ces neuf thématiques a été dans un premier temps proposé par l'évaluateur, puis discuté lors de la première réunion de cadrage de l'EES. Suite à ces discussions, le choix final des thématiques retenues a été validé par les membres du comité de pilotage. Les dix thématiques suivantes ont été retenues :

- ▶ Exposition aux risques et santé humaine,
- ▶ Economie des ressources,
- ▶ Pollution et gestion de la ressource en eau,
- ▶ Pollution de l'air,
- ▶ Pollution et utilisation des sols,
- ▶ Adaptation au changement climatique,
- ▶ Biodiversité,
- ▶ Contribution au changement climatique,
- ▶ Nuisances,
- ▶ Paysages et patrimoine.

Ces dix thématiques ont constitué le fil conducteur de l'évaluation. Elles constituent une base indispensable pour pouvoir comparer un état initial avec le plan envisagé à différents horizons. Elles constituent également une clé d'entrée à maintenir pour les évaluations successives dans un objectif de continuité des différents exercices et de leurs évaluations environnementales respectives.

Des incidences évaluées au regard d'évolutions tendanciennes identifiées par enjeu environnemental

Pour chacune des thématiques retenues, l'état initial de l'environnement a permis d'identifier les principaux enjeux et de mettre en avant les tendances d'évolution. Ces tendances ont constitué, pour chaque thématique, un scénario tendanciel qui a servi de base de comparaison pour l'appréciation des incidences. Pour chaque enjeu environnemental, l'établissement d'un tel scénario de référence a tenu compte des dynamiques existantes qui

Évaluation Environnementale Stratégique du Plan National de Gestion des Matières et Déchets Radioactifs 2021-2025

influenceront sur l'état de l'environnement dans les années à venir, et des politiques publiques nationales actées au moment de l'élaboration du plan. L'évaluation rend ainsi compte des plus-values ou moins-values environnementales directement attribuables au PNGMDR, bien que certaines incidences identifiées relèvent d'effets cumulés entre différentes programmations qui ne peuvent pas totalement être dissociés.

Sources d'information pour l'évaluation

Les analyses effectuées dans le cadre de l'exercice d'évaluation environnementale stratégique sont le fruit du jugement de l'évaluateur, lequel se base sur les sources documentaires mises à sa disposition ainsi que sur la base d'échanges avec les rédacteurs.

9. RESUME NONTECHNIQUE

Introduction

Cadre de l'évaluation environnementale stratégique du PNGMDR

L'évaluation environnementale stratégique (EES) du Plan National de Gestion des Matières et Déchets Radioactifs (PNGMDR) répond aux exigences de l'article R122-20 du code de l'environnement, et se définit comme une démarche itérative entre l'évaluateur et le rédacteur du PNGMDR visant à assurer un niveau élevé de prise en compte des considérations environnementales dans l'élaboration et l'adoption du plan. Le processus d'évaluation s'est traduit par l'identification des incidences probables de la mise en œuvre du PNGMDR sur l'environnement ; la caractérisation de ces incidences par leur aspect positif ou négatif, direct ou indirect, temporaire ou permanent, ainsi que leur horizon temporel ; et l'identification de mesures destinées à favoriser les incidences positives et éviter, réduire ou compenser les incidences négatives.

L'EES adopte une clé d'entrée par thématique environnementale. Dix thématiques environnementales ont été retenues, et ont guidé les différentes étapes du processus d'évaluation :

Exposition aux risques et santé humaine	Economie de ressources
Pollution et gestion de la ressource en eau	Pollution de l'air (hors GES)
Pollution et utilisation des sols	Adaptation au changement climatique
Biodiversité	Contribution au changement climatique
Nuisances	Paysages et patrimoine

Pour chacune des thématiques retenues, l'état initial de l'environnement a permis d'identifier les principaux enjeux et de mettre en avant les tendances d'évolution. Les incidences notables probables de la mise en œuvre du PNGMDR sur chaque thématique ont ainsi pu être évaluées au regard d'un scénario tendanciel. L'établissement d'un tel scénario de référence a tenu compte des dynamiques de planification territoriale existantes qui influenceront sur l'évolution de l'environnement dans les années à venir. L'EES rend ainsi compte des plus-values ou moins-values environnementales directement attribuables au PNGMDR. L'évaluation environnementale stratégique ne porte ainsi pas sur l'évaluation absolue des impacts environnementaux de la gestion des matières et déchets radioactifs mais des incidences de la mise en œuvre du PNGMDR, relativement aux marges de manœuvre de ce dernier. Un suivi du PNGMDR et de ses mesures est effectué pour assurer effectivement la meilleure protection possible de l'environnement par la limitation, voire la suppression des incidences directes ou indirectes susceptibles d'être générées par la programmation.

Présentation générale du PNGMDR

Les objectifs du PNGMDR, tels que définis par la loi, sont les suivants :

- ▶ Dresser le bilan des modes de gestion existants des matières et des déchets radioactifs ;
- ▶ Recenser les besoins prévisibles d'installations d'entreposage ou de stockage ;
- ▶ Préciser les capacités nécessaires pour ces installations et les durées d'entreposage ;
- ▶ Pour les déchets radioactifs qui ne font pas encore l'objet d'un mode de gestion définitif, déterminer les objectifs à atteindre.

Le plan comprend ainsi une partie descriptive, dressant l'état des lieux actuel de la gestion des matières et déchets radioactifs, publiant les résultats des dernières études effectuées et mettant en avant les interrogations qui peuvent encore se poser. Il propose ensuite des orientations et fixe des objectifs à atteindre notamment en termes de « recherches et études sur la gestion des matières et des déchets radioactifs en fixant des échéances pour la mise en œuvre de nouveaux modes de gestion, la création d'installations ou la modification des installations existantes ». Le PNGMDR sert ainsi d'outil de pilotage pour la mise en place des principes de gestion des matières

Présentation des enjeux de gestion des matières et déchets radioactifs

Selon le code de l'environnement, les matières radioactives sont définies comme étant des substances radioactives pour lesquelles une utilisation ultérieure est prévue ou envisagée, le cas échéant après traitement. Si les débouchés prévus ne s'avéraient pas réalistes ou si l'ensemble des quantités recensées ne pouvait pas être employé faute de besoin, tout ou partie de ces matières devrait être requalifié et traité en « déchet radioactif ».

Les déchets radioactifs sont en effet des substances pour lesquelles aucune utilisation ultérieure n'est envisagée. On parle de déchets radioactifs ultimes lorsque les conditions techniques et économiques du moment ne permettent pas de traitement. En France, la production de déchets radioactifs représente l'équivalent de 2 kg par an et par habitant. Les déchets radioactifs sont catégorisés en fonction de leur activité et de leur durée de vie. Tous les cinq ans, l'Andra réalise une nouvelle édition de l'Inventaire national des matières et déchets radioactifs qui détaille les quantités de déchets radioactifs présentes sur chaque site en caractérisant leurs natures et niveaux d'activité. Cette publication est complétée chaque année par un document, les Essentiels, qui présente l'évolution annuelle des stocks de matières et déchets radioactifs produits en France. Bien qu'ils ne représentent que 0,2 % du volume des déchets radioactifs, les déchets de haute activité (HA) contiennent 95 % de la radioactivité en France. Les plus gros volumes de déchets étant constitués à fin 2016 par les déchets de faible et moyenne activité à vie courte (FMA-VC) et par les déchets de très faible activité (TFA) (respectivement 60 et 31 % du volume total).

Les déchets radioactifs proviennent des différents secteurs employant des matières radioactives au premier lieu desquels figure le secteur électronucléaire (60 % du volume total). Les activités de recherche représentent également une part significative de la production de déchets radioactifs (27 % du volume total). L'évaluation environnementale stratégique du PNGDMR a été conduite en concentrant les travaux sur les activités de gestion des matières et déchets radioactifs sur lesquelles le PNGDMR a vocation à agir, soit :

- ▶ L'entreposage sur site des matières et des déchets en attente de mise en place de filière ou de stockage
- ▶ Le traitement des déchets en vue de réduire les volumes à gérer (installations du CEA, de Centraco, etc.)
- ▶ Le conditionnement des colis de matières et déchets radioactifs
- ▶ Le stockage des déchets (soit actuellement les déchets TFA sur le site du Cires, FMA-VC dans les centres de l'Andra de la Manche et de l'Aube et les projets en cours d'étude pour les déchets FA-VL et HAMAVL)
- ▶ La gestion des situations historiques ou héritées de l'exploitation minière
- ▶ La gestion des déchets à vie très courte (VTC) par décroissance radioactive et gestion des déchets NORM (Naturally Occuring Radioactive Materials)

Les activités situées en amont et responsables de la production de matières et de déchets à gérer (extraction et transformation du minerai, utilisation-même du combustible pour la recherche et la production d'électricité, etc.), les choix liés à la politique du cycle du combustible, ne font pas partie du périmètre de l'étude, car le PNGDMR ne dispose pas de marge de manœuvre sur ces segments-là de la chaîne des substances radioactives, lesquelles sont encadrées par des réglementations spécifiques ou d'autres documents stratégiques.

Etat Initial de l'Environnement

Le tableau ci-dessous résume les tendances et niveaux de sensibilité relatifs à chaque enjeu environnemental analysé en tenant compte de ses interactions avec le périmètre du PNGDMR. Ces tendances sont définies principalement à l'aune de la pression environnementale engendrée par la gestion des matières et des déchets radioactifs sans prise en compte des mesures prévues par la cinquième édition du plan. Les chapitres précédents détaillent les éléments permettant de justifier cette conclusion synthétique.

Tableau 3 : tendances et niveaux de sensibilité par enjeu environnemental

Thématique	Sensibilité	Activités/filières principalement concernées	Tendances d'évolution au regard des enjeux de gestion

			des matières et des déchets radioactifs
Exposition aux risques et santé humaine	●●●	Stockage des déchets dans les centres dédiés en exploitation Entreposage des matières et des déchets en attente de valorisation ou de stockage Stockage géologique	➔
Economie des ressources	●●●	Activités de valorisation déchets (TFA) Retraitement du combustible usé	➔
Pollution et gestion de la ressource en eau	●●	Gestion des situations historiques et héritées de l'exploitation minière Entreposage des matières et des déchets en attente de valorisation ou de stockage	➔
Pollution de l'air	●●	Transports de substances radioactives Gestion des situations historiques et héritées de l'exploitation minière	➔
Pollution et utilisation et pollution des sols	●●	Stockage géologique Gestion des situations historiques ou héritées de l'exploitation minière Stockage des déchets dans les centres dédiés en exploitation Entreposage des matières et des déchets en attente de valorisation ou de stockage	➔
Adaptation au changement climatique	●●	Retraitement du combustible usé Stockage des déchets dans les centres dédiés en exploitation Entreposage des matières et des déchets en attente de valorisation ou de stockage Stockage géologique Activités de valorisation déchets (TFA)	➔
Biodiversité	●	Gestion des situations historiques et héritées de l'exploitation minière	➔
Contribution au changement climatique	●	Transports de substances radioactives Activités de valorisation déchets (TFA) Retraitement du combustible usé	➔
Nuisances	●	Transports de substances radioactives Activités de valorisation déchets (TFA) Stockage des déchets dans les centres dédiés en exploitation	➔

		Entreposage des matières et des déchets en attente de valorisation ou de stockage	
Paysages et patrimoine	●	Gestion des situations historiques et héritées de l'exploitation minière Stockage des déchets dans les centres dédiés en exploitation Retraitement du combustible usé Activités de valorisation déchets (TFA) Entreposage des matières et des déchets en attente de valorisation ou de stockage Stockage géologique	➔

Le croisement entre les différentes thématiques environnementales et les activités de gestion des matières et déchets radioactifs ont permis de mettre en perspective les enjeux environnementaux prioritaires suivants :

Actions à mener pour répondre enjeux environnementaux principaux identifiés

Maîtrise des risques associés à l'absence de filière identifiée et au temps de déploiement de filières de gestion en projet

Gestion et anticipation des besoins en entreposages et en stockage, gestion temporaire des déchets, etc.

Renforcement de la crédibilité des perspectives de valorisation des matières radioactives

Robustesse des prévisions des quantités de matières et déchets à gérer dans le futur (prise en compte de la politique énergétique), anticipation d'un changement de politique énergétique ou de gestion, visibilité sur les process et calendriers de valorisation.

Gestion de la hausse à venir des quantités de déchets TFA

Optimisation de la gestion des déchets produits par le démantèlement des installations (valorisation et recyclage notamment), réfléchir à des solutions décentralisées et anticipation des besoins pour éviter les risques de saturation des stockages

Prise en compte de critères multiples et pondérés dans le choix des filières de gestion à mettre en place

Considération des critères environnementaux et de sûreté (degré de sûreté, impacts sur les milieux, consommations d'énergie, etc.), et ce sur l'ensemble de la durée de vie des installations (analyse de cycle de vie), en particulier en ce qui concerne le déploiement de nouvelles installations de traitement et la création de nouveaux sites de stockage et d'entreposage.

Prise en compte des incertitudes et des aléas

Intégration dans les scénarios des aléas susceptibles de modifier profondément les orientations programmées notamment sur le très long terme, en prévenant ou limitant les charges qui seront supportées par les générations futures.

Radioprotection, santé et toxicité chimique

Evaluation et limitation des conséquences de la radioactivité sur la santé des populations et travailleurs (y compris des faibles doses et la toxicité chimique de certains déchets radioactifs)

Limitation des impacts des transports

Limitation des impacts des transports (GES, polluants atmosphériques, bruits, occupation des sols, fragmentation des milieux...)

Limitation des impacts sur les milieux et des risques pour la santé de la gestion de catégories particulières de déchets

Limitation des impacts sur les milieux et des risques pour la santé de la gestion de catégories particulières de déchets tels que ceux issus de la conversion de l'uranium, les déchets historiques ou encore les déchets miniers (risques liés au radon, pollution des eaux, réhabilitation des milieux...).

Optimisation des consommations énergétiques et des rejets

Optimisation des consommations énergétiques et des rejets associés au traitement des déchets et des risques de contamination des eaux (fonctionnement des sites de La Hague, de Centraco, etc.).

Explication des choix retenus au regard des solutions de substitution raisonnables

Modalités de rédaction du PNGMDR 2021-2025

L'élaboration du PNGMDR 2021-2025 s'est tout d'abord largement appuyée sur les résultats des études issues du précédent PNGMDR. La DGEC et l'ASN ont publié les résultats de ces études, accompagnées des avis émis par l'ASN sur leur contenu. S'agissant des études portées dans le cadre du PNGMDR 2016-2018, toutes ne débouchent pas sur la mise en œuvre de solutions au regard de l'acceptabilité et l'intérêt technico-économique de telles mesures.

Le PNGMDR a notamment pour mission d'améliorer la transparence concernant la gestion des matières et déchets radioactifs en France. Ainsi, son processus de rédaction a impliqué les différentes parties prenantes (exploitants d'INB, gestionnaires de déchets radioactifs, représentants d'associations et de la société civile, représentants de l'administration, etc.) réunies à plusieurs reprises en un groupe de travail pluraliste (GT PNGMDR), dont les comptes rendus et présentations sont publiés sur les sites Internet de l'ASN et de la DGEC (tout comme l'ensemble des études remises par les exploitants nucléaires au titre du PNGMDR, ainsi que les avis de l'ASN).

Alors que le Ministère de la Transition Ecologique et l'ASN se partageaient jusqu'à l'édition précédente la maîtrise d'ouvrage du PNGMDR, le MTE est maintenant le seul maître d'ouvrage du plan. Le PNGMDR 2021-2025 est la première édition dont le processus d'élaboration a débuté par un débat public réalisé sous l'égide de la Commission Nationale du Débat Public (CNDP) entre avril et septembre 2019. Cette consultation a joué un rôle majeur dans l'élaboration du PNGMDR car ses enseignements ont permis d'enrichir les grandes orientations de la présente édition du PNGMDR. À la suite du débat public, le ministère a souhaité maintenir la dynamique d'association des parties prenantes à l'élaboration et au suivi du plan tout en proposant des solutions pour mobiliser plus largement la société civile dans le suivi du plan par ailleurs. Il a également été décidé de renforcer la gouvernance de la gestion des matières et des déchets radioactifs en instaurant également un organe spécifique, la Commission « orientations » pour la phase d'élaboration du plan en complément du GT PNGMDR historiquement établi. Cette commission, destinée à éclairer le maître d'ouvrage du plan et placée sous la présidence d'une personnalité qualifiée et indépendante, a accompagné l'élaboration du présent plan.

La démarche d'évaluation environnementale stratégique du PNGMDR s'est voulue volontairement itérative, de manière à alimenter la réflexion des rédacteurs et à améliorer la prise en compte de l'ensemble des thématiques environnementales pertinentes dans le PNGMDR. De fait, les démarches d'élaboration du PNGMDR et de réalisation de son évaluation environnementale se sont déroulées de manière concomitante et se sont enrichies mutuellement, selon une démarche progressive et à l'occasion de multiples échanges. L'évaluation environnementale stratégique a certainement contribué à la réflexion autour d'un certain nombre d'orientations favorables à l'environnement dans le PNGMDR 2021-2025 et en particulier :

- ▶ La valorisation des sites de stockage historiques en lien avec leur réhabilitation ;
- ▶ Les risques de contamination des eaux liées à la gestion des déchets FA-VL ;
- ▶ La consolidation de l'outil d'analyse multicritères au fur et à mesure de son utilisation ;
- ▶ La bonne prise en compte de l'enjeu biodiversité et changement climatique ;
- ▶ La mise en place d'un bilan environnemental du plan.

Justification des choix du PNGMDR 2016-2018 au regard des enjeux environnementaux

L'évaluation environnementale a permis de mettre en évidence l'intérêt des solutions retenues par le PNGMDR 2021-2025 pour la majorité des filières dans le sens où elles permettront globalement :

- ▶ de faire progresser les différentes filières de gestion des matières et déchets radioactifs, et donc de réduire les risques de radiocontamination pour les populations et les milieux ;
- ▶ d'améliorer la pertinence des scénarios prospectifs de l'Inventaire national, ce qui permettra au PNGMDR de mieux anticiper les besoins futurs en installation de gestion des matières et déchets radioactifs ;
- ▶ d'améliorer l'impact environnemental des transports de déchets.

Le choix de ne pas inclure de partie dédiée aux déchets à Faible et Moyenne Activité à Vie Courte (FMA-VC) est justifiée par les rédacteurs par l'absence d'actions visant à améliorer la filière dans ce PNGMDR. Pour certains déchets spécifiques, la spécificité et la ponctualité des problèmes ont conduit les rédacteurs à ne pas en faire un sujet du plan tout en continuant à les suivre par ailleurs. Le plan prévoit toutefois de poursuivre les travaux de définition et de mise en œuvre des déchets ne faisant pas encore l'objet de filière de gestion (action DECPAR.4) y compris pour les sources scellées.

Exposé des effets notables probables de la mise en œuvre du programme sur l'environnement

Analyse globale des effets notables de la mise en œuvre du PNGMDR sur l'environnement

L'analyse des effets notables probables de la mise en œuvre PNGMDR a été réalisée par comparaison à un scénario tendanciel défini dans l'état initial de l'environnement. Il en est ressorti que la mise en application des demandes et recommandations du PNGMDR 2021-2025 devrait présenter :

- ▶ une réduction de l'exposition et des risques pour la santé humaine et de la pollution de l'eau, notamment grâce à la poursuite des travaux sur la nocivité des substances radioactives et leur danger sur les nappes phréatiques ;
- ▶ une économie de ressources, notamment portée par les projets en étude de valorisation de certains déchets métalliques TFA et le renforcement de la crédibilité des perspectives de valorisation des matières radioactives ;
- ▶ une augmentation de l'occupation du sol et une perturbation ou destruction des milieux naturels, qui peuvent être indirectement attendues de la construction de nouvelles installations d'entreposage ou de stockage, par ailleurs nécessaires pour une gestion optimale des matières et déchets (thématique prioritaire) et dont les impacts environnementaux seront minimisés grâce à l'outil d'analyse multicritères.

Les effets évalués, positifs ou négatifs, sont en majorité des effets indirects puisque les demandes et recommandations concernent avant tout des études et des évaluations d'impact préalables à une potentielle prise de décision. Ces différentes orientations n'ont donc un impact direct que sur les façons d'envisager la gestion des matières et déchets radioactifs et un impact indirect sur toutes les autres thématiques environnementales. En effet, ce n'est qu'après analyse des résultats que des actions pourront être mises en œuvre.

La majorité des thématiques environnementales sont concernées par des effets à long terme. En effet, si les demandes d'études diverses sont pour la plupart adressées avec pour horizon le prochain PNGMDR, leur mise en application effective prendra quelques années supplémentaires.

Les méthodes d'évaluation environnementale et d'analyse multicritères et multi-acteurs des scénarios de gestion permettront, si elles se révèlent utilisables, une diminution des impacts sur tous les enjeux environnementaux pour chaque filière de gestion. Néanmoins, des réserves sont émises dans ce rapport quant à la faisabilité de déploiement de tels outils. S'ils ne se révèlent finalement pas assez efficaces pour prendre en compte la complexité des enjeux qu'ils traitent, ils pourraient nuire à la stratégie environnementale du PNGMDR en provoquant par exemple des retards dans les processus de décisions à fort enjeu environnemental.

Evaluation des incidences Natura 2000

Il est possible d'affirmer que la mise en œuvre du PNGMDR 2021-2025 n'aura pas directement d'incidences négatives sur les sites Natura 2000 français. Des incertitudes existent toutefois au niveau des projets (infrastructures de transports et installations d'entreposage, de traitement ou de stockage des déchets) que le PNGMDR pourrait recommander à la suite de la réception et de l'analyse des études demandées dans le cadre de son édition 2021-2025. Malgré tout, le déploiement de tels projets devra auparavant faire l'objet d'une étude d'impacts, comportant un volet consacré aux incidences Natura 2000.

Présentation des mesures d'évitement, de réduction et de compensation

A l'issue des différentes analyses effectuées dans le cadre de cette évaluation environnementale du PNGMDR 2021-2025 (cf. chapitre précédents), l'évaluateur environnemental a été amené à formuler des recommandations de manière à ce que le PNGMDR 2021-2025 :

- ▶ Prenne mieux en compte les enjeux environnementaux de la gestion des matières et déchets radioactifs dans le cadre de ses marges de manœuvre (chapitre 3 - analyse de la pertinence du PNGMDR) ;
- ▶ S'articule le mieux possible aux différents plans et programmes également soumis à évaluation environnementale (chapitre 3 - analyse de la cohérence du PNGMDR) ;
- ▶ Evite, réduise ou compense les incidences environnementales pouvant être générées par la mise en œuvre des demandes et recommandations du PNGMDR, en évitant notamment autant que possible toute incidence portée aux sites Natura 2000.

Ces recommandations, au nombre de 5, sont les suivantes :

- ▶ **Mettre en place des outils qui facilitent la réduction et la compensation des incidences négatives générées par la création et le fonctionnement des installations d'entreposage et de stockage.**
- ▶ **Préciser systématiquement les jalons pour les actions opérationnelles.**
- ▶ **Préciser le cadre de déploiement et d'utilisation de l'outil d'analyse multicritères et multi-acteurs.**
- ▶ **Etendre le périmètre d'action de la méthode d'évaluation environnementale.**
- ▶ **Anticiper l'articulation entre le bilan environnemental de l'EES du PNGMDR et l'analyse multicritères.**

Présentation du dispositif de suivi et des critères, indicateurs et modalités

Des indicateurs ont été identifiés dans le cadre du PNGMDR 2016-2018. Leur mise en place permettra de :

- ▶ Suivre l'avancement des actions prévues dans le cadre du PNGMDR ;
- ▶ Définir les tendances en termes d'évolution des quantités de matières et déchets produits et de saturation des capacités de gestion de ces substances, afin d'adapter si besoin le calendrier de déploiement de nouvelles installations.

Des indicateurs d'incidence sont aussi proposés ici, pour permettre le suivi des points de vigilance identifiés au cours de l'évaluation environnementale. Compte-tenu du caractère général des indicateurs retenus, l'évaluateur estime que les indicateurs proposés permettront également d'identifier des impacts négatifs imprévus. La responsabilité du suivi de ces indicateurs incombe aux personnes responsables de la mise en œuvre du PNGMDR.

Dans le cadre de l'édition précédente la plupart des indicateurs de suivi environnementaux qui avaient été proposés pour s'assurer de la bonne prise en compte des enjeux environnementaux par le PNGMDR n'ont pas été suivis. Ainsi, compte-tenu de l'absence de tels indicateurs jusqu'à présent dans le suivi du PNGMDR, le nombre d'indicateurs recommandés par l'évaluateur environnemental est volontairement réduit.

Conditions de réussite du PNGMDR au regard des enjeux environnementaux	Indicateurs
Le PNGMDR a permis de réduire / maîtriser les émissions de GES liées au transport des déchets radioactifs	▶ Nombre de km parcourus dans l'année / Emissions de GES associées au transport des déchets radioactifs (indicateur dont la définition doit faire l'objet d'études complémentaires).
Le PNGMDR a permis d'améliorer la gestion des déchets	▶ Nombre de filières de gestion des déchets radioactifs opérationnelles ; ▶ <input type="checkbox"/> Part du volume de déchets disposant d'une filière de gestion opérationnelle sur le volume de déchets total.
Le PNGMDR a permis d'accélérer la mise en place de solutions de stockage ad hoc	▶ Volumes de déchets TFA et FMA-VC mis en centre de stockage.
Le PNGMDR a permis de réduire les quantités de déchets TFA et FMA-VC à stocker	▶ Densité des déchets FMA-VC stockés ; ▶ <input type="checkbox"/> Volumes de déchets TFA valorisés dans la filière nucléaire ; ▶ <input type="checkbox"/> Volumes de déchets TFA et FMA-VC traités (fusion des métaux, fusion du plomb, incinération, etc.)
Le PNGMDR permet d'apprécier l'exposition de la population, en particulier l'impact dosimétrique résultant des rejets radioactifs liquides et gazeux des différents modes de gestion des matières et des déchets	▶ Impact radiologique sur le(s) groupe(s) de référence ($\mu\text{Sv}/\text{an}$) pour chaque Installation Nucléaire. <i>Ces informations sont publiées de manière systématique par les exploitants des sites concernés. Le rôle du PNGMDR est ici de prévoir une consolidation de ces données et sa publication sur un lieu commun à tous les sites pour garantir la transparence sur ce sujet auprès du public.</i>

Présentation des méthodes utilisées

L'exercice d'évaluation environnementale stratégique dont le présent rapport rend compte a été réalisé conformément aux dispositions de l'article R. 122-20 du Code de l'environnement issu du décret n° 2012-616 du 2 mai 2012 relatif à l'évaluation de certains plans et documents ayant une incidence sur l'environnement.

Un processus d'évaluation multi-acteurs

L'évaluation environnementale du PNGMDR a été une démarche continue et itérative, réalisée sous la responsabilité du maître d'ouvrage, conjointement l'ASN et la DGEC, puis de la DGEC seule à la suite du changement de gouvernance. Cette démarche a mobilisé des acteurs différents dans l'objectif de bénéficier de compétences et de connaissances complémentaires et de points de vue divers.

L'évaluation environnementale stratégique a été initiée dès les premières réflexions relatives à la préparation du PNGMDR par ses rédacteurs. Elle s'est matérialisée par le questionnement des différents contributeurs et décideurs du PNGMDR au sujet des incidences probables de la mise en œuvre de ce plan sur l'environnement. Ainsi par exemple, et suivant en cela l'avis de l'autorité environnementale émis sur le PNGMDR précédent, le volet

Évaluation Environnementale Stratégique du Plan National de Gestion des Matières et Déchets Radioactifs 2021-2025
consacré aux enjeux transverses (sanitaires, environnementaux, mais également économiques, éthiques et relatifs aux transports et aux territoires) a été prévu.

Cette réflexion a été complétée par les contributions issues du débat public réalisé sous l'égide de la Commission Nationale du Débat Public (CNDP) ainsi que par une concertation post débat-public sous l'égide du maître d'ouvrage.

En parallèle de cette deuxième phase de concertation, le Ministère de la Transition Ecologique a tenu à s'adjoindre un comité de parties prenantes, associant les organismes publics experts (ANDRA, IRSN, ASN), les producteurs de déchets, les associations, mais aussi des représentants des élus nationaux et territoriaux, pour l'orienter dans la déclinaison des grandes orientations qu'il a pu définir à l'issue du débat public. Le travail mené avec cette commission « orientations » s'est traduit par la publication par le ministère de nombreuses « notes d'orientations » et par la remise par la Commission d'avis sur ces notes (disponibles à l'adresse <https://www.concertation-pngmdr.fr/>).

Intervention de l'évaluateur externe

Le cabinet EY a été mandaté pour compléter ce processus par l'évaluation environnementale stratégique et formaliser le présent rapport environnemental. Ce travail s'est matérialisé par des itérations régulières entre l'évaluateur et le maître d'ouvrage (DGEC-ASN) :

- ▶ Capitaliser sur l'ensemble des analyses conduites en interne par l'ASN et la DGEC ayant motivé les choix retenus dans le cadre des versions provisoires du PNGMDR ;
- ▶ Apporter un regard externe indépendant sur les choix effectués et identifier les possibilités d'amélioration de la prise en compte de l'environnement dans le document ;
- ▶ Formaliser le rapport environnemental conformément aux normes réglementaires applicables.

Etant donné le contexte sanitaire, ayant perturbé le calendrier initialement prévu, ces échanges se sont déroulés sur décembre 2019 et la date de rédaction du présent rapport, et ont porté plus précisément sur les aspects suivants :

- ▶ Un cadrage relatif aux réflexions menées par le rédacteur dans le cadre de la rédaction du plan. Ce temps d'échange fut également l'occasion de transmettre à l'évaluateur les éléments permettant d'appréhender les enjeux du PNGMDR ;
- ▶ Des réunions de travail entre l'évaluateur et certains contributeurs à l'élaboration du plan. Ces réunions ont non seulement permis la validation de la méthodologie d'évaluation, mais également les travaux menés en parallèle (état initial de l'environnement, analyse de l'articulation avec d'autres plans et programmes).
- ▶ Une itération relative à l'analyse par l'évaluateur des incidences probables sur l'environnement de la mise en œuvre du PNGMDR dans la version à date. Cette itération a été réalisée sur la base des notes d'orientations. Elle a pris la forme d'une réunion technique et d'échanges écrits formalisés. Elle a permis de :
 - Fournir des éléments de contexte et des précisions concernant les arbitrages réalisés lors de l'élaboration du plan d'actions pour enrichir le rapport environnemental ;
 - Identifier des potentiels d'amélioration en matière de protection de l'environnement dans les actions envisagées.

Ainsi, elle a notamment appelé la réflexion des rédacteurs autour de plusieurs sujets :

- ▶ La valorisation des sites de stockage historiques en lien avec leur réhabilitation ;
- ▶ Les risques de contamination des eaux liées à la gestion des déchets FA-VL;
- ▶ La consolidation de l'outil d'analyse multicritères au fur et à mesure de son utilisation (robustesse des critères, articulation avec la réglementation et outil pour calculer des indicateurs - réflexion de plus long terme à mon sens) ;
- ▶ La bonne prise en compte de l'enjeu biodiversité et changement climatique. Ceci a amené les rédacteurs à préciser l'action CHAP.1 en faisant apparaître ces sujets dans les critères d'analyse multicritères des options de gestion possibles) ;
- ▶ La mise en place d'un bilan environnemental du plan, en lien avec les évaluations environnementales réalisées à chaque édition. Les rédacteurs ont ainsi ajouté au PNGMDR l'Action ENV. 5 « Mettre en place un suivi du bilan environnemental du PNGMDR » qui prévoit l'élaboration d'un bilan des deux évaluations environnementales menées en 2016 et 2021, mettant en exergue les actions portant spécifiquement sur les enjeux environnementaux, et proposera des indicateurs de suivi des incidences de ces actions sur l'environnement, qui auront vocation à alimenter les éditions suivantes du plan.

Approche générale d'évaluation

Une clé d'entrée par enjeu environnemental

Le travail d'évaluation s'est fondé sur l'utilisation d'une clé de lecture selon dix thématiques environnementales, élaborée en fonction des spécificités du PNGMDR et des dispositions de l'Article R. 122-20 du Code de l'environnement définissant l'exercice d'EES et stipulant les enjeux environnementaux à prendre en considération.

Le choix de ces neuf thématiques a été dans un premier temps proposé par l'évaluateur, puis discuté lors de la première réunion de cadrage de l'EES. Suite à ces discussions, le choix final des thématiques retenues a été validé par les membres du comité de pilotage. Les dix thématiques suivantes ont été retenues :

- ▶ Exposition aux risques et santé humaine,
- ▶ Economie des ressources,
- ▶ Pollution et gestion de la ressource en eau,
- ▶ Pollution de l'air,
- ▶ Pollution et utilisation des sols,
- ▶ Adaptation au changement climatique,
- ▶ Biodiversité,
- ▶ Contribution au changement climatique,
- ▶ Nuisances,
- ▶ Paysages et patrimoine.

Des incidences évaluées au regard d'évolutions tendanciennes identifiées par enjeu environnemental

Pour chacune des thématiques retenues, l'état initial de l'environnement a permis d'identifier les principaux enjeux et de mettre en avant les tendances d'évolution. Ces tendances ont constitué, pour chaque thématique, un scénario tendanciel qui a servi de base de comparaison pour l'appréciation des incidences. Pour chaque enjeu environnemental, l'établissement d'un tel scénario de référence a tenu compte des dynamiques existantes qui influenceront sur l'état de l'environnement dans les années à venir, et des politiques publiques nationales actées au moment de l'élaboration du plan. L'évaluation rend ainsi compte des plus-values ou moins-values environnementales directement attribuables au PNGMDR, bien que certaines incidences identifiées relèvent d'effets cumulés entre différentes programmations qui ne peuvent pas totalement être dissociés.

Sources d'information pour l'évaluation

Les analyses effectuées dans le cadre de l'exercice d'évaluation environnementale stratégique sont le fruit du jugement de l'évaluateur, lequel se base sur les sources documentaires mises à sa disposition ainsi que sur la base d'échanges avec les rédacteurs.

Prise en compte de l'avis de l'Autorité environnementale dans le présent rapport

Le maître d'ouvrage du PNGMDR fait état de la prise en compte des recommandations de l'Ae dans le présent résumé non technique, les paragraphes mentionnés ci-dessous ont été modifiés de la sorte :

L'existence d'une solution technique pour tout type de déchet

Un encart rappelant la réglementation des installations nucléaires de base a été ajouté au présent rapport (cf. page 30).

Dispositif de suivi

A la suite de la recommandation de l'Ae demandant de préciser les plafonds envisagés pour Cigéo à court, moyen et long termes, il a été précisé dans le présent rapport les plafonds envisagés pour Cigéo en matière d'impact radiologique du projet Cigéo (cf. page 52).

État initial de l'environnement, perspectives d'évolution en l'absence du plan

De nombreuses données ont été actualisées à la demande de l'Autorité environnementale :

- Un tableau présentant l'impact radiologique des installations nucléaires de base (INB) depuis 2014 a été ajouté à l'EES pour répondre à la recommandation de l'Ae (
-
- Tableau 6 : Impact radiologique des INB (de gestion des matières et déchets radioactifs) depuis 2014 calculé par les exploitants à partir des rejets réels des installations et pour les groupes de référence les plus exposés (données fournies par les exploitants **nucléaires**) . Par ailleurs, des éléments relatifs aux objectifs fixés par l'ASN en termes d'impact radiologique du projet Cigéo ont été ajoutés (cf page 52)
- Des précisions ont été apportées concernant les conséquences de l'importation de 7 500 tonnes d'uranium sur la production locale de déchets (cf. page 55) ;
- Des précisions sur les transports de matières et déchets radioactifs ont été apportées (cf page 92) ;
- Une estimation globale des émissions de gaz à effet de serre occasionnées par le transport des déchets et matières radioactives a été ajoutée à la présente évaluation environnementale (cf. page 95/96) ;
- Des compléments ont été apportés sur les sites et sols pollués et notamment sur le recensement des sites et sols pollués par la radioactivité (pages 72 à 75).

Explication des choix retenus au regard des solutions de substitution raisonnables

En réponse à la recommandation de l'Ae et aux avis émis par les autorités de sûreté nucléaire sur le projet de plan, une action spécifique pour ces déchets a été intégrée dans le plan. En effet, Le plan prévoit toutefois de poursuivre les travaux de définition et de mise en œuvre des déchets ne faisant pas encore l'objet de filière de gestion, notamment pour les déchets tritiés et les sources scellées (cf. pages 115 et 146). Dans la partie 4, les chapitres consacrés aux sources scellées et aux déchets tritiés ont été amendés en ce sens.

L'exercice d'évaluation stratégique environnementale a été conduit sous la supervision de Jean-Gabriel Robert, Directeur d'évaluation, par Emmanuelle Roumy Guerry, Coralie Dabiens et Augustin Cuignet.

Vos Contacts

Jean-Gabriel Robert

Directeur de mission

Tel : +33 (0)6 80 04 64 57

Email : jean-gabriel.robert@fr.ey.com

