

Autorité de Sûreté Nucléaire

**Ministère de l'Environnement, de l'Énergie
et de la Mer**

Direction Générale de l'Énergie et du Climat

**Évaluation Environnementale Stratégique du Plan
National de Gestion des Matières et Déchets
Radioactifs 2016-2018**

Rapport final

Version du 1 avril 2016



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

Rapport final

Ce rapport a été rédigé par EY pour le compte de l'Autorité de Sûreté Nucléaire et de la Direction Générale de l'Énergie et du Climat du Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer. Il constitue le rapport environnemental du Plan National de Gestion des Matières et Déchets Radioactifs pour la période 2016-2018.

L'exercice d'évaluation environnementale stratégique a été conduit sous la supervision d'Alexis Gazzo, Associé chez EY, par Jean-Gabriel Robert et Christophe Abraham, rédacteurs principaux de ce rapport, et avec le soutien de Manon de Bénazé, corédactrice.

Table des matières

INTRODUCTION	7
Cadre de l'évaluation environnementale stratégique (EES) du PNGMDR	7
Présentation générale du PNGMDR	8
Présentation des enjeux de gestion des matières et déchets radioactifs	14
1. ETAT INITIAL DE L'ENVIRONNEMENT	18
Périmètre et méthode	18
Gestion des déchets et exploitation des matières premières	19
Exposition des populations aux risques et santé humaine	28
Consommation d'énergies et contribution au changement climatique	37
Pollutions de l'air (hors GES)	41
Consommations et pollutions des eaux	45
Pollutions et érosion des sols	49
Pertes de biodiversité et atteintes aux milieux naturels	52
Artificialisation des sols et pertes de patrimoine	55
Exposition des populations aux bruits et aux autres nuisances	58
Synthèses de l'état initial de l'environnement	60
2. ANALYSE DU PNGMDR 2016-2018	64
Analyse de la pertinence du PNGMDR	64
Analyse de la cohérence du PNGMDR	67
3. SOLUTIONS DE SUBSTITUTION ET JUSTIFICATION DES CHOIX EFFECTUES	70
Bilan et enseignements du PNGMDR 2013-2015	70
Modalités de concertation lors de l'élaboration du PNGMDR 2016-2018	70
Présentation et analyse des solutions de substitutions envisageables non retenues	73
Justification des choix du PNGMDR 2016-2018 au regard des enjeux environnementaux	75
4. EFFETS NOTABLES DE LA MISE EN ŒUVRE DU PNGMDR	80
Analyse globale des effets notables de la mise en œuvre du PNGMDR sur l'environnement	80
Focus sur les incidences les plus significatives et identification de mesures d'évitement, de réduction et de compensation	86
Evaluation des incidences Natura 2000	93
5. SYNTHÈSE DES RECOMMANDATIONS DE L'EVALUATEUR ENVIRONNEMENTAL	99
6. PRÉSENTATION DU DISPOSITIF DE SUIVI, ET DES CRITERES, INDICATEURS ET MODALITES	101

Dispositif de suivi	101
Tableau de bord des indicateurs	101
7. PRESENTATION DES METHODES UTILISEES POUR ETABLIR LE RAPPORT ENVIRONNEMENTAL	104
Cadrage de l'analyse et périmètre étudié	104
Sources de données	106
8. RESUME NON TECHNIQUE	109
Introduction	109
Etat initial de l'environnement	110
Analyse du PNGMDR 2016-2018	111
Solutions de substitution et justification des choix effectués	113
Effets notables de la mise en œuvre du PNGMDR	114
Synthèse des recommandations de l'évaluateur environnemental	115
Présentation du dispositif de suivi, et des critères, indicateurs et modalités	116
Présentation des méthodes utilisées pour établir le rapport environnemental	117
ANNEXE 1 – LEXIQUE	119
ANNEXE 2 – PRE-CADRAGE DE L'AUTORITE ENVIRONNEMENTALE	124

Table des figures

Figure 1 : Répartition par secteur économique du volume total de déchets radioactifs existant à fin 2013 - Source : Inventaire Géographique National des Matières et Déchets Radioactifs 2015, Andra.....	17
Figure 2 : Classification des déchets radioactifs et les filières de gestion associées- Source : Inventaire Géographique National des Matières et Déchets Radioactifs 2015, Andra	21
Figure 3 : Prévisions des quantités de déchets radioactifs à fin 2030 – Source : Inventaire Géographique National des Matières et Déchets Radioactifs 2015	22
Figure 4 : Carte des sites nucléaires en France au 30 juin 2015 - source : DGEC, Panorama énergies-climat, édition 2015.....	28
Figure 5 : Un nombre restreint de transports de substances radioactives (source : ASN 2014 - Étude sur les flux de transport de substances radioactives à usage civil)	29
Figure 6 : Carte des installations françaises soumises aux évaluations complémentaires de sûreté : IRSN - 2012	31
Figure 7 : Exemples de sources de radioactivité naturelle et leur niveau d'activité	32
Figure 8 : Exemples de niveaux d'impact radiologique en mSv – EY.....	33
Figure 9 : Résultats statistiques de dosimétrie active opérationnelle moyenne pour les salariés intervenant sur le site de La Hague – Source : Rapport d'informationsur la sûreté nucléaire et la radioprotection du site AREVA la Hague, 2014.....	33
Figure 10 : Répartition des modes de transport par secteur d'activité (source : ASN 2014 - Étude sur les flux de transport de substances radioactives à usage civil)	38
Figure 11 : Les principaux transports liés au cycle du combustible pour une centrale nucléaire donnée (source : ASN 2014 - Étude sur les flux de transport de substances radioactives à usage civil).....	38
Figure 12 : Part des colis expédiés (barre du haut, en vert) et des transports réalisés (bar du bas, en violet), par secteur (source : ASN 2014 – Étude sur les flux de transport de substances radioactives à usage civil)	39
Figure 13 : Activités moyennes en tritium mesurées dans les eaux de surface (à gauche) et les milieux marins (à droite) en 2011-2012 (Bq/L) – Source : IRSN, Bilan de l'état radiologique de l'environnement français en 2012.....	46
Figure 14 : Carte des sites radio-contaminés 2015 – Source : Synthèse de l'Inventaire national des Matières et Déchets Radioactifs 2015 (Andra).....	50
Figure 15 : Occupation physique du sol en 2012 selon l'enquête Teruti-Lucas. Source : SSP - Agreste.....	55
Figure 16 : Calendrier comparé des démarches d'élaboration du PNGMDR 2016-2018 et d'évaluation environnementale.....	71
Figure 17 : Zone Natura 2000 (ZSC et ZPS) en France métropolitaine - Sources : MEDDE, Géoportail.....	94
Figure 18 : Carte de localisation des sites Natura 2000 à proximité du Cires et du CSA - Source : Base de données cartographiques Carmen pour la DREAL Champagne-Ardenne	95
Figure 19 : Rapport d'étape 2015 du projet de stockage de déchets radioactifs FA-VL produit dans le cadre du PNGMDR 2013-2015	96
Figure 20 : Projet Cigéo - Dossier du maître d'ouvrage - Débat public du 15 mai au 15 octobre 2013	96
Figure 21 : Carte des sites Natura 2000 situés à proximité du site de Malvési – Source : Application de cartographie Carmen, traitements réalisés par la DREAL Languedoc-Roussillon).....	97

Table des abréviations

ALARA	« As Low As Reasonably Achievable »
Andra	Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs
ASN	Autorité de Sûreté Nucléaire
Base Aria	Base d'Analyse, Recherche et Information sur les Accidents
CEA	Commissariat à l'Energie Atomique et aux Energies Alternatives
CentraCo	Centre nucléaire de traitement et de conditionnement (des déchets radioactifs)
CGDD	Commissariat Général au Développement Durable
Cigéo	Centre industriel de stockage géologique
Cires	Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage de déchets TFA
CNPE	Centre nucléaire de production d'électricité
Combustible MOX	Combustible mixte d'oxydes de plutonium et d'uranium
Combustible UOX	Combustible nucléaire à base d'oxyde d'uranium
Combustible RNR	Combustibles des réacteurs à neutrons rapides (Phénix et Super Phénix)
Combustible URE	Combustibles composés d'uranium de traitement réenrichi
CSA	Centre de Stockage de l'Aube pour les déchets FMA-VC
CSM	Centre de Stockage de la Manche pour les déchets FMA-VC (fermé en 1994)
Déchets FA-VL	Déchets radioactifs de Faible Activité à Vie Longue
Déchets FMA-VC	Déchets radioactifs de faible et moyenne activité à vie courte
Déchets HA	Déchets radioactifs de Haute Activité
Déchets MA-VL	Déchets radioactifs de Moyenne Activité à Vie Longue
Déchets NORM	Naturally Occuring Radioactive Materials (ou à Radioactivité Naturelle élevée)
Déchets TFA	Déchets radioactifs de Très Faible Activité
DGEC	Direction Générale de l'Energie et du Climat
Echelle INES	International Nuclear Event Scale (Echelle de classement des événements nucléaires)
EDF	Electricité De France
EnR	Energies Renouvelables
GES	Gaz à effet de serre
HCTISN	Haut comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire
ICPE	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
INB	Installation Nucléaire de Base
INBS	Installation Nucléaire de Base Secrète
IRSN	Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire
LTECV	Loi de Transition Energétique pour la Croissance Verte, 17 août 2015
MPR	Matière Première Recyclée
tML	Tonne Métal lourd
PNGMDR	Plan National de Gestion des Matières et Déchets Radioactifs
PPE	Programmation Pluriannuelle de l'Energie
PRG	Pouvoir de Réchauffement Global
REP	Réacteurs à eau pressurisée (synonyme de réacteur à eau sous pression)
Risque NaTech	Risque résultant de l'impact d'une catastrophe naturelle sur une installation industrielle
URT	Uranium de retraitement

NB : Un lexique des termes utilisés dans le présent rapport est présenté en annexe.

1. Introduction

1.1. Cadre de l'évaluation environnementale stratégique (EES) du PNGMDR

1.1.1. Contexte juridique et définition de l'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.

1.1.2. Objectifs, contenu et modalités d'élaboration de l'EES

L'EES est réalisée sous la responsabilité des entités en charge de l'élaboration du PNGMDR, à savoir l'Autorité de Sureté Nucléaire et la Direction Générale de l'Energie et du Climat du Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer. Elle 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 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 ;
- ▶ contribuer à la bonne information du public et faciliter sa participation au processus décisionnel de l'élaboration du programme. Il s'agit, à ce titre, d'assurer la transparence sur les difficultés rencontrées, notamment les déficits de connaissances, afin d'exposer les limites du programme et de permettre une meilleure information du public sur les choix engagés et les options retenues ;
- ▶ éclairer les pouvoirs publics sur les décisions à prendre.

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 neuf 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.

Gestion des déchets et exploitation des matières premières	Exposition des populations aux risques et santé humaine	Consommations d'énergie et contribution aux changements climatiques
Pollutions de l'air (hors gaz à effet de serre)	Exposition des populations aux bruits et autres nuisances	Pollutions et consommation d'eau
Pollutions et érosion des sols	Pertes de biodiversité et atteintes aux milieux naturels	Artificialisation des sols et pertes de 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, 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.

1.1.3. Rapport environnemental

Le présent document constitue la version finale du rapport environnemental relatif au Plan National de Gestion des Matières et Déchets Radioactifs pour la période 2016-2018. Ce rapport a été établi sur la base de la version du PNGMDR 2016-2018 soumise à avis de l'autorité environnementale. Ces analyses ont été communiquées aux rédacteurs du PNGMDR au fur et à mesure de leur établissement, en vue d'assurer le caractère itératif de la démarche évaluative suivie et de permettre une prise en compte appropriée des enjeux environnementaux dans la version finale du PNGMDR.

Le présent rapport environnemental comporte 8 chapitres qui correspondent aux rubriques de l'article R. 122-20 du code de l'environnement :

- ▶ L'**introduction** effectue une présentation générale du PNGMDR, résume son contenu ainsi que les objectifs auxquels il répond et le cadre législatif dans lequel il s'inscrit, et introduit les principaux enjeux de la gestion des matières et déchets radioactifs.
- ▶ Le **chapitre 1** établit une description de l'état initial de l'environnement en France et des enjeux environnementaux relatifs à la gestion des matières et déchets radioactifs.
- ▶ Le **chapitre 2** contient une analyse de la pertinence du PNGMDR au regard des enjeux environnementaux identifiés et de sa cohérence vis-à-vis des autres plans et programmes soumis à évaluation environnementale.
- ▶ Le **chapitre 3** présente les solutions de substitution envisageables permettant de répondre à l'objet du PNGMDR au regard des enjeux environnementaux identifiés, ainsi que les motifs pour lesquels les recommandations du PNGMDR ont été retenues au regard des objectifs de protection de l'environnement.
- ▶ Le **chapitre 4** constitue une évaluation des effets notables probables de la mise en œuvre du PNGMDR sur l'environnement, ainsi que les mesures d'évitement, de réduction et de compensation des incidences négatives du PNGMDR sur l'environnement.
- ▶ Le **chapitre 5** présente une synthèse des recommandations formulées par l'évaluateur environnemental.
- ▶ Le **chapitre 6** détaille le dispositif de suivi du PNGMDR, et les indicateurs associés.
- ▶ Le **chapitre 7** rappelle la méthodologie mise en œuvre pour réaliser ce travail d'évaluation.
- ▶ Le **chapitre 8** constitue un résumé non technique du rapport.

1.2. Présentation générale du PNGMDR

1.2.1. 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. Rédigé tous les trois ans et rendu accessible au public, 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. Le PNGMDR a aussi le souci de limiter l'impact des décisions actuelles 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 par les exploitants, 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.

1.2.2. Contexte juridique

Au-delà des objectifs précédemment présentés du PNGMDR, il faut rappeler que celui-ci s'inscrit dans un cadre juridique plus large. De ce fait, ses marges de manœuvre peuvent s'en trouver limitées. A ce titre, l'évaluation environnementale stratégique ne porte 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.

Cadre juridique international

Au niveau international, la Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé, entrée en vigueur le 18 juin 2001, pose une obligation de gestion sûre des déchets radioactifs et du combustible usé.

Au niveau européen, la gestion des matières et déchets radioactifs relève des prérogatives d'Euratom. La directive 2011/70/Euratom, adoptée le 19 juillet 2011 par le Conseil de l'Union Européenne, impose notamment les principes suivants pour la gestion des matières et déchets radioactifs :

- ▶ Principe du « pollueur-payeur »
- ▶ Réduction des volumes et de la nocivité des déchets radioactifs produits
- ▶ Protection des populations et de l'environnement
- ▶ Stockage des déchets dans leur pays d'origine
- ▶ Mise en place de cadres nationaux et d'autorités compétentes dans chaque pays

Cadre juridique national

Le code de l'environnement et la loi du 28 juin 2006

Le PNGMDR a été créé dans le cadre de la loi-programme n° 2006-739 du 28 juin 2006 et inscrit dans le code de l'environnement. Il est régi par les principes suivants :

- ▶ La prévention ou au moins la limitation des charges sur les générations futures, avec une étude obligatoire de l'optimisation des procédés mis en œuvre pour minimiser les volumes et la nocivité des déchets radioactifs.
- ▶ La responsabilité des producteurs de déchets radioactifs d'en assurer la gestion jusqu'à leur stockage.
- ▶ Une hiérarchie des modes de gestion des déchets existants en privilégiant, dans l'ordre :
 - Le traitement en vue d'une réutilisation ;
 - Le recyclage, dans le respect du code de la santé publique ;
 - Les autres formes de valorisation ;
 - Le stockage des déchets radioactifs avec, le cas échéant, un traitement et un conditionnement préalable.
- ▶ Le stockage réversible en couche géologique profonde comme solution de référence pour les déchets HA et MA-VL (et pour tout déchet n'étant pas stocké en surface ou à faible profondeur), avec une étude en cours au sein du projet « Cigéo ».
- ▶ La nécessité d'assurer la sûreté de l'entreposage des déchets en attente d'une solution de stockage.
- ▶ La mission confiée à l'Andra d'assurer les opérations de gestion à long terme des déchets radioactifs et d'établir l'inventaire des matières et déchets radioactifs.

Le code de la santé publique

L'article L. 1333-1 du code de la Santé Publique impose que toutes les activités nucléaires soient soumises à trois obligations :

- ▶ la justification, c'est-à-dire la démonstration que les avantages procurés par cette activité la justifie au regard de ses risques ;
- ▶ la minimisation de l'exposition radioactive au niveau le plus faible qu'il est raisonnablement possible d'atteindre dans les conditions techniques et économiques du moment ;
- ▶ la limitation réglementaire des doses reçues sous un seuil fixé par les autorités.

L'article R. 1333-3 du même code réduit notamment les possibilités de réutilisation des déchets radioactifs recyclés en ces termes « Est également interdite 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. Une décision de l'Autorité de sûreté nucléaire, homologuée par les ministres chargés de la santé, de l'industrie et de l'environnement détermine, en tant que de besoin, les catégories de déchets et de matériaux concernés par les dispositions du présent article. »

Enfin, l'article R. 1333-10 définit les mesures à mettre en place par les exploitants d'activités « non-nucléaires » produisant des déchets radioactifs (NORM principalement) et l'article R. 1333-7 se prononce sur la responsabilité des fournisseurs de sources radioactives scellées qui, une fois usagées, deviennent des déchets dont ils doivent assurer la reprise et la gestion.

La Loi TSN

La loi n° 2006-686 du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire, dite loi TSN, impose le cadre de l'information du public sur les effets potentiels des activités de gestion des matières et déchets radioactifs sur l'environnement et la santé des populations. Le texte s'inscrit dans une démarche de transparence toujours plus complète sur ces sujets ainsi que sur les mesures destinées à prévenir ou à compenser les impacts néfastes.

La LTECV

La loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte présente comme principaux objectifs de :

- ▶ Réduire la part du nucléaire dans la production d'électricité à 50 % d'ici 2025 ;
- ▶ Augmenter la part des énergies renouvelables dans la production d'électricité à 40 % d'ici 2030 ;
- ▶ Maîtriser la consommation énergétique finale, à raison d'une réduction de 20 % d'ici 2030.

Le PNGMDR définit des filières de gestion des matières et déchets radioactifs sur la base des besoins de stockage déterminés par l'Inventaire national des matières et déchets radioactifs. Cet inventaire présente des quantités prévisionnelles de déchets pour 2020 et 2030 qui se basent notamment sur les hypothèses suivantes :

- ▶ Une durée de fonctionnement moyenne de 50 ans de l'ensemble des réacteurs ;
- ▶ Un début de démantèlement des réacteurs de première génération d'ici 2025.

Ainsi, les prévisions jusqu'à 2030 ne sont pas impactées par les évolutions de la politique énergétique française dont les impacts pourront se faire ressentir en termes de production de déchets à plus long terme.

Cadre réglementaire à l'échelle des installations concernées par la gestion des matières et déchets radioactifs

Le Plan National de Gestion des Matières et Déchets Radioactifs est complété par un dispositif réglementaire s'appliquant aux installations qui exploitent et gèrent les matières et déchets radioactifs¹.

Les décrets et arrêtés ministériels s'appliquant aux INB et au transport de substances radioactives

Dans le cadre de l'application de la loi TSN de 2006, plusieurs décrets et arrêtés ont été publiés et encadrent l'activité des INB et le transport de matières et déchets radioactifs, notamment :

- ▶ Le décret n° 2007-830 du 11 mai 2007 qui établit la nomenclature des INB ;
- ▶ Le décret n° 2007-1557 du 2 novembre 2007 qui définit le cadre juridique et institutionnel de l'exploitation des INB et du contrôle du transport de matières et déchets radioactifs. Il vise à prévenir les risques sur la santé, la sécurité, l'environnement et les nuisances potentielles. Il instaure un dispositif d'encadrement de l'activité des INB :
 - Réglementation technique ;
 - Décrets individualisés autorisant la création ou encadrant le démantèlement ;
 - Prescription de l'ASN sur certaines actions à mettre en œuvre avec possibilité de sanctions ;
 - Renforcement de la transparence et de la concertation (enquête publique et demande d'avis des collectivités avant création ou démantèlement d'une INB par exemple).
- ▶ Le décret n° 2007-1570 du 5 novembre 2007 qui complète le cadre de la protection des travailleurs exposés aux rayonnements ionisants.
- ▶ L'arrêté du 7 février 2012 qui fixe les règles générales relatives aux INB en actualisant les arrêtés précédents et en proposant notamment les nouveautés suivantes :

¹ Rapport sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France en 2013, ASN.

- Surveillance des intervenants extérieurs par les exploitants nucléaires ;
- Prise en compte de cumuls de situations pour la démonstration de sûreté nucléaire ;
- Application à certaines installations au sein des INB de plusieurs textes réglementaires relatifs aux ICPE.

L'arrêté concerne donc notamment les limites à appliquer aux nuisances et impacts sur l'environnement des INB.

- ▶ L'arrêté du 29 mai 2009 qui porte sur le transport des matières dangereuses (TMD) par voie terrestre et constitue un cadre pour le transport de substances radioactives;
- ▶ L'arrêté du 26 septembre 2007 qui organise la prévention des risques externes et des nuisances résultant de l'exploitation des INBS.

Les décisions réglementaires de l'ASN

Le code de l'environnement (article L. 592-19) prévoit que l'ASN puisse prendre des décisions réglementaires pour préciser les décrets et arrêtés pris en matière de sûreté nucléaire ou de radioprotection. L'arrêté du 7 février 2012 doit notamment être précisé par une quinzaine de décisions réglementaires de l'ASN, publiées après consultation du public. De même, le transport de matières et déchets radioactifs peut faire l'objet d'un encadrement supplémentaire en fonction des décisions de l'ASN.

Les décrets de création et de démantèlement des INB

Le code de l'environnement (livre V, titre IX, chapitre III) instaure des procédures d'autorisation à divers stades de l'exploitation d'une INB, depuis l'autorisation de création et sa mise en service jusqu'à son arrêt définitif et son démantèlement. En vertu de la loi TSN, une partie de ces documents est soumise à des procédures de participation du public.

A titre d'exemple, la demande d'autorisation de création d'une INB s'accompagne d'un dossier comprenant notamment le plan détaillé de l'installation, l'étude d'impact (soumis à l'avis de l'AE), le rapport préliminaire de sûreté, l'étude de maîtrise des risques et le plan de démantèlement.

1.2.3. Contenu du PNGMDR

Le PNGMDR 2016-2018 s'organise en trois grandes parties (hors annexes) avec une vision plus stratégique que les éditions précédentes :

- ▶ Principes et objectifs de la gestion des matières et des déchets radioactifs.
- ▶ Bilan et perspectives d'évolution des filières de gestion existantes
- ▶ Besoins et perspectives pour les filières de gestion à mettre en place.

Le plan comprend 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.

Suivant les termes de l'article L. 542-1-2 du code de l'environnement, 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 ».

Dans l'ensemble, le PNGMDR doit servir d'outil de pilotage pour la mise en place des principes de gestion des matières et déchets radioactifs. Il recherche donc l'exhaustivité et porte à la fois sur :

- ▶ toutes les catégories de matières et déchets radioactifs
- ▶ toutes les filières associées existantes, ainsi que sur celles à mettre en place (qui restent à définir ou qui sont déjà en projet).

Dans ce cadre, le PNGMDR émet un ensemble de demandes et de recommandations qui définissent les orientations à prendre. La liste ci-dessous regroupe et synthétise les requêtes des différents chapitres constitutifs du PNGMDR 2016-2018 :

Gestion des matières radioactives

Chapitre 2. La gestion des matières radioactives

Le PNGMDR présente différentes recommandations et demandes à destination des exploitants (AREVA, EDF, CEA, Solvay), visant à :

- ▶ Approfondir et / ou réévaluer les études concernant le caractère valorisable de certaines matières radioactives (combustibles MOX, combustibles usés des réacteurs de recherche et plutonium), ainsi que les quantités associées ;

- ▶ Définir une stratégie de maîtrise de la croissance des stocks d'URT;
- ▶ Anticiper les modalités de gestion de certaines matières radioactives si celles-ci devaient être requalifiées en déchets radioactifs (pour l'uranium appauvri, l'URT et le thorium) avec l'évaluation de l'impact de ces requalifications sur les filières de stockage en projet et par la définition de concepts de stockage ad hoc ;
- ▶ Anticiper les besoins en capacités d'entreposage, en s'assurant de leur disponibilité dans le temps, en fonction du rythme de production de matières radioactives (uranium appauvri, URT, combustibles UOX, URE et MOX usés) ;
- ▶ Évaluer, dans le prochain Inventaire national, les impacts de divers scénarios prospectifs sur les possibilités de valorisation des matières radioactifs : réalisation de scénarios industriels compatibles avec les objectifs de la LTECV, de scénarios prospectifs de non-renouvellement de la production électronucléaire et de renouvellement du parc électronucléaire sans réacteur à neutrons rapides.

Filières de gestion des déchets radioactifs existantes

Chapitre 3.1 La gestion des situations historiques

Dans ce chapitre, les orientations du PNGMDR, définies sur la base des demandes et recommandations effectuées sont les suivantes :

- ▶ Recenser aussi exhaustivement que possible les stockages historiques et les déchets qui y sont présents, au travers d'investigations (recensement, inventaire physique et radiologique) à conduire par les exploitants (AREVA, CEA et EDF), et d'un devoir de vigilance de leur part (en cas de travaux de terrassement) ;
- ▶ Définir des modalités de gestion des déchets de chaque stockage historique, en privilégiant autant que possible les filières existantes ou en projet à une gestion in situ, et en maintenant la mémoire de ces sites.

Chapitre 3.2 La gestion des stériles miniers et des résidus de traitement de minerais d'uranium

Le PNGMDR recommande dans ce chapitre de :

- ▶ Optimiser les modalités de traitement des eaux collectées sur les anciens sites miniers uranifères, en fonction notamment de l'évaluation de l'impact global (radiologique et chimique) des rejets sur le milieu récepteur ;
- ▶ Mieux connaître l'impact radiologique des sites miniers, le transfert de radionucléides dans l'environnement et les risques sur chacun des sites (recensement des versés à stériles et évaluation de la stabilité mécanique des digues ceinturant les stockages de résidus de minerais d'uranium) ;
- ▶ Optimiser la gestion des anciens sites miniers uranifères, en tenant compte de ces connaissances nouvelles, en visant une gestion à long terme et en finalisant le traitement des zones de présence de stériles miniers.

Chapitre 3.3 La gestion des déchets à radioactivité naturelle (NORM)

Aucune demande ni recommandation de la part du PNGMDR 2016-2018 dans ce chapitre.

Chapitre 3.4 La gestion des déchets à vie très courte

Aucune demande ni recommandation de la part du PNGMDR 2016-2018 dans ce chapitre.

Chapitre 3.5 La gestion des déchets TFA

Au travers de ses différentes demandes et recommandations, le PNGMDR traduit les orientations stratégiques suivantes :

- ▶ Améliorer la mise en œuvre du zonage déchets lors de la conception, construction et exploitation des installations, par retour d'expérience des exploitants et définition de bonnes pratiques ;
- ▶ Mieux comptabiliser les déchets liés aux opérations d'assainissement des sols pollués (réalisation d'inventaires, estimation des incertitudes et intégration dans l'Inventaire national) ;
- ▶ Développer les capacités de valorisation des matériaux TFA au sein de la filière nucléaire avant tout recours à d'autres débouchés, notamment par l'étude de l'utilisation des gravats TFA comme matériaux de comblement des alvéoles du Cires et par celle d'un projet d'installation de traitement des matériaux métalliques TFA ;
- ▶ Etudier l'opportunité du traitement de différents types de déchets TFA par incinération ;
- ▶ Etudier l'opportunité de créer sur ou à proximité des sites des exploitants des installations de stockage de certains déchets TFA afin de limiter le transport des déchets ;
- ▶ Augmenter la densité des déchets TFA stockés au Cires selon la stratégie la plus adaptée, en étudiant notamment les possibilités de compactage des déchets (présence d'outils sur site de production et au Cires) et de fusion des déchets métalliques ;

- ▶ Approfondir l'opportunité d'augmenter la capacité du Cires pour une même emprise au sol ;
- ▶ Etudier l'opportunité de faire évoluer les critères d'acceptation des déchets TFA contenant des substances thorifères et uranifères ;
- ▶ Mieux connaître les impacts environnementaux liés au transport de déchets TFA et les possibilités de réduction de ces impacts ;
- ▶ Créer un nouveau schéma industriel global pour la gestion des déchets TFA.

Chapitre 3.6 La gestion des déchets FMA-VC

Dans ce chapitre, le PNGMDR demande aux exploitants (AREVA, le CEA, EDF et Socodei) de :

- ▶ Réduire les impacts environnementaux liés au transport des déchets FMA-VC, le cas échéant après traitement, au stockage du CSA.
- ▶ Présenter les options techniques et de sûreté d'une installation de traitement du plomb.

Filières de gestion des déchets radioactifs à mettre en place (à définir ou en projet)

Chapitre 4.1 FA-VL

Ce chapitre du PNGMDR définit les différents travaux devant être menés en vue d'une meilleure gestion de cette catégorie de déchets, soit :

- ▶ Prendre en compte dans la filière de gestion FA-VL une partie des déchets qui seront produits par l'usine AREVA NC de Malvézi ;
- ▶ Poursuivre les investigations relatives à la définition d'une solution de stockage des déchets FA-VL sur le site de la Communauté de communes de Soulaines, en vue de préciser les quantités et types de déchets qui pourront y être stockés, ainsi que les modalités de caractérisation, de traitement et de conditionnement qui devront être mises en place pour ce faire et en vue de réduire les volumes à stocker ;
- ▶ Rechercher un second site de stockage FA-VL, en priorisant les recherches sur les INB et INBS existantes ou les sites à proximité ;
- ▶ Adopter des mesures conservatoires visant à prendre en compte certains déchets FA-VL dans les réserves de l'inventaire de Cigéo et à s'assurer de la disponibilité d'entrepôts par rapport aux quantités de déchets FA-VL qui seront produites ;
- ▶ Présenter un schéma industriel de gestion global pour les déchets FA-VL.

Chapitre 4.2 La gestion des déchets HA et MAVL

Dans le cadre de ce chapitre, le PNGMDR vise à :

- ▶ Mieux évaluer le degré de saturation des entrepôts et les besoins futurs pour les déchets HA et MAVL (au regard des déchets qui seront produits), afin d'anticiper la mise en place de nouvelles installations d'entrepôt (en tenant compte d'un éventuel décalage dans le temps de la mise en service du projet Cigéo) ;
- ▶ Mettre à jour régulièrement les coûts de stockage des déchets HA-MAVL (stockage géologique en couche profonde, stockage direct de combustibles issus de l'exploitation de réacteurs électronucléaires ou des réacteurs expérimentaux, stockage de déchets appartenant aux réserves de Cigéo), afin de répondre à l'exigence de prudence dans l'évaluation des charges nucléaires de long terme ;
- ▶ Développer l'opérationnalité du projet Cigéo (définition de ses spécifications d'acceptation, étude des modalités de gestion des colis primaires en cas de retrait du stockage) et orienter sa « phase industrielle pilote » vers un renforcement de la sûreté de l'installation ;
- ▶ Optimiser les modalités de transport multimodal à destination de Cigéo ;
- ▶ Mettre à jour le planning de déploiement de cette filière de gestion des déchets HA-MAVL (en fonction du planning du projet Cigéo), afin d'optimiser les flux de process futurs (transports, fabrication d'emballages, création d'entrepôt, etc.) ;
- ▶ Améliorer la conception et la gestion des entrepôts de déchets HA-MAVL, en déterminant les solutions techniques les plus optimales (étude de la possibilité d'exclusion de l'entrepôt en sub-surface, pour des raisons de robustesse et de sûreté vis-à-vis des agressions d'origine externe) ;
- ▶ Poursuivre le développement de la caractérisation et du conditionnement des déchets MA-VL, au travers notamment du procédé d'incinération / vitrification ;
- ▶ Améliorer la connaissance de l'état des quantités de déchets HA et MA-VL à gérer à l'horizon 2100 ;
- ▶ Déterminer les types et quantités de déchets à inclure dans les réserves du projet Cigéo (dont certains déchets FA-VL).

Chapitre 4.3 Travaux spécifiques

Ce chapitre du PNGMDR traite des différents types de déchets nécessitant des travaux spécifiques, pour lesquels il définit les orientations suivantes :

- ▶ Poursuivre la définition des modalités de gestion des déchets actuellement sans filière (déchets amiantés, déchets mercuriels, huiles et liquides organiques et déchets des petits producteurs), en demandant la conduite d'études sur les modalités de traitement et de conditionnement de ces déchets, la définition de spécifications d'acceptation en centre de stockage et la réalisation d'inventaires de ces déchets ;
- ▶ Définir une filière de gestion définitive des déchets tritiés gazeux et liquides, en étudiant notamment l'opportunité d'utiliser l'incinération, d'utiliser des installations déjà existantes et de mutualiser de nouvelles installations ; le tout en améliorant la connaissance actuelle de ces déchets (inventaire pour les petits producteurs et pour la défense nationale) et en optimisant les modalités d'entreposage actuellement déployées (limitation du nombre d'entreposages, prise en charge par l'Andra des déchets des responsables défaillants, modalités d'entreposage en INBS) ;
- ▶ Poursuivre le déploiement des filières de gestion des sources scellées, avec notamment l'examen des besoins d'élimination des sources détenues (industrie électronique, détecteurs de fumées, sources et objets luminescents) et la réévaluation de critères d'acceptation des sources scellées usagées dans les stockages existants (CSA et Cires) ou leur définition pour les futures installations de stockage (Cigéo et projet de stockage des déchets FA-VL) ;
- ▶ Améliorer la gestion des déchets de très faible activité qui sont produits par l'usine AREVA NC de Malvési, en les prenant en compte dans les études relatives à la saturation et au besoin de nouvelles capacités de stockage pour la gestion des déchets TFA ;
- ▶ Définir et mettre en œuvre une solution de gestion définitive pour les déchets entreposés sur l'INB ECRIN.

1.3. Présentation des enjeux de gestion des matières et déchets radioactifs

1.3.1. Des activités de gestion des matières et déchets radioactifs très spécifiques

Le tableau ci-après présente les activités de gestion des matières et déchets radioactifs, étudiées dans le cadre de la présente évaluation. Ainsi, 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.) ne font pas partie du périmètre de l'étude.

LISTE DES ACTIVITES RELATIVES A LA GESTION DES MATIERES ET DECHETS RADIOACTIFS				
Activité / Filière	Catégorie(s) de déchets ou de matières concernées	Secteur(s) source(s) principale(s) des déchets ou des matières	Localisation	Détails sur les opérations mises en œuvre
Gestion des situations historiques ou héritées de l'exploitation minière	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Déchets à faible ou très faible activité ▶ Résidus de traitement de minerais d'uranium 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Industries d'exploitation minière, électronucléaire, non nucléaires aux activités historiques <input type="checkbox"/> Secteur de la recherche avec des activités historiques 	- Sites dans toutes la France (17 sites de stockage des résidus miniers, 13 sites de stockage historique des déchets radioactifs in situ, sites radio-contaminés)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Surveillance du stockage et de l'environnement autour de ces sites et dans les zones de réemploi éventuel des stériles miniers ▪ Couverture et restriction de l'accès aux sites de stockage des résidus radioactifs issus du traitement de minerais d'uranium ▪ Réhabilitation et reconversion potentielles
Gestion des déchets par décroissance radioactive et gestion des déchets NORM	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Déchets à vie très courte ▶ Déchets NORM (Naturally Occuring Radioactive Materials) 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Secteur médical <input type="checkbox"/> Secteur industriel non nucléaire 	- Sites dans toutes la France (hôpitaux, usines dont les procédés concentrent la radioactivité naturelle des matières...)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entreposage jusqu'à décroissance radioactive des déchets VTC ▪ Valorisation ou traitement des déchets NORM dans les filières dédiées ▪ Evacuation dans les filières conventionnelles si les conditions le permettent

<p>Activités de réduction et valorisation des déchets</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Déchets TFA, FA-VC ▶ Proportion faible de déchets MAVC 	<p><input type="checkbox"/> Tous secteurs</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Installation de SocodeiCentraco - Sites géant leurs propres déchets (CEA notamment) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Incinération des déchets en vue de leur conditionnement ou en raison de leurs propriétés chimiques et techniques ▪ Décontamination par fusion des déchets MA-VC
<p>Retraitement du combustible usé</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Combustibles usés ▶ Production de déchets ultimes HA-MAVL 	<p><input type="checkbox"/> Secteur électronucléaire, de la recherche et de la défense</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Installation AREVA de La Hague 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Réception des colis et retrait des emballages autour des combustibles usés ▪ Recyclage des matières contenues dans les combustibles (possible jusqu'à 96%) ▪ Conditionnement et entreposage des déchets ultimes HA-MAVL
<p>Conditionnement des colis et déchets radioactifs</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Tout type de déchets 	<p><input type="checkbox"/> Tous secteurs</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Sites dans toutes la France : conditionnement directement par les exploitants ou mutualisé dans des installations comme Centraco 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Les niveaux de risques représentés par un colis radioactif dépendent notamment de l'étanchéité et de la résistance des conditionnements
<p>Transports de substances radioactives</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Tout type de matières et de déchets radioactifs 	<p><input type="checkbox"/> Tous secteurs</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 770 000 transports par an dans toute la France, tous modes de transport confondus 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Collecte et transport des déchets TFA, FMA-VC, NORM et tritiés, et des combustibles usés jusqu'aux sites d'entreposage ou de stockage, transport des substances radioactives dans le cadre des contrôles techniques, à destination du secteur de la santé, dans l'industrie et la recherche nucléaires (cycle du combustible) ou non nucléaire...
<p>Stockage des déchets dans les centres dédiés ouverts</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Déchets à très faible activité (TFA) et faible ou moyenne activité à vie courte FMA-VC 	<p><input type="checkbox"/> Tous secteurs, mais principalement de l'industrie électronucléaire</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Sites de stockage de l'Andra : Cires (TFA), Centre de Stockage de la Manche et de l'Aube (FMA-VC) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Réception et stockage des colis (en alvéoles) ▪ Compactage et conditionnement éventuels ▪ Surveillance
<p>Entreposage des matières et des déchets en attente de valorisation ou de stockage</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Déchets tritiés ▶ Sources scellées usagées ▶ Déchets HA-MAVL ▶ Déchets FA-VL ▶ Matières radioactives (Uapp, URT, combustibles usées, thorium) 	<p><input type="checkbox"/> Industrie électronucléaire (cycle du combustible) principalement pour les déchets HA-MAVL et FA-VL, ainsi que les combustibles usés</p> <p><input type="checkbox"/> Secteur de la recherche pour les déchets tritiés</p> <p><input type="checkbox"/> Industrie non nucléaire et contrôles techniques pour les sources scellées usagées</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Sites dans toutes la France, souvent dédiés à d'autres activités principales - Installation AREVA de La Hague et piscines BK d'EDF pour les combustibles usés 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conditionnement et entreposage dans des installations dédiées de ces déchets ▪ Recherche autour de l'identification de filières de stockage appropriées ▪ Etude des filières de gestion identifiées avant ouverture ▪ Des filières de gestion sont à mettre en place pour stocker des déchets pour l'instant entreposés : déchets tritiés, sources scellées usagées non recyclables, déchets de faible activité à vie longue (FA-VL), déchets de haute activité (HA) et moyenne activité à vie longue (MAVL) (projet Cigéo). Les activités liées à ces projets ne seront pas étudiées pour leurs impacts actuels, mais bien intégrés dans les tendances à venir.

1.3.2. Des quantités de déchets de matières et de déchets radioactifs comme données d'entrée pour les activités de gestion

Des quantités significatives de matières radioactives aux usages variés et pouvant évoluer

Les matières radioactives sont définies, dans l'article L. 542-1-1 du code de l'environnement, comme étant des substances radioactives pour lesquelles une utilisation ultérieure est prévue ou envisagée, le cas échéant après traitement.

La qualification de « matière radioactive » dépend donc de l'existence et de la perspective d'une filière d'utilisation ou de réutilisation de la substance considérée. 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 « déchets radioactif ». Cela impliquerait de disposer des moyens de traiter, conditionner et stocker ces « nouveaux » déchets.

Ce système de « vases communicants » porte donc un enjeu fort à prendre en compte dans les processus décisionnels concernant la gestion des matières et déchets radioactifs.

En France, les principales typologies de matières radioactives sont :

- ▶ l'uranium naturel extrait de la mine
- ▶ l'uranium enrichi et appauvri, ainsi que l'uranium issu de combustibles usés après retraitement (URt) ;
- ▶ le thorium ;
- ▶ les combustibles avant utilisation, en cours d'utilisation et après utilisation en attente de traitement ;
- ▶ le plutonium issu des combustibles usés après retraitement.

L'Inventaire national géographique des matières et déchets radioactifs 2015 fournit un tableau sur l'origine par secteur économique des matières radioactives.

Secteur économique	Quantité en Tonnes Métaux Lourds
Electronucléaire	360 000
Recherche	300
Industrie non-électronucléaire	8 600
Médical	15
Défense	156

Tableau 1 : Quantité de matières radioactives par secteur économique – Source : Inventaire Géographique National des Matières et Déchets Radioactifs, 2013 et 2015, Andra

Le tableau ci-dessous, basé sur les l'Inventaire National des Matières et Déchets Radioactifs 2015 et le PNGMDR 2013-2015, présente un récapitulatif des usages envisagés des différentes matières radioactives en France.

Matière	Usages prévus
Uranium naturel	▪ Usage industriel établi.
Uranium enrichi	▪ Usage industriel établi.
Uranium appauvri	▪ Utilisation dans le cadre de la fabrication du combustible MOX mais ce flux ne représente qu'une centaine de tML par an. ▪ Faisabilité du ré-enrichissement démontrée, permettant d'envisager son utilisation dans les réacteurs de 4 ^{ème} génération à neutrons rapides (utilisation possible d'environ 100t d'uranium par an s'ils viennent à être mis en service).
Uranium issu du traitement des combustibles usés sous toutes ses formes	▪ Usage industriel établi suivant la forme (appauvri ou enrichi)
Combustibles à base d'oxyde d'uranium, UOX (neufs, en cours d'utilisation, en attente de traitement) et URE (issus de l'uranium retraité)	▪ Recyclage des combustibles usés UOX dans le cadre de la fabrication du MOX. ▪ Faisabilité démontrée du recyclage des combustibles usés MOX dans les réacteurs de 4 ^{ème} génération.
Combustibles à base d'oxyde mixte d'uranium et de plutonium, MOX (rebuts de fabrication, neufs, en cours d'utilisation, en attente de traitement)	▪ Faisabilité démontrée du recyclage des combustibles usés dans les réacteurs de 4 ^{ème} génération.
Combustibles des réacteurs de recherche (neufs, en cours d'utilisation, en attente de traitement)	▪ Faisabilité démontrée du recyclage des combustibles usés dans les réacteurs de 4 ^{ème} génération.
Combustibles de la défense nationale	▪ Faisabilité démontrée du recyclage des combustibles usés mais nécessitant de nouvelles installations
Plutonium	▪ Utilisation dans le cadre de la fabrication du combustible MOX.
Thorium	▪ Le thorium n'a pas encore d'usage clairement établi en France, des recherches étant en cours sur une utilisation comme combustible ou dans le secteur médical.

Tableau 2 : Usages des différents types de matières radioactives en France - Sources : PNGMDR 2013-2015 et Synthèse de l'Inventaire national des matières et déchets radioactifs 2015

Des déchets radioactifs caractérisés par leur activité et leur quantité

Par opposition aux matières radioactives, les déchets radioactifs sont 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 (définitions du code de l'environnement article L. 542-1-1). 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. Un Inventaire national, effectué chaque année par l'Andra et publié tous les 3 ans, détaille les quantités de déchets radioactifs présentes

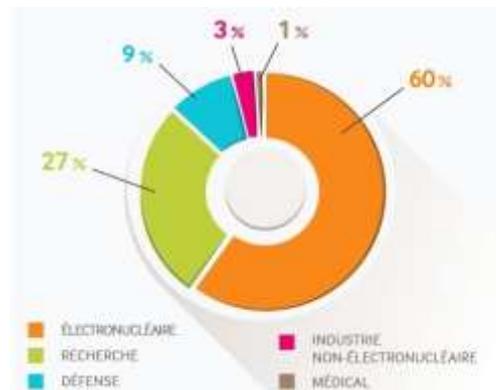
sur chaque site en caractérisant leurs natures et niveaux d'activité. Les volumes présents sur le territoire français à fin 2013 sont présentés dans le tableau suivant. Bien qu'ils ne représentent que 0,2 % du volume des déchets radioactifs, les déchets HA contiennent 98% de la radioactivité en France.

Les différentes catégories de déchets radioactifs en France (hors VTC)		Volume à fin 2013, en m ³ équivalent conditionné (hors VTC)
Les déchets de haute activité (HA)	Principalement issus des combustibles usés après traitement. Niveau d'activité de l'ordre de plusieurs milliards de becquerels par gramme.	3 200 – 0,2 % (et 98% de la radioactivité)
Les déchets de moyenne activité à vie longue (MA-VL)	Issus en majorité du traitement des combustibles usés. Niveau d'activité de l'ordre d'un million à un milliard de becquerels par gramme.	44 000 – 3,0 % (et 1,9% de la radioactivité)
Les déchets de faible activité à vie longue (FA-VL)	Issus essentiellement des déchets de graphite, provenant des réacteurs de première génération à uranium naturel graphite gaz, et des déchets radifères. Niveau d'activité des déchets radifères : de l'ordre de quelques dizaines à quelques milliers de becquerels par gramme.	91 000 – 6,2 %
Les déchets de faible et moyenne activité à vie courte (FMA-VC)	Issus essentiellement de l'exploitation et du démantèlement des centrales nucléaires, des installations du cycle du combustible, des centres de recherche et, pour une faible partie, des activités de recherche biomédicales. Niveau d'activité compris entre quelques centaines et un million de becquerels par gramme.	880 000 – 60,3 %
Les déchets de très faible activité (TFA)	Issus majoritairement de l'exploitation, de la maintenance et du démantèlement des centrales nucléaires, des installations du cycle du combustible et des centres de recherche. Niveau d'activité en général inférieur à cent becquerels par gramme.	440 000 – 30,0 %
Déchets sans filières (DSF)	N'entrent pour le moment dans aucune des filières existantes ou à l'étude, en raison notamment de leurs caractéristiques physiques et chimiques. Les études concernant la gestion de ces déchets sont en cours.	3 800 – 0,3 %
TOTAL		1 460 000 – 100 %

Tableau 3 : Volume et part des différentes catégories de déchets radioactifs à fin 2013 en France – Source : Inventaire Géographique National des Matières et Déchets Radioactifs, 2013 et 2015, Andra

Les déchets radioactifs proviennent des différents secteurs employant des matières radioactives au premier lieu desquels figure le secteur électronucléaire (60 % du volume total, dont une majorité des déchets de catégories HA, MA-VL et FMA-VC). Les activités de recherche représentent également une part significative de la production de déchets radioactifs (27 % du volume total).

Figure 1 : Répartition par secteur économique du volume total de déchets radioactifs existant à fin 2013 - Source : Inventaire Géographique National des Matières et Déchets Radioactifs 2015, Andra



Selon les cadres réglementaires européen et national, les producteurs de déchets radioactifs sont chargés d'assurer leur gestion en application du principe du pollueur-payeur inscrit au code de l'environnement². Sur le plan juridique, le producteur de déchet reste responsable du devenir du colis de manière permanente, même lorsqu'il passe par un ou plusieurs intermédiaires, comme l'usine de retraitement d'Areva à La Hague ou l'installation de Centraco. Dans ce cas, la responsabilité devient partagée entre les différents acteurs.

² Code de l'environnement, article L. 110-1, II, 3° : « Le principe pollueur-payeur, selon lequel les frais résultant des mesures de prévention, de réduction de la pollution et de lutte contre celle-ci doivent être supportés par le pollueur. »

2. Etat initial de l'environnement

2.1. Périmètre et méthode

2.1.1. Une segmentation appropriée des thématiques environnementales

L'état initial présente de manière synthétique et non exhaustive des éléments de description du territoire national au regard des 9 thématiques environnementales retenues. Le choix de segmentation des thématiques environnementales retenu pour l'ensemble de l'évaluation environnementale est explicité au chapitre 7 du présent rapport « présentation des méthodes utilisées ». Les 9 thématiques considérées sont les suivantes :

- ▶ Gestion des déchets et exploitation des matières premières (principalement concernant les substances radioactives)
- ▶ Exposition des populations aux risques et santé humaine
- ▶ Consommations d'énergie et contribution aux changements climatiques
- ▶ Pollutions de l'air (hors gaz à effet de serre)
- ▶ Exposition des populations aux bruits et autres nuisances
- ▶ Pollutions et consommation d'eau
- ▶ Pollutions et érosion des sols
- ▶ Pertes de biodiversité et atteintes aux milieux naturels
- ▶ Artificialisation des sols et pertes de patrimoine

L'état initial de l'environnement identifie les principales caractéristiques et dynamiques nationales 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 et les tendances à l'œuvre. La notion de sensibilité est ici analysée d'un point de vue national, et vise à évaluer le niveau d'enjeu relatif à la thématique. Le tableau ci-dessous explicite les critères qui ont été pris en compte pour l'identification des différents niveaux de sensibilité.

Sensibilité de l'environnement au regard des incidences observées des activités de gestion des matières et déchets radioactifs	
●	Sensibilité faible : thématique caractérisée par des enjeux de faible ampleur et ponctuels, et/ou un enjeu maîtrisé à l'échelle du territoire métropolitain.
●●	Sensibilité modérée : existence de zones à enjeux modérés, et/ou enjeu modéré à l'échelle du territoire métropolitain.
●●●	Sensibilité forte : existence de zones critiques ou à fort niveau d'enjeu, et/ou enjeu fort et généralisé sur l'ensemble du territoire métropolitain.

Niveaux de risques (de dégradation de l'état de l'environnement) ou d'opportunités (d'amélioration de l'état de l'environnement) des enjeux principaux pour les activités de gestion des matières et déchets radioactifs	
+	Risques ou opportunités environnementaux potentiels faibles
+ +	Risques ou opportunités environnementaux potentiels relativement forts
+ + +	Risques ou opportunités environnementaux potentiels forts et prioritaires

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

2.1.2. Une analyse centrée sur l'aval de la chaîne de gestion des matières et déchets radioactifs

En accord avec les membres du comité de pilotage constitué pour l'élaboration de l'évaluation environnementale du PNGMDR, il a été décidé d'étudier l'impact des activités de gestion des matières et déchets radioactifs (partie : « Présentation des enjeux de gestion des matières et des déchets radioactifs ; sous-partie : Des activités de gestion des matières et déchets radioactifs très spécifiques »). De fait, les quantités de déchets et de matières sont prises comme une donnée d'entrée, et les activités étant la cause de la production de ces substances ne sont pas directement étudiées (uniquement dans le cadre de l'analyse de la cohérence du PNGMDR). C'est pourquoi les impacts relatifs à l'exploitation minière, à la transformation et à la production du combustible ou au fonctionnement des CNPE ne seront pas étudiés spécifiquement dans l'état initial de l'environnement. Ce sont en effet des activités régulées pour d'autres types de législations et sur lesquelles le PNGMDR ne pourrait avoir d'influence directe.

2.2. Gestion des déchets et exploitation des matières premières

2.2.1. La production et le recyclage de matières premières radioactives

Les 8 000 tonnes d'uranium nécessaires à la production française de combustible nucléaire sont intégralement importées. Depuis 2001 et la fermeture de la dernière mine d'uranium en France, l'approvisionnement en uranium naturel dépend de mines étrangères et notamment du Niger, du Kazakhstan, du Canada et d'Australie. Ainsi, le PNGMDR ne fait référence qu'à la gestion des situations héritées de l'exploitation minière en France. La création et l'exploitation de mines d'uranium, ainsi que l'importation en France du minerai naturel d'uranium, puis son enrichissement et sa transformation sont des activités non directement encadrées par le PNGMDR (seules les matières et déchets issus de cette activité le sont) et ne font donc pas l'objet de développement dédié dans ce rapport (cf. chapitre 1.1).

Le cadre législatif en vigueur demande le retraitement des combustibles usés³ qui est fait 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 usé est composé de 96 % de matières réutilisables (95 % d'uranium et 1 % de plutonium) et de 4 % d'actinides et de déchets à haute activité et à vie longue. Ainsi, en 2012, environ 11 tonnes de plutonium et 1 000 tonnes d'uranium ont pu être récupérées en exploitant les capacités de l'installation de La Hague à hauteur de 65 %. Cependant, la majorité des combustibles usés est encore en attente de retraitement et donc entreposée dans les piscines de refroidissement.

Le traitement puis le recyclage des combustibles usés inscrit cette activité dans une forme d'économie circulaire et permet 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 contient environ 100 t 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.
- ▶ Les réacteurs de 4^{ème} génération, 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 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.

³ Article L. 542-1-2 : « (...) La réduction de la quantité et de la nocivité des déchets radioactifs est recherchée notamment par le retraitement des combustibles usés et le traitement et le conditionnement des déchets radioactifs. »

Par ailleurs, et sauf dérogation, la valorisation de matières radioactives recyclées (qu'il s'agisse de combustible ou de matériaux contaminés issus du démantèlement d'installations) n'est possible que dans le secteur de l'industrie nucléaire.

2.2.2. L'entreposage des matières radioactives

Certaines matières radioactives sont en attente du déploiement d'une filière d'utilisation et doivent par conséquent être entreposées. L'entreposage peut également être une étape intermédiaire de la chaîne logistique permettant d'utiliser ces matières, comme dans tout processus industriel. Le tableau ci-dessous, basé sur les données de l'Inventaire national des matières et déchets radioactifs 2015, présente un récapitulatif des modalités d'entreposage des matières radioactives.

Matière	Principaux lieux d'entreposage	Quantité entreposée en tonne de métaux lourds à fin 2013	Quantités entreposées attendues en 2030
Uranium naturel	Sites d'AREVA (Malvési et Tricastin)	26 000	25 000
Uranium enrichi	Sites d'AREVA (Tricastin, Romans, Marcoule) et du CEA	2 800	960
Uranium appauvri	Sites d'AREVA principalement (Tricastin et Bessines-sur-Gartempe)	290 000	410 000
Uranium issu du traitement des combustibles usés (toutes formes)	Sites du Tricastin et de La Hague	27 000 (dont 2700 de clients étrangers)	44 000
Combustibles à base d'oxyde d'uranium, UOX (neufs, en cours d'utilisation, en attente de traitement) et URE (issus de l'uranium retraité)	19 centrales électronucléaires, usine de La Hague	17 460	16 630
Combustibles à base d'oxyde mixte d'uranium et de plutonium, MOX (rebuts de fabrication, neufs, en cours d'utilisation, en attente de traitement)	6 centrales électronucléaires, usine de La Hague	2 178	4535
Combustibles des réacteurs civils et de recherche (neufs, en cours d'utilisation, en attente de traitement)	Sites du CEA et usine de La Hague	76,4	77,4
Combustibles de la défense nationale (données en tonnes)	-	156	271
Plutonium	Majorité à l'usine de La Hague, le reste sur les sites du CEA	43	39
Thorium	Usine de Solvay à La Rochelle et du CEA à Cadarache	8 500	8 400
Autres matières (dont combustible RNR usé en attente de traitement, matières en suspension...)	Usine de Solvay à La Rochelle (MES), site de Creys-Malville (réacteur Superphénix), Marcoule et La Hague (réacteur Phénix)	227	172

Tableau 4 : Quantités et localisation des matières radioactives entreposées en France – Source : Synthèse de l'Inventaire national des Matières et Déchets Radioactifs 2015

Au vu de ces quantités, l'entreposage des matières radioactives est porteur de risques de radio-contamination à plus ou moins long terme, pour les milieux ou les travailleurs sur site. Bien que ces entreposages aient été construits selon les normes en vigueur et soient réévalués régulièrement, ils restent conçus pour constituer des solutions temporaires. Une prolongation des durées d'entreposage peut augmenter les risques, notamment du fait des manipulations supplémentaires générées dans le cas de reprises d'entreposage (déplacement de matières radioactives vers un nouvel entreposage). Le traitement des matières en attente dans les filières adaptées constitue en conséquence un enjeu important pour parvenir à une gestion sûre et durable des matières radioactives.

2.2.3. Une gestion des déchets radioactifs imposant des conditions de sûreté exigeantes et une forte capacité d'anticipation

Selon la réglementation, tout producteur ou détenteur de déchets est tenu d'en assurer le traitement dans des conditions propres à éviter les effets préjudiciables à l'environnement. En 2012, 345 Mt de déchets ont été produits en France, dont moins d'un pourcent de la part du secteur de la production d'énergie auquel appartient la filière électronucléaire responsable de la majorité des déchets radioactifs. Les déchets dangereux introduisent la notion

de risque dans la gestion des déchets ; avec 11,6 Mt produites en 2010, ils représentent 3 % de la production totale de déchets. Les déchets radioactifs représentent une catégorie encore à part, encadrée par une réglementation et des modalités de gestion très spécifiques.

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

Chaque catégorie de déchet radioactif est traitée au sein d'une filière de gestion adaptée, présentée dans le tableau ci-dessous (Figure 2).

	Déchets dits à vie très courte contenant des radionucléides de période < 100 jours	Déchets dits à vie courte dont la radioactivité provient principalement de radionucléides de période ≤ 31 ans	Déchets dits à vie longue dont la radioactivité provient principalement de radionucléides de période > 31 ans
Très faible activité (TFA)		Stockage de surface (Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage) 	
Faible activité (FA)	Gestion par décroissance radioactive 	Stockage de surface (Centre de stockage de l'Aube) 	Stockage à faible profondeur à l'étude dans le cadre de l'article 3 de la loi du 28 juin 2006 codifiée 
Moyenne activité (MA)			Stockage profond à l'étude dans le cadre de l'article 3 de la loi du 28 juin 2006 codifiée 
Haute activité (HA)	Non applicable*	Stockage profond à l'étude dans le cadre de l'article 3 de la loi du 28 juin 2006 codifiée 	

Figure 2 : Classification des déchets radioactifs et les filières de gestion associées- Source : Inventaire Géographique National des Matières et Déchets Radioactifs 2015, 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 en couche géologique profonde (pour les déchets HA-MAVL).

La conception des filières et la répartition des déchets dans chacune d'elles sont réglementées dans un cadre légal très strict pour garantir leur confinement, la résistance aux risques naturels, la sécurité des populations, la pérennité voire la réversibilité des modes de stockage adoptés afin de ne pas pénaliser les générations futures s'il s'avérait que de meilleures solutions de traitement pouvaient être développées (dans le cas des déchets HA-MAVL et FA-VL). Les capacités de stockage doivent également être adaptées aux augmentations prévues des quantités de déchets à plus ou moins long terme, et c'est le rôle du PNGMDR de déterminer les nouvelles capacités de stockage à mettre en place, ainsi que les échéances associées.

La directive Euratom de décembre 2013 - qui doit être transposée - impose par ailleurs davantage de traçabilité pour les substances à radioactivité naturelle élevée.

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

L'Inventaire Géographique National des Matières et Déchets Radioactifs 2015 (établi par l'Andra) dresse le tableau de la prévision des volumes de déchets radioactifs pour 2020 et 2030 présenté ci-dessous, en m³ équivalent conditionné⁴ :

	Pour 2020	Pour 2030
HA	4 100	5 500
MA-VL	48 000	53 000
FA-VL	92 000	120 000
FMA-VC	1 000 000	1 200 000
TFA	650 000	1 100 000
Total général (en m³ équivalent conditionné)	1 800 000	2 500 000

Tableau 5 : Prévisions des volumes de déchets radioactifs pour les années 2020 et 2030, en m³ équivalent conditionné - Source : Inventaire Géographique National des Matières et Déchets Radioactifs 2015, Andra

A ces volumes, il faut ajouter l'impact à venir du démantèlement des installations encore en fonctionnement, qui sera réalisé principalement après 2030. Ces démantèlements produiront des déchets à la fois radioactifs (pour 20 %) et non radioactifs (pour 80 %), dont les quantités sont estimées par les exploitants d'après l'état final des installations défini après démantèlement. Les déchets radioactifs sont pour la grande majorité des déchets TFA et FMA-VC, auxquels s'ajoutent des déchets de graphites (FA-VL), issus de la première génération de réacteurs nucléaires désormais arrêtée, et une petite quantité de déchets MA-VL, issus du cœur des réacteurs REP actuels et de l'installation ITER lorsqu'elle sera mise en service. L'Inventaire National des Matières et Déchets Radioactifs 2015 évalue les quantités de déchets radioactifs produits en prenant en compte toutes les natures de déchets, y compris les déchets secondaires induits (dont les effluents produits lors d'opérations de traitement/ décontamination).

Figure 3 : Prévisions des quantités de déchets radioactifs à fin 2030 - Source : Inventaire Géographique National



⁴L'unité adoptée pour effectuer les bilans et les prévisions de l'Inventaire Géographique National est le « volume équivalent conditionné », qui permet d'utiliser une unité de compte homogène pour l'ensemble des déchets (y compris pour les déchets dont le conditionnement n'est pas connu à ce jour, des hypothèses étant dans ce cas posées). Pour le stockage profond, un conditionnement complémentaire, appelé colis de stockage, est nécessaire afin d'assurer des fonctions de manutention, de sûreté ou de réversibilité (facteur de 2 à 3 pour les déchets HA et de l'ordre 4 pour les déchets MA-VL), mais seul le volume primaire est indiqué dans les évaluations de ce document.

des Matières et Déchets Radioactifs 2015

Après 2030, l'Inventaire national présente deux scénarios prospectifs.

Le premier scénario repose sur la poursuite de la production nucléaire et de la stratégie actuelle de gestion des déchets en prenant pour hypothèses une durée de vie des centrales de 50 ans (dans ce cadre, une partie des combustibles usagés après retraitement serait valorisée). Le volume total des déchets est de 4 362 000 m³ à terminaison des installations, soit un triplement du volume par rapport à la situation actuelle en cinquante ans. L'enjeu est donc de s'assurer des capacités de traitement et de stockage de ces déchets.

	Volume à terminaison (en m ³ équivalent conditionné)
HA	10 000
MA-VL	72 000
FA-VL	180 000
FMA-VC	1 900 000
TFA	2 200 000

Tableau 6 : Prévisions des volumes de déchets radioactifs pour les prochains 50 ans en cas de poursuite de la production nucléaire – Source : Inventaire Géographique National des Matières et Déchets Radioactifs 2015

Dans le second scénario, le non-renouvellement de la production nucléaire implique un arrêt progressif des débouchés pour les combustibles MOX issus du traitement des combustibles usés en 2019. Le volume total de déchets à terminaison est dans ce scénario de 4 148 900 m³, c'est-à-dire légèrement moins que dans le scénario précédent⁵, mais la gestion des combustibles usés non traités, hautement radioactifs apparaît dans ce cas.

	Volume à terminaison (en m ³ équivalent conditionné)	
HA	Combustibles usés de type UOX (oxydes d'uranium)	Environ 50 000 assemblages*
	Combustibles usés de type RNR (réacteurs à neutrons rapides)	Environ 1 000 assemblages*
	Combustibles usés de type MOX (mélange d'oxyde d'uranium et d'oxyde de plutonium)	Environ 6 000 assemblages*
	Déchets vitrifiés	3 900
MA-VL	65 000	
FA-VL	180 000	
FMA-VC	1 800 000	
TFA	2 100 000	

* Les combustibles usés ne sont pas aujourd'hui considérés comme déchets, et ne sont donc pas conditionnés pour une prise en charge en stockage. Le volume moyen d'un assemblage combustible étant d'environ 0,2 m³, ces assemblages représentent un volume brut de l'ordre de 12 000 m³. L'Andra a évalué la faisabilité du stockage profond des combustibles usés en 2005. Les concepts de conteneurs de stockage utilisés pour cette démonstration induisaient un volume de colis de stockage d'environ 89 000 m³ (environ huit fois plus que le volume non conditionné).

Tableau 7 : Prévisions des volumes de déchets radioactifs pour les prochains 50 ans en cas de non-renouvellement de la production nucléaire – Source : Inventaire Géographique National des Matières et Déchets Radioactifs 2015

Ces prévisions ne prennent cependant en compte que les installations autorisées à fin 2013. Les possibles nouvelles installations qui pourraient être créées dans les années à venir et qui produiront des déchets radioactifs (de fonctionnement et à terme de démantèlement) ne sont donc pas prises en compte dans le présent Inventaire national. La politique électronucléaire française n'envisage cependant aucune création de nouveau CNPE durant la prochaine période de mise en œuvre du PNGMDR (2016-2018), au-delà de l'EPR de Flamanville en cours de construction.

De plus, les quantités de déchets qui seront produites lors du démantèlement des CNPE restent en partie théoriques puisqu'aucune opération complète de démantèlement de CNPE n'a pour le moment été réalisée. Des techniques qui seront mises en place, notamment en matière d'assainissement des sols pollués, dépendront les quantités de déchets qui seront produites. Un guide de l'ASN à ce sujet est d'ailleurs en cours d'élaboration. Ainsi,

⁵En effet, on se place à brève échéance après l'arrêt des centrales alors que dans le scénario 1, le volume de déchets est appelé à augmenter encore dans les décennies suivantes.

des incertitudes relativement importantes entourent ces quantités prévisionnelles, sans qu'elles ne soient mentionnées dans l'Inventaire national.

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

Avant stockage ou entreposage, des opérations de tri, traitement, de conditionnement et de transport des déchets sont aussi nécessaires : incinération, mise en colis acceptée sur le centre de stockage, etc. Par exemple, l'incinération permet de traiter des déchets FA et TFA dont les caractéristiques physico-chimiques empêchent le stockage immédiat. Elle est aussi un moyen de réduire les volumes de déchets à stocker, avec un facteur de réduction de 10 ou 20 suivant les types de déchets.

Le conditionnement des déchets est une étape obligatoire avant entreposage comme avant stockage. L'objectif prioritaire est d'assurer un confinement des substances radioactives et ainsi d'assurer la protection des populations et de l'environnement (voire le chapitre 1.3 sur l'exposition des populations aux risques et santé humaine). Ce conditionnement consiste en une série d'opération « d'enrobage » du déchet avec différentes couches de matières (terre, verre, béton, etc.) et le colis final représente souvent un volume bien plus important que le déchet primaire lui-même. Le volume final dépend du type de déchet considéré et les opérations de tri, compactage, d'incinération et de fusion des déchets peuvent être d'une importance significative.

Les activités d'incinération et de valorisation des déchets se concentrent principalement à Centraco, à la suite de la fermeture des autres installations dédiée sur le centre de Marcoule. Cependant, d'autres centres compactent, traitent et conditionnent les déchets comme le site du CEA à Cadarache qui a renouvelé ses installations au cours des dix dernières années afin de bénéficier des meilleures techniques disponibles. Centraco peut par exemple traiter jusqu'à 8500 t de déchets radioactifs par an (principalement TFA et FA-VC), que ce soit par incinération ou fusion. L'installation de Centraco dispose d'une autorisation pour incinérer 5 000 t de déchets par an (aussi bien solides que liquides) et pour réaliser la fusion de 3 500 t par an de déchets métalliques. Cependant, à la suite de problèmes techniques, l'unité d'incinération a été interrompue 6 mois en 2012 et l'installation de fusion a été arrêtée depuis cet incident jusqu'à avril 2015.

Les quantités de déchets traités par incinération ou par fusion représentent une part minime des déchets TFA et FMA-VC. Pourtant, dans le cadre du démantèlement, qui générera un triplement du volume des déchets TFA par exemple, ces activités pourraient jouer un rôle clé dans la réduction des quantités à stocker et de la nocivité potentielle des déchets concernés.

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

L'article L. 542-1-1 du 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 ». En effet, l'entreposage a plusieurs fonctions, principalement :

- ▶ Assurer des opérations logistiques entre le moment de création 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 stockage sont identifiées mais encore à l'étude (déchets HA-MAVL, FA-VL, etc.) ;
- ▶ Attendre l'identification et l'ouverture des filières de gestion pour les déchets qui n'en disposent pas encore.

Aujourd'hui, 73 % des déchets radioactifs sont stockés selon l'Inventaire national mais les quantités de déchets entreposés pourraient augmenter dans les prochaines décennies si les volumes de production de déchets sont supérieurs aux capacités de gestion pour le stockage et si les nouvelles filières de stockage ne sont pas identifiées, étudiées et mises en place. La première condition a de fortes chances d'être vérifiée, du fait notamment des démantèlements futurs (à l'origine d'un triplement des volumes de déchets TFA et d'une augmentation de 50 % des déchets FMA-VC). En revanche les PNGMDR précédents ont eu des effets positifs sur la seconde condition en recommandant des études sur les nouvelles filières de gestion et sur les pratiques positives à mettre en place par les exploitants ; ces efforts sont à poursuivre pour aboutir à l'ouverture et la mise en fonctionnement desdites filières.

Sur le long terme, l'entreposage, conçu pour être temporaire, présente des enjeux de radioprotection importants des milieux et des populations (cf. chapitre 1.2.1 et la sous-partie dédiée à l'entreposage des matières). Or les déchets qui n'ont pas encore de filière de gestion (soit parce qu'elle n'est pas identifiée, soit parce qu'elle est encore à l'étude), et dont l'entreposage est donc à envisager sur un temps plus long, sont également les plus dangereux pour l'environnement et les populations (même s'ils représentent moins de 10 % du volume total de déchets radioactifs, ces déchets contiennent au moins 99 % de la radioactivité des déchets en France).

Cependant, les installations d'entreposage sont (hors cas de stockages historiques ne respectant pas les normes actuelles) des installations dédiées et destinées à assurer un niveau de sûreté adapté aux déchets qu'elles accueillent. Tout d'abord, le conditionnement en colis de déchets est un préalable même à l'entreposage, ensuite, les installations doivent pouvoir résister à des agressions externes (telles que des séismes, des tempêtes, etc.) et une surveillance et un contrôle régulier sont assurés sur les colis et leur environnement.

L'héritage des modes de gestion historiques et « semi-historiques » est source d'enjeux particuliers

Les modes de gestion historiques des déchets radioactifs peuvent se décliner en quatre catégories :

- ▶ La gestion des stériles miniers et des résidus de traitement de minerais : environ 170 Mt de stériles, 50 Mt de résidus stockés sous couverture sur 17 sites dont l'accès est interdit au public.
- ▶ Le stockage historique sur site de déchets radioactifs : 13 sites recensés par l'Inventaire national des matières et déchets radioactifs, pour un volume de 250 000 à 300 000 m³ environ.
- ▶ La reconversion ou l'abandon sans décontamination des sites industriels historiques employant ou produisant des substances à radioactivité naturelle élevée.
- ▶ La surveillance des stockages en mer, correspondant à l'immersion simple de déchets conditionnés (dépôt sur les fonds marins, sans enfouissement), et désormais interdit au niveau mondial.

Dans tous ces cas, il s'agit majoritairement de déchets à faible ou très faible activité (voir inertes pour les stériles miniers) qui ont été traités selon les normes de l'époque. Aujourd'hui, ils présentent plusieurs enjeux :

- ▶ Identifier et recenser les sites concernés alors que la mémoire n'en a pas toujours été bien conservée ;
- ▶ Surveiller l'environnement et prévenir les possibilités de fuites et de radiocontamination dues au mauvais conditionnement des déchets ;
- ▶ Déterminer un mode de gestion dédié adapté

Pour les déchets stockés historiquement à proximité ou au sein des installations nucléaires : au vu du volume à traiter et des caractéristiques physiques, chimiques et radioactives de ces déchets, l'arbitrage porte sur les risques pour la santé et l'environnement de la poursuite d'une gestion sur site, avec le cas échéant des dispositions particulières, par rapport à un envoi dans des installations de stockage dédiées, ce dernier pouvant également présenter des inconvénients tant environnementaux qu'économiques.

- ▶ Envisager la réhabilitation ou le réaménagement des anciens sites miniers et des sites industriels abandonnés ou reconvertis (voir les parties 2.8 et 2.9 de l'état initial de l'environnement pour davantage de précisions sur les enjeux liés à la biodiversité et à l'artificialisation des sols liés aux anciens sites miniers et industriels).

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

L'article R. 1333-3 du code de la 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 stockée dans une filière de gestion spécialisée. Il existe aujourd'hui trois centres de stockage : 1 pour les déchets TFA et 2 pour les déchets FMA-VC :

- ▶ Le centre de stockage du Cires, destiné à accueillir des déchets TFA, initialement sur 30 ans, avec un volume total autorisé de 650 000 m³, rempli à 30 % de sa capacité fin 2011.
- ▶ Le centre de stockage de la Manche destiné aux déchets FMA-VC est, quant à lui, déjà plein et fermé, et les 527 000 m³ de déchets sont dans une phase de surveillance active depuis 2003.
- ▶ Un autre centre a été ouvert en 1992 par l'Andra dans l'Aube pour accueillir jusqu'à un million de m³ de déchets FMA-VC. Fin 2011, le centre du CSA avait atteint 25 % de ses capacités.

L'espace de stockage est donc une ressource à la fois recherchée et rare, que les PNGMDR successifs cherchent à économiser en préconisant une minimisation des quantités de déchets produites et en étudiant les filières de valorisation. 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, sources scellées usagées, HA-MAVL, FA-VL). La filière de référence pour les déchets HA-MAVL est le stockage réversible en couche géologique profonde, à l'étude dans le cadre du projet Cigéo. En cas d'impossibilité de mise en œuvre d'une filière opérationnelle pour le stockage des déchets FA-VL, l'inventaire du projet Cigéo prévoit l'accueil de certains colis de déchets de ce type également. Néanmoins, cela conduirait à une augmentation de la taille de Cigéo et à une concentration accrue des risques. 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.

Valorisation des déchets

Une filière de valorisation existe pour une petite partie des substances NORM avec par exemple une intégration des cendres NORM, 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 mais bénéficient d'un cadre réglementaire qui pourrait servir d'exemple dans l'ouverture éventuelle d'autres filières de valorisation.

La valorisation des autres types de déchets radioactifs se faisait jusqu'à fin 2013 dans un cadre très limité (seulement des déchets en plomb FMA-VC ou TFA, dans des quantités faibles), avec des débouchés uniquement dans l'industrie nucléaire et sous des conditions strictes. L'article R. 1333-3 du code de la santé publique interdit en effet « 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 ». Cependant, avec l'augmentation anticipée de la quantité de déchets TFA dans le cadre du démantèlement (multiplication par trois d'ici 2030), les producteurs de déchets estiment qu'environ 900 000 tonnes de déchets métalliques TFA pourraient potentiellement être recyclés à la fin des installations, en tenant compte du potentiel total sans contrainte. Il convient de noter que les deux tiers environ de ce volume sont non homogènes, et par conséquent difficilement valorisables.

Enfin, les déchets valorisés dans le cadre des filières de gestion historiques et semi-historiques (exploitations minières) représentent un cas à part. En effet, 1 % environ des stériles miniers recensés, n'étant pas considérés comme des déchets radioactifs au moment de l'exploitation des mines, ils ont été réemployés pour des opérations de remblais par exemple. Une surveillance de ces réemplois est réalisée, permettant de définir une intervention si cela s'avère nécessaire et éventuellement afin d'en tirer des informations pour nourrir le débat sur les moyens d'encourager la valorisation de certains déchets TFA.

SENSIBILITE DU TERRITOIRE EN MATIERE D'EXPLOITATION DES MATIERES PREMIERES ET GESTION DES DECHETS EN FRANCE	
● ● ●	<p>La gestion des matières et des déchets radioactifs est gérée indépendamment des filières conventionnelles et dépend directement des directives européennes Euratom. En France, des filières de gestion ont été mises en place ou sont à l'étude, de manière à gérer de manière différenciée les déchets radioactifs produits par les différents secteurs concernés (production électronucléaire, défense, recherche, médecine et industrie), en fonction de leur activité et de leur durée de vie. La gestion des déchets radioactifs se veut centralisée, afin de garantir une sécurité maximale pour les populations en gérant un nombre restreint de sites de stockage. Toutefois, dans l'attente d'un transport de déchets en site de stockage ou d'utilisation future de matières, des entreposages sont mis en place sur un nombre relativement important de sites différents. Par ailleurs, la valorisation des déchets radioactifs TFA dont les volumes seront les plus importants apparaît actuellement peu développée.</p>
LES ENJEUX A VENIR POUR LES ACTIVITES DE GESTION DES MATIERES ET DECHETS RADIOACTIFS	
+ + +	<p><u>La gestion des déchets HA-MAVL et FA-VL pour lesquels des filières sont encore en projet</u></p> <p>Ces filières à mettre en place concernent des déchets à la fois dangereux pour l'environnement et les populations et complexes 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 entreposés sur site, ce qui ne représente pas une solution de gestion optimale. Deux enjeux particulièrement importants relèvent du bon déploiement des centres de stockage dans les temps, et de l'optimisation des solutions d'entreposage déployées afin de pouvoir gérer la production de déchets dans les temps, tout en limitant les risques relatifs à ces installations (amélioration des plus anciennes notamment).</p>
+ + +	<p><u>La difficile vision à long terme des conditions de stockage des déchets radioactifs</u></p> <p>D'une part, les différents types de stockages doivent garantir de manière pérenne le confinement des déchets, la résistance aux risques naturels et la sécurité des populations, et ce dans l'intérêt notamment des générations futures. D'autre part, il faut envisager l'adaptation des capacités de stockage aux augmentations prévues des quantités de déchets à plus ou moins long terme, notamment en construisant de nouvelles infrastructures ou en adaptant les modes de conditionnement.</p>
+ + +	<p><u>Les incertitudes relatives aux prévisions de la production de déchets</u></p> <p>De l'évolution de l'activité électronucléaire à venir dépend le rythme de démantèlement des INB existantes, mais aussi la création de nouvelles installations et donc l'augmentation du nombre d'installations à démanteler. De plus, sans retour d'expérience complet sur le démantèlement de CNPE et sur les modalités d'assainissement des sols pollués, les quantités de déchets produits par le démantèlement de chaque installation restent difficile à évaluer. Or la mise en place de solutions de gestion des déchets requière des temps relativement longs, et doit ainsi être anticipée.</p>
+ + +	<p><u>L'opportunité de développer des filières permettant la réduction des quantités de déchets à stocker (FMA-VC et TFA en particulier)</u></p> <p>Outre qu'elle permet de s'adapter à des déchets aux caractéristiques physiques et chimiques particulières, l'incinération permet de réduire considérablement les volumes de déchets (division par 10 ou 20), essentiellement pour les déchets d'exploitation (TFA et FMA-VC). Elle est donc centrale quand on considère les problématiques de gestion des espaces de stockage de ce type</p>

	de déchets, mais doit être étudiée globalement au titre des enjeux de santé et d'environnement (prise en compte des rejets induits notamment). De manière similaire, les filières de valorisation, aujourd'hui à la marge, représentent un enjeu fort dans le cadre du traitement des déchets issus du démantèlement (TFA notamment).
+++	<p><u>La valorisation des matières radioactives</u></p> <p>Les matières radioactives peuvent être requalifiées en déchets s'il est prouvé que les débouchés envisagés ne permettront pas d'utilisation ultérieure des quantités de matières entreposées. De telles décisions, qui peuvent engendrer une forte augmentation des déchets radioactifs doivent être anticipées de manière à disposer des capacités de gestion suffisantes.</p>
+	<p><u>La gestion des déchets sans filières</u></p> <p>Les travaux menés dans le cadre du précédent PNGMDR ont permis de réduire les quantités des déchets radioactifs actuellement sans filière de gestion identifiée. Toutefois, ces volumes restant ne peuvent être négligés, dans le sens où aucune solution de gestion optimale n'a encore été identifiée.</p>
+	<p><u>La nécessité d'une plus grande traçabilité des déchets NORM</u></p> <p>La nécessaire transposition en droit français de la directive Euratom de décembre 2013 va imposer plus de traçabilité concernant la radioactivité naturelle élevée.</p>
+	<p><u>La gestion in situ des résidus de traitement de minerais et des stériles miniers</u></p> <p>Aujourd'hui, il reste environ 170 Mt de stériles miniers (déchet inertes ou TFA qui correspondent aux sols et roches excavés mais non traités dans le cadre de l'exploitation) et 50 Mt de résidus de traitement de l'uranium (déchet du processus de traitement). Leur gestion se fait actuellement <i>in situ</i>, avec un entreposage couvert pour les résidus (qui sont principalement TFA ou FA-VL). Malgré les solutions de protection des populations et de limitation des pollutions des milieux mises en place, les impacts de ces sites ne sont pas nuls.</p>
SOURCES :	
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Chiffres clés des déchets – Edition 2015 ; ADEME ▶ Etat de l'environnement en France en 2014 (MEDDE) ▶ Inventaire Géographique National des Matières et Déchets Radioactifs 2015, publié par l'Andra ▶ Code de l'environnement ▶ Article R. 1333-3 du code de santé publique ▶ Article du Monde, 07 .10.10, Areva et la bataille mondiale pour l'uranium ▶ L'économie du recyclage – Bilan de production des matières premières recyclées 2011, Federec 2012 	

2.3. Exposition des populations aux risques et santé humaine

La France est exposée à de nombreux aléas, qu'ils soient naturels ou technologiques. Un aléa est un événement potentiellement dangereux qui, en présence d'enjeux humains, économiques ou environnementaux, produit un risque. Ce risque peut être majeur lorsque les événements peuvent provoquer de nombreuses victimes, des dégâts importants et/ou des impacts conséquents sur l'environnement.

2.3.1. Un nombre restreint d'accidents nucléaires en France

144 installations nucléaires réparties sur l'ensemble du territoire métropolitain

Le pays abrite diverses installations et activités nucléaires : réacteurs nucléaires, centres de stockages et de traitement des déchets, celles regroupées sous le terme de « nucléaire de proximité »⁶ ainsi que certaines ICPE.

Une INB est une installation soumise, par sa nature ou en raison de la quantité importante et/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 »).

Au 31 décembre 2014 (source : Rapport annuel 2014 de l'ASN), la France comptait 125 installations nucléaires de base (INB) de différentes natures, réparties sur une quarantaine de sites. A celles-ci s'ajoutent 19 installations nucléaires intéressant la défense nationale (INBS ou Installation Nucléaire de Base Secrète) qui comportent les mêmes risques que les INB civiles mais dont les caractéristiques sont tenues confidentielles.

Chaque site nucléaire, présentant des risques, fait l'objet d'un plan particulier d'intervention (PPI). Ce document, établi par les préfets, 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 plan particulier d'intervention (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 10 km.

770 000 transports de substances radioactives par an

La France est traversée par de nombreux convois de transport de matières dangereuses par voie routière, ferroviaire, aérienne, maritime, fluviale ou par canalisation. Chaque année, 15 millions de colis de matières dangereuses sont transportés en France. Le transport de matières dangereuses peut présenter un risque pour la population et l'environnement en cas d'accident sur les différents moyens de transports utilisés.

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 en 2014 (chiffres de l'ASN). Près de 90 % de ces transports se font exclusivement par route, les 10 % combinant un autre mode de transport principal (mer ou chemin de fer principalement) avec la route.

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.

Les sites nucléaires en France : situation au 30 juin 2015

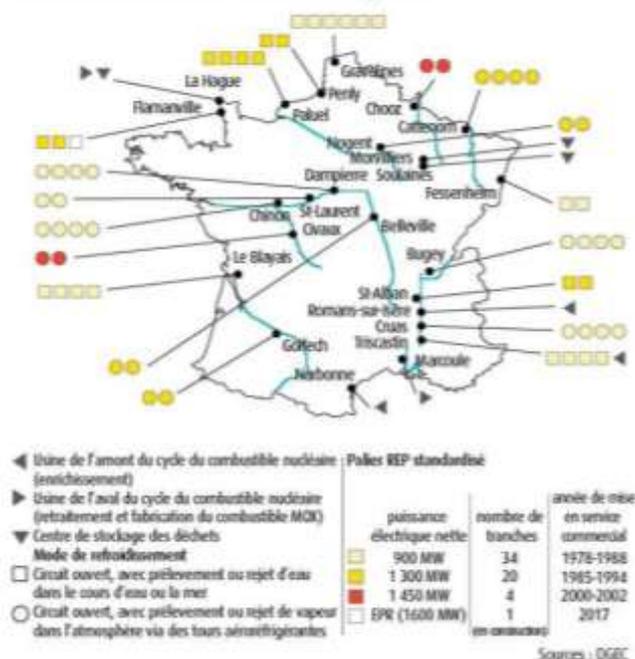


Figure 4 : Carte des sites nucléaires en France au 30 juin 2015 - source : DGE, Panorama énergies-climat, édition 2015

⁶Le 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.

Une des missions de l'ASN est donc de s'assurer que les emballages des substances radioactives (déchets ou matières) garantissent leur confinement. En fonction de l'enjeu de sûreté représenté par le colis (son niveau d'activité, sa période radioactive...) l'ASN détermine dans quelle catégorie il se trouve et quel conditionnement est adapté (ASN, 2014) :

- ▶ les colis de types exempté, 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 un agrément de l'ASN. Ils correspondent à 2 % des colis transportés.

Les opérations de conditionnement des déchets radioactifs (assurés par les exploitants ou mutualisés) sont donc parties intégrantes des enjeux de sûreté nucléaire.

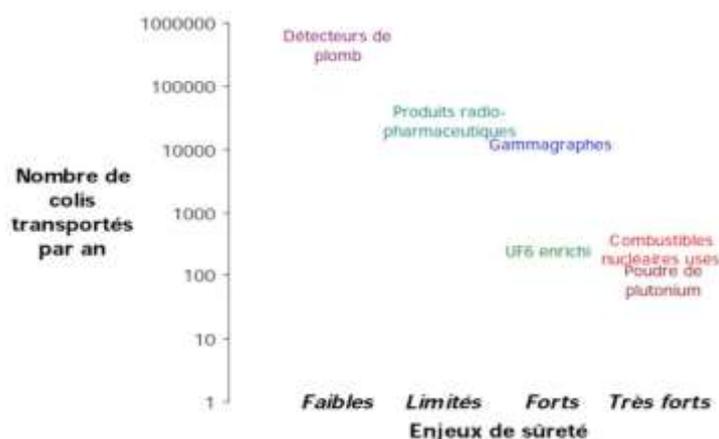


Figure 5 : Un nombre restreint de transports de substances radioactives (source : ASN 2014 - Étude sur les flux de transport de substances radioactives à usage civil)

Des accidents impliquant des substances radioactives en nombre limité

Les risques technologiques recouvrent les risques industriels, nucléaires et biologiques. Cinq sources de risque technologique majeur sont présentes en France : installations industrielles, installations nucléaires, grands barrages, transports de matières dangereuses et sites miniers. Les accidents technologiques majeurs se caractérisent par une faible fréquence et par une gravité importante en termes de victimes et de dommages aux biens et à l'environnement. Ils sont en général peu mortels en France, même s'ils ont marqué fortement les esprits de par leur gravité et leur soudaineté.

Sur les 40 000 accidents recensés sur la base de données ARIA (Retour d'expérience sur accidents technologiques) depuis 1992, 274 ont impliqué des substances radioactives, dont :

- ▶ 5 ayant conduit à un ou plusieurs morts (par rapport aux quelques 750 accidents mortels recensés dans ARIA) ;
- ▶ 34 ayant entraîné des blessures (par rapport aux quelques 6 300 accidents avec blessés recensés dans ARIA) ;
- ▶ 1 seul ayant nécessité l'évacuation de riverains et 3 leur confinement ;
- ▶ 20 ayant été à l'origine de pollutions atmosphériques, 15 de pollutions des sols, 8 d'une pollution des eaux de surface et 3 des eaux souterraines ;
- ▶ 1 ayant porté atteinte à la faune sauvage (aucun n'ayant impacté la flore sauvage ou des cultures).

Au titre des articles L. 125-15 et L. 125-16 du code de l'environnement, les exploitants d'INB doivent rapporter tous « les incidents et accidents en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection soumis à obligation de déclaration en application des articles 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 ». En 2013 et 2014, sur l'ensemble des rapports sur la sûreté nucléaire et la radioprotection publiés par les INB, aucun incident dépassant le niveau 2 (sur 7) de l'échelle de l'INES⁷ n'a été relevé.

L'IRSN liste quatorze accidents significatifs, liés au transport de substances radioactives, ayant eu lieu en territoire français ou impliquant la responsabilité d'un expéditeur français. En moyenne, un à deux accidents de transport par an ont entraîné un relâchement de radioactivité dans l'environnement ces trente dernières années, dont aucun avec des conséquences graves sur l'environnement et la population.

⁷ L'INES donne 7 niveaux de gravité des événements accidentels en lien avec les activités nucléaires. 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.

Les défaillances ayant causé ces accidents sont en majorité relatives à un facteur matériel, à un événement extérieur ou à un acte de malveillance ; seuls 3 de ces accidents résultent d'une cause naturelle (inondations et foudre). Les différentes installations ont été conçues pour résister à des températures extrêmes et n'ont donc pas été affectées par les canicules de 2003 et 2006.

Un risque d'accident du travail accentué dans le cadre de la réalisation de travaux souterrains

La construction de nouveaux centres de stockage ou d'installation de traitement des déchets radioactifs est source de risques pour les travailleurs évoluant sur ces chantiers, comme ailleurs dans le secteur des travaux publics. Ces risques peuvent toutefois être accrus dans le cas de travaux souterrains, comme c'est le cas pour les centres de stockage des déchets FA-VL et HA-MAVL. Ainsi, un éboulement est intervenu le 26 janvier 2016 sur le site du laboratoire souterrain de l'Andra à Bure ; installation au sein de laquelle la faisabilité de techniques potentiellement mises en œuvre dans Cigéo est évaluée. Une personne est décédée et une autre a été légèrement blessée lors de cet incident.

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

Les aléas naturels peuvent être à l'origine d'accidents technologiques : ces événements sont dits « NaTech » (contraction de « naturel » et « technologique »). 747 accidents « NaTech » survenus en France ont été recensés entre 1992 et 2012 (source : Barpi).

- ▶ 19 % des événements « NaTech » ont été initiés par une inondation, pouvant générer des rejets de substances dangereuses, des pollutions des eaux souterraines et de surface, des incendies provoqués par des courts-circuits en présence d'eau dans les installations électriques. Plus de 20 000 communes sont exposées aux risques d'inondation, soit environ 11 % de la population selon une estimation de 2009. Le territoire littoral est de plus 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).
- ▶ 10 % des accidents NaTech avaient pour origine des températures extrêmes : de vagues de chaleur peuvent entraîner des incendies ou altérer le fonctionnement de certains matériels de sécurité, tandis que des vagues de froid peuvent rendre indisponibles des circuits de refroidissement à l'eau ainsi que les réseaux d'extinction d'incendie et fragiliser, voire provoquer la rupture de tuyauteries par le gel. Une période de sécheresse peut également conduire à une situation d'étiage, préjudiciable pour le fonctionnement des centrales nucléaires, dont les besoins en eau sont importants (refroidissement).

Or, le phénomène de dérèglement climatique, entraîné en partie par les émissions de gaz à effet de serre d'origine anthropique, pourrait renforcer les risques d'accident NaTech⁸ :

- ▶ 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 le risque de feux de forêts⁹ et les risques d'accidents NaTech liés à des températures extrêmes (notamment 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). Face à cela, EDF a mis en place un programme pour augmenter la performance de ses tours aéro-réfrigérantes diminuant par ailleurs la quantité d'eau nécessaire au refroidissement de ses centrales.
- ▶ 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. Les tempêtes et les inondations pourraient avoir des impacts sur les infrastructures de transport ou sur les sites de stockage des déchets (stockages de résidus de traitement de minerais d'uranium protégés par des digues par exemple). A la suite à la tempête de 1999, une démarche de protection contre ce risque a été initiée et a abouti au guide de 2013 de l'ASN sur la protection des installations nucléaires face au risque d'inondation (SFEN - Société Française d'Énergie Nucléaire).
- ▶ L'augmentation du niveau de la mer (de 0,3 m à 0,8 m d'ici la fin du siècle selon les prévisions) pourrait menacer certains sites installés peu au-dessus du niveau de la mer, même s'il reste à ce jour difficile d'estimer les évolutions du niveau de la mer au niveau régional¹⁰. L'élévation du niveau de la mer est

⁸Source : Rapport de la Direction Générale de l'Énergie et du Climat : Le climat de la France au XXI^e siècle – Volume 4 – Scénarios régionalisés : édition 2014 pour la métropole et les régions d'outre-mer.

⁹ En 2010, une mission interministérielle a étudié l'impact du changement climatique sur les feux de forêts, et a montré une augmentation de la surface forestière sensible : de 5,5 Mha sur la période 1989-2008 à 7 Mha à l'horizon 2040 (extension vers les régions du nord de la France).

¹⁰ La distribution régionale du changement du niveau de la mer est difficile à estimer car elle dépend de l'évolution locale de plusieurs paramètres : la température de l'océan, la salinité, les courants marins, la pression de surface, l'apport d'eaux continentales ou encore les changements du niveau du fond de l'océan et les mouvements du sol. Hors si ces phénomènes ont été étudiés au niveau mondial il n'est pas encore possible de porter de conclusions précises pour le cas de la France.

susceptible d'accroître les phénomènes d'érosion côtière. À ce phénomène dynamique s'ajouteront la submersion de zones émergées¹¹ et la remontée du biseau salé¹².

À 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 de leurs installations en fonctionnement et en construction. Cette évaluation porte sur la capacité des installations nucléaires à résister aux aléas naturels extrêmes (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 (Force d'action rapide nucléaire pour EDF). 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.

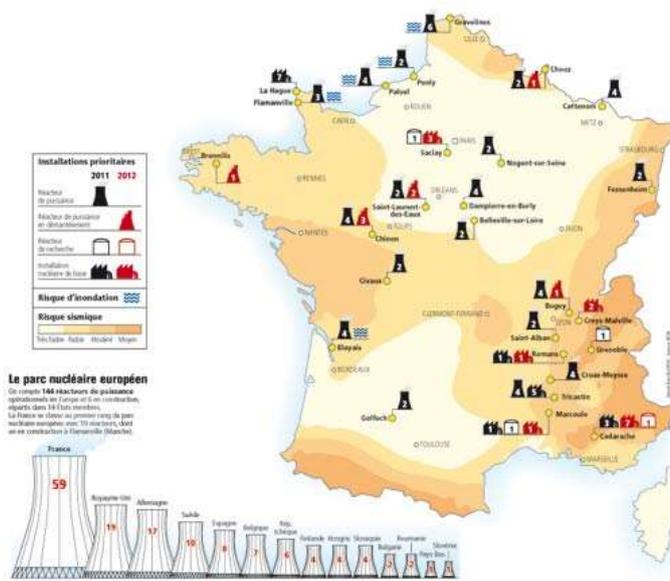


Figure 6 : Carte des installations françaises soumises aux évaluations complémentaires de sûreté : IRSN - 2012

Une gestion du risque sur le très long terme

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 pendant laquelle la substance radioactive perd la moitié de sa radioactivité, 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 longues. Ainsi, depuis la fermeture en 1994 du Centre de Stockage de la Manche (CSM) qui recueillait des déchets FMA-VC, celui-ci est passé en phase active de surveillance et l'Andra a la charge de préserver sa mémoire pour les trois siècles à venir (Andra, 2006).

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

¹¹ La submersion marine est « une inondation temporaire de la zone côtière par la mer dans des conditions météorologiques et marégraphiques sévères » (source : DGPR). En métropole, les zones basses pouvant être confrontées au phénomène de submersion ont une superficie de 7 000 km². La façade atlantique concentre 56 % de ces territoires, la façade Manche – mer du Nord 26 % et le pourtour méditerranéen 17 %. Les principaux secteurs sont localisés dans la plaine de Flandre et la plaine picarde, le Calvados, les marais du Cotentin, les polders de la baie du Mont-Saint-Michel, ponctuellement sur la côte sud de la Bretagne, dans les grands marais atlantiques (marais breton, marais poitevin, marais charentais), la pointe du Médoc, le pourtour du bassin d'Arcachon, la côte languedocienne et la Camargue.

¹² On parle d'érosion côtière lorsque les pertes de sédiments sur le littoral (d'origine naturelle ou anthropique) sont supérieures aux apports. En effet, les travaux portuaires, la construction d'ouvrages de défense contre la mer, l'édification de barrages sur les cours d'eau, etc. sont autant de modifications du milieu naturel qui peuvent avoir un impact sur l'équilibre entre apports et pertes de sédiments. Près d'un quart des 7 100 km de côtes métropolitaines est concerné par le phénomène d'érosion. À l'inverse, près d'un dixième du linéaire côtier « s'engraisse ».

Tableau 8 : Dispositifs sur lesquels repose la gestion de la mémoire des sites nucléaires pour les générations futures -
Source : Site de l'Andra (Préserver la mémoire des centres de stockage 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

2.3.2. Un besoin de connaissance de l'exposition des populations et des travailleurs à la radio-contamination

Une exposition limitée à la radioactivité artificielle

En France, l'exposition aux rayonnements ionisants d'un individu est environ à 73 % d'origine naturelle et 26 % d'origine médicale : les expositions à des sources de rayonnement artificielles de nature industrielle ou accidentelle représentent moins de 1 % de l'exposition totale (données publiées par l'INSERM¹³). La radioactivité naturelle a deux sources principales : les radionucléides cosmogéniques (bombardement de l'atmosphère par les rayons cosmiques) et les radionucléides primordiaux qui remontent à la formation de la Terre. Les voies principales d'exposition d'un individu sont la radioactivité des sols (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 7 : 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 être justifiée au regard de ses avantages par rapport à ses inconvénients ;
- ▶ **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 1 mSv par an ; ces limites sont contrôlées par l'ASN pour le compte de l'Etat.

¹³ Issu de SUGIER A, HUBERT P. Dans le domaine des rayonnements ionisants, les données dosimétriques existantes sont-elles suffisantes ? *Rev Epidemiol Sante Publique* 2002, **50** : 13-26

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 :

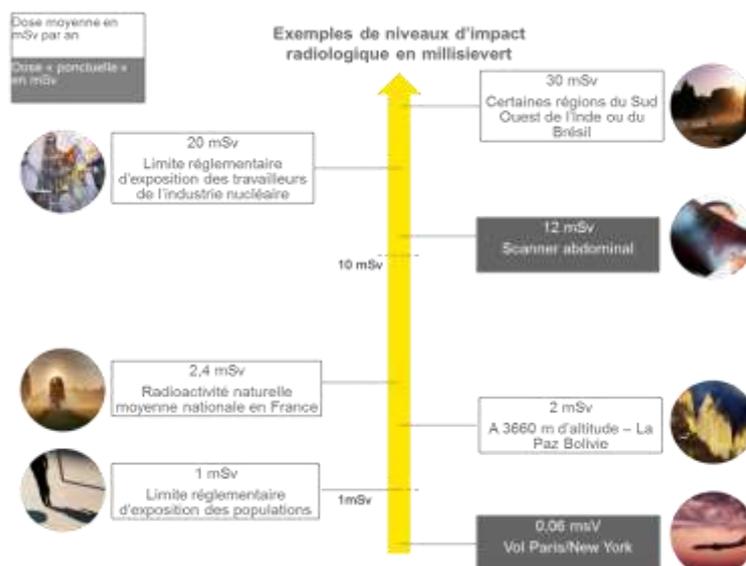


Figure 8 : Exemples de niveaux d'impact radiologique en mSv - EY

Une exposition renforcée pour les travailleurs des installations nucléaires

Une partie de la population est particulièrement concernée par les risques liés à l'exposition aux substances radioactives : les travailleurs des installations nucléaires (toutes filières confondues, hôpitaux compris). Ceux-ci se classent en deux catégories principales : les travailleurs employés directement par la structure gestionnaire du site (AREVA, 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.

A La Hague, Areva présente, par exemple, les résultats de dosimétrie moyens suivants (AREVA, 2014) :

	Moyenne par salarié intervenant (mSv/homme/an) Limite réglementaire : 20 mSv/homme/an		
	2012	2013	2014
Personnel AREVA NC La Hague	0,122	0,119	0,131
Autre personnel AREVA	0,235	0,164	0,158
Personnel hors groupe	0,228	0,198	0,175

Figure 9 : Résultats statistiques de dosimétrie active opérationnelle moyenne pour les salariés intervenant sur le site de La Hague - Source : Rapport d'informations sur la sûreté nucléaire et la radioprotection du site AREVA la Hague, 2014

Une double étude est actuellement menée par AREVA pour :

- ▶ Approfondir la connaissance des risques de décès par cancers ou par pathologies non cancéreuses (comme les pathologies de l'appareil circulatoire par exemple) en relation avec une exposition professionnelle chronique externe à de faibles doses de rayonnements ionisants (principalement X et gamma) ; cette étude étant menée auprès de toutes les personnes employées durant au moins un an par le CEA ou par AREVA NC, et surveillées pour une exposition externe aux rayonnements ionisants (cohorte CEA Areva NC) (IRSN, pp. La cohorte CEA-Areva NC)
- ▶ Connaître les risques de pathologies liées à des incorporations d'émetteurs alpha ; cette étude étant menée auprès de travailleurs du cycle du combustible appartenant au groupe Areva et au CEA et potentiellement exposés à l'uranium (cohorte TRACY) (IRSN, p. La cohorte TRACY).

Les premiers résultats de ces études montrent que les employés de la première cohorte ont notamment un risque plus élevé de leucémie. Cependant, les études sont encore en cours. Dans l'attente d'une analyse scientifique et statistique des risques auxquels ils s'exposent, le présent document manque d'informations pour évaluer ce sujet.

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 radioactifs sont conçues et construites de façon à minimiser l'impact radioactif 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 il est 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 qui doit concerner :

- ▶ 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 en application des articles 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.

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.

Tableau 9 : Impact radiologique de différentes INB sur les groupes de référence identifiés - Données issues des rapports publiés par les sites

Installation Nucléaire*	Impact radiologique sur le(s) groupe(s) de référence ($\mu\text{Sv}/\text{an}$)
Radioactivité naturelle moyenne en France	2,4 mSv/an (soit 2 400 $\mu\text{Sv}/\text{an}$)
Limite réglementaire	1 mSv/an (soit 1 000 $\mu\text{Sv}/\text{an}$)
Usine de transformation du minerai : Malvési	25 $\mu\text{Sv}/\text{an}$
La Hague (retraitement du combustible usé, entreposage)	< 20 $\mu\text{Sv}/\text{an}$
CNPE : Centrale de Civaux	< 10 $\mu\text{Sv}/\text{an}$
CEA de Saclay (Activité de recherche)	1,1 $\mu\text{Sv}/\text{an}$
Centraco (Incinération, traitement, conditionnement)	0,1 $\mu\text{Sv}/\text{an}$
Centre de Stockage de l'Aube (Déchets FMA VC)	Négligeable (0,00097 $\mu\text{Sv}/\text{an}$)
Centre de Stockage du Cires (Déchets TFA)	Négligeable
Centre de Stockage Projet Cigéo (Déchets HA et FMA VL)	Incertain à long terme

* C'est par souci de lisibilité que toutes les INB n'ont pas été listées, mais qu'un site par type d'installation a été présenté.

D'une manière générale, l'impact radiologique des INB reste donc très inférieur à la limite réglementaire, en fonctionnement normal pour les installations. 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 sécurité des populations, notamment à long terme.

Par ailleurs, il faut noter que 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 qui sont définis en fonction du principe d'optimisation et dans un souci absolu de garantir la sûreté 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, initialement pour une raison de lisibilité du document (la gestion de ces rejets étant traitée réglementairement, hors PNGMDR) et désormais en application de l'ordonnance 2016-128 (« Il ne s'applique pas aux rejets autorisés »). 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.

2.3.3. De l'évolution des filières de gestion des matières et déchets dépendent les risques nucléaires et de radio-contamination des populations et des travailleurs

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

Les volumes de déchets radioactifs sont amenés à augmenter dans les cinquante prochaines années, de manière plus ou moins importante suivant les scénarios de démantèlement suivis (voir la partie 1.2 Exploitation des matières premières et gestion des déchets). D'ici 2030, l'Inventaire National des Matières et Déchets Radioactifs prévoit un triplement de la quantité de déchets TFA, une augmentation de 50 % des volumes de déchets FMA-VC et un doublement du volume de déchets HA.

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 l'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 radio-contamination de l'environnement pour les exploitants. L'enjeu est de parvenir à maintenir un niveau de sécurité très élevé et un contrôle fort des normes en dépit de l'augmentation des volumes à traiter.

L'entreposage, une solution transitoire, dont l'entretien représente une source d'exposition pour les travailleurs

Les déchets entreposés sur sites sont sources d'un risque de radio-contamination plus élevé que les déchets stockés. Qu'il s'agisse de certains cas de stockage résultant d'une gestion historique comme des déchets entreposés dans des installations dédiées en attente d'ouverture ou de création d'une filière de stockage, la gestion sur site n'est pas une solution permettant de réduire suffisamment les risques sur le long terme. En effet, l'entreposage étant destiné à gérer à titre temporaire les substances radioactives, les conditions d'isolement ne sont pas conçues avec le même niveau d'exigence sur le long terme que pour un stockage. Par exemple, pour un entreposage, le terrain n'est pas forcément géologiquement adapté pour réduire au minimum les pollutions radioactives des sols, des éventuelles nappes souterraines et des écosystèmes.

Cependant, 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 incertitudes relatives au stockage des déchets HA-MAVL et FA-VL

Les incertitudes relatives au stockage réversible en couche géologique profonde sont révélatrices des enjeux principaux concernant la radioprotection à échéances brèves comme lointaines. En effet, le projet Cigéo, encore à l'étude et solution de référence selon la loi pour le stockage des déchets HA-MAVL, doit répondre à des risques majeurs et ce sur une période temporelle extrêmement longue. Concernant les déchets FA-VL, si leur niveau d'activité est bien moindre, en revanche leur gestion doit également être assurée sur une très longue période, et pour ce faire un stockage souterrain à faible profondeur a également été retenu.

De fait, le choix de concentrer et de confiner ces déchets aux niveaux d'activité très élevés et aux périodes extrêmement longues, au lieu de les disperser, entraîne d'un côté une accumulation des enjeux de sûreté radioactive dans un même projet, mais évite d'un autre côté la multiplication de ces risques dans l'espace. La pérennité du site sans surveillance doit pouvoir être assurée pendant des milliers d'années une fois l'espace de stockage rempli et en cas de perte de la mémoire ou des techniques disponibles nécessaire à la surveillance et à l'intervention. Par ailleurs, concernant les radionucléides mobiles, ceux-ci sortiront du confinement du conditionnement, ce qui pose un enjeu de transmission de l'information aux 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 très faibles¹⁴. Enfin, se pose la question des entreposages nécessaires en cas de retrait de colis endommagés ou plus largement de prises de décisions futures qui remettraient en cause le stockage en couche géologique profonde, les conséquences de cette dernière décision relevant de la génération qui la prendra.

¹⁴ Par exemple, une étude de l'Andra (Dossier 2005 Argile – Evaluation de la faisabilité du stockage géologique en formation argileuse) a permis d'évaluer la dose maximale aux différents exutoires du projet Cigéo, mettant en évidence que leur valeur se situe significativement en dessous de la valeur de référence de 0,25 mSv par an (au moins d'un facteur 10).

SENSIBILITE DU TERRITOIRE EN MATIERE DE SECURITE DES POPULATIONS ET DE SANTE HUMAINE	
● ● ●	<p>Les matières et déchets radioactifs occupent une place particulière au vu des risques qu'ils portent 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 sécurité 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 apportent entre autres des réponses à un potentiel accroissement des risques NaTech et à la nécessité d'une gestion à très long terme des matières et déchets radioactifs.</p>
LES ENJEUX FUTURS POUR LES ACTIVITES DE GESTION DES MATIERES ET DECHETS RADIOACTIFS	
+ + +	<p><u>La sécurité des populations sur le très long terme</u></p> <p>Face aux exigences économiques ou aux contraintes techniques, les exploitants et les politiques publiques doivent regarder en priorité l'enjeu que constitue la sécurité 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. C'est d'ailleurs ainsi que doivent être gérées actuellement des situations historiques relatives à d'anciens sites miniers ou industriels.</p>
+ + +	<p><u>La radioprotection des travailleurs dans les filières de gestion des matières et déchets</u></p> <p>Les données dosimétriques et les risques encourus par les travailleurs du nucléaire (tant pour les sous-traitants spécialisés que pour les employés directs) doivent continuer à être pris en compte dans les décisions futures en termes de gestion des matières et déchets radioactifs, de manière à retenir des solutions de gestion qui limitent l'exposition des travailleurs lors des manipulations effectuées.</p>
+ + +	<p><u>Des risques accrus pour les déchets entreposés par rapport aux déchets stockés</u></p> <p>Aujourd'hui, les déchets ne disposant pas encore de filière de gestion à long terme mise en œuvre¹⁵ sont ceux qui présentent les niveaux de risques les plus élevés en termes de contamination radioactive à cause de leur niveau d'activité et/ou de leur période radioactive et/ou de leurs caractéristiques physiques et chimiques. Or, ils ne sont à l'heure actuelle qu'entreposés sur de multiples sites, et les risques sont donc <i>a priori</i> plus élevés (opérations de manutention supplémentaires, risque de dépassement de la durée d'exploitation initialement dimensionnée...), que ce soit en termes d'accident, d'exposition des travailleurs ou de radiocontamination des milieux. 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 filières. Dans le même temps, les installations d'entreposage doivent être gérées de manière dynamique, afin d'assurer leur sûreté (reprise d'entreposages anciens) et leur disponibilité dans le temps (en fonction de la production de déchets).</p>
+ + +	<p><u>Les incertitudes relatives à un stockage en profondeur</u></p> <p>Que ce soit parce qu'il s'agit de concentrer des déchets hautement radioactifs dans un seul espace confiné, parce que les échelles de temps à envisager dépassent potentiellement la mémoire de notre civilisation ou parce que la solution déployée devra être réversible, le projet Cigéo, devra répondre à des risques majeurs auxquels les générations futures devront être sensibilisées. Des enjeux qui s'appliquent également dans une certaine mesure à la future installation de stockage des déchets FA-VL, programmée de manière similaire pour une très longue période.</p>

¹⁵ Notamment : HA, MA-VL, FA-VL, déchets tritiés et sources scellées usagées non recyclables.

SOURCES :

- ▶ Etat de l'environnement en France en 2014
- ▶ Code de l'environnement
- ▶ Ressources en ligne du Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (MEDDE)
- ▶ 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 Sécurité Nucléaire), notamment la section « La Recherche - Unité de radioprotection de l'homme »
- ▶ Site de la SFEN (Société Française d'Energie Nucléaire), section « Le Nucléaire et l'Environnement »
- ▶ Ressources en ligne d'Areva
- ▶ Rapport de l'ASN (Agence de Sécurité Nucléaire), Etude des flux de transport de substances radioactives à usage civil, 2014
- ▶ Rapport d'information sur la sûreté nucléaire et la radioprotection :
 - ▶ Du site Areva de la Hague, 2014
 - ▶ Du site Areva de l'INB ECRIN, 2014
 - ▶ 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 d'activité de l'Andra sur le Cires, 2013
- ▶ Rapport environnemental du CEA de Saclay, 2014

2.4. Consommation d'énergies et contribution au changement climatique

2.4.1. La consommation énergétique et les émissions de GES 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.

770 000 transports de substances radioactives par an qui transitent majoritairement par la route, mais qui ne représentent qu'une fraction des transports en France

Le secteur le plus émetteur de GES, en France (métropole et DOM), en 2012, est celui du transport qui pèse pour 26 % dans le PRG français (Pouvoir de Réchauffement Global), avec 90 % des émissions dues au transport terrestre. Ces émissions sont majoritairement dues à la consommation de carburants fossiles.

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 une quantité significative de transports : chaque année, environ 980 000 colis de substances radioactives sont transportés à l'occasion d'environ 770 000 transports (source : ASN 2014 - Étude sur les flux de transport de substances radioactives à usage civil).

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	Installations du cycle du combustible, centres de recherche associés, centrales nucléaires
Santé	Produits radiopharmaceutiques, sources de radiothérapie	Fournisseurs de sources, hôpital
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 paramètres physiques	Fournisseurs de sources, entreprises industrielles
Recherche non nucléaire	Sources non scellées utilisées comme traceurs radioactifs	Fournisseurs de sources, centres de recherche, universités

Ces transports de substances radioactives se font pour 96 % par voie routière tous secteurs confondus. Le rail n'est utilisé que lorsqu'une liaison ferroviaire est disponible pour de grandes quantités de matières ou déchets. Par exemple, la quasi-totalité du combustible irradié destiné au retraitement est transporté par rail jusqu'au terminal ferroviaire de Valognes, puis par route jusqu'au centre de retraitement de la Hague (IRSN, 2009).

Les deux secteurs générant le plus de transports sont les contrôles techniques et le secteur de la santé qui représentent près de 85 % des colis et 90 % des transports radioactifs. Or 100 % des transports de sources scellées

issues des contrôles techniques se font par route exclusivement, de même que 85 % des transports de substances

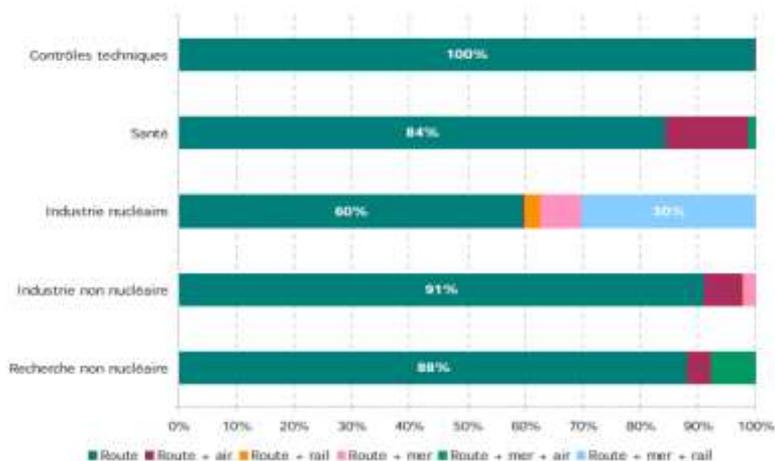


Figure 10 : Répartition des modes de transport par secteur d'activité (source : ASN 2014 - Étude sur les flux de transport de substances radioactives à usage civil)

radioactives dans le domaine médical ; les 15 % restants s'effectuant par route et voie aérienne.

Malgré l'éclatement géographique des étapes du cycle du combustible, l'industrie nucléaire génère quant à elle environ 114 000 colis qui sont acheminés lors de 19 000 transports, soit 3 % des transports et 12 % des colis. De plus, 60 % des transports se font exclusivement par route, le reste faisant intervenir principalement le transport ferroviaire et maritime en complément de la route. La recherche nucléaire essentiellement au sein du CEA, occasionne un peu moins de 3 000 transports par an pour environ 4 800 colis transportés.



Figure 11 : Les principaux transports liés au cycle du combustible pour une centrale nucléaire donnée (source : ASN 2014 - Étude sur les flux de transport de substances radioactives à usage civil)

Au vu de la diversité des modes de transport utilisés, il est difficile d'évaluer la consommation d'énergie totale impliquée par le transport des matières et déchets radioactifs. Cependant, les transports de substances radioactives ne représentent qu'une très faible part des transports de matières dangereuses et a fortiori des transports de matières en France et donc contribuent relativement peu à la consommation d'énergie et aux émissions de gaz à effet de serre.

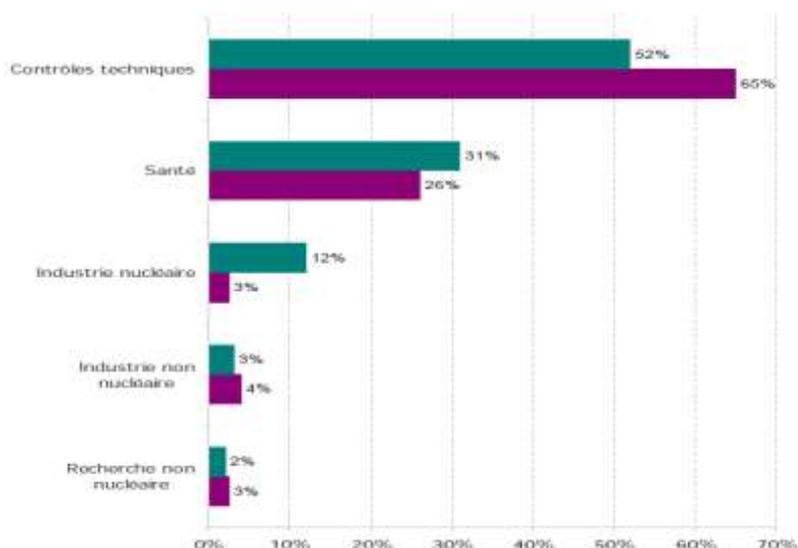


Figure 12 : Part des colis expédiés (barre du haut, en vert) et des transports réalisés (barre du bas, en violet), par secteur (source : ASN 2014 - Étude sur les flux de transport de substances radioactives à usage civil)

Les tendances suivantes peuvent être identifiées en termes d'évolution des besoins de transport de déchets radioactifs :

- ▶ Dans le cadre du démantèlement, l'augmentation de la production de déchets TFA (quantité totale de déchets potentiellement multipliée par trois entre 2010 et 2030) pose la question de leurs modalités de gestion et donc d'éventuels transports.
- ▶ L'ouverture de nouvelles infrastructures de stockage devrait d'une façon plus générale générer des transports depuis les lieux d'entreposage actuels.
- ▶ La durée de vie très courte des substances radioactives utilisées dans le domaine médical implique des transports réguliers et rapides.

Des consommations énergétiques supérieures des sites de traitement des déchets par rapport aux sites de stockage, mais relativement faibles à l'échelle globale

Les émissions totales de CO₂ liées à la gestion des déchets radioactifs représentent moins de 1 % des émissions totales de la filière énergétique française, avec 57,5 Mt CO₂ par an.

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 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, soit des émissions comparables à celles d'une chaudière urbaine. Les installations de stockage sont encore moins consommatrices d'énergie et émettrices de gaz à effet de serre.

Tableau 10 : Consommation annuelle d'énergie et émissions de CO₂ des sites de traitement et de stockage des matières et déchets radioactifs - Sources : Rapport d'information sur la sûreté nucléaire et la radioprotection du site AREVA la Hague (2014) et de l'installation EDF Socodei (2013), et Bilan Andra des émissions de gaz à effet de serre 2011

Site	Consommation d'électricité (GWh)	Consommation de fioul (m ³)	Emission de CO ₂ (tCO ₂ eq.)
Centraco	27	990	3900*
La Hague*	550	-	50 000
Sites de stockage (CSM, CSA, Cires et CMHM**)	12,17		630
Total			54 530

*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/t) et de l'électricité en France (51 tCO₂/GWh)

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

Pour ce qui est de l'entreposage, on ne considérera pas la consommation énergétique des espaces d'entreposage dédiés qui sont situés sur les sites de productions des déchets et sont plus largement dispersés. En effet, d'une part l'entreposage n'est qu'une étape permettant aux producteurs de gérer les flux vers les installations de l'Andra ou d'attendre la création des centres pour les déchets HA-MAVL et FA-VL ou bien il s'agit de résidus de situations de traitement historiques (Andra, 2015). D'autre part, aujourd'hui, 73 % des déchets radioactifs sont stockés.

En termes de tendances d'évolution pouvant être identifiées, il convient de noter que 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, peuvent contribuer à des consommations énergétiques à court terme. De fait, les projets à venir devraient générer temporairement des émissions de GES à l'occasion des travaux de création de ces centres.

SENSIBILITE DU TERRITOIRE EN MATIERE DE CONSOMMATION D'ENERGIE ET DE 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 %), essentiellement du fait du retraitement des combustibles usés et du transport des substances radioactives. Malgré tout, ces consommations d'énergie et émissions de GES pourraient être amenées à augmenter, en particulier du fait d'une augmentation des volumes de déchets à transporter (démantèlements) et du développement de filières de traitement et de valorisation (incinération, fusion...) de certains déchets présentant des volumes importants.

LES ENJEUX FUTURS POUR LES ACTIVITES DE GESTION DES MATIERES ET DECHETS RADIOACTIFS

+++

Un risque d'augmentation de l'empreinte carbone de la gestion des déchets TFA en raison des futurs démantèlements de CNPE

Une croissance des volumes de déchets radioactifs à gérer est à prévoir du fait du démantèlement des CNPE. En particulier, le nombre de transports et les capacités de stockage de déchets TFA nécessaires devraient fortement augmenter, tout comme les consommations énergétiques associées. Afin de limiter l'augmentation d'émissions de GES de cette filière de gestion (mais tout de même relativement modérée par comparaison à d'autres secteurs d'activité en France), toutes les solutions pour prévenir la production de déchets radioactifs (mise en place du zonage, valorisation, etc.), réduire les distances de transport (stockage sur site ou en centre dédié situé à proximité), 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 favorisées. La création de nouvelles installations de traitement, en vue de limiter les quantités de déchets à stocker, pourraient augmenter les émissions de GES, dues au fonctionnement de ces installations elles-mêmes, mais aussi aux transports supplémentaires qui seront nécessaires.

+

Une multiplicité de transports pour les déchets des filières de contrôle technique et du secteur médical

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 dans ces activités. L'enjeu est de parvenir à adapter les modalités de transports et les itinéraires, avec une priorité maintenue à la sécurité des populations, pour réduire les émissions de gaz à effet de serre induites. Etant donné qu'il s'agit, 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, même par rail.

SOURCES :

- ▶ Panorama énergie climat 2014 (DGEC)
- ▶ Bilan énergie climat 2014 (CGDD)
- ▶ Ressources en ligne
- ▶ Inventaire des émissions de gaz à effet de serre en France de 1990 à 2012
- ▶ Bilan des énergies renouvelable 2013 de RTE
- ▶ Bilan électrique 2013 de RTE
- ▶ Météo-France : le climat de la France au 21ème siècle (rapport Jouzel) – volumes 4 et 5
- ▶ Etat de l'environnement en France en 2014 (MEDDE)
- ▶ Loi sur la Transition Energétique pour la Croissance Verte
- ▶ Rapport de Synthèse 2015 - Inventaire national des matières et des déchets radioactifs 2015, Andra
- ▶ Bilan Andra des émissions de gaz à effet de serre, 2011
- ▶ Rapport d'information sur la sûreté nucléaire et la radioprotection
- ▶ du site AREVA la Hague, édition 2014
- ▶ de l'installation EDF Socodei, édition 2013
- ▶ Ressources en ligne du Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie, notamment « Part des secteurs économiques dans les émissions de gaz à effet de serre 2015 »
- ▶ Étude sur les flux de transport de substances radioactives à usage civil, ASN, 2014

2.5. Pollutions de l'air (hors GES)

2.5.1. 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 ci-dessous.

Tableau 11 : 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 XX^{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	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Formation d'Ozone et de particules ▪ Eutrophisation ▪ Pluies acides ▪ Irritation des voies respiratoires 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Division des émissions par deux depuis 1980. ▶ Explication : Evolutions dans les secteurs de la production énergétique et du transport routier : moindre combustion de ressources fossiles.
Particules (classées par taille : PM_x signifie diamètre inférieur à x µm)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 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...) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Division des émissions par plus de deux entre 1990 et 2013. ▶ Explication : Efforts sur le chauffage résidentiel notamment.
Dioxyde de soufre (SO₂)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Acidification et l'appauvrissement des milieux naturels (via sa transformation en acide sulfurique) ▪ Irritation des systèmes respiratoires et oculaires 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Chutes des émissions (de 3 000 kT en 1973 à 200 kT en 2013) ▶ Explication : Efforts de réduction des consommations d'énergie fossile et limitation de la teneur en soufre des carburants et combustibles ;
Monoxyde de carbone (CO)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Acidification des milieux ▪ Formation d'ozone ▪ Se fixe aux hémoglobines et peut provoquer des maladies neurologiques et cardiovasculaires. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Baisse régulière. ▶ Explication : Lien fort avec la combustion incomplète de matières organiques (fioul, charbon, bois, carburants, etc.) ; or, renforcement des normes environnementales imposées notamment aux véhicules routiers (pot catalytique, seuils limites en terme d'émissions, etc.)
Ozone (O₃)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Baisse de rendement des cultures ▪ Inflammations des systèmes respiratoires (et maladies à plus long terme) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Relativement stables, dépendantes des conditions météorologique (production plus importante l'été). ▶ Explication : Ces émissions ont pour origine une réaction photochimique de polluants primaires (tels que les NO_x, les COV, le CO ou encore le CH₄).
Composés organiques volatiles (COV) dont le benzène (C₆H₆)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Générateurs de polluants secondaires (ozone et particules fines notamment) ▪ Effets néfastes pour la santé humaine (anémie, perte de lymphocytes, voire leucémie) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Emissions en diminution : - 63 % pour les COV et passage de 2600 kt en 1990 à 600 kt en 2013 pour les COV Non Métalliques. ▶ 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.)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Accumulation possible dans les organismes conduisant à des maladies de différentes sortes (système nerveux, rénal, hépatique, respiratoire, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Forte diminution des émissions. ▶ Explication : 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)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Multiples effets sur la santé (effets sur la reproduction, effets cancérigènes, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Diminution d'un tiers depuis 2000. ▶ Explication : Lien fort avec les combustions de bois de chauffage et de carburant (et donc particulièrement importantes dans les vallées industrielles).

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 les logements, les 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 plus part des émissions de polluants atmosphériques. Si la qualité de l'air tend à s'améliorer ces trois

dernières années, la marge de progrès est encore large quant à la réduction des émissions polluantes et à la préservation de l'atmosphère. Ainsi, la Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte fixe des objectifs à atteindre au niveau national et renforce les outils de planification territoriale en faveur de la qualité de l'air.

Avec 770 000 transports par an, transitant majoritairement par route, l'acheminement des colis et sources radioactifs contribue aux émissions de substances nocives pour l'atmosphère. De même que pour les émissions de CO₂ (voir la partie 1.4 sur la consommation d'énergie et les émissions de gaz à effets de serre de l'état initial de l'environnement), il est difficile d'évaluer la part exacte de ces contributions mais au vu de la faible part que ces transports représentent relativement au secteur du transport en France, ces émissions peuvent être estimées à moins de 0,1 % des émissions globales. Néanmoins, dans le cadre du démantèlement des installations, la quantité de déchets à transporter pourrait augmenter de façon importante (quantité de déchets TFA multipliée par trois entre 2010 et 2030 par exemple), de même que les kilomètres à parcourir en fonction de la construction de nouvelles infrastructures de stockage. De même, un accroissement ou du moins une stagnation du nombre de transport dans les domaines médicaux et des contrôles est à attendre. Ainsi, l'impact sur les pollutions atmosphériques risque de s'aggraver.

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

Un risque pour les populations et travailleurs principalement lié au radon

La radioactivité de l'air est essentiellement due au radon 222, lui-même issu de l'uranium 238. Il est 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'Environnement¹⁶.

Si la radioactivité est un phénomène naturel, la présence de radon dans l'air peut également être le résultat de modes de gestion historiques ou semi-historiques des déchets. Le tableau ci-après en présente les niveaux d'enjeux liés à ces modes de gestion aujourd'hui et pour les générations futures, le radon n'étant pas le seul radionucléide pouvant contribuer à la pollution radioactive de l'atmosphère.

Activité de gestion	Impact actuel	Niveau de risque pour le futur
Réemplois de stériles miniers ou les reconversions de sites nucléaires historiques	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 ont été reconvertis. Lorsque cela a été fait, des cas de contamination au radon ont pu être relevés, notamment dans le cas d'espaces fermés. Des opérations de localisation et le cas échéant de récupération des stériles sont réalisées par AREVA.	S'agissant des conséquences d'un mode de gestion semi-historique de déchets inertes ou de très faibles activités, les risques devraient 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 et des résidus et stériles miniers	Ces sites sont exposés à l'air libre ou placés sous couverture argileuse (pour les résidus de procédés de traitement de minerais). AREVA mène plusieurs études pour améliorer le recensement et la connaissance de ces situations.	Au vu des méthodes d'entreposage, des risques existent portant sur l'intégrité des stockages à long terme, ce qui pourrait générer un risque de contamination radioactive de l'atmosphère.
Entreposage historique de déchets sur site	Dans certains cas, des déchets radioactifs, généralement à faible ou très faible activité, ont fait l'objet d'un entreposage in situ, à proximité des sites d'exploitation des matières radioactives. L'Inventaire national recense 13 sites concernés par ce mode de gestion et aujourd'hui ils font l'objet d'une étude et d'une surveillance accrue car le conditionnement des déchets radioactifs est a priori inadéquat. Le volume de déchets concerné est d'environ 250 000 à 300 000 m ³ selon l'Inventaire national.	Ce 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.
Gestion des déchets radioactifs autorisés dans les filières conventionnelles de déchets (ex. déchets VTC ou NORM)	Jusqu'à présent, les sites de traitement des déchets conventionnels ayant accueilli des déchets à potentiel radioactif l'ont fait dans des proportions très inférieures aux seuils légaux d'autorisation d'accueil de déchets radioactifs. 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 non dangereux voire nul.	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 la radioactivité environnementale notamment sur les potentiels effluents gazeux.

¹⁶ Guide « La radioactivité dans l'air que je respire », Réseau National des Mesures de la Radioactivité de l'Environnement.

Un marquage atmosphérique également dû aux rejets accidentels et autorisés des INB

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 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. Toutefois, des enjeux importants en termes 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 été mise en place (déchets tritiés, sources scellées usagées non recyclables, déchets HA-MAVL et FA-VL). En effet, l'entreposage ne peut être considéré comme une solution de long terme, 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.
- ▶ Emissions de substances radioactives dans l'air, encadrées et contrôlées par les autorités compétentes de l'Etat. 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'optimisation¹⁷. 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.

Tableau 12 : Emissions de carbone 14 et de tritium en Giga Becquerel de plusieurs INB - Source : Rapports sur la Sûreté Nucléaire et la Radioprotection des Installations et Rapport Environnemental du CEA de Saclay.

Activité	Emissions de Carbone 14 (GBq)		Emission de Tritium (GBq)	
	Limite réglementaire	Emissions effectives	Limite réglementaire	Emissions effectives
Cires (stockage des déchets TFA)	1	0,012	30	0,032
CSA (stockage des déchets FMA-VC)	5	0,037	50	0,22
Activités du Centraco (incinération et fusion)	1250	3,6	6000	475
Utilisation du combustible en industrie électronucléaire (ex.réacteur 1450 MWe de la Centrale de Civaux)	700	68	2500	860
Utilisation du combustible en recherche nucléaire (ex. CEA de Saclay)	2030	34,6	80 000	12 000
Activité de retraitement des combustibles usés à La Hague	28 000	20 600	150 000	61 900

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 exploitants :

- ▶ 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.

Les INB rejettent aussi des effluents chimiques, La Hague atteignant par exemple des niveaux relativement élevés en matière de NOx (environ 90 t par an de rejets effectifs), toutefois inférieurs à 20 % de la limite réglementaire.

SENSIBILITE DU TERRITOIRE AU REGARD DES POLLUTIONS ATMOSPHERIQUES

¹⁷ 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).

●●	<p>Le transport des déchets radioactifs ne contribue aux émissions de polluants atmosphériques que de manière relativement limitée, et la principale préoccupation de ce secteur, en termes de santé, relève de la pollution au radon due à des situations quasi-historiques (réemploi de stériles miniers, transfert depuis des déchets entreposés...). 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). Le principe d'optimisation et l'adoption des meilleures techniques disponibles (MTD) par les exploitants laissent espérer une réduction des rejets atmosphériques autorisés. De la même manière, les diagnostics et actions mises en place en matière radon devraient permettre de renforcer la protection des populations et travailleurs.</p>
LES ENJEUX FUTURS POUR LES ACTIVITES DE GESTION DES MATIERES ET DECHETS RADIOACTIFS	
++	<p><u>Le potentiel de radio-contamination atmosphérique des déchets radioactifs sans solution de stockage pérenne</u></p> <p>Plusieurs types de déchets ne disposent pas encore de filière de stockage mise en œuvre, en particulier les déchets tritiés, certaines sources scellées usagées non recyclables, les déchets HA-MAVL et les déchets FA-VL. Or, ce sont les déchets regroupant les plus forts potentiels de contamination radioactive des milieux : les déchets HA représentent à eux-seuls plus de 98 % de la radioactivité totale des déchets et le tritium est une substance à forte mobilité dans les milieux et donc difficile à conditionner de manière étanche. Actuellement entreposés, ces catégories de déchets sont par conséquent porteuses d'un risque fort pour les générations futures en termes de contamination de l'atmosphère notamment.</p>
++	<p><u>La poursuite des efforts pour limiter le risque lié au radon</u></p> <p>Des diagnostics et actions de réhabilitation ont été menés en vue de la prévention du risque de contamination au radon. Toutefois, un risque important pour la santé des populations et des travailleurs (liés respectivement au réemploi de stériles miniers et aux transferts depuis des déchets entreposés sur site) existe encore, et les efforts doivent être poursuivis.</p>
++	<p><u>Le maintien voir la réduction des niveaux de rejets d'effluents gazeux radioactifs et/ou chimiques</u></p> <p>Les exploitants ont le souci de limiter leurs effluents gazeux notamment et développent donc de nouvelles technologies ou rénovent leurs installations. C'est le cas par exemple d'AREVA sur les sites du Tricastin et de Malvési avec la construction de l'usine Georges-Besse II et le projet COMURHEX II. L'entretien et la gestion des INB de traitement, d'entreposage 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.</p>
+	<p><u>La hausse des pollutions atmosphériques causées par l'augmentation des transports de substances radioactives</u></p> <p>Dans le cadre du démantèlement des installations, une hausse des volumes de déchets à transporter est à attendre. Les transports dans le secteur de la santé et des contrôles devraient par ailleurs voir leur part se maintenir voir augmenter dans les prochaines années. Cet accroissement des transports devrait générer davantage de polluants atmosphériques.</p>
+	<p><u>Le maintien d'une faible fréquence d'accidents d'exploitations et de transports ayant un impact sur l'atmosphère</u></p> <p>Sur les 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 de sécurité 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.</p>
SOURCES :	
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Bilan de la qualité de l'air en France en 2013 ; SoeS (MEDDE) ▶ Etat de l'environnement en France en 2014 (MEDDE) ▶ 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 MEDDE - Analyse, Recherche et Information sur les Accidents, Retour d'expérience sur les accidents technologiques
- ▶ Rapport d'information sur la sûreté nucléaire et la radioprotection :
- ▶ Du site Areva de la Hague, 2014
- ▶ 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 d'activité de l'Andra sur le Cires, 2013
- ▶ Rapport environnemental du CEA de Saclay, 2014

2.6. Consommations et pollutions des eaux

2.6.1. Une stabilisation des prélèvements d'eau, par ailleurs limités en ce qui concerne la gestion des matières et déchets radioactifs

En 2011, 28,3 milliards de m³ d'eau douce ont été prélevés en France métropolitaine pour satisfaire les principaux usages. La répartition des volumes prélevés est très variable selon les usages.

- ▶ La production d'énergie est de loin le secteur qui utilise les plus grandes quantités d'eau, avec 60 % des volumes prélevés pour le refroidissement des centrales de production d'électricité (nucléaire ou thermique) en 2011. Mais la plus grande partie de cette eau prise en rivière, y est restituée après utilisation (restitution estimée à 93 %) 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 si elle est trop chaude.
- ▶ Les prélèvements pour l'irrigation des cultures ne représentent que 11 % des volumes d'eau prélevés dans l'Hexagone, mais la part restituée aux milieux aquatiques est, proportionnellement, la plus faible de tous les usages.
- ▶ Les prélèvements pour la production d'eau potable s'élèvent à 19 % du total des volumes prélevés.
- ▶ Les industries et autres usages économiques (industries manufacturières et extractives, armée, bases de loisirs, golfs, stades, station de sport d'hiver, etc.) prélèvent chaque année, 9 à 10 % des volumes totaux.

Depuis 2005, les prélèvements totaux de ressources en eau sont en constante diminution, et cette tendance devrait se poursuivre au regard du plan national d'adaptation au changement climatique (engagement de réduction d'ici 2020 de 20 % de la consommation d'eau au niveau national).

2.6.2. Des marquages des eaux de surface principalement liés aux modes de gestion historiques des déchets et aux effluents autorisés des INB

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, 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, en revanche une présence préoccupante de pesticides et d'autres micropolluants s'observe, et de nouvelles substances sont désormais suivies : médicaments, perturbateurs endocriniens, etc.

Les eaux littorales sont globalement en meilleur état que les eaux continentales superficielles, puisque près de deux tiers des masses d'eau côtières étaient en 2013 dans un bon ou très bon état écologique et les trois quarts présentaient un bon état chimique (toutes les masses d'eau côtières n'ont toutefois pu être évaluées). L'état des masses d'eau côtières était moins bon au niveau des zones de transition (estuaires), et des littoraux de la Méditerranée (lagunes), de la Mer du Nord (phytoplancton) ou de la Manche orientale (algues vertes). 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 macro-déchets (ex. sacs plastiques) ou de micropolluants.

La présence de radionucléides dans les eaux peut avoir différentes origines (IRSN - Rapport pour le Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire).

- ▶ 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 sur la base de données ARIA, 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 seconde 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 radiocontaminés au cours de la première moitié du 20^{ème} siècle, entreposages anciens présents sur sites nucléaires, etc.). 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 les autorités compétentes de l'Etat. Ces émissions, interdites dans les nappes phréatiques par la législation actuelle, ne sont autorisées qu'après évaluations 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 ans, 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 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.



Figure 13 : Activités moyennes en tritium mesurées dans les eaux de surface (à gauche) et les milieux marins (à droite) en 2011-2012 (Bq/L) - Source : IRSN, Bilan de l'état radiologique de l'environnement français en 2012

Les exploitants sont dans l'obligation de publier chaque année le détail de leurs émissions par type de particule radioactive, dans le Rapport sur la Sûreté Nucléaire et la Radioprotection des Installations. Le site responsable des rejets les plus conséquents est le site de La Hague : d'après l'IRSN¹⁸, des activités spécifiques dépassant de 2 à 20 fois le « bruit de fond radioactif » normal en milieu marin sont mesurées régulièrement aux alentours du site, et sont en augmentation sur ces trois dernières années (pour le tritium, le carbone 14 et l'iode).

¹⁸ IRSN – Bilan de l'état radiologique de l'environnement français en 2012.

Tableau 13 : Emissions de carbone 14, de tritium et d'iode 129 en Giga becquerel de plusieurs INB - Source : Rapports sur la Sûreté Nucléaire et la Radioprotection des Installations et Rapport Environnemental du CEA de Saclay.

Activité*	Emissions de Carbone 14 (GBq)		Emission de Tritium (GBq)	
	Limite réglementaire	Emissions effectives	Limite réglementaire	Emissions effectives
Cires (stockage des déchets TFA)	Absence d'impact significatif sur les caractéristiques radiologiques de l'environnement			
CSA (stockage des déchets FMA-VC)	0,12	0,00015	5	0,00057
Utilisation du combustible nucléaire en recherche nucléaire (ex. CEA de Saclay)	Seuls les effluents industriels, contrôlés sous les niveaux fixés par arrêté préfectoral, sont susceptibles d'être relâchés "par bâchées". Les niveaux restent donc extrêmement faibles.			
Fonctionnement de Centraco (incinération, valorisation, décontamination)	20	1,1	2000	49,5
Utilisation du combustible nucléaire en industrie électronucléaire (ex. d'un réacteur 1450 MWe de la Centrale de Civaux)	95	6,1	4500	18300
Activité de retraitement des combustibles usés à La Hague	14 000	8 320	18 500 000	12 700 000

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'acide nitrique dans le procédé 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, exemple représentatif de CNPE, 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, à Centraco, 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 et obéir au principe d'optimisation.

2.6.3. Le stockage de déchets mal conditionnés, potentielle source de pollution des eaux souterraines

Les eaux souterraines sont globalement de meilleure qualité du fait de la barrière de protection naturelle que constituent le sol et le sous-sol. Ainsi, 66,9 % des masses d'eau souterraines françaises (DOM compris) disposaient d'un bon état chimique en 2013, contre 33,1 % de masses d'eau avec un état chimique mauvais. Néanmoins, une 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).

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

- ▶ 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),
- ▶ le stockage de déchets radioactifs mal conditionnés (notamment sur sites historiques).

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 pour le Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire de l'IRSN.

Les dispositifs de surveillance ont permis à plusieurs reprises de détecter des contaminations entraînant la prise de mesures pour contrer la pollution puis l'installation de systèmes de contrôle jusqu'au retour à l'état normal.

Les solutions d'entreposage, destinées à être temporaires (déchets tritiés, sources scellées usagées non recyclables, déchets HA-MAVL et FA-VL), et les solutions de stockages à mettre en œuvre sont un enjeu majeur pour la protection radioactive, notamment à très 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 les premières susceptibles d'être affectées en cas de fuite du conditionnement des déchets à activité radioactive forte. A ce titre, les modes de gestion historiques et semi-historiques sont également porteurs de

risques importants puisque les déchets considérés (stériles et résidus du traitement de minerais, déchets entreposés à proximité des sites d'exploitation des matières radioactives, etc.) sont a priori moins bien confinés.

SENSIBILITE DU TERRITOIRE AU REGARD DES CONSOMMATIONS ET POLLUTIONS DES EAUX	
● ●	<p>L'état radioactif des eaux souterraines et de surface est 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. Une source de pollution potentiel des eaux souterraines non négligeable existe en revanche avec les sites d'entreposage ou de stockage des déchets, pouvant être à l'origine de fuites. Les consommations d'eau par les activités de gestion des matières et déchets radioactifs sont par ailleurs très limitées.</p>
LES ENJEUX FUTURS POUR LES ACTIVITES DE GESTION DES MATIERES ET DECHETS RADIOACTIFS	
+ +	<p><u>Le potentiel de radio-contamination des milieux aquatiques des déchets radioactifs sans solution de stockage pérenne actuellement mise en place</u></p> <p>Les déchets ne disposant pas encore de filière de stockage mise en place (déchets tritiés, sources scellées usagées non recyclables, déchets HA-MAVL et FA-VL) sont également ceux qui possèdent le plus fort potentiel de contamination radioactive des milieux (plus de 98% de la radioactivité totale des déchets est constituée par les seuls déchets HA et le tritium est une substance à forte mobilité dans les milieux). Actuellement entreposés, ces déchets sont par conséquent porteurs d'un risque fort pour les générations futures en termes de contamination des eaux notamment si les filières de stockage envisagées ne sont pas mises en œuvre.</p> <p>Par ailleurs, parmi les risques concernant les projets de stockage souterrains (FA-VL et HA-MAVL), les eaux souterraines pourraient être les premières affectées par la migration de certains radionucléides résultant, dans le pire des cas, d'une fuite des conditionnements.</p>
+ +	<p><u>Les modes de gestion historiques et des sites miniers constituent un risque significatif en termes de potentielle contamination des eaux</u></p> <p>Selon l'Inventaire national des matières et déchets radioactifs il existe plus de soixante-dix sites pollués par la radioactivité à cause de mauvaises gestions historiques, 250 000 à 300 000 m³ de déchets stockés in situ dans le cadre d'une gestion historique et 170 Mt de stériles miniers et 50 Mt de résidus de traitement de l'uranium. La gestion de ces sites « historiques » se fait actuellement <i>in situ</i>, avec un entreposage couvert pour les résidus miniers (qui sont principalement TFA ou FA-VL) et une réhabilitation en cours pour les sites radio-contaminés. Ces conditions de gestion, qui résultent de processus industriels passés ne permettent a priori pas d'assurer un conditionnement aux normes actuelles des déchets radioactifs. Une surveillance renforcée des cours d'eaux et des nappes proches des sites concernés est donc nécessaire, avec si possible et/ou nécessaire un réaménagement de ces espaces et une solution de stockage plus pérenne des déchets, qui pourraient porter pour certains un risque de contamination des milieux aquatiques.</p>
++	<p><u>Une limitation des rejets d'effluents liquides radioactifs et/ou chimiques à maintenir, voire réduire</u></p> <p>Les exploitants ont le souci de limiter leurs effluents liquides notamment et développent donc de nouvelles technologies ou rénovent leurs installations. C'est le cas par exemple d'AREVA sur les sites du Tricastin et de Malvési avec la construction de l'usine Georges-Besse II et le projet COMURHEX II. L'objectif est de parvenir à maintenir les rejets à un niveau ALARA, en disposant notamment des meilleures techniques disponibles.</p>
+	<p><u>Un nombre limité d'accidents d'exploitation et de transports polluant les eaux à maintenir</u></p> <p>Sur les 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. Les mesures de sécurité 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.</p>

SOURCES :

- ▶ Etat de l'environnement en France en 2014
- ▶ Ressources en ligne du du Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (MEDDE)
- ▶ Note de synthèse sur l'eau - Qualité et ressource ; SOeS 2013
- ▶ Aqua 2030 - CGDD
- ▶ Loi de Transition Energétique pour la Croissance Verte
- ▶ Code de l'environnement
- ▶ Base ARIA du MEDDE - 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
- ▶ Bilan de l'état radiologique de l'environnement français en 2012, IRSN, 2013
- ▶ Rapport sur les Centrales Nucléaires et l'Environnement, consommation d'eau et rejets, EDF
- ▶ Rapport d'information sur la sûreté nucléaire et la radioprotection :
 - ▶ Du site Areva de la Hague, 2014
 - ▶ De l'Andra sur le Centre de Stockage de l'Aube, 2013
 - ▶ D'EDF sur les activités du SOCODEI, 2013
 - ▶ Rapport d'activité de l'Andra sur le Cires, 2013
 - ▶ Rapport environnemental du CEA de Saclay, 2014

2.7. Pollutions et érosion des sols

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

Selon les travaux menés par le Groupement d'Intérêt Scientifique (GIS) SOL, l'état des sols en France est nuancé. Le site BASOL du Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer, identifiait à la date du 1^{er} septembre 2015, 6 143 sites pollués en la France métropolitaine. Un certain nombre de contaminations historiques existent et sont difficilement réversibles (plomb des essences, chlordécone aux Antilles, 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 de ces pressions à l'avenir.

La présence de contamination radioactive n'est pas nécessairement synonyme de risques sanitaires importants mais suscite l'inquiétude des riverains et la préoccupation des autorités. 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 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.
- ▶ La rémanence de radionucléides dans les sols provenant de rejets anciens (Tchernobyl, essais nucléaires), soit en pratique uniquement 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.
- ▶ 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 radio-contaminés dans la première moitié du XX^{ème} siècle et des entreposages anciens sur les sites nucléaires (tertre et terre-plein). Selon l'IRSN, un site radio-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).

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 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.

Selon l'Inventaire national des Matières et Déchets Radioactif 2015, les diagnostics de ces sites ont débuté en 2010 en Île-de-France (région concentrant une large majorité des sites concernés). Trente sites suspectés de radio-contamination ont ainsi déjà été diagnostiqués par les services de l'État tels que les directions départementales des affaires sanitaires et sociales (DDASS) et les directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL), l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), l'IRSN et l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra). L'Inventaire National recense au 31 décembre 2013 plus de 70 sites radio-contaminés : 17 sites réhabilités depuis la précédente édition, 23 sites en cours de réhabilitation, 31 sites en attente de réhabilitation.

D'autres sites radioactifs sont d'anciens lieux de stockages de déchets radioactifs situés sur les sites des INB et INBS. Ils datent essentiellement des années 1950-1960 et faute d'un confinement suffisant des déchets sont à l'origine d'une contamination du sous-sol proche. Selon l'Inventaire national des matières et déchets radioactifs, 250 000 à 300 000 m³ de déchets sont en « stockage historique ». Les principaux sites concernés 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 (filrière 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 50 Mt de résidus de traitement de minerais d'uranium qui sont aujourd'hui couverts et protégés mais dont les impacts radiologiques continuent d'être surveillés et l'accès interdit. AREVA poursuit les études sur l'état de l'environnement autour de ces sites.

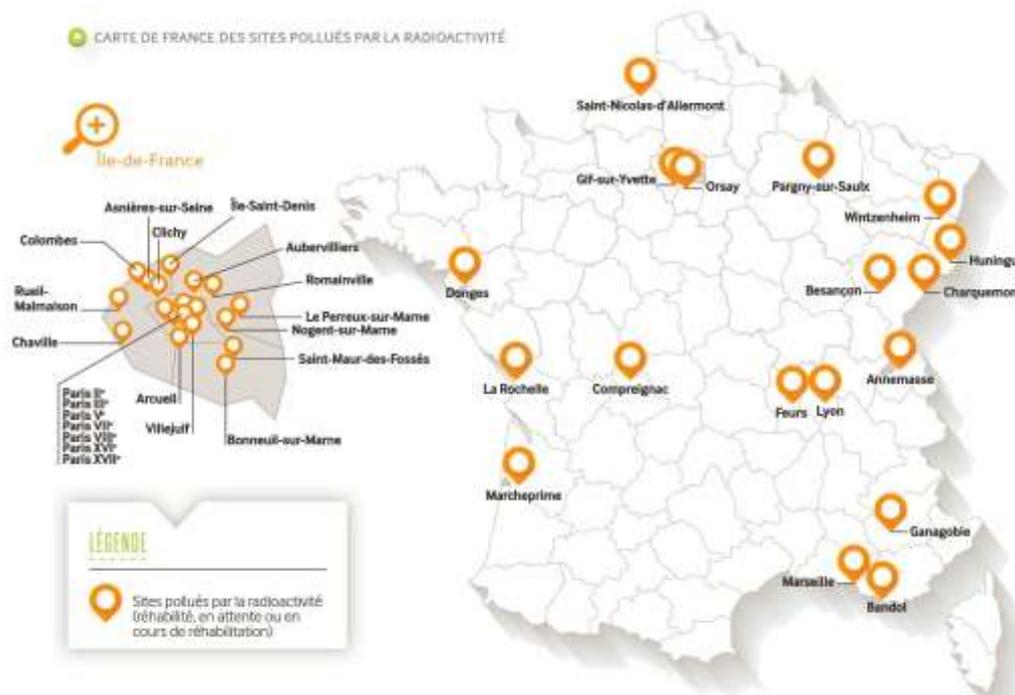


Figure 14 : Carte des sites radio-contaminés 2015 - Source : Synthèse de l'Inventaire national des Matières et Déchets Radioactifs 2015 (Andra)

2.7.2. 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 contamination chimique et radioactive.

A ce jour, 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). A la Hague, les rejets d'effluents sont cependant associés à un léger marquage des sols par du plutonium 239+240 et de l'américium 241 et des végétaux par du carbone 14.

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

- ▶ Le devenir des déchets entreposés sur site en attente d'une solution de stockage (qu'elle reste à être mise en œuvre ou à être identifiée), pouvant, à long terme en l'absence d'opérations de reprise, être à l'origine de contamination des sols environnants, en raison de leur caractère initialement temporaire ;
- ▶ La mise en place du centre de stockage réversible en couche géologique profonde (Cigéo), qui demandera dans un premier temps le creusement du sous-sol, puis qui devra assurer une étanchéité du stockage sur le très long terme ;
- ▶ L'assainissement des sites au niveau desquels des INB seront démantelées, en cas de pollution, qui demandera une excavation du sol sous-jacent pour éviter toute contamination résiduelle.

SENSIBILITE DU TERRITOIRE AU REGARD DES POLLUTIONS DES SOLS	
●	<p>Les pollutions radioactives des sols sont principalement dues à des modes de gestion historiques défailants. 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 radio-contamination des sols. Cependant, des enjeux émergent autour du devenir des déchets entreposés sur site, de la construction de centres de stockage en profondeur (pour les déchets FA-VL et les déchets HA-MAVL) et de l'assainissement des sites d'une INB.</p>
LES ENJEUX FUTURS POUR LES ACTIVITES DE GESTION DES MATIERES ET DECHETS RADIOACTIFS	
++	<p><u>L'identification, la réhabilitation et la mémoire des sites radio-contaminés</u></p> <p>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 radio-contamination des sols.</p> <p>Les dix-sept sites de stockage des résidus de traitement de minerais d'uranium sont sous surveillance accrue d'AREVA 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 ne présentant pas de risque radiologique important mais également de préserver la mémoire des sites concernés.</p>
++	<p><u>Le maintien d'installations d'entreposage dans un bon état de sûreté dans l'attente d'un stockage (déchets HA-MAVL et FA-VL notamment)</u></p> <p>Les différents types de déchets ne disposant pas encore de filière de stockage opérationnelle (déchets tritiés, sources scellées usagées non recyclables, déchets HA-MAVL et déchets FA-VL) regroupent les plus forts potentiels de contamination radioactive des milieux, si les installations d'entreposage les abritant ne sont pas maintenues dans des conditions de sûreté adéquats. Ces catégories de déchets sont par conséquent porteuses d'un risque fort pour les générations futures en termes de contamination des sols notamment, tant que des solutions de stockage n'auront pas été mises en place.</p>
++	<p><u>Les besoins d'assainissement des sites des INB qui seront démantelées</u></p> <p>Lors du démantèlement des INB, notamment les CNPE, le sol sous-jacent devra être assaini, en cas de pollution, pour réduire autant que possible la contamination conformément à la réglementation. Il est à noter que le choix sur la profondeur d'excavation du sol est directement lié à la quantité de déchets produits qui doivent être transportés et stockés. Un guide technique à ce sujet est en cours d'élaboration par l'ASN.</p>
+	<p><u>La sécurisation des stockages, et notamment de ceux en profondeur</u></p> <p>Une possible pollution des couches géologiques et des sols serait engendrée par une perte de confinement du stockage géologique en projet pour les déchets HA-MAVL à plus ou moins long terme. Un tel risque existe également pour les stockages qui seront conçus en faible profondeur (déchets FA-VL) ou pour les stockages en surface (TFA et FMA-VC). Des dispositions de conception sont à prendre pour exclure suffisamment ce genre de risque.</p>

+	<p><u>La fréquence et la gravité limitées d'accidents d'exploitation et de transport polluant les sols à maintenir</u></p> <p>Sur les 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 sécurité 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.</p>
SOURCES :	
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Enquête terruti-Lucas (Agreste – ministère de l'agriculture) ▶ Etat de l'environnement en France en 2014 (MEDDE) ▶ Synthèse sur l'état des sols de France en 2011 (GIS SOL) (http://www.gissol.fr/) ▶ Carbone organique des sols - L'énergie de l'agro-écologie, une solution pour le climat, ADEME ▶ Site BASOL du Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (MEDDE) ▶ Loi de Transition Energétique pour la Croissance Verte ▶ Code de l'environnement ▶ Base ARIA du MEDDE - Analyse, Recherche et Information sur les Accidents, Retour d'expérience sur les accidents technologiques ▶ Synthèse de l'Inventaire national des Matières et Déchets Radioactifs 2015, Andra ▶ Bilan de l'état radiologique de l'environnement français en 2012, IRSN, 2013 ▶ 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 	

2.8. Pertes de biodiversité et atteintes aux milieux naturels

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

La France se caractérise une diversité des territoires (trait de côte de 5 850 km, massifs montagneux, etc.) et des influences biogéoclimatiques (quatre des onze régions biogéographiques européennes s'y trouvent : atlantique, alpine, continentale et méditerranéenne), ce qui se traduit par une diversité d'écosystèmes. La France possède une faune et une flore riches et diversifiées, avec en 2011: 11 934 espèces végétales, 43 727 espèces animales et 14 183 champignons (selon l'Inventaire National du patrimoine naturel).

Malgré une prise de conscience croissante, les menaces et pressions anthropiques sur la biodiversité sont pour la plupart en augmentation. 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.

De nombreuses actions ont été mises en œuvre pour inverser la tendance : délimitation 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. La France s'est dotée d'une seconde stratégie pour la biodiversité pour la période 2011-2020, afin de répondre aux principaux problèmes identifiés.

2.8.2. 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 procédés de gestion historique ayant laissé des déchets mal conditionnés. En effet, les impacts directs des activités minières ne sont pas étudiés dans le cadre de ce présent document, comme précisé dans la note méthodologique présentant le périmètre et la méthode relatifs à l'état initial de l'environnement.

Localement cependant, les marquages peuvent montrer une certaine influence sur l'activité radiologique de la faune et de la flore aux alentours des sites rejetant des effluents dans le cadre régulé de leur activité. Néanmoins, le contrôle strict des rejets a pour objectif d'empêcher précisément cette activité d'exercer une pression sur la biodiversité. Les rapports de l'IRSN sur l'état radiologique de l'environnement en France en 2012 et sur l'état 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 en 2008, recensent les principaux impacts radiologiques significatifs des INB sur la biodiversité.

La Hague, site de retraitement des combustibles usés et émetteur principal des rejets d'effluents pour le carbone 14 et tritium notamment, toujours dans le cadre de son activité normale et des limites fixées par la loi, impacte l'activité radionucléique de son environnement. Ainsi, les végétaux tant terrestres que maritimes sont marqués par les rejets de carbone 14 et des activités spécifiques élevées (300 Bq/kg C à 450 Bq/kg C) dans les végétaux marins sont observées à proximité des rejets de l'usine. Ces variations sont sans conséquences sanitaires à l'heure actuelle mais les effets à très long terme sur le cycle de vie des espèces sont méconnus.

L'enjeu actuel concernant les possibles atteintes à la biodiversité et aux milieux de façon plus générale vient également d'un manque de connaissance sur l'écotoxicité des différents déchets radioactifs. En effet, à ce jour, 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'éco-toxicologie des radionucléides), rattaché à l'IRSN, mène des études sur l'évaluation de l'impact des radionucléides sur les écosystèmes. Néanmoins, des manques de connaissances persistent, d'autant plus que le recoupement des travaux existants peut être partiel. Ce sont des obstacles dans les efforts pour déterminer les effets, à aussi long terme que possible, de la gestion des matières et déchets radioactifs sur les populations et l'environnement.

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

Sur les 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. Les substances proviennent de l'unité d'hydrofluoration d'une usine de conversion de concentré minier d'uranium en tétrafluore 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.

2.8.4. La réhabilitation des sites miniers peut avoir un effet positif sur la biodiversité

Les situations héritées des modes de gestion historiques des matières et déchets radioactifs requièrent une étude poussée et continue de leurs impacts radiologiques. En effet, le confinement des déchets concernés ou l'état des infrastructures utilisées à l'époque ne sont a priori pas aux normes par rapport aux exigences de radioprotection et de prévention de la contamination des milieux. 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 AREVA a entrepris la réhabilitation (en dehors des zones d'entreposage des résidus de traitement de minerais d'uranium et des stériles miniers¹⁹). D'après l'Inventaire national des matières et déchets radioactifs 2015, il existerait environ 250 de ces sites (de taille très variable) dont la plupart ont été réhabilités. Cette reconversion, respectant prioritairement les

¹⁹Il existe deux types de stériles : les stériles francs dont la teneur moyenne en uranium correspond à la teneur caractéristique du bruit de fond naturel ambiant, et d'autre part, les stériles de sélectivité constitués par des roches minéralisées excavées lors de l'exploitation d'un gisement mais dont les teneurs étaient insuffisantes pour justifier d'un traitement sur le plan économique. Les résidus de traitement de l'uranium sont les déchets du processus de traitement industriel et qui sont en général des déchets TFA ou FA-VL.

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 habitat²⁰.

SENSIBILITE DU TERRITOIRE AU REGARD DES PERTES DE BIODIVERSITE ET DE L'ATTEINTE AUX MILIEUX NATURELS	
●	Hormis pour quelques territoires (ex. site de La Hague), l'impact sur la biodiversité des activités de gestion des substances radioactives est très limité. Les pressions sont rares : l'occupation au sol de ces installations est limitée et en vingt ans, un seul accident a porté atteinte à la faune sauvage. Toutefois, des incertitudes restent en ce qui concerne les effets à long terme de la radio-contamination, même limitée, des milieux.
LES ENJEUX FUTURS POUR LES ACTIVITÉS DE GESTION DES MATIÈRES ET DÉCHETS RADIOACTIFS	
++	<p><u>La surveillance et la réhabilitation des situations historiques et sites miniers</u></p> <p>Les filières de gestion historiques et semi-historiques, qui résultent de processus industriels passés, ne permettent a priori pas d'assurer un conditionnement aux normes actuelles des déchets radioactifs. Une surveillance renforcée de l'environnement des sites concernés est donc nécessaire, avec si possible et/ou nécessaire un réaménagement de ces espaces et une solution de stockage plus pérenne des déchets. Tout d'abord afin de réduire les risques de contamination des milieux néfaste à la biodiversité. Ensuite parce que la réhabilitation de ces espaces peut passer par un « retour à la nature » des sites, favorable à la biodiversité. Cet enjeu apparaîtra également pour les sites en cours d'activité et qui seront démantelés à moyen terme.</p>
++	<p><u>Les incertitudes relatives à l'écotoxicité des déchets radioactifs sur le long terme</u></p> <p>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'ont pas d'impact significatifs sur la biodiversité.</p>
+	<p><u>Un impact limité des accidents d'exploitation et de transports à maintenir dans le temps</u></p> <p>Sur les 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.</p>
+	<p><u>Des incidences réduites sur les sites Natura 2000 devant être maintenues</u></p> <p>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 protégés. Toute construction de nouveau site et toute modification de site 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. Au contraire, la réhabilitation d'anciens sites miniers pourrait conduire à la création de nouveaux sites Natura 2000.</p>
SOURCES :	
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Etat de l'environnement en France (2014), Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie ▶ Ressources en ligne du Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie ▶ Ressources en ligne de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature ▶ Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte 	

²⁰ A l'image de 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) et réhabilité avec l'aide de l'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage. L'ensemble, d'une superficie de 25ha environ est désormais devenu un site naturel, classé en réserve nationale de chasse et de faune sauvage et intégré au réseau Natura 2000.

- ▶ Code de l'environnement
- ▶ Base ARIA du MEDDE - Analyse, Recherche et Information sur les Accidents, Retour d'expérience sur les accidents technologiques
- ▶ Synthèse de l'Inventaire national des matières et déchets radioactifs 2015, Andra
- ▶ Bilan de l'état radiologique de l'environnement français en 2012, IRSN, 2013
- ▶ 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

2.9. Artificialisation des sols et pertes de patrimoine

2.9.1. Utilisation des sols et protection du patrimoine

Un territoire avant tout agricole, malgré la progression de l'artificialisation des sols

Si la France métropolitaine reste malgré tout majoritairement agricole (51 % des sols en 2012), ces surfaces sont en constante réduction. Toutefois, les pertes de terres agricoles ont ralenti ces dernières années, passant d'un taux annuel de 114 000 ha entre 2006 et 2008, à 42 000 ha entre 2010 et 2012 (baisse de l'activité dans le bâtiment et les travaux publics, effets des politiques d'urbanisme consécutives au Grenelle de l'Environnement, etc.). Ces pertes sont plus importantes dans le sud-est de la France où la déprise agricole s'accroît (les régions du Languedoc-Roussillon et Provence-Alpes-Côte d'Azur disposent d'un espace agricole structurellement plus faible) et où la croissance de l'habitat individuel augmente le plus.

Selon l'enquête Teruti du ministère chargé de l'Agriculture, les terres artificialisées comprennent les sols bâtis, revêtus ou stabilisés (chemins forestiers et agricoles, routes, parkings, etc.), ainsi que d'autres surfaces comme les carrières, les espaces verts urbains, les équipements sportifs, etc. L'artificialisation du territoire a augmenté de 68 000 ha/an en moyenne de 2006 à 2012 pour atteindre 9 % du territoire métropolitain en 2012. La progression de l'artificialisation a lieu principalement aux alentours des grandes villes, le long des réseaux de transport, dans les vallées, ainsi que dans les espaces proches du littoral. Le tissu urbain discontinu, les zones industrielles et commerciales et les grandes infrastructures de transport représentent 90 % des surfaces artificialisées.

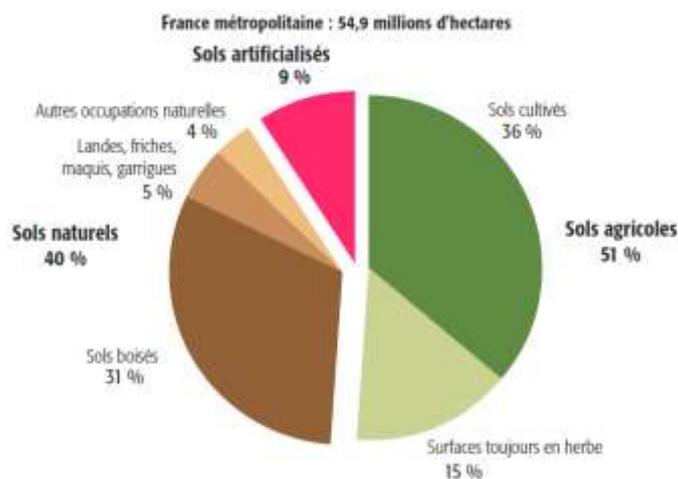


Figure 15 : Occupation physique du sol en 2012 selon l'enquête Teruti-Lucas. Source : SSP - Agreste

Une partie des terrains agricoles abandonnés ont été transformés en espaces naturels (friches, boisements...), compensant ainsi globalement l'artificialisation existante d'espaces naturels : au global, les surfaces naturelles (bois, landes et friches...) sont ainsi relativement stable dans le temps.

Le phénomène d'artificialisation diffère d'un territoire à l'autre. Ainsi, avec près de 8 millions de résidents en 2010, les espaces du littoral sont davantage sollicités que certains secteurs métropolitains. Cela se traduit par un maillage de plus en plus dense du tissu urbain sur les façades littorales. À moins de 500 m des côtes, les territoires artificialisés occupent 28,2 % des terres (source Corine Land Cover 2006). La pression anthropique liée à l'urbanisation représente une menace forte pour ces écosystèmes côtiers particulièrement fragiles : les milieux semi-naturels comme les écosystèmes dunaires, les pelouses arénophiles et les formations arbustives (lande, maquis et garrigue), ainsi que les zones humides et les surfaces en eaux.

Le rythme d'artificialisation des sols dépendra à la fois de facteurs prévisibles (évolutions démographiques, nombre et taille des ménages) et de tendances d'évolution plus générales (métropolisation, densité des habitats, étalement urbain) plus difficiles à évaluer. S'appuyant sur ces éléments, le CGDD a réalisé un travail prospectif « Territoires

Durables 2030 » dans lequel il met au point plusieurs scénarii prévisionnels. Suivant le scénario utilisé, il prévoit une perte de surfaces agricoles stabilisée d'ici 2030, ou à l'inverse se poursuivant à des rythmes plus ou moins élevés suivant les régions (avec une perte pouvant aller jusqu'à 10 % dans le nord-est).

Une préservation efficace du patrimoine remarquable, mais un risque de banalisation des paysages au quotidien

Le patrimoine remarquable est témoin de la richesse de certains paysages semi-naturels ; il peut aussi refléter les nombreux éléments patrimoniaux présents sur un territoire :

- ▶ des paysages témoins de l'Histoire : châteaux, vestiges des guerres mondiales, etc. ;
- ▶ des paysages témoins de pratiques anciennes et des modes d'appropriation des territoires/terroirs :
 - à travers des éléments de paysages : cabanes de vigne dans les régions viticoles, cabanes en pierres sèches dans de nombreux départements, etc. ;
 - à travers des structures paysagères : terrasses agricoles, haies bocagères, etc.

Les paysages et patrimoines remarquables sont bien souvent reconnus de manière réglementaire par des politiques de protection :

- ▶ Les 38 sites inscrits au patrimoine mondial de l'humanité selon l'UNESCO pour leur « valeur universelle exceptionnelle », qui sont en France constitués majoritairement de sites religieux (34 sites culturels, 3 sites naturels et 1 site mixte).
- ▶ Les 14 sites ayant reçu le label « Grand Site de France » par l'Etat pour une durée de six ans. Il s'agit de « monuments naturels et des sites de caractère artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque », dont la protection et la valorisation doit être assurée, tout en assurant un accueil touristique en accord avec le développement durable.
- ▶ Les 4 000 sites inscrits (une superficie d'environ 1 500 000 hectares) et les 2 700 sites classés (superficie de plus d'un million d'hectares), correspondent à des sites de caractère artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque et dont la qualité appelle, au nom de l'intérêt général, la conservation en l'état et la préservation de toutes atteintes graves.

Au-delà des espaces reconnus et protégés, les paysages qui nous entourent au quotidien contribuent également à la qualité des paysages métropolitains. Ces paysages parfois qualifiés d'ordinaires sont souvent banalisés puisqu'ils ne présentent pas de caractéristique extraordinaire et ne font pas l'objet d'une reconnaissance particulière. Ils constituent cependant une composante essentielle du cadre de vie des populations, qui sont sensibles à leur dégradation (multiplication des zones commerciales périphériques, étalement urbain et homogénéisation de l'habitat, etc.). La réalisation des Atlas de paysages, au niveau des départements ou des régions, vise à identifier, qualifier et caractériser tous les paysages d'un territoire et contribue progressivement à l'amélioration de la connaissance des paysages quotidiens.

2.9.2. 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 ne sont-elles mêmes à l'origine que de peu de pressions en matière d'occupation des sols :

- ▶ Les transports de matières et déchets :
 - sont relativement limités et ne contribuent que faiblement au trafic total ;
 - utilisent les infrastructures de transport conventionnelles et n'ont donc pas nécessité la construction de nouvelles infrastructures de transport.
- ▶ Les installations nucléaires sont limitées en nombre (125) ou sont situées sur des sites disposant d'une autre activité principale (centres hospitaliers, etc.).

La création de nouveaux centres de stockage à développer (déchets HA-MAVL et FA-VL notamment), consommera certes des sols, mais les surfaces concernées directement par ces projets sont relativement faibles et ne contribuent pas de façon significative aux pressions sur la répartition des sols, en tout cas à l'heure actuelle.

Un autre type d'impact sur le paysage provient de chantiers comme celui de La Hague, où la construction du site a bouleversé l'activité socio-économique de la presqu'île. Avec ce renouveau économique, la population a augmenté, l'urbanisation a progressé et les activités agricoles ont proportionnellement décliné. Parallèlement, de nombreuses mesures sont prises par les communes pour préserver les territoires côtiers et limiter l'extension de l'installation, 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 l'équilibre des populations locales par un afflux d'activités (transports par exemple).

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 exploitants doivent mener des études d'insertion dans le paysage des infrastructures qu'ils envisagent de construire.

Les sites concernés par les filières historiques et semi-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. Par exemple, l'Inventaire national des matières et déchets radioactifs 2015 précise au sujet de l'exploitation des mines d'uranium en France entre 1948 et 2001 que « les activités d'exploration, d'extraction et de traitement [de minerais] ont concerné environ 250 sites de dimensions très variables (de simples travaux de reconnaissance à des chantiers d'exploitation de grande ampleur) répartis sur 25 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 paysages²¹.

SENSIBILITE DU TERRITOIRE AU REGARD DE L'UTILISATION DES SOLS ET DU PATRIMOINE



La ressource foncière, majoritairement destinée aux usages agricoles en France, fait l'objet de pressions croissantes pouvant être sources de conflits d'usages : artificialisation des sols liée à l'urbanisation, etc. Le patrimoine paysager et culturel national fait l'objet de reconnaissances nombreuses, assurant une protection des sites emblématiques et patrimoniaux. Cependant au-delà du patrimoine reconnu et protégé, les paysages dits « quotidiens » se dégradent, en lien avec le phénomène de périurbanisation et l'évolution des activités économiques (zones d'activités, sites de production d'énergie, etc.).

Les installations nucléaires de base 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.

LES ENJEUX FUTURS POUR LES ACTIVITES DE GESTION DES MATIERES ET DECHETS RADIOACTIFS



Des opportunités offertes par la réhabilitation des sites

La réhabilitation des sites de gestion historique et semi-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.



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 important pour 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.

SOURCES :

- ▶ Etat de l'environnement en France en 2014 du Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie(MEDDE)
- ▶ Ressources en ligne du Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie
- ▶ Délégation interministérielle à l'aménagement du territoire et à l'attractivité régionale (DATAR)
- ▶ Code de l'environnement
- ▶ Synthèse de l'Inventaire national des Matières et Déchets Radioactifs 2015, Andra
- ▶ Résumé Non Technique de l'Etude d'Impact Préalable de l'INB 118, Areva en 2013
- ▶ Enquête terruti-Lucas (Agreste – ministère de l'agriculture)
- ▶ Territoire Durable 2030 - CGDD - Mission Prospective
- ▶ Corine Land Cover – données statistiques fournies par le MEDDE

²¹Pour plus de détails sur la réhabilitation des sites industriels historiques non miniers, il est possible de se reporter à la partie sur les pollutions des sols de l'état initial de l'environnement.

2.10. Exposition des populations aux bruits et aux autres nuisances

2.10.1. 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 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, et 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 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.

2.10.2. 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.

SENSIBILITE DU TERRITOIRE AU REGARD DE L'EXPOSITION DES POPULATIONS AUX BRUITS ET AUTRES NUISANCES

●	<p>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.</p> <p>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.</p>
--	---

LES ENJEUX FUTURS POUR LES ACTIVITES DE GESTION DES MATIERES ET DECHETS RADIOACTIFS

+	<p>Une atténuation des nuisances liées aux futurs chantiers de construction de sites de stockage et de démantèlement d'installations existantes</p> <p>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.</p>
--	--

SOURCES :

- ▶ Etat de l'environnement en France en 2014, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie
- ▶ Enquête TNS-Sofrès de mai 2010 « Les Français et les nuisances sonores »

2.11. Synthèses de l'état initial de l'environnement

2.11.1. Synthèse des sensibilités environnementales au regard des catégories d'activité de gestion des matières et déchets radioactifs retenues

Le tableau ci-dessous résume les niveaux de sensibilité relatifs à chaque thématique environnementale analysée. Les chapitres précédents détaillent les éléments permettant de justifier cette conclusion synthétique.

	Matières /déchets	Santé et sécurité	Energie et CO ₂	Air	Eau	Sols	Biodiversité	Espaces/patrimoine	Bruits et nuisances
Entreposage des déchets (HA, MA-VL, FA-VL, tritiés)	+++	+++		++	+	+			
Traitement des déchets pour notamment réduire leur volume) (CentraCo, CEA...)	+++	+++	+	+	+				+
Retraitement des combustibles (La Hague)	+++	+++	+	++	++	+	+	+	+
Conditionnement des déchets	+++	+++							
Transport de substances radioactives		+++	++	+					+
Stockage des déchets (TFA et FMA-VC)	+++	++	+				+	+	
Gestion des situations historiques / minières	++	+++		++	++	++	+	++	
Gestion des déchets NORM et des déchets VTC	++	++							
Sensibilité globale du territoire au regard des différentes activités de gestion des matières et déchets radioactifs	+++	+++	+	++	++	+	+	+	+

Parmi les différentes activités sur lesquelles le PNGMDR dispose d'une influence, il convient de noter qu'à l'heure actuelle celles présentant le plus d'impacts sur l'environnement sont celles relatives à la gestion des situations minières et historiques (sources de radio-contamination des milieux), au retraitement des combustibles usés à La Hague (du fait de rejets autorisés et d'émissions de GES non négligeables), au transport des déchets (émissions de GES, de particules et de bruits) et à l'entreposage des déchets sur site (émission de radon et transferts de radionucléides moins maîtrisées que dans le cadre d'un stockage pérenne).

Il apparaît clairement que les thématiques relatives à la gestion des déchets et à l'exposition des populations aux risques sont celle porteuses de la plus forte sensibilité environnementale, et ce sont d'ailleurs les deux principaux enjeux d'intervention du PNGMDR. Viennent ensuite les pollutions de l'air et des eaux, tandis que les autres thématiques présentent une sensibilité liée à la gestion des matières et déchets radioactives comparativement limitée. Il convient de préciser à ce titre que d'autres activités pouvant être considérées comme impactantes (exploitation minière ; acheminement, transformation et production du combustible ; utilisations du combustible en CNPE, centre de recherche, dans le domaine médical...) n'ont pas été retenues pour cette analyse, conformément au cadrage défini initialement (cf. première partie du chapitre de l'Etat Initial de l'Environnement relative au périmètre et méthode).

Enfin, il est à noter qu'une majeure partie des activités de gestion des matières et déchets radioactifs sont porteuses à la fois d'effets positifs (au regard des thématiques Matières/Déchets directement, et en faveur de la protection de la santé des populations, des sols, des ressources en eau et des milieux naturels de manière indirecte), mais également d'impacts négatifs (émissions de GES et de polluants atmosphériques, occupation du sol...). Toutefois, les dégâts pour la santé humaine et les milieux pouvant être causés par des accidents nucléaires induits par une mauvaise gestion de déchets radioactifs mettent en évidence le fait que la mise en œuvre du PNGMDR engendre des incidences environnementales significativement positives, par comparaison à des impacts négatifs relativement limités en France.

Déterminer le signe de la balance nette des effets environnementaux peut en revanche s'avérer plus complexe dans le cas de certaines activités précises de gestion des matières et déchets radioactifs, en raison d'impacts négatifs et positifs d'ampleur comparable rentrant en jeu. C'est notamment le cas des activités de traitement des déchets (afin de réduire leur volume) ont un impact positif en termes de gestion des déchets (car réduisant les quantités à stocker et donc le besoin de nouveaux centres de stockage), mais leur effet net en termes d'émissions de GES et de polluants atmosphériques apparaît difficile à déterminer (réduction des volumes à transporter, mais augmentation des distances de transport et rejets atmosphériques liés au fonctionnement des installations), tout comme leurs effets sur l'artificialisation des terres (réduction des surfaces nécessaires pour le stockage, mais occupation du sol par de nouvelles installations de traitement) ou sur la protection des riverains et des travailleurs (augmentation du nombre de manipulations de substances radioactives, augmentation de la stabilité de ces substances...).

2.11.2. Synthèse des tendances environnementales au regard des catégories d'activité de gestion des matières et déchets radioactifs retenues

Les décisions déjà prises avant la rédaction du PNGMDR 2016-2018, notamment dans le cadre du précédent PNGMDR (période 2013-2015), laissent présager une amélioration de la gestion des matières et déchets radioactifs, en raison notamment du déploiement futur de nouvelles filières de stockage et de valorisation des déchets. Des incertitudes perdurent toutefois, en raison de l'existence de déchets sans filière (difficultés relatives aux déchets tritiés par exemple) ou des capacités de stockage nécessaires aux futurs démantèlements (déchets TFA), dont le rythme reste encore inconnu.

Si le déploiement à terme de nouveaux sites de stockage devrait permettre de réduire les risques de transferts de radionucléides et de préserver la santé et les milieux sur le long terme (par rapport à une solution d'entreposage qui n'est que temporaire), la mise en œuvre de ces filières nécessite en revanche des manipulations et transports à l'origine de risques d'accidents et de radio-contamination supplémentaires. La construction de nouveaux sites et la multiplication des transports sont par ailleurs à l'origine d'émissions et de nuisances supplémentaires (GES, particules, bruits, poussières, etc.).

Enfin, les filières de recyclage, de traitement d'optimisation des quantités de déchets radioactifs envisagées sont certes prometteuses en termes de réduction des quantités de déchets à stocker, mais elles pouvaient mettre en œuvre des processus dangereux et émetteurs (gaz, effluents, etc.) ou aboutir à la libération des matériaux potentiellement radio-contaminés.

Le tableau ci-dessous résume les tendances futures (en l'absence de PNGMDR 2016-2018) relatives à l'impact des différentes catégories d'activité pour chaque thématique environnementale analysée.

	Justifications principales	Matières /déchets	Santé et sécurité	Energie et CO ₂	Air	Eau	Sols	Bio-diversité	Espaces/patrimoine	Bruits et nuisances
Entreposage des déchets (trités, FA-VL, MAVL, HA)	Manipulation de certains déchets entreposés pour mise en stockage pérenne									
	Développement de nouvelles filières de traitement									
Retraitement du combustible	Aucun changement									
Conditionnement des déchets	Aucun changement									
Transport de substances radioactives	Augmentation des quantités de déchets à transporter (démantèlement notamment)									
Stockage des déchets	Création de nouveaux sites de stockage (HA et MAVL, FA-VL)									
Gestion des situations historiques / minières	Poursuite des diagnostics radon et de la réhabilitation de sites									
Gestion des déchets NORM et VTC	Meilleur suivi des déchets NORM (transposition Euratom)									

Légende :

Couleur	Tendance
	Dégradation de la situation, aggravation importante des risques et impacts
	Dégradation de la situation, aggravation limitée des risques et impacts
	Amélioration de la situation, présence d'opportunités futures
	Evolution significative mais sur laquelle l'état initial ne peut se prononcer par manque d'informations
	Tendance neutre

2.11.3. Enjeux environnementaux principaux pour le PNGMDR 2016-2018

Le croisement entre les différentes thématiques environnementales et les activités de gestion des matières et déchets radioactifs ont permis de mettre en perspective les 10 enjeux environnementaux prioritaires suivants :

- ▶ **La gestion sûre et responsable des déchets radioactifs** (sûreté à toutes les étapes des filières de gestion, radioprotection des populations et des travailleurs, besoins de réversibilité, gestion de la mémoire à long terme, prise en compte des impacts du changement climatique)
- ▶ **La prise en compte de critères multiples et pondérés** dans le choix des filières de gestion à mettre en place (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
- ▶ **La maîtrise des risques associés à l'absence de filière identifiée et au temps de déploiement de filières de gestion en projet** (augmentation et prolongation des entreposages, gestion temporaire des déchets, etc.)
- ▶ **La gestion de la hausse à venir des quantités de déchets TFA** produits par le démantèlement des installations (augmentation des transports, saturation du stockage existant, etc.)
- ▶ **La robustesse des prévisions des quantités de matières et déchets à gérer dans le futur** (prise en compte de la politique énergétique, d'hypothèses où des matières devraient être requalifiées en déchets, assainissement, etc.)
- ▶ **L'optimisation des possibilités de valorisation des matières et des déchets radioactifs** (mise en œuvre du principe d'économie circulaire, réduction des quantités de déchets à gérer, etc.)
- ▶ **L'optimisation des consommations énergétiques et des rejets associés au traitement des déchets** (fonctionnement des sites de La Hague, de Centraco, etc.)
- ▶ **La limitation des impacts des transports** (GES, polluants atmosphériques, bruits, occupation des sols, fragmentation des milieux...)
- ▶ **La limitation des impacts sur les milieux et des risques pour la santé des situations historiques et des anciens sites miniers** (risques liés au radon, pollution des eaux, réhabilitation des milieux...)
- ▶ **La prise en compte de la toxicité chimique de certains déchets radioactifs**

Ces éléments ont constitué un point de départ pour l'analyse de la pertinence du PNGMDR 2016-2018 et la proposition de mesures d'évitement / réduction / compensation. Cette analyse tient compte des risques relatifs à la sensibilité environnementale du territoire et aux tendances à l'œuvre. Toutefois, l'ensemble de ces enjeux ne relèvent pas tous du PNGMDR 2016-2018 dont les marges de manœuvre sont plus limitées (voir chapitre suivant).

3. Analyse du PNGMDR 2016-2018

3.1. Analyse de la pertinence du PNGMDR

3.1.1. Analyse des scénarii du PNGMDR 2016-2018

Le PNGMDR vise à définir les modalités de gestion appropriées par rapport aux quantités et caractéristiques des matières et déchets radioactifs existants et à venir. Le PNGMDR se base sur ces « données d'entrée » pour définir des modalités de gestion, sans toutefois exercer directement d'influence sur la production de ces matières et déchets. Pour ce faire, il s'appuie sur les données fournies par l'Inventaire national des matières et déchets radioactifs²², élaboré tous les 3 ans par l'ANDRA de manière anticipée par rapport au PNGMDR. L'Inventaire national est lui-même élaboré sur la base des déclarations annuelles des exploitants et des études, demandées notamment dans le cadre du PNGMDR.

L'édition 2015 de l'Inventaire national :

- ▶ Recense les stocks de matières et déchets radioactifs entreposés ou stockés à fin 2013, leur localisation et leur répartition par catégorie, par famille et par secteur économique ;
- ▶ Présente les stockages historiques et les sites pollués, ainsi que les différentes solutions de gestion existantes ou à l'étude pour la gestion des matières et déchets radioactifs français ;
- ▶ Elabore des prévisions sur les quantités de déchets par catégorie à différents horizons temporels (2020, 2030 et à terminaison des installations) et des scénarios prospectifs se basant sur deux scénarios énergétiques volontairement contrastés : poursuite²³ ou non-renouvellement de la production électronucléaire²⁴.

Le travail réalisé dans le cadre de cet inventaire mis à jour régulièrement apparaît comme une avancée importante pour la définition de filières de gestion pertinentes. Toutefois, des limites ont été mises en évidence par différentes parties prenantes interrogées :

- ▶ La fiabilité limitée des données transmises par les exploitants en termes d'évaluation des volumes prévisionnels ou du classement en tant que tel de certaines matières radioactives, avec :
 - 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) ;
 - 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) ;
 - L'absence de processus de vérification externe et indépendant des données qui peuvent avoir un impact économique fort pour les exploitants (établissement de provisions financières pour la fin de vie des installations par exemple).
- ▶ L'absence relative de certaines données dans l'inventaire, qui par exemple :
 - Ne précise pas les caractéristiques éco-toxicologiques de l'ensemble des matières et déchets radioactifs ;
 - 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.
- ▶ Le caractère conservateur des scénarii prospectifs du PNGMDR qui ne prennent en compte que les INB autorisées (existantes ou en projet) à la date de l'Inventaire, alors même que le scénario de poursuite de la production électronucléaire implique nécessairement un renouvellement du parc nucléaire (et donc la construction de nouvelles installations et la production de nouvelles quantités de déchets).

²² L'Inventaire National se décline en fait en plusieurs documents : *Le Rapport de synthèse* ; *Le Catalogue descriptif des familles* de déchets radioactifs ; *L'Inventaire géographique*, compilant toutes les déclarations faites par les producteurs et détenteurs de matières et de déchets radioactifs ; *Les Essentiels de l'Inventaire national*, regroupant les données synthétiques et globales de stocks et prévisions ; Un document à destination du grand public dénommé « Le point sur l'Inventaire national ».

²³ Ce scénario repose sur la poursuite de la production d'électricité d'origine nucléaire et sur le maintien de la stratégie actuelle en matière de traitement de combustibles usés. Il considère une durée de fonctionnement moyenne de 50 ans pour l'ensemble des réacteurs, tout en garantissant une capacité totale maximum de production d'électricité d'origine nucléaire de 63,2 GWe. Il suppose que la totalité des combustibles consommés par les réacteurs autorisés à fin 2013 est traitée, dans les usines actuelles ou de futures usines, pour séparer les matières radioactives (uranium, plutonium) des déchets ultimes.

²⁴ Ce scénario suppose le non-renouvellement du parc existant et l'arrêt du traitement du combustible usé avant l'arrêt des réacteurs afin de ne pas détenir de plutonium séparé. La durée de fonctionnement des réacteurs est de 40 ans dans ce scénario.

Il ressort de cette analyse que si l'Inventaire national est incontestablement un outil très bien construit et utile pour gérer les matières et déchets radioactifs, il présente plusieurs limites pouvant avoir ensuite une incidence sur la pertinence du PNGMDR élaboré sur cette base. Principalement, la capacité d'anticipation du PNGMDR n'est pas maximisée, au regard des incertitudes existantes sur les quantités futures de déchets et matières, et par rapport aux délais importants pour le déploiement de nouvelles filières et installations de gestion. De manière plus limitée, l'Inventaire national ne permet pas de traiter l'ensemble des enjeux de la gestion des matières et déchets radioactifs (dont leur écotoxicité par exemple).

3.1.2. Analyse de la couverture des enjeux prioritaires en matière de gestion des matières et déchets radioactifs par le PNGMDR 2016-2018

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 2016-2018 aurait pu adopter en vue d'une meilleure prise en compte de l'environnement. Ces axes d'intervention, déterminés de manière ex-ante, ont été comparés aux demandes et recommandations inscrites dans le PNGMDR 2016-2018 (version finale transmise le 29 mars 2016). L'analyse ci-après présente le niveau de prise en compte de chacune de ces orientations par le PNGMDR 2016-2018, tout d'abord de manière globale, puis en précisant orientation par orientation les arguments ayant amené l'évaluateur environnemental à prononcer un tel jugement.

Analyse d'ensemble

Proposition d'orientations sur la base des enjeux environnementaux identifiés, de la portée du PNGMDR et des enseignements tirés de sa version 2013-2015	Degré de prise en compte
Renforcer la dimension prospective de l'Inventaire national, de manière à mieux anticiper les besoins futurs en termes de capacités de gestion	2
Assurer l'adaptation des capacités d'entreposage ou de stockage aux besoins, ainsi que les échéances associées	2
Renforcer la justification des débouchés pour les matières radioactives afin de maîtriser les risques liés à l'hypothèse d'une requalification (anticiper l'augmentation des capacités de gestion nécessaires le cas échéant)	2
Optimiser la gestion des déchets TFA en vue de limiter les quantités à transporter et stocker (zonage, stockage in situ ou en centre à proximité, développement de l'incinération et du compactage, valorisation...)	2
Optimiser les transports (mutualisation des transports des petits producteurs, développement du rail...) afin de réduire les impacts environnementaux, tout en limitant les risques pour les populations	2
Dresser un état des lieux des connaissances en matière d'écotoxicité de manière à mieux identifier les besoins de recherches supplémentaires, et à définir des modalités de gestion adaptées	1
Déployer des filières de gestion pour les déchets sans filières (déchets tritiés, sources scellées usagées...) et pour les déchets dont la filière doit être mise en place (HA-MAVL et FA-VL)	2
Optimiser la gestion des stockages historiques et des anciens sites miniers pour garantir le niveau optimal de sécurité des populations et de protection de l'environnement.	2

Légende :

0 – Pas de prise en compte spécifique

1 – Prise en compte partielle, pouvant être élargie

2 – Prise en compte complète

Sur la base de cette analyse, des améliorations ont pu être identifiées et recommandées aux rédacteurs du PNGMDR :

- ▶ Développer une méthodologie d'analyse multicritère pour le choix des solutions de gestion des matières et déchets radioactifs (sécurité des transports, émissions atmosphériques...);
- ▶ Promouvoir la réalisation d'études relatives à l'écotoxicité des déchets et aux risques chimiques ;
- ▶ Adopter des mesures de réduction ou de compensation des incidences négatives générées par la création et le fonctionnement de nouvelles installations d'entreposage et de stockage.

Analyse détaillée, orientation par orientation

Proposition d'orientations	Degré de prise en compte	Explication du niveau attribué
Renforcer la dimension prospective de l'Inventaire national , de manière à mieux anticiper les besoins futurs en termes de capacités de gestion		<p>La mise en œuvre des orientations du PNGMDR devrait permettre d'approfondir les scénarios (de référence et prospectifs) de l'Inventaire national (renforcement de leur robustesse, articulation avec la LTECV, etc.), en demandant de mieux prendre en compte :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ la possibilité de requalification de certaines matières en déchets à l'avenir (en cas d'explicitations insuffisantes des usages futurs) ; ▶ les incertitudes relatives aux quantités de déchets issus des futurs assainissements de sites en démantèlement ; ▶ les impacts du non-renouvellement de la production électronucléaire ; ▶ les impacts d'un décalage dans le temps de la mise en service de réacteurs à neutrons rapides.
Assurer l' adaptation des capacités d'entreposage ou de stockage aux besoins identifiés, ainsi que les échéances associées		<p>Il importe que les capacités d'entreposage et de stockage soient adaptées aux quantités de matières et de déchets à prendre en charge. Ainsi, au-delà d'une prévision plus fine des quantités de matières et de déchets à gérer, il importe de connaître précisément l'évolution de la disponibilité des capacités d'entreposage et de stockage et d'anticiper la construction de nouveaux sites.</p> <p>Les orientations du PNGMDR vont dans le sens d'une meilleure anticipation des besoins en capacités d'entreposage pour les matières et pour certains déchets (HA-MAVL, FA-VL et TFA), visant à adapter les capacités aux quantités qui seront produites, et à prendre en compte un éventuel décalage dans le temps des projets d'installations de stockage.</p>
Renforcer la justification des débouchés pour les matières radioactives afin de maîtriser les conséquences liées à l'hypothèse d'une requalification (anticiper l'augmentation des capacités de gestion nécessaires le cas échéant)		<p>Cet enjeu est bien pris en compte dans le PNGMDR 2016-2018 qui demande aux différents producteurs de déchets de justifier plus avant l'usage à venir de certaines matières radioactives recensées dans l'Inventaire national (URT, combustibles usés, plutonium, etc.). Le PNGMDR demande par ailleurs d'étudier l'impact de la requalification de certaines matières en déchets (uranium appauvri, URT, thorium) sur les filières de gestion et d'intégrer ces possibilités dans l'Inventaire National.</p>
Optimiser la gestion des déchets TFA en vue de limiter les quantités à transporter et stocker (zonage, stockage in situ ou en centre à proximité, développement de l'incinération et du compactage, valorisation...)		<p>Parmi les orientations du PNGMDR en matière de gestion des déchets TFA, notons :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ la demande visant à explorer la possibilité de stocker sur ou à proximité des sites des exploitants des installations de stockage de certains déchets, ▶ les demandes relatives au développement du compactage, de l'incinération ou de la fusion de déchets avant stockage au Cires, ▶ la recommandation de privilégier la valorisation des matériaux TFA au sein de la filière nucléaire (utilisation des gravats au Cires par ex.), et les demandes relatives au développement de ces filières. <p>Ces orientations vont dans le sens d'une réduction des transports (nombres et distances) et d'une augmentation de la densité des déchets, permettant de réduire leur emprise dans le Cires, tout en garantissant une protection suffisante des populations et de l'environnement.</p> <p>Le PNGMDR précise que les impacts environnementaux doivent être pris en compte dans le cadre du développement de filières d'incinération et de fusion, mais reste assez imprécis quant aux dimensions à intégrer plus précisément dans ces études (évaluation des effets en termes de transport, définition des spécifications techniques relatives aux rejets, à la protection du personnel...).</p>

<p>Optimiser les transports (mutualisation des transports des petits producteurs, développement du rail...) afin de réduire les impacts environnementaux, tout en limitant les risques pour les populations</p>		<p>Une des orientations qui ressort du PNGMDR 2016-2018 est l'optimisation des transports pour les déchets TFA, FMA-VC et HA-MAVL, avec pour objectif final de diminuer les impacts environnementaux des transports.</p>
<p>Dresser un état des lieux des connaissance en matière d'écotoxicité de manière à mieux identifier les besoins de recherches supplémentaires, et à définir des modalités de gestion adaptées</p>		<p>Les manques de connaissances (répercutés dans les fiches de l'Inventaire national établi par l'Andra) et de recoupement des travaux existants (comme ceux du laboratoire Leco de l'IRSN) sur l'éco-toxicologie et la radio-écologie sont des obstacles dans les efforts pour déterminer les effets, à aussi long terme que possible, de la gestion des matières et déchets radioactifs sur les populations et l'environnement. Or le PNGMDR ne traite pas directement de cet enjeu, même s'il demande des études complémentaires de modélisation du devenir des radionucléides dans les milieux ou d'analyse de l'impact de rejets chimiques (ceux issus des traitements des eaux collectées sur les sites miniers par exemple).</p>
<p>Déployer des filières de gestion pour les déchets sans filière (déchets tritiés, sources scellées usagées...) et pour les déchets dont la filière doit être mise en place (HA-MAVL et FA-VL)</p>		<p>Les demandes du PNGMDR 2016-2018 vont dans le sens d'une identification et d'un développement de filières de gestion pour les déchets sans filière, qui sont progressivement retirés de cette catégorie au sein de l'Inventaire national.</p> <p>Par ailleurs, le PNGMDR 2016-2018 présente des avancées en termes de déploiement des filières de gestion des déchets HA-MAVL et FA-VL déjà identifiées. Le PNGMDR présente de nombreuses demandes et recommandations qui vont dans le sens d'une mise en œuvre opérationnelle des projets prévus.</p>
<p>Optimiser la gestion des stockages historiques et des anciens sites miniers pour garantir le niveau optimal de sécurité des populations et de protection de l'environnement.</p>		<p>Les recommandations et demandes du PNGMDR 2016-2018 visent à renforcer la fiabilité et l'exhaustivité de ces déclarations relatives aux stockages historiques. Elles s'orientent vers une analyse plus poussée des impacts induits par ces modes de traitement historiques et des modalités de gestion retenues par les exploitants actuels afin d'en juger l'acceptabilité.</p>

3.2. Analyse de la cohérence du PNGMDR

Le PNGMDR a pour rôle de s'assurer de la bonne mise en œuvre des filières de gestion, et donc que l'ensemble des déchets produits disposent d'une solution de gestion (stockage, valorisation, etc...) et que les capacités des installations de gestion de ces déchets soient adéquates. Le principal facteur pris en compte dans la définition des caractéristiques de ces filières de gestion correspond à la sécurité des populations (riverains, travailleurs, etc.), face aux risques d'accident nucléaire et de radio-contamination.

3.2.1. Une compatibilité du PNGMDR avec les plans et programmes définissant les futures quantités de déchets radioactifs qui seront produits, malgré certaines incertitudes

Ont été analysées les programmations nationales ayant une influence sur la quantité de déchets radioactifs produits, soit :

- la production électronucléaire (la Programmation Pluriannuelle de l'Energie),
- la Défense nationale (Livre Blanc Défense et sécurité nationale),
- la médecine (Stratégie Nationale de Santé),
- la recherche (Stratégie Nationale de Recherche).

Les deux derniers documents ne mentionnent aucunement la question des substances radioactives pouvant être utilisées, et donc encore moins des déchets pouvant en résulter. Cela explique notamment pourquoi l'Inventaire national s'appuie sur une hypothèse de poursuite de la production de déchets pour ces secteurs en quantités égales, faute de plus d'informations.

L'articulation du PNGMDR avec les documents stratégiques des deux autres secteurs mentionnés, et qui produisent la majorité des déchets, est détaillée dans les documents ci-dessous.

Articulation avec la PPE	
Programmation Pluriannuelle de l'Énergie 2016-2018	Présentation : La PPE doit permettre de décliner de façon opérationnelle les orientations de la politique énergétique fixées par la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte, qui 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 2025.
Articulation avec le PNGMDR	La PPE n'était pas disponible au moment de la rédaction de ce plan, mais le PNGMDR demande une mise en cohérence des scénarios prospectifs avec la loi relative à la transition énergétique. De plus, le PNGMDR a été élaboré de manière à être compatible avec la LTECV.

Articulation avec le Livre blanc de la Défense et de la sécurité nationale	
Livre blanc – Défense et sécurité nationale 2013	Présentation : 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.
Orientations du livre blanc en lien avec la gestion des matières et déchets radioactifs	Le Livre blanc de la défense et sécurité nationale 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...).
Contenu du PNGMDR relatif à ces objectifs	Le PNGMDR a été construit sur la base des scénarii de production de déchets nucléaires par les différentes activités, dont la défense nationale.
Articulation entre Défense Nationale et PNGMDR	+ Aucune incohérence majeure n'a été déterminée entre les deux documents, même si l'Inventaire national gagnerait à préciser sur la base de quelles hypothèses ont été déterminées les quantités futures de déchets radioactifs issus de la défense nationale.
Source	http://www.livreblancdefenseetsecurite.gouv.fr/

3.2.2. Une complémentarité du PNGMDR avec les autres plans et programmes environnementaux en termes de périmètre d'action, mais un traitement trop limité de certaines thématiques environnementales par le PNGMDR

La gestion des matières et déchets radioactifs est encadrée au niveau européen par la directive Euratom 2011/70, qui fixe ainsi des conditions bien particulières pour ces différentes filières. La gestion des déchets radioactifs est bien dissociée de la gestion des déchets conventionnels, et aucune mise en relation entre le PNGMDR et le Plan National de Prévention des Déchets n'est ainsi observée. Dans le cas de déchets à la fois radioactifs et toxiques en raison de leur composition physico-chimique, ne permettant pas à l'évaluateur de se positionner sur la prise en compte du risque chimique.

Cette situation est identique concernant les autres plans et stratégies définissant des orientations nationales sur des thématiques environnementales telles que :

- ▶ la santé-environnement (Plan National Santé-Environnement 3),
- ▶ la biodiversité (Stratégie Nationale pour la Biodiversité),
- ▶ la qualité de l'air (Plan de Réduction des Polluants Atmosphériques),
- ▶ la gestion des inondations (Stratégie Nationale de Gestion des Inondations),
- ▶ la qualité des eaux (Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux).

Ainsi, il apparaît que le périmètre d'action du PNGMDR est bien distinct de celui des autres plans et programmes supra-territoriaux relatifs à des enjeux environnementaux : le PNGMDR traite des matières et déchets radioactifs, tandis que les autres plans et programmes s'intéressent aux autres substances, non radioactives. Un exemple de cette séparation nette est mis en évidence dans le tableau ci-dessous qui analyse l'articulation entre PNGMDR et PNSE3.

Articulation avec le PNSE3	
Plan National Santé Environnement 32015-2019	Présentation : Feuille de route gouvernementale pour réduire l'impact des altérations de notre environnement sur notre santé, qui se décline en plans définis à une échelle régionale (PRSE3). Il s'agit d'un plan qui se place au croisement des politiques publiques en matière de santé et d'environnement.
Orientations du PNSE3 en lien avec la gestion des matières et déchets radioactifs	Mieux prendre en compte le risque radon dans les bâtiments : <ul style="list-style-type: none"> • mise en œuvre du plan d'action Radon (action n° 4), • promotion et accompagnement des actions territoriales de gestion intégrée du risque lié au radon dans l'habitant (action n° 5), • actualisation de l'étude d'impact sanitaire du radon.
Contenu du PNGMDR relatif à ces objectifs	Le PNGMDR évoque la question du radon parmi les enjeux de la gestion des stockages de résidus de traitement et de stériles miniers. Des études ont été menées dans le cadre des PNGMDR successifs pour améliorer la connaissance sur les flux de radons, tandis qu'AREVA a conduit des diagnostics dans des lieux de vie situés à proximité de stériles miniers.
Articulation entre PNSE3 et PNGMDR	+ Le PNSE3 et le PNGMDR convergent sur l'objectif d'améliorer les connaissances relatives à l'exposition au radon et à ses impacts sanitaires. La limite entre ces deux plans est relativement claire, puisque le PNGMDR ne traite que des expositions au radon relatives aux activités de gestion des matières et déchets radioactifs (stériles miniers et stockages de résidus de traitement).
Source	http://www.sante.gouv.fr/plan-national-sante-environnement-pnse-3-2015-2019.html

Si le PNGMDR traite particulièrement de la gestion des déchets et à la santé et sécurité des populations, en revanche il développe de manière moindre les autres thématiques environnementales relatives à la pollution des milieux (eau, sol, air) et aux atteintes portées à la biodiversité sur le long terme.

En d'autres termes, l'articulation entre le PNGMDR et les autres plans et programmes environnementaux pourrait être renforcée par un traitement plus approfondi des questions relatives aux émissions de polluants (GES, rejets autorisés...), ainsi qu'à l'écotoxicité et la radio-écologie ; et ce, au-delà de ce que peut mentionner la réglementation.

3.2.3. Une prise en compte des orientations du PNACC à effectuer

Le PNGMDR doit veiller 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. Une analyse de l'articulation entre le PNACC et le PNGMDR est présentée dans le tableau ci-après.

Articulation avec le PNACC	
Plan National d'Adaptation au Changement Climatique 2011-2015	Présentation : 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, pendant les cinq années à venir, de 2011 à 2015, la France à faire face et à tirer parti de nouvelles conditions climatiques.
Orientations du PNACC en lien avec la gestion des matières et déchets radioactifs	Une des orientations du PNACC traite spécifiquement de la question de la sécurité des installations nucléaires de base : « Prendre en compte, dans les études de danger, le changement climatique projeté sur la durée de vie des installations classées : étude de l'extension de cette mesure aux installations nucléaires de base. »
Contenu du PNGMDR relatif à ces objectifs	Le PNGMDR ne mentionne en aucun cas la question de la prise en compte du changement climatique dans lors de la construction de nouvelles installations d'entreposage ou de stockage des matières et déchets radioactifs. Toutefois, cet élément semble spontanément 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.
Articulation entre PNACC et PNGMDR	~ L'orientation, optionnelle, du PNACC traitant de la question de la prise en compte du changement climatique dans les études de dangers des INB n'a pas été mentionnée dans le PNGMDR. Toutefois, si ce sujet n'est pas traité dans le cadre du PNGMDR, il l'est au niveau de chacun des sites. Le futur PNGMDR pourrait toutefois mentionner ce point pour rappeler son importance et s'assurer de sa bonne prise en compte à l'échelle de chacun des sites.
Source	http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/ONERC-PNACC-complet.pdf

4. Solutions de substitution et justification des choix effectués

4.1. Bilan et enseignements du PNGMDR 2013-2015

Le PNGMDR 2016-2018 s'inscrit dans la continuité du PNGMDR 2013-2015 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.

Par ailleurs, les études menées par les différentes parties prenantes, entre 2013 et 2015, dans le cadre des recommandations et demandes du PNGMDR 2013-2015, appuient les orientations du nouveau plan. La DGEC et l'ASN publient les résultats de ces études en parallèle du PNGMDR 2016-2018. Elles sont accompagnées des avis émis par l'ASN et l'ASND 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 exploitants d'INB et aux gestionnaires de déchets radioactifs sont donc des éléments importants pour nourrir et affiner le contenu du PNGMDR 2016-2018.

Or, les entretiens réalisés avec différentes parties prenantes du GT PNGMDR ont permis de mettre en évidence les limites de cet exercice. Compte-tenu du caractère triennal du PNGMDR et des délais d'approbation du décret fixant les prescriptions du PNGMDR, le temps disponible pour la production des études s'en trouve extrêmement raccourci. Une augmentation du nombre d'études demandées par le PNGMDR a été par ailleurs observée au fil des éditions. Cela a pu expliquer les difficultés des exploitants pour produire des études de qualité dans les temps d'une part, et des rédacteurs du PNGMDR (ASN notamment) pour exploiter le contenu de ces études dans le nouveau PNGMDR.

Ces éléments ont été pris en compte dans le PNGMDR 2016-2018. Ainsi, si le nombre de demandes d'études est encore important, en revanche les délais pour la réalisation des études demandées ont pu être définis sur les deux prochaines périodes triennales (soit de 2016 à 2021). Par ailleurs, certains besoins ou objectifs sont précisés sur des échéances plus longues (recensement des besoins en nouvelles installations à 20 ans, objectif fixé à 2030 pour la définition d'une filière de gestion pour l'ensemble des déchets sans filières produits avant 2015). De plus, le PNGMDR demande sur plusieurs sujets la poursuite des études déjà engagées, compte-tenu du caractère encore non abouti de certaines d'entre elles (valorisation des gravats TFA, couvertures des mines, etc.).

Enfin, il a été reproché au PNGMDR de ne pas présenter d'orientations stratégiques suffisamment précises en matière de gestion des matières et déchets radioactifs. Le PNGMDR a tout d'abord pour objectif d'identifier les questions qui se posent ou qui se poseront dans les années à venir. Il fixe les grandes orientations et se positionne sur les options proposées. Ce document de planification nationale, qui présente une partie descriptive détaillée, ainsi que de multiples demandes et recommandations (qui sont synthétisées dans la conclusion du PNGMDR), est ainsi un document stratégique amené à être précisé par d'autres documents ou programmations. En particulier, un décret, centré sur les orientations principales du PNGMDR, sera publié et permettra de préciser et de clarifier certaines orientations du PNGMDR.

4.2. Modalités de concertation lors de l'élaboration du PNGMDR 2016-2018

4.2.1. Processus de rédaction du PNGMDR

Comme l'indique la partie introductive du PNGMDR 2016-2018, ce plan a notamment pour mission de contribuer et d'améliorer la transparence concernant la gestion des matières et déchets radioactifs en France. Son processus de rédaction cherche donc en premier lieu à impliquer les différentes parties prenantes : exploitants d'INB, gestionnaires de déchets radioactifs, représentants d'associations et de la société civile, représentants de l'administration, etc. Un groupe de travail pluraliste a donc été constitué pour son élaboration, présidé par l'ASN et la DGEC.

Ce groupe de travail se réunit trimestriellement pour des échanges techniques portant sur des aspects de la gestion des matières et déchets radioactifs. Ces réunions ont pour objectif, suivant le PNGMDR 2016-2018 de :

- ▶ « Suivre les actions définies par le plan en vigueur et son décret d'application ;
- ▶ Informer les membres du groupe de travail sur les sujets relatifs à la gestion des matières et des déchets radioactifs ;
- ▶ Alimenter les réflexions qui conduiront à la révision triennale du plan. »

Par ailleurs, des groupes de travail thématiques ont été constitués pour approfondir les réflexions et nourrir les débats du groupe général sur certains sujets identifiés comme nécessitant une attention particulière²⁵. Chaque groupe de travail comprend un ou plusieurs représentants d'associations. En cas de désaccord persistant entre les différentes parties prenantes dans le cadre des débats pour l'élaboration du plan, les points concernés sont mentionnés dans le PNGMDR.

La transparence de la démarche de rédaction passe également, depuis juin 2014, par une publication des comptes rendus et supports de présentation des réunions du groupe de travail plénier sur les sites internet de l'ASN et de la DGEC. La publication des études remises par les exploitants dans le cadre du PNGMDR 2013-2015, accompagnées des avis émis par l'ASN sur leur contenu, est aussi prévue à l'exception des éléments dont la divulgation serait de nature à porter atteinte aux intérêts mentionnés à l'article L. 124-4 du code de l'environnement (secret en matière commerciale et industrielle notamment).

Enfin, le PNGMDR, disponible sur internet, est soumis à consultation du public. À partir de l'édition 2016-2018, le PNGMDR est soumis à l'évaluation environnementale et à l'avis de l'autorité environnementale, ces deux documents étant mis à disposition du public. Le décret concernant les prescriptions du PNGMDR est également rendu public.

4.2.2. Modalités d'association de l'évaluateur environnemental à la démarche de rédaction du PNGMDR

La démarche d'évaluation environnementale stratégique du PNGMDR s'est voulue volontairement itérative, de manière à alimenter la réflexion des rédacteurs et améliorer la prise en compte de l'ensemble des thématiques environnementales pertinentes dans le PNGMDR.

Ainsi, les démarches d'élaboration du PNGMDR et de réalisation de son évaluation environnementale se sont déroulées de manière concomitante. L'évaluation environnementale stratégique du PNGMDR 2016-2018 a ainsi été lancée fin-juillet 2015, soit bien en amont de la transmission des premiers projets de demandes et de recommandations du PNGMDR (version V1 du PNGMDR en date du 4 décembre 2015). Jusqu'à la finalisation des différents rapports avant consultation de l'Autorité environnementale, ces deux procédures se sont enrichies l'une avec l'autre, selon une démarche progressive :

- ▶ Une phase préparatoire a permis d'identifier les enjeux environnementaux de la gestion des matières et déchets radioactifs, puis de déterminer les enjeux d'intervention du PNGMDR 2016-2018 ; éléments tous deux présentés et discutés avec les rédacteurs du PNGMDR.
- ▶ Une seconde phase a eu pour vocation d'analyser la pertinence et la cohérence du PNGMDR, ainsi que d'identifier quels étaient ses incidences environnementales principales. Les recommandations issues de ce travail ont été discutées lors d'un nouveau comité de pilotage, et partagées avec les participants du GT PNGMDR (lors de sa réunion du 18 décembre 2015).
- ▶ La dernière phase de la démarche d'évaluation environnementale s'est appuyée sur la version du projet de PNGMDR soumise à l'Autorité environnementale (chapitres définitifs transmis le 29/03/16), de manière à proposer une vision finalisée des analyses de l'évaluation environnementale, et à justifier les choix adoptés par le PNGMDR 2016-2018 (en expliquant pourquoi certaines orientations n'ont pu être retenues).

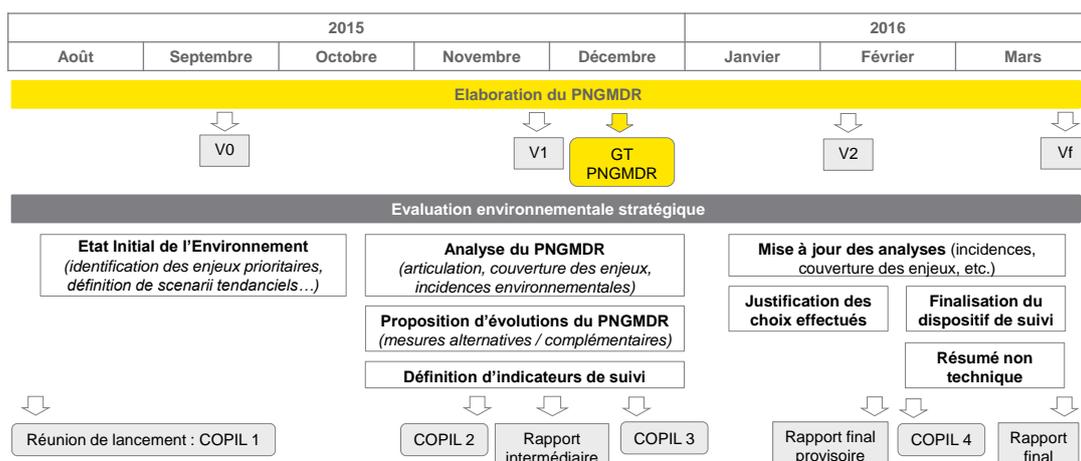


Figure 16 : Calendrier comparé des démarches d'élaboration du PNGMDR 2016-2018 et d'évaluation environnementale

²⁵ Pour l'édition 2013-2015, des groupes de travail thématiques ont été constitués sur les sujets suivants : modalités de valorisation des matériaux TFA, gestion des sources scellées usagées, gestion des déchets sans filière, optimisation des filières de gestion des déchets.

Tel que cela est présenté dans le chapitre suivant, l'évaluation environnementale stratégique a certainement contribué à l'inscription d'un certain nombre d'orientations favorables à l'environnement dans la version soumise à consultation de l'Autorité environnementale du PNGMDR 2016-2018. Notons en particulier :

- Les orientations adoptées en faveur de la réduction de l'impact du transport de matières et déchets radioactifs ;
- Le renforcement des demandes relatives à une meilleure prévision des quantités de déchets qui seront produits, et en particulier en ce qui concerne l'assainissement des sites démantelés (amélioration de la connaissance des contaminations) ;
- La justification des débouchés des matières ;
- La demande de prise en compte des paramètres environnementaux et de sécurité dans le choix de plusieurs solutions de traitement.

4.2.3. Modalités de prise en compte du pré-cadrage de l'Autorité environnementale

L'Autorité environnementale (Ae) a été saisie pour une demande de cadrage préalable par le président de l'Autorité de sûreté nucléaire et par le directeur général de l'énergie et du climat au ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer le dossier ayant été reçu complet le 30 avril 2015.

Cette saisine étant conforme aux articles L. 122-7 et R. 122-19, et R.122-17 du code de l'environnement relatifs respectivement aux cadrages préalables et à l'autorité administrative compétente en matière d'environnement prévus à l'article L. 122-7 du même code, il en a été accusé réception.

L'Autorité environnementale a consulté par courriers :

- ▶ du 29 mai 2015, la ministre chargée de la santé,
- ▶ du 29 mai 2015, la directrice générale de la prévention des risques du MEDDE,
- ▶ du 29 mai 2015, le délégué à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les activités et installations intéressant la Défense,
- ▶ du 9 juin 2015, le président du comité de coordination industrielle pour les déchets radioactifs,
- ▶ du 15 juin 2015, le directeur général de l'institut de radioprotection et de sûreté nucléaire.

L'Autorité environnementale du Conseil général de l'environnement et du développement durable (CGEDD), s'est réunie le 22 juillet 2015 à Paris. L'ordre du jour comportait, notamment, l'avis sur le cadrage préalable du plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR)²⁶.

Elle a rendu, après délibéré, l'avis n° 2015-41 sur le pré-cadrage de l'évaluation environnementale stratégique du PNGMDR, comprenant un certain nombre de recommandations, sur la base du rapport produit par Éric Vindimian et François Vauglin.

Ce pré-cadrage, qui propose des recommandations pour le contenu du futur PNGMDR et de son évaluation environnementale, est présenté en annexe 2 du présent rapport.

Les recommandations sur le contenu du PNGMDR (cadre de référence des études d'impacts, étude des effets écotoxicologiques des déchets radioactifs...) ont été analysées en fonction des marges de manœuvre du PNGMDR, et ont pu être proposées en tant qu'axes d'amélioration du PNGMDR le cas échéant.

Les recommandations sur le contenu de l'évaluation environnementale ont été intégrées autant que possible. Certaines n'ont toutefois pas pu être entièrement suivies :

- ▶ Car ne relevant pas du PNGMDR, mais par exemple de la loi (ex. filière de stockage géologique) ;
- ▶ Car l'évaluation environnementale n'est ni une évaluation ex-ante de politique (pas d'analyse approfondie de l'atteinte des objectifs du PNGMDR que sont la mise en place de filières adaptées aux besoins et la radioprotection), ni une étude d'impact de projet (il s'agit d'une étude stratégique qui se place à l'échelle des filières et non des projets) ;
- ▶ Car nécessitant des études complémentaires (ex. : impact des filières de valorisation, des transports, etc.) potentiellement à mener dans le cadre du futur PNGMDR (l'EES ne peut se substituer aux travaux du PNGMDR).

Dans ce dernier cas, le PNGMDR a pu proposer des demandes d'études allant dans un sens d'une meilleure connaissance des impacts environnementaux (des filières de valorisation, des sites miniers, des transports, etc.) et d'une meilleure anticipation des quantités de déchets à venir (demandes relatives à l'Inventaire National des matières et déchets radioactifs). L'évaluation environnementale stratégique a pu compléter ces premiers éléments,

²⁶ Étaient présents et ont délibéré : Mmes Bour-Desprez, Fonquernie, Guth, Hubert, Perrin, MM. Barthod, Ledenvic, Lefebvre, Orizet. Étaient absents ou excusés : Mme Steinfeldt, MM. Chevassus-au-Louis, Clément, Galibert, Letourneux, Roche, Vindimian, Ullmann.

par une proposition relative à la meilleure connaissance des enjeux relatifs à l'éco-toxicité des déchets radioactifs par exemple.

4.3. Présentation et analyse des solutions de substitutions envisageables non retenues

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, des entretiens menés avec les parties prenantes du GT PNGMDR et du pré-cadrage de l'autorité environnementale.

Il convient de rappeler à ce stade que le PNGMDR s'inscrit dans un cadre réglementaire, déployé au niveau national et 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 2016-2018, tel que cela peut être mis en évidence dans la suite de cette section.

4.3.1. Les rejets autorisés des installations

Les rejets atmosphériques et d'effluents liquides autorisés des installations ont été identifiés dans l'état initial de l'environnement de l'évaluation environnementale du PNGMDR 2016-2018 comme des enjeux environnementaux relativement importants, en particulier pour un site tel que celui de La Hague. Bien que limités, et tendant à diminuer en raison du principe d'optimisation (et d'adoption des meilleures techniques disponibles par les exploitants des installations concernées), ces activités sont néanmoins à l'origine de pressions sur les milieux naturels.

Il faut tout d'abord noter que l'ordonnance 2016-128 exclut désormais explicitement les rejets du champ d'action du PNGMDR. Ainsi, le PNGMDR 2016-2018 fait référence à ces éléments, tout s'inscrivant dans la lignée de son positionnement précédent et affirmé notamment dans le PNGMDR 2013-2015, à savoir que ces rejets sont encadrés au niveau de chacune des installations par des prescriptions (fixées par décision de l'ASN pour les INB, par arrêté ministériel pour les INBS ou par arrêté préfectoral pour les ICPE), et donc que le PNGMDR n'a pas vocation à traiter de ces sujets. En effet, ces prescriptions limitent strictement le rejet d'un certain nombre de substances radioactives et réglementent les moyens de traitement, d'épuration et de contrôle requis pour ces effluents. De plus, ces décisions portant sur des situations locales doivent s'inscrire dans un contexte territorial plus large, et s'inscrire en compatibilité avec les prescriptions éventuelles d'un Schéma d'aménagement et de gestion des eaux ou avec le code de l'environnement (obligation d'appliquer les meilleures techniques disponibles notamment). Enfin, la Convention Oskar de 1998 fixe comme objectif de parvenir pour 2020 à des teneurs dans l'environnement proches des teneurs ambiantes dans le cas de substances présentes à l'état naturel, et proches de zéro dans le cas de substances artificielles, ceci au moyen de réductions progressives et substantielles des rejets, émissions ou pertes radioactives en tenant compte de la faisabilité technique et de l'impact sur l'homme et le milieu ambiant.

Au-delà du cadre réglementaire qui légitime à lui tout seul l'absence de traitement de cette thématique dans le PNGMDR 2016-2018 (d'autant plus depuis la publication de l'ordonnance 2016-128), les résultats observés en termes d'optimisation des rejets autorisés des installations (réduction progressive des rejets, marquage de l'environnement inférieur aux seuils fixés, etc.) ne tendent pas à remettre en cause ce choix.

4.3.2. La libération des déchets radioactifs et leur gestion hors filières spécifiques

De l'état initial de l'environnement de cette évaluation environnementale stratégique étaient ressortis les enjeux environnementaux suivants :

- ▶ La gestion de la hausse à venir des quantités de déchets TFA produits par le démantèlement des installations (augmentation des transports, saturation des stockages, etc.) ;
- ▶ L'optimisation des possibilités de valorisation des matières et des déchets radioactifs (mise en œuvre du principe d'économie circulaire, réduction des quantités de déchets à gérer, etc.).

Pour répondre à ces enjeux, une solution pouvant être envisagée est celle de la libération des déchets de très faible activité de cette obligation de gestion spécifique et renforcée (telle qu'autorisée par la directive Euratom), afin de permettre par exemple leur gestion par des centres de stockage des déchets conventionnels, ou leur valorisation dans des filières industrielles conventionnelles. Cette possibilité a largement été débattue dans les années 1990 en France comme le rappelle le PNGMDR dans son chapitre 1, et il a été décidé de ne pas retenir la possibilité de mettre en place des seuils de libération, ce qui a par la suite été traduit dans la réglementation.

Cette décision est explicitée dans l'avis n° 2016-AV-0258 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 18 février 2016 sur les études concernant la gestion des déchets de très faible activité (TFA) et de faible et moyenne activité à vie courte (FMA-VC) remises en application du PNGMDR 2013-2015, en vue de l'élaboration du PNGMDR 2016-2018 :

« ...la mise en place de seuils de libération poserait notamment les problèmes suivants :

- Les mesures préalables à la libération seraient complexes et longues, tout particulièrement dans le cas de grandes quantités de matériaux, en vrac ou contaminés par de nombreux radionucléides. En effet, les valeurs retenues pour les seuils de libération seraient nécessairement très basses ;
- Le public pourrait être exposé au contact de déchets d'activité significative dans le cas d'une défaillance, toujours possible, du contrôle ;
- La dissémination volontaire et généralisée de substances, même très faiblement radioactives, paraît difficilement compatible avec les principes de justification et d'optimisation ;
- Une telle mise en place pourrait inciter au recours à la dilution, pratique difficilement détectable. »

Le cadre réglementaire français conduit donc à minimiser les risques de gestion inappropriée des déchets radioactifs et de radio-contamination des populations, considérés comme prioritaires par rapport aux effets négatifs sur l'environnement relatifs aux incidences environnementales supplémentaires dus à une gestion spécifique des déchets. Ces dernières correspondent potentiellement à une augmentation des impacts associés aux transports (consommations d'énergie, émissions de polluants atmosphériques, nuisances sonores) et à un moindre degré de valorisation des déchets.

Au-delà du cadre réglementaire qui limite donc l'intervention sur ce sujet de la libération (des dérogations à ces dispositions peuvent toutefois être accordées par décision ministérielle), le PNGMDR 2016-2018 s'est approprié les enjeux associés : limitation des quantités de déchets TFA, préservation des capacités de stockage et limitation des transports, en encourageant certaines pistes d'optimisation de la gestion des déchets TFA : optimisation du zonage déchets, densification des déchets, optimisation des transports, création de stockages sur site ou à proximité, recyclage, etc. afin de limiter les quantités de déchets TFA. Sous réserve d'une mise en œuvre effective des solutions de gestion considérées comme pertinentes, le PNGMDR contribue donc bien à atténuer les incidences environnementales pouvant être attendues d'un tel choix de gestion des matières et déchets.

4.3.3. Les consommations énergétiques des installations

La réalisation de l'état initial de l'environnement a permis de mettre en évidence des consommations énergétiques relativement importantes de la part du site de retraitement des combustibles de La Hague et dans une moindre mesure de l'installation Centraco (par rapport aux autres installations concernées par la gestion des matières et déchets radioactifs). Les émissions de gaz à effet de serre relatives au fonctionnement de ces sites restent toutefois limitées par comparaison à d'autres sites industriels du territoire français.

Sans remettre en cause la pertinence de l'activité exercée sur ces sites (permettant une meilleure gestion des déchets et une plus forte valorisation des matières premières), un enjeu de maîtriser, voire de réduire les consommations énergétiques et les émissions de gaz à effet de serre associées à ces sites existent.

Toutefois, ces paramètres relèvent de l'exploitation de ces sites, sans que le PNGMDR n'ait vocation à intervenir à ce propos. Des projets de réduction des émissions de gaz-à-effet de serre sont d'ores et déjà déployés sur ces sites, qui sont par ailleurs certifiés ISO 14001.

4.3.4. La prise en compte des enjeux de sûreté sur le long terme des installations (de stockage, d'entreposage, etc.) : gestion de la mémoire, prise en compte du changement climatique, etc.

Le pré-cadrage de l'Autorité environnementale, ainsi que l'état initial de l'environnement, ont permis de mettre en évidence l'enjeu de gestion de la mémoire sur le très long terme pour les installations de stockage des déchets, notamment pour Cigéo. En effet, avec le temps, la mémoire d'un site présent à 500 m sous terre peut s'effacer progressivement, et conduire à terme à une perte de sûreté (tentative d'intrusion pour révéler le contenu du site, impact du site par forage, etc.). Un programme mémoire est développé dans le cadre du projet Cigéo, de manière à prendre en compte ces enjeux. Conformément à la bonne intégration de ces enjeux de gestion de la mémoire sur le long terme au niveau-même des installations, le PNGMDR 2016-2018 ne traite pas de ces sujets.

De manière similaire, il est ressorti de l'état initial de l'environnement et de l'analyse de la cohérence avec d'autres plans et programmes soumis à évaluation environnementale, que les installations nucléaires de base devraient prendre en compte les effets du changement climatique intempéries, hausse des températures, augmentation du niveau d'eau), de manière à maîtriser l'évolution du risque de catastrophes NaTech à l'avenir. Toutefois, cet enjeu est bien pris en compte dans les études de danger réalisées dans le cadre de la création de nouvelles installations, mais également lors de contrôles régulièrement menés sur les installations existantes par les autorités compétentes. En effet, les analyses effectuées testent la résistance des installations aux conditions climatiques (catastrophes naturelles notamment), tant actuelles que futures.

Plus largement, il apparaît que ces enjeux relèvent de la sûreté des installations, traitée dans le cadre du régime des INB (voire des ICPE le cas échéant) et non dans le PNGMDR qui est un document de planification plus général.

4.4. Justification des choix du PNGMDR 2016-2018 au regard des enjeux environnementaux

L'analyse de la pertinence du PNGMDR 2016-2018 au regard des enjeux environnementaux identifiés (cf. partie 2.2.2) avait permis de mettre en évidence une relativement bonne couverture de ces sujets par le PNGMDR (version finale transmise le 29 mars 2016). Cette partie vise à présenter les orientations finales du PNGMDR 2016-2018, afin de mettre en évidence leur intérêt en termes environnementaux.

Orientation du PNGMDR 2016-2018	Justification au regard des enjeux environnementaux
<p>Orientation transversale, en faveur d'une meilleure anticipation des besoins futurs en installations de gestion des matières et déchets radioactifs (entrepôts, stockages, traitement) : influence sur les perspectives de valorisation des matières radioactives, incertitudes liées à l'assainissement et prise en compte des scénarii de transition énergétique (<i>parties des chapitres 2, 3.5 et 4.2</i>)</p>	<p>L'Inventaire national des matières et déchets radioactifs dresse un état des lieux géographique, quantitatif et caractéristique des matières et déchets radioactifs présents sur le territoire français. Il s'efforce aussi d'estimer les volumes de déchets par catégories à horizon 2020, 2030 et à terminaison des installations. L'inventaire de 2015 considère notamment deux scénarios : la poursuite de l'activité électronucléaire et son abandon. Cependant, certains facteurs ne sont actuellement pas pris en compte dans les estimations données et les limites et incertitudes de cet exercice ne sont pas suffisamment explicitées. Ainsi, le premier scénario, de poursuite de la production électronucléaire n'intègre pas le cas (probable) de création de nouvelles CNPE. De même, dans les deux cas, l'Inventaire national ne met pas en avant les incertitudes existantes sur l'évaluation des quantités de déchets issues du démantèlement. Le PNGMDR se base sur les estimations de l'Andra, notamment en termes de volumes, pour établir ses recommandations. Les limites de l'Inventaire national pénalisent donc la pertinence et l'efficacité des politiques de gestion des matières et déchets radioactifs.</p> <p>L'état initial de l'environnement a notamment mis en évidence les incertitudes existant autour des volumes importants de déchets qui seront produits par l'assainissement des sols radiocontaminés qui devront être excavés et traités notamment en fonction de l'existence et du niveau des contaminations. Selon l'ASN, une trentaine d'installations nucléaires sont définitivement arrêtées ou en cours de démantèlement. Dans les cinquante années à venir, le nombre de chantiers de démantèlement devrait fortement augmenter. La réglementation des INB demande à l'exploitant d'une INB de définir, dans le cadre du dossier de démantèlement, « l'état final de l'installation » à atteindre à l'issue du démantèlement pour pouvoir permettre le déclassement du statut d'INB. Cette analyse doit se fonder sur au minimum l'historique de l'installation et l'état de contamination des eaux et des sols. L'ASN a rédigé plusieurs guides destinés aux exploitants concernant directement ou indirectement les méthodologies d'assainissement des INB à démanteler; une nouvelle version du guide concernant l'assainissement des sites est en cours de finalisation</p> <p>Le PNGMDR 2016-2018 demande de remédier à ces insuffisances, de manière à pouvoir assurer une meilleure anticipation quant aux filières de gestion des déchets à mettre en œuvre à l'avenir. Le PNGMDR est donc tout à fait pertinent sur ce sujet, d'un point de vue environnemental.</p>

<p>Orientation transversale relative à l'optimisation de l'impact environnemental du transport de déchets FMA-VC, TFA et HA-MAVL (chapitres 3.5, 3.6 et 4.2)</p>	<p>La question du mode de transport se pose principalement pour les déchets TFA (quantité totale triplée d'ici à 2030 dans le cadre des démantèlements d'installations nucléaires) et FMA-VC (augmentation de moitié des volumes) qui représentent plus de 90 % des volumes de déchets à gérer selon les données de l'Inventaire national. Les risques radioactifs représentés par ces catégories de déchets étant relativement limités, il existe une vraie marge de manœuvre concernant le choix du mode de transport vers des infrastructures de traitement ou de stockage, ce choix ayant donc un impact relativement important sur les émissions de CO₂ et de particules, les consommations d'énergies et les nuisances sonores de la filière.</p> <p>96 % des transports de matières et déchets radioactifs sont effectués par route, car il s'agit d'un mode de transport flexible en termes d'itinéraires et de format de véhicules. Pour autant, la France dispose d'un réseau ferroviaire suffisamment développé pour envisager le développement du transport multimodal à défaut d'un transport exclusivement par rail. Ce dernier présente de nombreux avantages environnementaux, avec une diminution des consommations d'énergie, des émissions de GES (le facteur de réduction va de 3 à 20 par rapport à la route), des émissions de polluants atmosphériques et des nuisances sonores. Cependant, l'IRSN relève cinq fois plus d'incidents notables par nombre de colis transportés par voie ferrée que par voie routière. Les transports multimodaux sont aussi sources de risques car des manipulations supplémentaires des colis ont lieu lors des transferts (éventuellement effectués par un personnel non spécialisé et moins formé), d'autant plus que les terminaux ferroviaires et les voies ferrées sont souvent situés en agglomération.</p> <p>Au travers des différentes études demandées par le PNGMDR 2016-2018 en faveur d'une optimisation des transports, une réduction des incidences environnementales du transport des déchets est attendue, dans la mesure d'un maintien ou d'une amélioration de la sûreté des transports dans le même temps.</p>
<p>Chapitre 2 du PNGMDR relatif à l'optimisation de la gestion des matières : anticipation des besoins en capacités d'entreposage des matières, justification des usages prévus et anticipation de leur gestion dans l'hypothèse où elles devraient être requalifiées en déchets</p>	<p>Les matières radioactives sont définies, dans l'article L.542-1-1 du code de l'environnement, comme étant des substances radioactives pour lesquelles une utilisation ultérieure est prévue ou envisagée, le cas échéant après traitement. En France, elles représentent un volume d'environ 370 000 tMI et sont principalement liées au cycle du combustible nucléaire (voir détails dans la partie 1.1 de l'état initial de l'environnement). Ainsi, des questions sont soulevées à l'heure actuelle autour de la qualification comme « matière radioactive » de substances comme le thorium ou l'uranium appauvri. Il est rare qu'il s'agisse d'une remise en question de l'existence même du débouché envisagé mais plus généralement, la critique vient de ce que la totalité des volumes est qualifiée de « matière » alors que seule une faible proportion serait nécessaire même si les débouchés potentiels venaient à s'ouvrir.</p> <p>La qualification d'une substance en tant que « matière radioactive » dépend de l'existence d'une filière d'utilisation ou de réutilisation. Sans débouché, la matière est requalifiée en déchet et traitée comme telle. Ce système de « vases communicants » porte donc un enjeu fort à prendre en compte dans les processus décisionnels concernant la gestion des matières et déchets radioactifs : capacités de stockage plus ou moins vite saturées, étude d'éventuelles nouvelles filières de traitement des déchets à développer, nécessité de sécuriser les fonds nécessaires à la gestion à long terme des volumes de matières qui ne pourraient être consommées dès lors que des doutes sérieux existent, etc.</p> <p>Les demandes et recommandations adoptées par le PNGMDR 2016-2018 à ce sujet vont permettre d'affiner les connaissances sur les débouchés proposés par les exploitants pour les matières radioactives afin de permettre une prise de décision raisonnée sur leur maintien en tant que « matière » et d'ajuster les modalités de gestion en conséquence avec une plus grande faculté d'anticipation. De telles orientations devraient ainsi permettre d'éviter autant que possible les effets négatifs pouvant être engendrés par une mauvaise gestion de déchets radioactifs (radio-contamination de sites), dans le cas par exemple de ressources financières insuffisantes de la part des générations futures (car non provisionnées).</p>
<p>Chapitre 3.1 dédié au recensement et à la caractérisation des stockages historiques et définition de modalités de gestion adaptées</p>	<p>Dans l'état initial de l'environnement ont été rappelés l'existence 250 000 à 300 000 m³ de déchets stockés in situ dans le cadre d'une gestion historique. Des travaux ont été menés pour identifier ces sites historiques et pour assurer la réhabilitation des sites radio-contaminés. En effet, ces conditions de gestion ne permettent a priori pas d'assurer un conditionnement aux normes actuelles des déchets radioactifs qui résultent de processus industriels passés et sont donc davantage porteuses de risques de contamination des milieux.</p> <p>La poursuite de ces travaux, promue par les différentes demandes et recommandations du chapitre 3.1 du PNGMDR 2016-2018, est donc tout à fait pertinente d'un point de vue environnemental, car permettant à terme de réduire les incidences environnementales de ces situations historiques.</p>

<p>Chapitre 3.2 relatif à l'amélioration des connaissances et de la gestion des impacts des sites miniers : recensement, modélisation des transferts de radionucléides, etc.</p>	<p>Aujourd'hui, il reste 170 Mt de stériles miniers (déchets inertes ou TFA qui correspondent aux sols et roches excavés mais non traités dans le cadre de l'exploitation) et 50 Mt de résidus de traitement de l'uranium (déchets du processus de traitement). Leur gestion se fait actuellement in situ, avec un entreposage couvert pour les résidus (qui sont principalement TFA ou FA-VL). Malgré les solutions de protection des populations et de limitation des pollutions des milieux mises en place, les impacts de ces sites ne sont pas nuls (contamination des eaux, des sols et des milieux naturels).</p> <p>Le chapitre 3.2 du PNGMDR 2016-2018 recommande d'une part de réviser et suivre les modalités de gestion des eaux collectées sur ces anciens sites miniers, afin d'atteindre les objectifs de qualité des eaux fixés, et d'autre part d'améliorer les connaissances relatives aux transferts de radionucléides depuis ces sites vers les milieux naturels. En ce sens, les orientations du PNGMDR se justifient pleinement d'un point de vue environnemental.</p>
---	--

<p>Chapitre 3.5 relatif à l'optimisation de la gestion des déchets TFA : zonage, valorisation, stockage in situ, augmentation de la compacité, incinération, augmentation de la capacité du Cires, construction d'un nouveau site, évolution des critères d'acceptation</p>	<p>Dans les cinquante années à venir, le nombre de chantiers de démantèlement devrait fortement augmenter. Dans ce cadre, la quantité totale de déchets TFA devrait tripler et celle de déchets FMA-VC augmenter de moitié, d'ici à fin 2030, selon l'Inventaire national. Comme évoqué dans l'état initial de l'environnement, les pressions environnementales sont donc fortes, à la fois sur les espaces de stockage et au niveau des conditions de transport, ce qui invite à une réflexion sur le traitement de ces volumes.</p> <p>Pour répondre à ces enjeux, au-delà d'une optimisation des transports, le PNGMDR vise à réduire les quantités de déchets TFA à transporter, puis à stocker, à travers ses demandes pour mettre à œuvre plusieurs pistes de gestion ou en améliorer leur utilisation : le zonage, le stockage in situ ou à proximité, l'incinération, la valorisation ou encore le compactage.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ La réalisation d'un zonage déchets au plus juste lors de la construction d'installations doit permettre de réduire lors du démantèlement les volumes de déchets TFA produits, et donc en limiter le transport. Les déchets non radioactifs peuvent en effet être traités dans des filières conventionnelles, pour lesquelles les sites de stockage ou de valorisation des déchets sont plus nombreux sur le territoire et donc vers lesquels les distances de transport peuvent être réduites. ▪ Le stockage in situ ou à proximité des déchets TFA issus du démantèlement permettrait de réduire les transports et la saturation des centres de stockage spécifiques aux déchets radioactifs. Dans le même temps, l'enjeu primordial demeure de gérer ces déchets en assurant la radioprotection complète des populations et de l'environnement, et celle-ci pourrait s'en retrouver plus complexe du fait d'une multiplication des sites à gérer et surveiller. ▪ A priori le compactage et l'incinération sont des techniques particulièrement pertinentes en vue d'une réduction des volumes de déchets à gérer (l'incinération permet une réduction des volumes de déchets à conditionner jusqu'à un facteur 10 ou 20 par exemple) ; limitant par la même occasion les incidences environnementales liées à la création et au fonctionnement des sites de stockage des déchets. Cependant, avec l'incinération (nécessitant un transfert vers l'installation ad hoc) et dans le cas où le compactage est effectué au Cires, aucune réduction des impacts liés au transport de déchets ne semble pouvoir être espérée. De plus, une installation du type Centraco, pour l'incinération des déchets radioactifs, est responsable de rejets de polluants chimiques et radioactifs (voir l'état initial de l'environnement) et les risques pour les employés peuvent être conséquents au vu de la complexité des procédés et des substances impliqués. Ainsi, en 2011, un accident a causé la mort d'un travailleur et en a blessé 3 autres suite à une explosion dans le four de fusion. ▪ La valorisation des déchets TFA, et tout particulièrement des gravats et des déchets métalliques (estimation par les producteurs de 900 000 tonnes de déchets métalliques TFA issus des démantèlements qui pourraient être valorisés), ne peut s'effectuer que dans le cadre de l'article R. 1333-3 du code de la santé publique, avec des débouchés uniquement dans l'industrie nucléaire et sous des conditions strictes. En promouvant la valorisation de ces matériaux, le PNGMDR vise à aussi bien à réduire les incidences environnementales relatives à la gestion des déchets, mais aussi à augmenter le taux de valorisation des déchets radioactifs et ainsi réduire les consommations de matière première. <p>Il ressort de cette analyse, que le déploiement des filières de gestion des déchets TFA étudiées par le PNGMDR pourrait conduire à des incidences environnementales nuancées selon les thématiques. Toutefois, en promouvant principalement l'étude de telles solutions alternatives, au regard de différents critères (environnementaux notamment), le PNGMDR 2016-2018 reste pertinent d'un point de vue environnemental.</p> <p>De plus, et malgré les différentes techniques promues par le PNGMDR 2016-2018 pour réduire les quantités de déchets à stocker à l'avenir, l'augmentation des capacités de stockage des déchets TFA apparaît indispensable, comme cela était prévu depuis la création du Cires. Le parti pris du PNGMDR de privilégier la piste d'une augmentation de la capacité volumique du Cires, sans évolution de son emprise au sol apparaît comme une solution particulièrement pertinente au regard de l'environnement (limitation de l'artificialisation des sols et des perturbations des milieux). Quant à la création d'un nouveau centre, celle-ci apparaît indispensable pour assurer la bonne gestion des déchets TFA à terme. Elle apparaît également souhaitable d'un point de vue environnemental ; et ce malgré les incidences négatives pouvant être attendues du fait de la création d'un tel site (voir partie 4 sur l'analyse des incidences environnementales du PNGMDR).</p>
--	--

<p>Chapitre 3.6 dédié à la meilleure gestion des déchets FMA-VC, au travers de l'étude des options techniques et de sûreté d'une installation de traitement du plomb</p>	<p>Des filières de traitement des déchets FMA-VC sont actuellement opérationnelles (incinération et fusion des métaux), permettant de réduire les quantités de déchets FMA-VC à stocker. Le déploiement d'une filière de fusion des déchets de plomb de faible activité a d'ores et déjà fait l'objet d'études ayant permis de mettre en évidence un potentiel de 12 000 t de plomb FMA à recycler. En demandant l'approfondissement des études relatives à cette filière, le PNGMDR 2016-2018 va dans le sens d'une meilleure gestion de ces types de déchets, avec une potentielle réduction des déchets à stocker et une possible valorisation du plomb décontaminé.</p>
<p>Partie du chapitre 4.1 relatif à la gestion des déchets FA-VL hors déchets de Malvési, soit : la prise en compte de certains déchets FA-VL dans les réserves de Cigéo, la poursuite des investigations sur le site de Soulaines et la recherche d'un second site de stockage</p>	<p>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, de 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),</p> <p>Les orientations du PNGMDR vont dans le sens d'une meilleure gestion de ces déchets en contribuant au déploiement d'une filière de gestion dédiée et qui pourra être formalisée au travers du schéma industriel global demandé. Par ailleurs, le lien est bien effectué avec d'autres chapitres du PGMDR, en demandant d'inclure les déchets de faible activité et à vie longue qui seront produits par l'usine de Malvési dans la filière FA-VL ou d'inclure certains déchets FA-VL dans les réserves du projet Cigéo (déchets HA-MAVL).</p> <p>Par ailleurs, ces orientations visent à renforcer encore un peu plus la limitation des impacts pour les populations et les milieux du projet de stockage en faible profondeur des déchets FA-VL, en demandant des investigations géologiques complémentaires et une caractérisation plus fine des déchets FA-VL.</p>
<p>Chapitre 4.2 en faveur d'une meilleure gestion des déchets HA-MAVL, via le développement du projet Cigéo (mise à jour du planning et des coûts, renforcement de la sûreté, spécifications d'acceptation, etc.) et de l'optimisation de leur entreposage (limitation du risque de saturation, amélioration des techniques, etc.)</p>	<p>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 98 % de la radioactivité totale des déchets) et complexes 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. Or, ils ne sont à l'heure actuelle qu'entreposés sur de multiples sites, et le risque d'accident est donc <i>a priori</i> plus élevé qu'avec un nombre plus limité d'installations de stockage.</p> <p>De fait, en promouvant la mise en œuvre des solutions de gestion retenues, et en s'assurant de l'adéquation des entreposages existants et futurs, le chapitre 4.1 du PNGMDR 2016-2018 favorise une meilleure gestion des déchets radioactifs, et ainsi réduit les menaces pesant sur les milieux naturels (eaux, sols, air) et sur les êtres vivants (biodiversité et populations humaines).</p>
<p>Partie du chapitre 4.3 consacré à l'amélioration de la gestion des déchets tritiés et des sources scellées usagées, et amélioration de la gestion des déchets de Malvési</p>	<p>Les travaux menés dans le cadre des précédents PNGMDR ont permis de réduire les quantités des déchets radioactifs actuellement sans filière de gestion identifiée. Toutefois, ces volumes restant ne peuvent être négligés, dans le sens où aucune solution de gestion optimale n'a encore été identifiée. Le tritium est par exemple une substance à forte mobilité dans les milieux et donc difficile à conditionner de manière étanche. Actuellement entreposées et en l'absence de solution de gestion définitive, ces catégories de déchets sont par conséquent porteuses d'un risque fort pour les générations futures en termes de contamination des milieux notamment (sols, eaux).</p> <p>Les différentes demandes et recommandations du PNGMDR 2016-2018 en faveur d'une amélioration des connaissances et des techniques de gestion de ces déchets vont ainsi bien dans le sens d'une meilleure prise en compte de l'environnement.</p>
<p>Parties des chapitres 4.2 et 4.3 dédiés à la gestion des déchets de Malvési</p>	<p>Environ 300 000 m³ de déchets solides de l'usine de Malvési sont actuellement entreposés sur l'INB ECRIN, sans solution de gestion actuellement définie en raison de leurs spécificités (volumes importants, présence de radionucléides naturels...).</p> <p>Les différentes demandes et recommandations du PNGMDR 2016-2018 relatives aux déchets de Malvési (dans les chapitres 4.1 et 4.3) doivent permettre :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ De rechercher une solution de gestion définitive pour les déchets historiques entreposés dans l'INB ECRIN ▪ De prendre en compte dans les filières de gestion TFA et FA-VL les déchets qui seront produits par l'usine de Malvési à partir du PNGMDR 2016-2018. <p>Ces aspects vont donc globalement dans le sens d'une meilleure gestion de ces déchets sur la durée, et donc de réduire les risques associés pour les milieux ou les populations.</p>

5. Effets notables de la mise en œuvre du PNGMDR

5.1. Analyse globale des effets notables de la mise en œuvre du PNGMDR sur l'environnement

5.1.1. Cadre méthodologique

Cette section présente une analyse **des effets notables probables de la mise en œuvre 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 orientations du PNGMDR, de manière à pouvoir présenter une vision d'ensemble suffisamment synthétique des effets de la mise en œuvre du PNGMDR 2016-2018 sur l'environnement. Compte-tenu du nombre très important de demandes et de recommandations, celles-ci ont été regroupées en 11 principales orientations, correspondant entièrement ou partiellement aux différents chapitres du PNGMDR :

Structuration des orientations retenues dans le cadre de l'analyse des incidences du PNGMDR		
N°	Intitulé court	Intitulé long
1	Scénarios prospectifs de l'Inventaire national	Orientation transversale, en faveur d'une meilleure anticipation des besoins futurs en installations de gestion des matières et déchets radioactifs (entrepôts, stockages, traitement) : influence sur les perspectives de valorisation des matières radioactives, incertitudes liées à l'assainissement et prise en compte des scénarii de transition énergétique (<i>parties des chapitres 2, 3.5 et 4.2</i>)
2	Optimisation du transport des déchets	Orientation transversale relative à l'optimisation de l'impact environnemental du transport de déchets FMA-VC, TFA et HA-MAVL (<i>chapitres 3.5, 3.6 et 4.2</i>)
3	Gestion des matières	Chapitre 2 du PNGMDR relatif à l'optimisation de la gestion des matières : anticipation des besoins en capacités d'entreposage des matières, justification des usages prévus et anticipation de leur gestion dans l'hypothèse où elles devraient être requalifiées en déchets
4	Gestion des stockages historiques	Chapitre 3.1 dédié au recensement et à la caractérisation des stockages historiques et définition de modalités de gestion adaptées
5	Gestion des anciens sites miniers	Chapitre 3.2 relatif à l'amélioration des connaissances et de la gestion des impacts des sites miniers : recensement, modélisation des transferts de radionucléides, etc.
6	Gestion des déchets TFA	Chapitre 3.5 relatif à l'optimisation de la gestion des déchets TFA : zonage, valorisation, stockage in situ, augmentation de la compacité, incinération, augmentation de la capacité du Cires, construction d'un nouveau site, évolution des critères d'acceptation
7	Gestion des déchets FMA-VC	Chapitre 3.6 dédié à la meilleure gestion des déchets FMA-VC , au travers de l'étude des options techniques et de sûreté d'une installation de traitement du plomb
8	Gestion des déchets HA-MAVL	Chapitre 4.2 en faveur d'une meilleure gestion des déchets HA-MAVL, via le développement du projet Cigéo (mise à jour du planning et des coûts, renforcement de la sûreté, spécifications d'acceptation, etc.) et l'optimisation de l'entreposage des déchets HA-MAVL : limitation du risque de saturation, amélioration des techniques, etc.
9	Gestion des déchets FA-VL	Chapitre 4.1 relatif à la gestion des déchets FA-VL via l'inventaire des déchets de Malvési relevant de cette filière, la prise en compte de certains déchets FA-VL dans les réserves de Cigéo, la poursuite des investigations sur le site de Soulaines et la recherche d'un second site de stockage
10	Gestion des déchets sans filières et des sources scellées usagées	Partie du chapitre 4.3 consacrée à l'amélioration de la gestion des déchets tritiés et des sources scellées usagées
11	Gestion des déchets de Malvési	Parties des chapitre 4.1 et 4.3 dédiés à la gestion des déchets de Malvési : inventaire des déchets pouvant relever de la filière FA-VL et définition d'une filière spécifique pour les autres déchets

Les effets notables sur l'environnement sont caractérisés selon quatre catégories (assortis d'un code couleur) :

- ▶ **plutôt positifs**, si la mise en œuvre des demandes et orientations du PNGMDR est susceptible d'avoir un effet positif sur l'environnement national pour une thématique donnée par rapport à un scénario de référence établi en s'appuyant sur la précédente version du PNGMDR ;
- ▶ **négligeables ou inexistantes**, si les effets de la mise en œuvre du plan sur l'environnement ne sont pas significatifs ;
- ▶ **potentiellement négatifs**, si la mise en œuvre des demandes et recommandations associées au volet du PNGMDR présente des risques pour l'environnement ;
- ▶ **incertains**, lorsque la version à date du PNGMDR ne présente pas assez de détails sur le déploiement des demandes et orientations, lors d'une absence de consensus quant aux conséquences de ces orientations ou dans le cas d'une conjugaison d'effets à la fois positifs et négatifs.

Une analyse a également été menée sur :

- ▶ la **nature directe ou indirecte** des effets de la mise en œuvre du PNGMDR sur l'environnement ;
- ▶ le caractère à **court, moyen ou long terme** des incidences pouvant être observées ;
- ▶ le caractère **temporaire ou permanent** de ces effets ;

Les modalités méthodologiques précises d'évaluation de ces incidences sont présentées dans le chapitre 7 du présent rapport.

5.1.2. Analyse selon la nature des incidences

Il ressort de cette analyse des incidences environnementales du PNGMDR 2016-2018, que son déploiement conduirait en l'état à une amélioration significative de la gestion des matières et déchets radioactifs, ainsi qu'à une réduction de l'exposition des populations (tant les riverains des INB, que les travailleurs de ces sites) aux risques de radio-contamination. Ces effets qui peuvent être attendus sont somme toute assez logiques dans le sens où ils correspondent aux finalités du PNGMDR, dont la version 2016-2018 permet de progresser un peu plus par rapport à la version 2013-2015 utilisée ici comme point de comparaison (scénario tendanciel).

Il est également possible de noter que la mise en application des demandes et recommandations du PNGMDR devrait globalement présenter des effets positifs en termes d'environnement, avec en particulier une réduction des impacts des transports (consommations d'énergie, pollutions de l'air et bruits) et une diminution des incidences des sites miniers et historiques sur les milieux naturels (pollution des eaux et des sols). Ce résultat est le fruit d'une prise en compte d'enjeux environnementaux plus nombreux dans le cadre du PNGMDR 2016-2018, alors qu'il était reproché aux précédentes versions du PNGMDR d'être trop centrées sur la gestion des déchets et la sûreté des installations.

Principales orientations du PNGMDR	Gestion des déchets et exploitation des matières premières	Exposition des populations aux risques et santé humaine	Consommation d'énergie et contribution aux changements climatiques	Pollutions de l'air (hors GES)	Exposition des populations aux bruits et autres nuisances	Pollutions et consommation d'eau	Pollutions et érosion des sols	Pertes de biodiversité et atteintes aux milieux naturels	Artificialisation des sols et pertes de patrimoine
Scénarios prospectifs de l'Inventaire national	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
Optimisation du transport des déchets	Négligeable ou inexistant	Incertain	Plutôt positif	Plutôt positif	Plutôt positif	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant	Incertain	Incertain
Gestion des matières radioactives	Plutôt positif	Plutôt positif	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant	Incertain	Incertain
Gestion des stockages historiques	Plutôt positif	Plutôt positif	Négligeable ou inexistant	Plutôt positif	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant	Plutôt positif	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant
Gestion des anciens sites miniers	Négligeable ou inexistant	Plutôt positif	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant	Plutôt positif	Négligeable ou inexistant	Plutôt positif	Négligeable ou inexistant
Gestion des déchets TFA	Plutôt positif	Négligeable ou inexistant	Plutôt positif	Plutôt positif	Plutôt positif	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant	Incertain	Incertain
Gestion des déchets FMA-VC	Plutôt positif	Négligeable ou inexistant	Incertain	Incertain	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant	Incertain	Incertain
Gestion des déchets HA-MAVL	Plutôt positif	Plutôt positif	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant	Plutôt positif	Plutôt positif
Gestion des déchets FA-VL	Plutôt positif	Plutôt positif	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant	Plutôt positif	Plutôt positif	Incertain	Incertain
Gestion des déchets sans filière et des sources scellées usagées	Plutôt positif	Négligeable ou inexistant	Incertain	Incertain	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant
Gestion des déchets de Malvés	Plutôt positif	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant	Négligeable ou inexistant	Incertain	Incertain

Des incidences pouvant être qualifiées d'incertaines peuvent toutefois être attendues de la mise en œuvre du PNGMDR 2016-2018, comme résultat du déploiement de solutions de gestion des matières et déchets radioactifs, par ailleurs très positives au regard des deux thématiques environnementales prioritaires pour le PNGMDR (gestion des déchets et protection des populations). Ainsi, la construction de nouvelles installations d'entreposage ou de stockage devrait conduire à une augmentation de l'occupation du sol et à une perturbation ou destruction des milieux naturels qui pourraient se trouver sur ces sites. Le développement de l'incinération pour limiter les volumes de déchets TFA à stocker, bien qu'encadrée, devrait générer des émissions de gaz à effet de serre et des rejets atmosphériques supplémentaires. Enfin, la plus forte manipulation des matières ou déchets, dans le but d'améliorer leur gestion, pourrait conduire à une augmentation de l'exposition des travailleurs de ces filières de gestion aux risques de radio-contamination.

5.1.3. Analyse selon le caractère direct ou non des incidences observées

Principales orientations du PNGMDR	Gestion des déchets et exploitation des matières premières	Exposition des populations aux risques et santé humaine	Consommation d'énergie et contribution aux changements climatiques	Pollutions de l'air (hors GES)	Exposition des populations aux bruits et autres nuisances	Pollutions et consommation d'eau	Pollutions et érosion des sols	Pertes de biodiversité et atteintes aux milieux naturels	Artificialisation des sols et pertes de patrimoine
Scénarios prospectifs de l'inventaire national	Effet direct	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Optimisation du transport des déchets	N/A	Effet indirect	Effet indirect	Effet indirect	Effet indirect	N/A	N/A	Effet indirect	Effet indirect
Gestion des matières radioactives	Effet direct	Effet indirect	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Effet indirect	Effet indirect
Gestion des stockages historiques	Effet direct	Effet indirect	N/A	Effet indirect	N/A	N/A	Effet indirect	N/A	N/A
Gestion des anciens sites miniers	N/A	Effet indirect	N/A	N/A	N/A	Effet indirect	N/A	Effet indirect	N/A
Gestion des déchets TFA	Effet direct	N/A	Effet indirect	Effet indirect	Effet indirect	N/A	N/A	Effet indirect	Effet indirect
Gestion des déchets FMA-VC	Effet direct		Effet indirect	Effet indirect	N/A	N/A	N/A	Effet indirect	Effet indirect
Gestion des déchets HA-MAVL	Effet direct	Effet indirect	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Effet indirect	Effet indirect
Gestion des déchets FA-VL	Effet direct	Effet indirect	N/A	N/A	N/A	Effet indirect	Effet indirect	Effet indirect	Effet indirect
Gestion des déchets sans filière et des sources scellées usagées	Effet direct	N/A	Effet indirect	Effet indirect	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Gestion des déchets de Malvési	Effet direct	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Effet indirect	Effet indirect

Les effets évalués, positifs ou négatifs, sont en majorité des effets indirects. En effet, 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.

5.1.4. Analyse selon le caractère temporaire ou permanent des incidences observées

Principales orientations du PNGMDR	Gestion des déchets et exploitation des matières premières	Exposition des populations aux risques et santé humaine	Consommation d'énergie et contribution aux changements climatiques	Pollutions de l'air (hors GES)	Exposition des populations aux bruits et autres nuisances	Pollutions et consommation d'eau	Pollutions et érosion des sols	Pertes de biodiversité et atteintes aux milieux naturels	Artificialisation des sols et pertes de patrimoine
Scénarios prospectifs de l'inventaire national	Temporaire	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Optimisation du transport des déchets	N/A	Permanent	Permanent	Permanent	Permanent	N/A	N/A	Permanent	Permanent
Gestion des matières radioactives	Temporaire	Permanent	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Permanent	Permanent
Gestion des stockages historiques	Temporaire	Temporaire	N/A	Permanent	N/A	N/A	Permanent	N/A	N/A
Gestion des anciens sites miniers	N/A	Permanent	N/A	N/A	N/A	Permanent	N/A	Permanent	N/A
Gestion des déchets TFA	Temporaire	N/A	Permanent	Permanent	Permanent	N/A	N/A	Permanent	Permanent
Gestion des déchets FMA-VC	Temporaire	N/A	Permanent	Permanent	N/A	N/A	N/A	Permanent	Permanent
Gestion des déchets HA-MAVL	Temporaire	Temporaire	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Temporaire	Temporaire
Gestion des déchets FA-VL	Temporaire	Permanent	N/A	N/A	N/A	Permanent	Permanent	Temporaire	Temporaire
Gestion des déchets sans filière et des sources scellées usagées	Temporaire	N/A	Temporaire	Temporaire	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Gestion des déchets de Malvési	Temporaire	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Permanent	Permanent

Pour les opérations dont un effet, positif ou négatif, a été identifié, le caractère temporaire ou permanent de cet effet a pu être évalué. Ces effets se répartissent principalement en fonction de la catégorie d'orientations considérée. Ainsi, les recommandations et demandes concernant des filières en projet ou à déterminer ont un impact temporaire, car la solution étudiée peut être amenée à changer (soit qu'on s'oriente vers un tout autre mode de gestion, soit qu'on en modifie significativement les caractéristiques). A l'inverse, dans le cadre des autres orientations, les systèmes et organisations étudiées sont a priori ceux qui seront retenus, et les résultats de l'étude impacteront de façon permanente les différentes thématiques environnementales (par exemple, les études concernant l'optimisation des transports de matières et déchets radioactifs visent à réduire durablement les effets liés à ces transports).

Contrairement aux autres thématiques, la composante « Gestion des matières et déchets radioactifs » est exclusivement touchée de manière temporaire. En effet, les différentes études permettent d'affiner les connaissances et les évaluations d'impact mais, en particulier dans leur dimension prospective, elles comportent une marge d'erreur significative. Ce qui signifie que leur impact sur les modalités de gestion des matières et déchets radioactifs sera nécessairement amené à être réajusté, en fonction des études à venir et des constats sur la réalité de l'état des lieux (par exemple concernant les volumes de déchets issus du démantèlement).

5.1.5. Analyse selon l'horizon temporaire considéré

La grille d'analyse révèle que les orientations du PNGMDR devraient induire des effets sur des horizons temporels variés selon les thématiques environnementales considérées, avec une majorité d'impacts à moyen terme (soit de 3 à 10 ans).

Principales orientations du PNGMDR	Gestion des déchets et exploitation des matières premières	Exposition des populations aux risques et santé humaine	Consommation d'énergie et contribution aux changements climatiques	Pollutions de l'air (hors GES)	Exposition des populations aux bruits et autres nuisances	Pollutions et consommation d'eau	Pollutions et érosion des sols	Pertes de biodiversité et atteintes aux milieux naturels	Artificialisation des sols et pertes de patrimoine
Scénarios prospectifs de l'inventaire national	Court terme	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Optimisation du transport des déchets	N/A	Moyen terme	Moyen terme	Moyen terme	Moyen terme	N/A	N/A	Moyen terme	Moyen terme
Gestion des matières radioactives	Moyen terme	Moyen terme	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Moyen terme	Long terme
Gestion des stockages historiques	Court terme	Long terme	N/A	Moyen terme	N/A	N/A	Moyen terme	N/A	N/A
Gestion des anciens sites miniers	N/A	Moyen terme	N/A	N/A	N/A	Moyen terme	N/A	Moyen terme	N/A
Gestion des déchets TFA	Court terme	N/A	Moyen terme	Moyen terme	Moyen terme	N/A	N/A	Moyen terme	Long terme
Stockage des déchets FMA-VC	Moyen terme	N/A	Moyen terme	Moyen terme	N/A	N/A	N/A	Moyen terme	Moyen terme
Gestion des déchets HA-MAVL	Court terme	Moyen terme	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Moyen terme	Moyen terme
Gestion des déchets FA-VL	Moyen terme	N/A	N/A	N/A	N/A	Long terme	Long terme	Moyen terme	Moyen terme
Gestion des déchets sans filière et des sources scellées usagées	Moyen terme	N/A	Long terme	Long terme	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Gestion des déchets de Malvési	Court terme	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Moyen terme	Long terme

La majorité des thématiques environnementales sont concernées par des effets à moyen terme. En effet, les demandes d'études diverses sont pour la plupart adressées avec pour horizon le PNGMDR 2019-2021, mais leur mise en application effective prendra quelques années supplémentaires. Ainsi, la seule thématique concernée par des effets à court terme est l'exploitation des matières et la gestion déchets radioactifs qui pourrait être influencée dès la publication des études (par exemple en fonction des besoins identifiés en nouveaux entreposages ou en installations de stockage).

La majorité des orientations ont des effets à moyen terme. Néanmoins, celles qui concernent des filières encore en projet (à identifier ou à développer), ont des impacts à plus long terme, puisque la mise en œuvre de projets concrets sur leur base est à envisager à une échéance plus lointaine. C'est également le cas pour les demandes et orientations qui portent sur le maintien de la mémoire des stockages historiques dont l'impact doit être envisagé sur le plus long terme possible.

Les incidences qualifiées d'incertaines sont plutôt caractérisées par des effets potentiels à long terme (voire moyen terme), soit plus de 10 ans. D'ailleurs, l'éloignement chronologique des impacts de ces orientations sur l'environnement contribue pour partie à la difficulté d'évaluation de leur caractère plutôt positif ou négatif.

5.2. Focus sur les incidences les plus significatives et identification de mesures d'évitement, de réduction et de compensation

5.2.1. Cadre méthodologique

Cette section présente, pour chacune des 11 orientations principales du PNGMDR 2016-2018, 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 mise 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 2016-2018 ont justement permis de prévenir les situations pour lesquelles il serait impossible de compenser les effets.

5.2.2. Analyse détaillée

1 / Scenarios prospectifs de l'Inventaire national			
Incidences notables prévisibles			Mesures recommandées dans le cadre de l'EES
Enjeu environnemental	Niveau d'incidence	Argumentaire	
Exploitation des matières premières et gestion des déchets	Plutôt positif	La prise en compte dans les scénarii du PNGMDR de la LTECV et des incertitudes liées à l'utilisation des matières ainsi qu'aux opérations d'assainissement doit permettre d'offrir une vision plus sûre des quantités de déchets qui pourraient être produits à l'avenir, et ainsi de développer des filières de gestion adaptées.	NA

2/ Optimisation du transport de déchets (FMA-VC, TFA et HA-MAVL)			
Incidences notables prévisibles			Mesures recommandées
Enjeu environnemental	Niveau d'incidence	Argumentaire	
Exposition des populations aux risques et santé humaine	Incertain	Le PNGMDR ne précise pas l'intégration des risques encourus par les travailleurs et par les populations dans le choix des modes de transport et dans le déploiement de la multimodalité (Cigéo notamment)	<i>Le PNGMDR pourrait préciser que l'analyse multicritère à réaliser pour choisir la solution de transport (vers Cigéo notamment) doit également intégrer la dimension "radioprotection et sécurité" (en particulier l'exposition des travailleurs)</i>

Consommations d'énergie et contribution aux changements climatiques	Plutôt positif	Cette orientation du PNGMDR, qui concerne différents types de déchets (TFA, FMA-VC et HA-MAVL), doit permettre de réduire les impacts environnementaux des transports, dont les émissions de GES associées.	<i>Le PNGMDR pourrait préciser les critères environnementaux à prendre en compte, ainsi que leur priorisation. En particulier, la question de l'occupation des sols devrait être prise en compte.</i>
Pollutions de l'air (hors gaz à effet de serre)	Plutôt positif	La réduction visée des impacts environnementaux des transports devrait également permettre de diminuer les émissions de polluants atmosphériques associées.	
Exposition des populations aux bruits et autres nuisances	Plutôt positif	La réduction souhaitée des impacts environnementaux des transports devrait également être positive en termes de réduction des nuisances sonores (notamment dans le cas d'un passage au transport ferroviaire).	
Pertes de biodiversité et atteintes aux milieux naturels	Incertain	Le PNGMDR vise à réduire l'impact environnemental du transport de déchets radioactifs, pouvant encourager le mode ferroviaire qui pourrait notamment aboutir à une occupation du sol supplémentaire et à un impact sur le milieu naturel.	
Artificialisation des sols et pertes de patrimoine	Incertain	Le PNGMDR vise à réduire l'impact environnemental du transport de déchets radioactifs, pouvant encourager le mode ferroviaire qui pourrait notamment aboutir à une occupation du sol supplémentaire et à un impact en termes d'artificialisation des sols.	

3/ Gestion des matières radioactives			
Incidences notables prévisibles			Mesures recommandées dans le cadre de l'EES
Enjeu environnemental	Niveau d'incidence	Argumentaire	
Exploitation des matières premières et gestion des déchets	Plutôt positif	Le chapitre du PNGMDR dédié à la gestion des matières radioactives vise à anticiper la possible requalification des matières en déchets, et doit ainsi permettre de faciliter la mise en œuvre de solution de gestion de tels déchets potentiels	<i>Le processus de requalification de matières en déchets devrait s'assurer du caractère réellement non valorisable des matières concernées (en envisageant par exemple une approche au-delà du territoire français), étant donné que celles-ci peuvent permettre de réduire l'exploitation de matières premières.</i>
Pertes de biodiversité et atteintes aux milieux naturels	Incertain	Les orientations du PNGMDR pourraient conduire à la création de nouveaux entreposages, pouvant avoir une incidence sur les milieux. L'anticipation des besoins en installations va toutefois dans le sens d'une gestion sûre et durable de ces matières radioactives, et ces mesures ne peuvent être évitées.	<i>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)</i>
Artificialisation des sols et pertes de patrimoine	Incertain	Les orientations du PNGMDR pourraient conduire à la création de nouveaux entreposages, nécessitant une occupation et une artificialisation des sols. L'anticipation des besoins en installations va toutefois dans le sens d'une gestion sûre et durable de ces matières radioactives, et ces mesures ne peuvent être évitées.	

4/ Gestion des stockages historiques			
Incidences notables prévisibles			Mesures recommandées dans le cadre de l'EES
Enjeu environnemental	Niveau d'incidence	Argumentaire	
Exploitation des matières premières et gestion des déchets	Plutôt positif	Le PNGMDR vise à améliorer la gestion des déchets issus des stockages historiques, via leur inventaire et la définition de modalités de gestion adaptées (notamment en termes environnementaux).	<i>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 multicritère 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.</i>
Exposition des populations aux risques et santé humaine	Plutôt positif	Le PNGMDR va dans le sens d'une plus forte maîtrise des risques de radiocontamination par une meilleure connaissance des stockages historiques (et son maintien au long terme) et la définition d'une gestion adaptée.	
Pollutions de l'air (hors gaz à effet de serre)	Plutôt positif	Le PNGMDR va permettre de réduire les risques de pollution au radon liés aux stockages historiques, en permettant leur identification et le déploiement de mesures de gestion adaptées.	
Pollutions et érosion des sols	Plutôt positif	Le PNGMDR va contribuer à la résorption de contaminations des sols en lien avec des situations historiques.	

5/ Gestion des anciens sites miniers			
Incidences notables prévisibles			Mesures recommandées dans le cadre de l'EES
Enjeu environnemental	Niveau d'incidence	Argumentaire	
Exposition des populations aux risques et santé humaine	Plutôt positif	Les travaux menés dans le cadre du PNGMDR visent en premier lieu à réduire les risques pour les populations environnantes (gestion de l'impact à long terme, renforcement de la stabilité mécanique des digues ceinturant les stockages de résidus, limitation de l'exposition au radon, etc.)	NA
Pollutions et consommation d'eau	Plutôt positif	Le principal effet attendu de la mise en œuvre de cette orientation du PNGMDR est la réduction des pollutions des eaux, tant du point de vue chimique que radiologique (par amélioration du traitement des rejets et réduction des rejets directs et diffus)	NA
Pertes de biodiversité et atteintes aux milieux naturels (dont Natura 2000)	Plutôt positif	L'un des objectifs principaux de la mise en œuvre de cette orientation du PNGMDR est la réduction de l'impact sur les milieux environnants (indirectement)	NA

6/ Gestion des déchets TFA			
Incidences notables prévisibles			Mesures recommandées
Enjeu environnemental	Niveau d'incidence	Argumentaire	
Exploitation des matières premières et gestion des déchets	Plutôt positif	Les différentes orientations du PNGMDR qui visent à réduire les quantités de déchets TFA à stocker en centre de stockage (limitation de la production de déchets sur site, stockage in situ, augmentation de leur densité, traitement par incinération...) doivent permettre de mieux répondre à l'augmentation des déchets TFA prévue dans les prochaines années. Le déploiement de filières de valorisation des gravats et des métaux doit contribuer à une réduction de la consommation de matières premières. Enfin, l'augmentation de la capacité volumique du Cires, l'évolution des critères d'acceptation et l'anticipation de la construction d'un nouveau centre de stockage des déchets TFA vont dans le sens d'une meilleure gestion de ces déchets.	NA
Consommations d'énergie et contribution aux changements climatiques	Plutôt positif	La réduction des quantités de déchets à TFA à transporter sur de longues distances devrait présenter un effet positif en termes de réduction des émissions de GES liées au transport.	NA
Pollutions de l'air (hors gaz à effet de serre)	Plutôt positif	La réduction des quantités de déchets à TFA à transporter sur de longues distances devrait présenter un effet positif en termes de réduction des émissions de polluants de l'air liées au transport. Le déploiement de l'incinération devrait générer des rejets atmosphériques, pris toutefois en compte dans le PNGMDR.	
Exposition des populations aux bruits et autres nuisances	Plutôt positif	La réduction des quantités de déchets à TFA à transporter sur de longues distances devrait présenter un effet positif en termes de réduction des nuisances sonores.	
Pertes de biodiversité et atteintes aux milieux naturels	Incertain	Si l'augmentation de la capacité volumique du Cires devrait se faire à emprise au sol constante, en revanche, la création future d'un nouveau centre de stockage pourrait causer une artificialisation des sols et une destruction de milieux naturels (bien que dans des proportions limitées).	<i>Le PNGMDR pourrait préciser que le choix de la localisation de la future installation devrait prendre en compte des enjeux environnementaux (emprise au sol, localisation géographique pour les transports, etc.)</i>
Artificialisation des sols et pertes de patrimoine	Incertain		

7/ Gestion des déchets FMA-VC			
Incidences notables prévisibles			Mesures recommandées dans le cadre de l'EES
Enjeu environnemental	Niveau d'incidence	Argumentaire	
Exploitation des matières premières et gestion des déchets	Plutôt positif	La principale orientation du chapitre FMA-VC (hors orientation relative au transport de ces déchets, traitée par ailleurs) doit contribuer au déploiement d'une filière relative au traitement du plomb de faible activité. La fusion de ces quantités importantes de plomb devrait permettre de faciliter ensuite leur gestion (réduction des volumes à stocker), voire même de valoriser ensuite le plomb ainsi décontaminé dans des filières conventionnelles.	<p><i>Le PNGMDR pourrait recommander de mener à bien une analyse multicritère dans le cadre de l'avant-projet de l'installation de traitement au plomb, afin d'évaluer le bilan environnemental d'une telle installation.</i></p> <p><i>Une telle étude devrait prendre en compte les bénéfices apportés en termes de gestion des déchets et de valorisation des matières, mais également le bilan des émissions de GES, de polluants atmosphériques ou de rejets radioactifs, ou encore les impacts en termes d'artificialisation des sols et d'atteinte aux milieux naturels.</i></p> <p><i>Pour aboutir à des éléments d'aide à la décision parlants, ces différents critères de jugement environnementaux devraient être hiérarchisés ou pondérés, et l'analyse menée sur l'ensemble du cycle de vie de l'installation.</i></p> <p><i>Au-delà d'alimenter la décision de construire une telle installation, cette étude pourrait également permettre de réduire et compenser les impacts négatifs précisément identifiés et mesurés par des critères liés à sa création ou à son fonctionnement (niveaux de rejets autorisés de l'installation, localisation géographique de l'installation, etc.).</i></p>
Consommations d'énergie et contribution aux changements climatiques	Incertain	Si la réduction des volumes de plomb à gérer <i>in fine</i> va dans le sens d'une réduction du nombre de transports à réaliser entre l'installation de traitement et le site de stockage, en revanche des transports jusqu'à cette installation sont nécessaires. Le bilan net des consommations de carburant dépend donc de la localisation de cette installation. De plus, le fonctionnement de cette usine nécessitera de l'énergie. Au global, le bilan énergétique et l'évolution des émissions de GES en lien avec l'application de cette orientation apparaissent incertains.	
Pollutions de l'air (hors gaz à effet de serre)	Incertain	De manière similaire à ce qui a pu être présenté pour la thématique précédente, la possible création d'une installation dédiée à la fusion du plomb de faible activité présente un bilan en termes d'émissions de polluants atmosphériques liés à la consommation de carburants incertain (création d'une nouvelle étape dans le transport de ces déchets, réduction du volume à transporter et stocker post-traitement et fonctionnement d'une nouvelle usine). A ces effets se rajoutent les rejets atmosphériques autorisés qui seront émis par l'installation en question.	
Pertes de biodiversité et atteintes aux milieux naturels	Incertain	L'orientation principale de ce chapitre du PNGMDR va dans le sens de l'établissement d'une filière de fusion du plomb de faible activité. Or, cette filière requière la création d'une nouvelle installation qui occupera donc une surface au sol supplémentaire. En fonction de sa localisation, des impacts en termes d'artificialisation des sols et d'atteinte aux milieux naturels pourraient être observés.	
Artificialisation des sols et pertes de patrimoine	Incertain		

8/ Gestion des déchets HA-MAVL			
Incidences notables prévisibles			Mesures recommandées
Enjeu environnemental	Niveau d'incidence	Argumentaire	
Exploitation des matières premières et gestion des déchets	Plutôt positif	Le PNGMDR devrait permettre d'augmenter l'opérationnalité du projet de stockage en couche géologique profonde tels qu'inscrit dans la loi. Outre l'établissement d'un planning plus réaliste (permettant à la filière de gestion des déchets HA-MAVL de s'organiser), le PNGMDR entend aboutir à des caractéristiques techniques (emprise, spécifications d'acceptation, etc.) et rendre le principe de réversibilité opérationnel. Par ailleurs, les orientations du PNGMDR visent à s'assurer du bon déploiement dans le temps de nouveaux entreposages et à l'amélioration des techniques d'entreposage, ce qui contribue à l'optimisation de la gestion de l'entreposage des déchets MA-VL.	NA
Exposition des populations aux risques et santé humaine	Plutôt positif	Le déploiement de la phase industrielle pilote de Cigéo devrait permettre de conforter la sûreté nucléaire de l'installation, et ainsi réduire l'exposition des populations aux risques, au moins à court terme. La mise à jour des évaluations économiques du stockage géologique en couche profonde devraient permettre de s'assurer d'un provisionnement suffisant des charges, et ainsi limiter celles qui seront supportées par les générations futures. Le PNGMDR prend en compte la question de la sûreté et de la robustesse des entreposages, ce qui va dans le sens d'une réduction des risques.	<i>Le PNGMDR pourrait aborder la question du devenir des entreposages sur le plus long terme (entreposages anciens à reprendre, colis en attente de refroidissement sur des sites qui fermeront avant leur transport...)</i>

9/ Gestion des déchets FA-VL			
Incidences notables prévisibles			Mesures recommandées
Enjeu environnemental	Niveau d'incidence	Argumentaire	
Exploitation des matières premières et gestion des déchets	Plutôt positif	Les orientations du chapitre du PNGMDR dédié à la gestion des déchets FA-VL permettront d'optimiser celle-ci, en s'assurant de la disponibilité et de l'adéquation des installations d'entreposage et de stockage qui seront retenues, et en prévoyant l'intégration de certains déchets FA-VL dans les réserves de Cigéo. Le PNGMDR s'assure ainsi que l'ensemble des déchets FA-VL pourront bien être gérés <i>in fine</i> .	NA
Exposition des populations aux risques et santé humaine	Plutôt positif	En demandant la poursuite d'investigations concernant le site de la Communauté de communes de Soulaines, le PNGMDR vise à s'assurer que les risques de radio-contamination pour les éventuels riverains situés à l'aplomb du futur centre de stockage à faible profondeur, ainsi que pour les nappes phréatiques et les sous-sols environnants sont suffisamment exclus.	NA
Pollutions et consommation d'eau	Plutôt positif		
Pollution et érosion des sols	Plutôt positif		

Pertes de biodiversité et atteintes aux milieux naturels	Incertain	En préconisant la recherche d'un site pour un second centre de stockage des déchets FA-VL, le PNGMDR prend acte de la non suffisance du premier centre (pour des questions de volumes et de caractéristiques des déchets FA-VL à stocker). Toutefois, cela conduira à la construction d'une nouvelle installation qui, bien que conçue sous terre, aura des répercussions en termes d'occupation du sol et de perturbation des milieux existants à l'emplacement du futur site.	Le PNGMDR pourrait préciser que le choix de la localisation de la future installation devrait prendre en compte des enjeux environnementaux (emprise au sol, localisation géographique pour les transports, etc.)
Artificialisation des sols et pertes de patrimoine	Incertain		

5.2.3.

10/ Gestion des déchets tritiés et des sources scellées usagées			
Incidences notables prévisibles			Mesures recommandées
Enjeu environnemental	Niveau d'incidence	Argumentaire	
Exploitation des matières premières et gestion des déchets	Plutôt positif	Les orientations du PNGMDR allant en faveur de la définition de modalités de gestion des déchets actuellement sans filière, leur gestion s'en trouvera améliorée.	NA
Consommations d'énergie et contribution aux changements climatiques	Incertain	Les orientations du PNGMDR intègrent la protection de la santé des personnes, l'environnement et la sécurité comme un critère de définition des nouvelles filières de gestion. Aucun impact négatif ne devrait ainsi être observé en termes de santé-sécurité ou de pollution des milieux (air, sol, eau). Une attention mérite toutefois d'être portée aux rejets atmosphériques relatifs à l'incinération, ainsi qu'aux consommations d'énergies supplémentaires (liées à de nouveaux transports et procédés de traitement).	Le PNGMDR pourrait préciser les critères environnementaux pris en compte (ainsi que leur hiérarchisation) et comment les impacts négatifs seront réduits ou compensés.
Pollutions de l'air (hors gaz à effet de serre)	Incertain		

11/ Gestion des déchets de Malvésí			
Incidences notables prévisibles			Mesures recommandées
Enjeu environnemental	Niveau d'incidence	Argumentaire	
Exploitation des matières premières et gestion des déchets	Plutôt positif	Les orientations du PNGMDR vont en faveur de la définition de modalités de gestion des déchets de l'installation de Malvésí qui ne disposent pas actuellement de filière de gestion spécifique dédiée.	NA
Pertes de biodiversité et atteintes aux milieux naturels	Incertain	Les orientations du PNGMDR prévoient la création de nouvelles installations en vue de la gestion des déchets de Malvésí. Cela pourrait conduire à une augmentation de l'occupation des sols et à une perturbation des milieux naturels existants.	Le PNGMDR devrait préciser autant que possible la manière selon laquelle le choix du site de gestion des déchets de Malvésí 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 multicritère.
Artificialisation des sols et pertes de patrimoine	Incertain		

5.2.4. Conclusions

Le déploiement des solutions prévues dans le cadre du PNGMDR 2016-2018, en vue d'une meilleure gestion des matières et déchets radioactifs (orientations par ailleurs analysées et justifiées dans le chapitre 3 du présent rapport) qui est l'objectif principal du PNGMDR, pourra conduire à des effets non souhaités sur l'environnement. Ces incidences devront être considérées de manière à assurer une prise en compte suffisante des différentes thématiques environnementales.

De manière transversale aux différentes orientations du PNGMDR 2016-2018, les principes suivants devraient être intégrés de manière à assurer une minimisation des incidences environnementales du plan :

- ▶ Le développement de méthodologies d'analyses multicritères dans le choix des solutions de gestion des matières et déchets radioactifs, et dans la définition des meilleures techniques disponibles. De telles méthodes doivent permettre de prendre en compte l'ensemble des thématiques environnementales, tout en hiérarchisant les enjeux environnementaux en fonction des risques identifiés et de la sensibilité des territoires et des populations. La durée au cours de laquelle les incidences environnementales pourront être ressenties est également un facteur important, dans l'optique d'une gestion sur le long terme de ces filières. Pour ce faire, une analyse de cycle de vie pourrait s'avérer particulièrement pertinente. Une telle analyse nous semble particulièrement pertinente dans le cas du déploiement de nouvelles installations de traitement et la création de nouveaux sites d'entreposage.
- ▶ L'adoption de mesures de réduction des incidences négatives générées par la création et le fonctionnement de nouvelles installations d'entreposage et de stockage (occupation du sol et perturbation des milieux, rejets dans les milieux et exposition des travailleurs au risque de radiocontamination etc.), nécessaires pour une gestion optimale des matières et déchets radioactifs. Le choix du site ou les caractéristiques des installations et des procédés de traitement peuvent en effet être optimisés de façon à diminuer autant que possible les effets négatifs sur l'environnement et les populations. Dans le cas où cela ne pourrait être possible, des mesures de compensation de ces incidences résiduelles devraient être adoptées. Si ces travaux doivent être menés à l'échelle de chacun des projets, le PNGMDR 2016-2018 doit permettre de s'assurer que de telles mesures ont bien été systématiquement adoptées.

5.3. Evaluation des incidences Natura 2000

5.3.1. 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 2016-2018 s'est appuyée sur l'analyse des incidences des orientations du PNGMDR 2016-2018 en termes de pertes de biodiversité et d'atteinte aux milieux naturels. Cette analyse a permis d'identifier 6 principales orientations du PNGMDR 2016-2018 pouvant présenter des effets incertains sur les thématiques relatives aux pertes de biodiversité et à l'atteinte aux milieux naturels :

- ▶ L'optimisation du transport des déchets (TFA, FMA-VC et HA-MAVL), avec la réalisation d'études qui pourront conduire dans un second temps à la construction de nouvelles infrastructures de transport ;
- ▶ La gestion des matières radioactives, nécessitant indirectement la création de nouveaux entreposages selon les prévisions de croissance des stocks ;
- ▶ L'adaptation des capacités de stockage des déchets TFA aux flux futurs, avec en particulier la poursuite des réflexions quant à la création d'un second centre de stockage, en plus du Cires qui devrait voir sa capacité volumique augmenter (sans que son emprise au sol n'évolue) ;

- ▶ La gestion des déchets FMA-VC, conduisant à la création d'une nouvelle installation de traitement des déchets de plomb de faible activité ;
- ▶ La gestion des déchets FA-VL, pour laquelle le PNGMDR préconise la création d'un nouveau centre de stockage ;
- ▶ La gestion des déchets de Malvésí, pour laquelle le PNGMDR 2016-2018 demande d'étudier la création d'une installation de stockage à proximité du site de Malvésí.

L'effet pouvant être attendu sur les milieux naturels, et donc potentiellement sur les sites Natura 2000, est systématiquement indirect (puisque le PNGMDR 2016-2018 préconise principalement des études et les meilleures techniques disponibles) et à moyen voire long terme (les installations concernées requièrent une phase préparatoire relativement importante).

5.3.2. Présentation du réseau Natura 2000 en France

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 1700 sites au sein du réseau national Natura 2000, qui couvrent au total 12,6 % de la superficie du pays et 12,2 % des surfaces maritimes sous juridiction française.



Figure 17 : Zone Natura 2000 (ZSC et ZPS) en France métropolitaine - Sources : MEDDE, Géoportail

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 2013 sont mitigés. En effet,

- ▶ seules 22 % des évaluations portant sur les habitats d'intérêt communautaire sont « favorables », 73 % des habitats sont dans un état de conservation « défavorable » et 5 % des évaluations demeurent « inconnues » à l'issue de la période 2007-2012.
- ▶ 27 % des évaluations portant sur les espèces d'intérêt communautaire sont « favorables », 55 % « défavorables », et 18 % « 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 2007-2012 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 cinq conclut à une tendance au déclin, contre 4 % 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 aquatiques ou encore littoraux.

5.3.3. Analyse territorialisée des incidences Natura 2000 des orientations du PNGMDR 2016-2018 à l'impact potentiellement significatif

Analyse des incidences Natura 2000 des orientations en matière d'optimisation du transport des déchets

Le PNGMDR recommande la réalisation d'études visant à optimiser le transport des déchets, au regard de différents critères, et en particulier de l'environnement. Ces études pourraient conduire à l'avenir à privilégier le déploiement de la multi-modularité des transports de matières et déchets, ainsi que globalement du transport ferroviaire (très peu développé, alors que présentant des impacts en termes de consommation d'énergie, d'émissions atmosphériques et de nuisances sonores moins importantes).

Ces études pourraient donc à moyen ou long terme être à l'origine de la création de nouvelles infrastructures de transport, de manière à relier les installations productrices de déchets et les centres de stockage au réseau ferroviaire général. En l'état, le PNGMDR ne définit aucun tracé d'infrastructure de transport, ni ne cible d'installations en particulier. L'analyse des incidences Natura 2000 devra s'effectuer dans le cadre de chacune des études d'impacts qui seront effectuées à l'échelle des projets d'infrastructures qui pourraient voir le jour.

Des sites Natura 2000 sont présents à proximité des différents sites potentiellement concernés par ces possibles projets d'infrastructures qui découleraient des études d'optimisation des transports menées dans le cadre du PNGMDR 2016-2018. Par exemple, le site du CSA se situe à proximité immédiate d'une zone Natura 2000 (au titre de la Directive Habitats), celle du Bois d'Humégnil-Epothémont, comme l'illustre la figure ci-après.

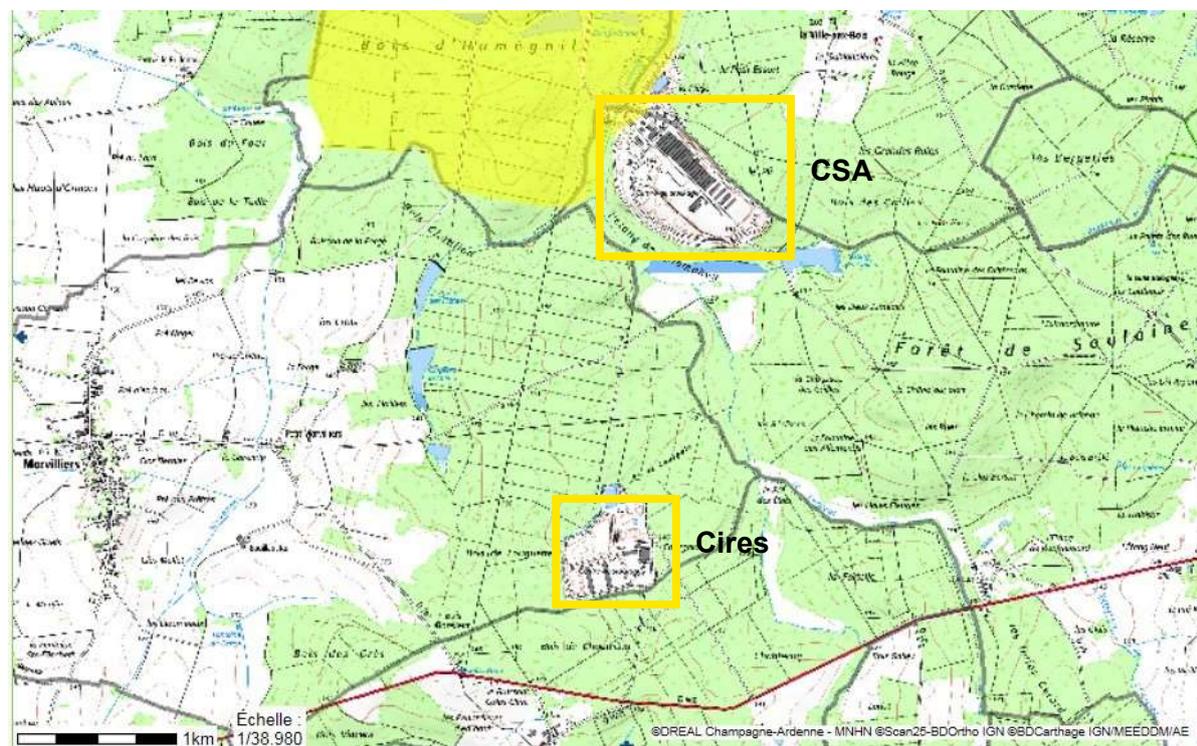


Figure 18 : Carte de localisation des sites Natura 2000 à proximité du Cires et du CSA
- Source : Base de données cartographiques Carmen pour la DREAL Champagne-Ardenne

Il est par ailleurs 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. Les infrastructures de transport devront également prendre en compte cette contrainte environnementale.

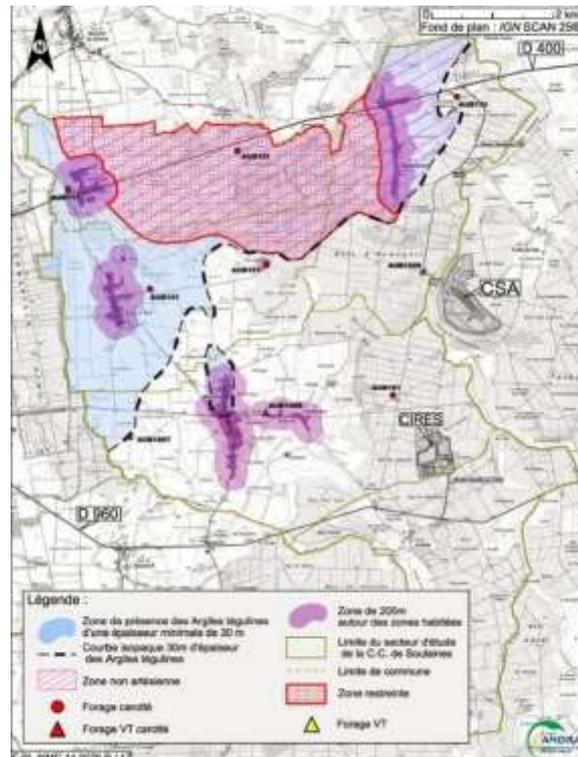


Figure 19 : Rapport d'étape 2015 du projet de stockage de déchets radioactifs FA-VL produit dans le cadre du PNGMDR 2013-2015

Le choix du site pour le projet Cigéo a tenu compte des contraintes liées aux zones naturelles protégées, d'après le dossier du maître d'ouvrage présenté lors du débat public organisé en 2013. Il est également proposé d'implanter ce site dans une zone boisée, afin de limiter les consommations de terres agricoles.

Il convient toutefois de noter la présence à proximité du bois de Demange (commune de Saint-Joire) classé au titre de la Directive Habitats (site FR4100180). Si les emplacements retenus à ce jour ne se situent en aucun cas sur cette zone Natura 2000, en revanche des précautions devront être prises dans la conception des infrastructures de stockage. Parmi les scénarios envisagés, celui d'une desserte ferroviaire empruntant notamment l'ancienne ligne Gondrecourt-le-Château – Joinville. Une telle option permettant de réduire la consommation d'espace naturel, et d'éviter la zone Natura 2000 identifiée (car située plus au nord).

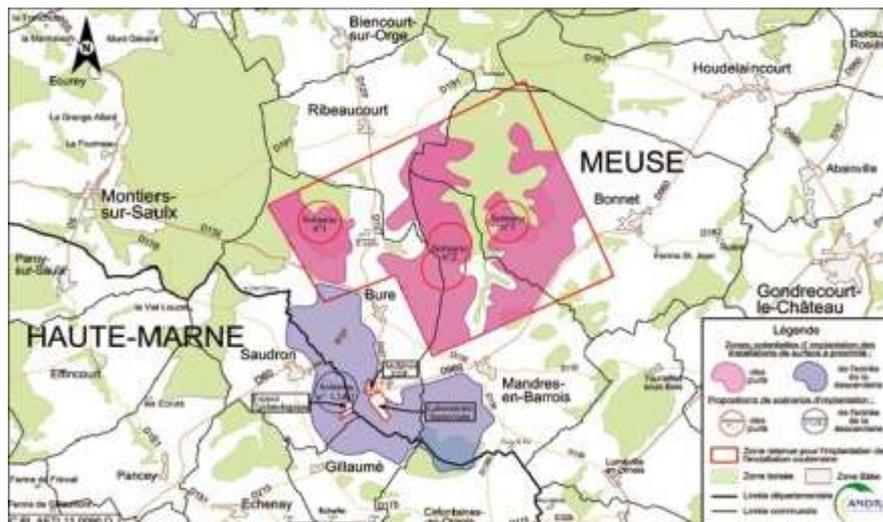


Figure 20 : Projet Cigéo - Dossier du maître d'ouvrage - Débat public du 15 mai au 15 octobre 2013

Enfin, aucun projet d'évolution du Centre de Stockage de la Manche n'existant dans le cadre du PNGMDR 2016-2018, aucune étude spécifique à ce site, désormais en phase de surveillance, n'a été menée dans le cadre de l'évaluation environnementale du PNGMDR 2016-2018.

Si les orientations en faveur d'une optimisation des transports de déchets ne conduiront pas nécessairement à une incidence négative sur les zones Natura 2000 à proximité des sites concernés, en revanche cette éventualité ne peut être exclue, et il importe donc d'adopter des mesures d'évitement dans le PNGMDR 2016-2018 :

- Les demandes du PNGMDR relatives à la réalisation d'études d'optimisation des transports de déchets TFA et FMA-VC devraient préciser que toute incidence négative significative d'un site Natura 2000 est à prendre en compte pour le choix de la solution de transport envisagée, en veillant à éviter, autant que possible, que les solutions retenues ne soient à l'origine d'incidence notables sur les sites du réseau Natura 2000.

Analyse des incidences Natura 2000 des orientations en matière d'amélioration de la gestion des matières radioactives

Les demandes du PNGMDR 2016-2018 visent à anticiper les besoins de création de nouveaux entreposages de matières en fonction des besoins futurs qui peuvent être déterminés. Cette orientation concerne donc l'ensemble des sites susceptibles d'accueillir à l'avenir de nouveaux entreposages de matières radioactives, soit une multitude de sites différents. Par exemple, 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, faunistique et floristique, un parc naturel 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 dans la presqu'île de La Hague.

La création de tels entreposages 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 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.

- A son niveau (soit dans le cadre des demandes visées), le PNGMDR pourrait rappeler que toute création de nouvelle installation d'entreposage de matière doit éviter de porter atteinte aux sites Natura 2000 existants.

Analyse des incidences Natura 2000 des orientations en matière de gestion des déchets de Malvési

Tel que montré sur la carte ci-après, produite par la DREAL Languedoc-Roussillon²⁷, des sites Natura 2000 existent à proximité de Narbonne, sans toutefois se rapprocher significativement du site de Malvési situé à plus de 3 km de tout site Natura 2000.



Figure 21 : Carte des sites Natura 2000 situés à proximité du site de Malvési - Source : Application de cartographie Carmen, traitements réalisés par la DREAL Languedoc-Roussillon)

- Légende :**
- 👁 Directive Habitat
 - 🟡 pSIC
 - 🟠 SIC
 - 🔴 ZSC
 - 👁 🟦 Directive oiseaux ZPS

²⁷ Source : http://carmen.application.developpement-durable.gouv.fr/19/dreal_lr_general.map&layer=Directive%20oiseaux%20ZPS:Directive%20oiseau%20ZPS%20en%20mer

Les sites suivants devront être particulièrement pris en compte dans le cadre de la sélection du site de stockage des déchets de Malvési si ce projet aboutit à proximité du site existant :

- ▶ Le complexe lagunaire de Bages-Sigean (ZSC) et les étangs du Narbonnais (ZPS) situés au sud de Narbonne et de donc de Malvési ;
- ▶ La grotte de la Ratapanade (ZSC) puis les Corbières Orientales (ZPS) situées au sud-ouest du site de Malvési ;
- ▶ Le massif de la Clape (SIC) et la montagne de la Clape (ZPS) situés à l'est de Malvési ;
- ▶ La Haute vallée de l'Orbieu (ZSC) située à l'ouest du site de Malvési ;
- ▶ Le cours inférieur de l'Aude (SIC) situé au nord du site de Malvési ;
- ▶ L'étang de Capestang (ZPS), les collines du Narbonnais (SIC) et la basse plaine de l'Aude (ZPS) situés plus au nord-ouest de Coursan.

Ces différents sites ne sont pas directement menacés par le projet de site de stockage des déchets de Malvési, car non situés à proximité immédiate du site de Malvési. Malgré tout, une attention devra être portée sur les sites précités dans le choix de l'emplacement géographique et l'emplacement du site de stockage des déchets de Malvési, s'il venait à être créé, devrait éviter tout site Natura 2000 comme cela est par ailleurs demandé dans la réglementation.

Analyse des incidences Natura 2000 des orientations en matière de création de nouveaux centres de stockage

Le PNGMDR 2016-2018 envisage la création d'un nouveau centre de stockage des déchets TFA et d'un second centre de stockage des déchets FA-VL ; sites qui en fonction de leur emplacement pourraient potentiellement présenter un impact négatif sur le réseau Natura 2000 en France. Ces orientations n'étant pas territorialisées, il n'est pas possible d'établir avec certitude un effet réellement négatif de telles demandes sur un ou plusieurs sites Natura 2000.

En revanche, il apparaît possible pour le PNGMDR 2016-2018 de limiter autant que possible les risques d'effets négatifs à l'encontre des sites Natura 2000 en introduisant un critère de limitation de l'impact sur les sites du réseau Natura 2000 dans le choix d'emplacement de ces futurs centres de stockage.

5.3.4. Conclusions concernant les incidences sur les sites Natura 2000

Au global, il est possible d'affirmer que la mise en œuvre du PNGMDR 2016-2018 n'aura directement pas d'incidences négatives sur les sites Natura 2000 français. Des incertitudes existent toutefois au niveau des projets (infrastructures de transports et installations) que le PNGMDR pourrait recommander à la suite de la réception et de l'analyse des études demandées dans le cadre de son édition 2016-2018. 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.

Toutefois, afin de limiter les risques d'effets négatifs à l'encontre des sites du réseau Natura 2000, le PNGMDR 2016-2018 pourrait introduire un critère de limitation de l'impact sur les sites du réseau Natura 2000 dans le choix d'emplacement de ces futures installations.

6. Synthèse des recommandations de l'évaluateur environnemental

A l'issue des différentes analyses effectuées dans le cadre de cette évaluation environnementale du PNGMDR 2016-2018 (cf. chapitre précédents), l'évaluateur environnemental a été amené à formuler des recommandations de manière à ce que le PNGMDR 2016-2018 :

- 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.

Le présent chapitre synthétise ces différents niveaux de recommandation.

1. Développer une méthodologie d'analyse multicritère pour le choix des solutions de gestion des matières et déchets radioactifs

En vue d'une meilleure prise en compte de l'environnement, le PNGMDR doit pouvoir intégrer une plus grande diversité de thématiques environnementales (au-delà de la bonne gestion des matières et déchets radioactifs, et de la sûreté des installations) : sécurité des populations (travailleurs et riverains), les émissions de gaz-à-effet de serre, les émissions de polluants atmosphériques, les rejets de radionucléides dans les milieux (eaux, sols, air), etc. Cela permettra en outre de renforcer l'articulation entre le PNGMDR et les autres plans et programmes environnementaux.

Pour ce faire, ces enjeux doivent être hiérarchisés, au regard des incidences environnementales positives ou négatives qui peuvent être attendues, et donc en fonction des risques identifiés et de la sensibilité des territoires et des populations. La durée au cours de laquelle les incidences environnementales pourront être ressenties est également un facteur important, dans l'optique d'une gestion sur le long terme de ces filières. A ce titre la méthode à développer pourrait s'appuyer sur le principe de l'analyse de cycle de vie, à adapter au cas particulier de la gestion des matières et déchets radioactifs qui s'effectue sur de très longues périodes.

Cette approche doit pouvoir être utilisée lors de l'élaboration des futurs PNGMDR, en vue de l'identification des demandes orientations les plus pertinentes d'un point de vue environnemental. Ainsi, les futurs PNGMDR pourraient déterminer les meilleures techniques disponibles en s'appuyant sur de telles analyses multicritères. Les orientations et demandes du PNGMDR pourraient également faire référence à la méthode qui serait définie, de manière à s'assurer de son utilisation par les acteurs en charge de la réalisation des études requises par le PNGMDR.

En particulier, une telle étude nous semble particulièrement pertinente dans le cadre du choix du déploiement ou non de nouvelles filières de traitement des déchets, afin de pouvoir juger si d'un point de vue environnemental les bénéfices tirés de la mise en application d'une nouvelle étape dans la gestion des déchets radioactifs sont bien supérieurs aux impacts négatifs qui pourront être engendrés (évolution du circuit des transports, occupation au sol du nouveau site, consommations d'énergie et rejets autorisés de l'installation en fonctionnement, augmentation de la manipulation de substances radioactives, nuisances liées à la construction d'une nouvelle installation, etc.).

Concernant l'implantation de nouvelles installations d'entreposage et de stockage des déchets, l'adoption d'une telle méthode d'analyse peut permettre d'identifier les solutions les plus optimales d'un point de vue de l'environnement (nombre de sites, localisation géographique des sites, etc.).

2. Promouvoir la réalisation d'études relatives à l'éco-toxicité des déchets et aux risques chimiques

Affiner les connaissances sur la dangerosité potentielle de chaque lot ou colis de matières et déchets radioactives permettra de prendre des décisions plus pertinentes sur leur gestion, notamment à très long terme. Pour chaque type de déchet, il doit pouvoir être établi la liste des substances susceptibles d'être présentes dans les colis (avec une estimation de leurs volumes), les principales propriétés de transfert et de transformation de ces substances dans les compartiments de l'environnement et leurs effets sur l'homme, la faune et la flore tant du point de vue radiologique que toxicologique.

L'amélioration des connaissances en matière d'éco-toxicologie peut se faire à travers l'établissement d'un état des lieux synthétique et exhaustif des connaissances actuelles dans ce domaine pour les différentes substances radioactives, puis via la réalisation d'études à mener pour compléter cette base et affiner les connaissances à disposition.

3. Adopter des mesures de réduction ou de compensation des incidences négatives générées par la création et le fonctionnement de nouvelles installations d'entreposage et de stockage

La création de nouvelles installations d'entreposage et de stockage appelée par le PNGMDR 2016-2018, 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 2016-2018 pourrait introduire la limitation de l'impact sur les sites du réseau Natura 2000 dans le choix d'emplacement de ces futures installations.

Si ces travaux doivent être menés à l'échelle de chacun des projets, le PNGMDR 2016-2018 doit permettre de s'assurer que de telles mesures ont bien été systématiquement adoptées. Ainsi, le PNGMDR 2016-2018 pourrait définir une recommandation valable pour l'ensemble des filières de gestion, 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.).

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.

Des indicateurs d'incidence sont ainsi proposés ci-dessous, pour permettre le suivi des points de vigilance identifiés au cours de l'évaluation environnementale, correspondants aux effets probables potentiellement négatifs (ainsi que les effets « incertains » identifiés comme pouvant potentiellement se révéler négatifs). 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

7.1. Dispositif de suivi

A la date de la remise de l'évaluation environnementale stratégique du PNGMDR, seuls les indicateurs de performance (environnementaux notamment) étaient définis. Ainsi, le dispositif de suivi devant être mis en place pour collecter et faire remonter les données nécessaires, puis pour consolider ces informations et calculer les indicateurs définis, 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, 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.

Dans l'état, il est possible d'indiquer que :

- les producteurs et gestionnaires des déchets (ANDRA, AREVA, EDF et CEA) seront les principaux contributeurs de données, tandis que l'ASN et le Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer devraient jouer un rôle majeur dans la consolidation et le contrôle des indicateurs ;
- compte-tenu du temps relativement long des processus en matière de gestion des matières et déchets radioactifs, une fréquence de reporting annuelle voire triennale semble pertinente ;
- le GT PNGMDR est un organe consultatif tout à fait pertinent pour organiser la revue collective des indicateurs calculés.

7.2. Tableau de bord des indicateurs

Des indicateurs ont été identifiés dans le cadre du PNGMDR, en concertation avec les membres du GT PNGMDR. La liste des indicateurs présents dans le PNGMDR 2016-2018 est la suivante :

Gestion des Matières radioactives :

I : taux de remplissage des entreposages de combustibles usés des centrales EDF (piscines BK)

I : taux de remplissage des entreposages de combustibles usés (usines de La Hague)

I : taux de remplissage des entreposages d'Uapp

I : taux de remplissage des entreposages d'URT

Gestion des anciens sites miniers :

I : Pourcentage de stations de traitement des eaux issues des anciens sites miniers uranifères pour lesquelles la stratégie pour l'évolution (arrêt, maintien, modification ou mise en œuvre de nouveaux procédés) du traitement des eaux collectées sur les anciens sites miniers a été définie.

I : Nombre de verses à stériles recensées dans la base informatique MIMAUSA.

I : Pourcentage d'avancement des actions de traitement des stériles miniers (nombre de « sites » traités sur le nombre de sites identifié comme à traiter).

Gestion des déchets TFA

I – Suivi par exploitant du volume annuel de déchets TFA évacués des sites de production par rapport au volume de déchets TFA produits.

I – Suivi par exploitant des quantités de déchets TFA (hors déchets TFA historiques) entreposés sur leur site de production depuis plus de 24 mois

I : Suivi de la capacité volumique du Cires.

I : Suivi des capacités radiologiques du Cires, par radionucléide

I- Suivi de la densité des déchets stockés au Cires. [Objectif : augmentation de la densité – objectif à préciser ultérieurement]

Gestion des déchets FMA-VC :

I : Suivi de la capacité volumique du CSA

I : Suivi des capacités radiologiques du CSA, par radionucléide

Gestion des déchets HA-MAVL :

I : 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)

I : 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)

I : Taux de remplissage des capacités d'entreposage de colis C1PG sur le site du Bugey

I : Taux de remplissage des capacités d'entreposage de colis de boues bitumées sur le site de Marcoule

I : Taux de remplissage des capacités d'entreposage de colis dits DIADEM sur le site de Marcoule

I : Taux de remplissage des capacités d'entreposage de colis dits MI sur le site de Cadarache

I : Taux de remplissage des capacités d'entreposage de colis dits FI sur le site de Cadarache

Travaux spécifiques

I : Suivi de la quantité d'amiante stockée au Cires et au CSA afin de vérifier la compatibilité des possibilités de stockage avec les déchets produits et à produire.

Ix : Pourcentage de traitement des déchets de type huiles et liquides organiques produits avant 2015 (objectif de 50 % à 2025 et de 100% à 2035)

Ixa : Pourcentage de simulations et d'études expérimentales permettant de définir un traceur ainsi que les spectres bêta vie longue de ces déchets (objectif de 100 % en 2018)²⁸ ;

Ixb : Pourcentage de déchets activés des petits producteurs produits avant 2015 faisant l'objet d'une filière de gestion définitive (objectif de 100 % en 2030).

I : Pourcentage de déchets sans filière produits avant 2015 faisant l'objet d'une filière de gestion définitive (objectif : la définition d'une filière de gestion définitive pour l'ensemble des déchets sans filière produits avant 2015 est attendu d'ici à 2030).

I : Volume et activité des déchets tritiés ne disposant pas d'une filière de gestion.

La mise en place de ces indicateurs constitue une avancée importante en termes d'amélioration du pilotage du PNGMDR dans le sens où ils permettront 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.

En revanche, ces indicateurs ne portent pas sur les performances environnementales du PNGMDR et leurs évolutions.

C'est à ce titre que l'évaluateur environnemental propose des indicateurs de suivi environnementaux. Ces indicateurs devraient permettre de s'assurer de la bonne prise en compte des enjeux environnementaux par le PNGMDR, c'est-à-dire que les incidences environnementales incertaines ou négatives identifiées dans le cadre de

²⁸ Cet indicateur permet de suivre les avancées en termes de caractérisation des déchets activés des petits producteurs ; la caractérisation constituant un préalable à la définition d'une filière de gestion adaptée.

l'exercice d'évaluation environnementale sont bien limitées, et au contraire que les effets positifs espérés sont bien observés.

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 (<i>indicateur dont la définition doit faire l'objet d'études complémentaires</i>)
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 ▪ 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 TFA et FMA-VC stockés ; ▪ Volumes de déchets TFA et FMA-VC valorisés dans la filière nucléaire ; ▪ Volumes de déchets TFA et FMA-VC traités (fusion des métaux, fusion du plomb, incinération, etc.)
Les incidences environnementales liées au fonctionnement des installations (de conditionnement / traitement / stockage des déchets) sont limitées	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nombre de dépassements des niveaux de rejets autorisés ▪ Nombre de marquages supérieurs aux normes auprès de ces installations
Les incidences environnementales liées à la création de nouvelles installations sont limitées	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Part des études d'impacts liées à la création ou l'évolution d'installations de traitement, d'entreposage ou de stockage des déchets radioactifs prenant en compte l'artificialisation des sols et l'atteinte aux milieux naturels dans leur analyse et dans les mesures de réduction et de compensation proposées

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. De plus, il convient de noter que certains de ces indicateurs pourraient être mis en œuvre progressivement au cours du PNGMDR 2016-2018, compte-tenu des études complémentaires à déployer pour les définir précisément et pour retenir une méthode de calcul robuste et opérationnellement réaliste.

8. Présentation des méthodes utilisées pour établir le rapport environnemental

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.

8.1. Cadrage de l'analyse et périmètre étudié

8.1.1. Segmentation des thématiques environnementales

La segmentation des enjeux environnementaux retenue tout au long de l'exercice d'évaluation repose sur dix thématiques couvrant l'ensemble des composantes environnementales énumérées à l'article R. 122-20, 5° a) du code de l'environnement. Ces thématiques sont les suivantes :

- ▶ Exploitation des matières premières et gestion des déchets
- ▶ Exposition des populations aux risques et santé humaine
- ▶ Consommations d'énergie et contribution aux changements climatiques
- ▶ Pollutions de l'air (hors gaz à effet de serre)
- ▶ Exposition des populations aux bruits et autres nuisances
- ▶ Pollutions et consommation d'eau
- ▶ Pollutions et érosion des sols
- ▶ Pertes de biodiversité et atteintes aux milieux naturels (dont Natura 2000)
- ▶ Artificialisation des sols et pertes de patrimoine

Cette segmentation a été retenue de manière à simplifier et à adapter la segmentation du code de l'environnement aux activités de gestion des matières et déchets radioactifs ici étudiées. Ainsi, certains enjeux difficilement abordables séparément ont été regroupés. A titre d'exemple, la faune, la flore et la diversité biologique ont été regroupées au sein de la thématique biodiversité, tandis que l'occupation des sols, les paysages et le patrimoine ont été traités simultanément. Par souci de clarté et de cohérence, cette segmentation a été utilisée lors de chacune des étapes de notre processus d'évaluation.

8.1.2. Identification du champ d'action du PNGMDR

L'analyse effectuée dans le cadre de l'évaluation environnementale stratégique du PNGMDR a été conduite en concentrant les travaux sur les activités de gestion des matières et déchets radioactifs sur lesquelles le PNGMDR a vocation à agir, soit :

- ▶ Retraitement du combustible usé (installation de La Hague) ;
- ▶ Traitement des déchets (Centrac, CEA...) en vue de réduire les volumes à gérer ;
- ▶ Conditionnement des colis de matières et déchets radioactifs ;
- ▶ Transport de substances radioactives ;
- ▶ Entreposage sur site des matières et des déchets en attente de mise en place de filière ;
- ▶ Stockage des déchets de très faible activité (TFA, sur le site du Cires) et des déchets de faible et moyenne activité à vie courte (FMA-VC, dans les centres de l'Andra de la Manche et de l'Aube) ;
- ▶ Gestion des situations historiques ou héritées de l'exploitation minière ;
- ▶ Gestion des déchets à vie très courte (VTC) par décroissance radioactive et gestion des déchets NORM (Naturally Occurring Radioactive Materials).

Un descriptif plus détaillé de ces filières (types de déchets, origine des déchets, lieux de gestion, etc.) est donné dans la partie introductive de l'état initial de l'environnement. Ce dernier précise les incidences potentielles de ces différentes filières, ce qui a permis d'identifier des enjeux environnementaux majeurs pour la gestion des matières et déchets radioactifs à l'avenir.

8.1.3. Identification des enjeux les plus forts au regard du champ d'action du PNGMDR de façon à guider les analyses menées

L'identification des enjeux environnementaux de la gestion des matières et déchets radioactifs, à l'issue de l'état initial de l'environnement, a permis de déterminer quelles étaient les priorités d'études pour l'évaluation environnementale stratégique du PNGMDR 2016-2018.

Suite à cela, la proposition de mesures alternatives et de réduction s'est concentrée sur ces enjeux, avec l'analyse, pour chacun des enjeux identifiés, des marges de manœuvre du PNGMDR. Sur cette base, l'analyse de la pertinence des recommandations du PNGMDR a pu être menée (par comparaison entre les mesures alternatives et de réduction proposées, et les recommandations retenues dans le PNGMDR), de même que la justification des choix opérés et des alternatives non retenues.

De manière similaire, l'analyse des incidences résiduelles du PNGMDR s'est concentrée sur les enjeux environnementaux initialement identifiés, avec une étude plus approfondie pour ces enjeux, et donc la proposition de mesures de réduction et de compensation en conséquence.

Enfin, les indicateurs de suivis proposés ont été identifiés de manière à suivre dans le temps l'évolution des enjeux environnementaux identifiés.

8.1.4. Des analyses structurées et systématiques

Des grilles d'analyses ont été utilisées, de manière à mener des analyses exhaustives, c'est-à-dire portant sur l'ensemble des thématiques environnementales et sur toutes les orientations du PNGMDR 2016-2018.

Des extractions des grilles utilisées sont d'ailleurs présentées dans les parties correspondantes : analyse de la couverture des enjeux environnementaux par le PNGMDR, analyse des incidences environnementales des orientations du PNGMDR, etc.

Le chapitre 4 du présent rapport présente une analyse des effets notables probables de la mise en œuvre du plan sur l'environnement. Cette analyse repose sur l'exploitation de plusieurs extractions d'une grille d'analyse ayant été conçue afin de permettre de caractériser les effets notables probables du PNGMDR selon la segmentation des thématiques environnementales retenues pour l'ensemble de la procédure d'évaluation et présentée en section 2.1.1.

Conformément aux dispositions de l'article R. 122-20 du code de l'environnement, les effets notables probables sur l'environnement sont caractérisés selon quatre composantes : leur caractère plutôt positif, négligeable ou inexistant, ou potentiellement négatif pour l'environnement national (1) ; leur caractère direct ou indirect (2) ; leur caractère temporaire ou permanent (3) ; et l'horizon auquel les effets seraient susceptibles d'être notés - à savoir sur le court, moyen ou long terme (4).

L'application de cette grille nécessite par ailleurs de segmenter le plan, suivant les sujets qu'il traite, en vue de procéder à un exercice d'évaluation systématique et exhaustif. Le maillage retenu est fonction du niveau de structuration et de précision du Programme évalué. En l'occurrence, l'approche retenue a consisté à segmenter le PNGMDR selon des ensembles cohérents de demandes et d'orientations, c'est-à-dire, en répartissant sous un même ensemble les demandes et orientations ayant un objectif identique et des incidences environnementales comparables. Ce maillage a été retenu afin d'assurer un compromis entre une évaluation isolée de chaque demande et orientation du PNGMDR et la prise de recul nécessaire à la réalisation d'une évaluation environnementale stratégique. La structuration retenue a été la suivante :

Structuration des orientations retenues dans le cadre de l'analyse des incidences du PNGMDR		
N°	Intitulé court	Intitulé long
1	Scénarios prospectifs de l'Inventaire national	Orientation transversale, en faveur d'une meilleure anticipation des besoins futurs en installations de gestion des matières et déchets radioactifs (entrepôts, stockages, traitement) : influence sur les perspectives de valorisation des matières radioactives, incertitudes liées à l'assainissement et prise en compte des scénarii de transition énergétique (<i>parties des chapitres 2, 3.5 et 4.2</i>)
2	Optimisation du transport des déchets	Orientation transversale relative à l'optimisation de l'impact environnemental du transport de déchets FMA-VC, TFA et HA-MAVL (<i>chapitres 3.5, 3.6 et 4.2</i>)
3	Gestion des matières	Chapitre 2 du PNGMDR relatif à l'optimisation de la gestion des matières : anticipation des besoins en capacités d'entreposage des matières, justification des usages prévus et anticipation de leur gestion dans l'hypothèse où elles devraient être requalifiées en déchets
4	Gestion des stockages historiques	Chapitre 3.1 dédié au recensement et à la caractérisation des stockages historiques et définition de modalités de gestion adaptées
5	Gestion des anciens sites miniers	Chapitre 3.2 relatif à l'amélioration des connaissances et de la gestion des impacts des sites miniers : recensement, modélisation des transferts de radionucléides, etc.

6	Gestion des déchets TFA	Chapitre 3.5 relatif à l'optimisation de la gestion des déchets TFA : zonage, valorisation, stockage in situ, augmentation de la compacité, incinération, augmentation de la capacité du Cires, construction d'un nouveau site, évolution des critères d'acceptation
7	Gestion des déchets FMA-VC	Chapitre 3.6 dédié à la meilleure gestion des déchets FMA-VC, au travers de l'étude des options techniques et de sûreté d'une installation de traitement du plomb
8	Gestion des déchets HA-MAVL	Chapitre 4.2 en faveur d'une meilleure gestion des déchets HA-MAVL, via le développement du projet Cigéo (mise à jour du planning et des coûts, renforcement de la sûreté, spécifications d'acceptation, etc.) et l'optimisation de l'entreposage des déchets HA-MAVL : limitation du risque de saturation, amélioration des techniques, etc.
9	Gestion des déchets FA-VL	Chapitre 4.1 relatif à la gestion des déchets FA-VL via l'inventaire des déchets de Malvési relevant de cette filière, la prise en compte de certains déchets FA-VL dans les réserves de Cigéo, la poursuite des investigations sur le site de Soulaines et la recherche d'un second site de stockage
10	Gestion des déchets sans filières et des sources scellées usagées	Partie du chapitre 4.3 consacrée à l'amélioration de la gestion des déchets tritiés et des sources scellées usagées
11	Gestion des déchets de Malvési	Parties des chapitre 4.1 et 4.3 dédiés à la gestion des déchets de Malvési : inventaire des déchets pouvant relever de la filière FA-VL et définition d'une filière spécifique pour les autres déchets

Il convient de noter que cette évaluation porte sur la notion d'effets notables et pas d'impacts. L'exercice réalisé s'attache ainsi à faire ressortir les effets observables au niveau national par rapport à une évolution de référence estimée en l'absence de mise en œuvre du PNGMDR 2016-2018 et pas à une évolution ponctuelle absolue.

8.2. Sources de données

8.2.1. Bibliographie utilisée

Publications :

- ▶ Etat de l'environnement en France en 2014 ; MEDDE - Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie
- ▶ Panorama énergie climat 2014 ; DGEC – Direction Générale de l'Energie et du Climat
- ▶ Bilan énergie climat 2014 ; CGDD – Commissariat Général au Développement Durable
- ▶ Inventaire des émissions de gaz à effet de serre en France de 1990 à 2012 ; MEDDE - Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie
- ▶ Chiffres clés des déchets – Edition 2015 ; ADEME – Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
- ▶ Bilan des énergies renouvelable 2013 et Bilan électrique 2013 ; RTE – Réseau de Transport d'Electricité
- ▶ L'Economie du Recyclage – Bilan de production des matières premières recyclées 2011 ; Federec, 2012
- ▶ Le climat de la France au 21ème siècle - Rapport Jouzel, volumes 4 et 5 ; Météo-France
- ▶ Bilan de la qualité de l'air en France en 2013 et Note de synthèse sur l'eau - Qualité et ressource, 2013 ; SoeS - Service de l'Observation et des Statistiques (MEDDE)
- ▶ Aqua 2030 et Territoire Durable 2030 ; CGDD – Commissariat Général au Développement Durable
- ▶ Enquête Terruti-Lucas ; Agreste – Ministère de l'Agriculture
- ▶ Synthèse sur l'état des sols de France en 2011 ; GIS SOL (<http://www.gissol.fr/>)
- ▶ Carbone organique des sols - L'énergie de l'agro-écologie, une solution pour le climat ; ADEME – Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
- ▶ Enquête TNS-Sofrès de mai 2010 « Les Français et les nuisances sonores »
- ▶ Inventaire Géographique National des Matières et Déchets Radioactifs 2015 et Rapport de Synthèse de l'Inventaire ; 2015, Andra
- ▶ Bilan de l'état radiologique de l'environnement français en 2012, IRSN, 2013
- ▶ Rapport sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France en 2013, ASN, 2014
- ▶ Etude des flux de transport de substances radioactives à usage civil, 2014 ; ASN – Agence de Sûreté Nucléaire
- ▶ Rapport d'information sur la sûreté nucléaire et la radioprotection :
 - Du site Areva de la Hague, 2014
 - Du site Areva de l'INB ECRIN, 2014
 - 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 d'activité de l'Andra sur le Cires, 2013
- ▶ Rapport environnemental du CEA de Saclay, 2014
- ▶ Bilan Andra des émissions de gaz à effet de serre, 2011 ; Andra
- ▶ Résumé Non Technique de l'Etude d'Impact Préalable de l'INB 118, Areva en 2013
- ▶ Rapport sur les Centrales Nucléaires et l'Environnement, consommation d'eau et rejets, EDF

- ▶ 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, Septembre 2008 ; IRSN
- ▶ Guide « La Radioactivité dans l'air que je respire » ; RNM - Réseau National des Mesures de la radioactivité de l'environnement
- ▶ Projet Cigéo - Dossier du maître d'ouvrage - Débat public du 15 mai au 15 octobre 2013
- ▶ Rapport d'étape 2015 du projet de stockage de déchets radioactifs FA-VL produit dans le cadre du PNGMDR 2013-2015

Sites internet, ressources en ligne :

- ▶ Ressources en ligne de l'ASN, notamment la rubrique « Règlement – Cadre législatif »
- ▶ Ressources en ligne du Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (MEDDE)
- ▶ 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 Sécurité 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 »
- ▶ Ressources en ligne d'Areva
- ▶ Base ARIA de MEDDE - Analyse, Recherche et Information sur les Accidents, Retour d'expérience sur les accidents technologiques
- ▶ Site BASOL du Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (MEDDE)
- ▶ Ressources en ligne de la délégation interministérielle à l'aménagement du territoire et à l'attractivité régionale (DATAR)
- ▶ Ressources en ligne de l'Union internationale pour la conservation de la nature
- ▶ Site de l'Observation de la Qualité de l'Air Intérieur

Articles de lois et réglementations :

- ▶ Code de l'environnement – notamment articles : L.542-1-1, L. 125-15 et L. 125-16 (relatifs à la gestion des matières et déchets radioactifs) ; L. 414-4 (relatif à la gestion des sites Natura 2000) et L. 341-1 à 22 et R. 341-1 à 31 (relatifs à la gestion du patrimoine classé en France)
- ▶ Loi sur la Transition Energétique pour la Croissance Verte (LTECV)
- ▶ Code de la Santé Publique, articles R. 1333-1 à 10 en particulier.

8.2.2. Entretiens réalisés

Entité	Nom(s) et fonction(s) du ou des interlocuteurs	Date de l'entretien
Autorité de Sécurité Nucléaire (ASN)	Loïc TANGUY et Mathilde MAILLARD - Chefs du bureau de la gestion des déchets radioactifs Thibault MONACO - Chargé d'affaires au Bureau de la gestion des déchets radioactifs	17 septembre 2015
Direction Générale de l'Energie et du Climat (DGEC)	Charles Antoine LOUET - Sous-directeur de l'industrie nucléaire Stanislas REIZINE - Chef du bureau politique publique et tutelles Louis-Marie GARD - Adjoint chef de bureau politique publique et tutelles	28 septembre 2015
Direction Générale de la Prévention des Risques (DGPR)	Estelle CHAPALAIN – Chargée d'Affaires au sein de la DGPR, pôle INB Jérémie VALLET – Chargé d'Affaires au sein de la DGPR, pôle hors INB (hôpitaux, mines...)	29 septembre 2015
Autorité de Sécurité Nucléaire Défense (ASND)	Dorothee CONTE – Chargé d'Affaires, représentante de l'ASND pour le PNGMDR	1 ^{er} octobre 2015
Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire (IRSN)	Virginie WASSELIN-TRUPIN - Chef de bureau filière de gestion des déchets nucléaires Didier GAY - Adjoint au directeur des déchets	12 novembre 2015
Andra	Michèle TALLEC – Chef du service Inventaire de l'Andra Myriam RABARDY – Chef du service sûreté en exploitation	18 novembre 2015

Représentants d'associations membres du groupe de travail du PNGMDR : ANCCLI, FNE, ACRO, GREENPEACE	Mme SENE – ANCCLI M. AUTRET - ACRO M. ROUSSELET - Greenpeace M. BOUTIN - FNE	19 novembre 2015
Commissariat à l'Energie Atomique et aux Energies Alternatives (CEA)	Denis RIVE et Stéphane DELEUIL - CEA Fontenay aux Roses - Direction de la protection et de la sûreté nucléaire Eric FILLION - CEA Saclay - Direction de l'Assainissement et des Démantèlements Nucléaires	8 décembre 2015
EDF	Thierry LASSABATERE – Délégué Déchets au sein de la division Combustible Nucléaire Géraldine BENOIT – Direction de la gestion des déchets radioactifs	14 décembre 2015
AREVA	Marc LEBRUN – Direction des Matières et Déchets Radioactifs Philippe PONCET – Direction des Matières et Déchets Radioactifs	15 décembre 2015

9. Résumé non technique

9.1. Introduction

9.1.1. 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. Neuf thématiques environnementales ont été retenues, et ont guidé les différentes étapes du processus d'évaluation :

Gestion des déchets et exploitation des matières premières	Exposition des populations aux risques et santé humaine	Consommations d'énergie et contribution aux changements climatiques
Pollutions de l'air (hors gaz à effet de serre)	Exposition des populations aux bruits et autres nuisances	Pollutions et consommation d'eau
Pollutions et érosion des sols	Pertes de biodiversité et atteintes aux milieux naturels (dont Natura 2000)	Artificialisation des sols et pertes de 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.

9.1.2. 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 et déchets radioactifs, toutes catégories confondues, et via toutes les filières existantes ou pouvant être mises en place.

9.1.3. 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. Un

Inventaire national, réalisé chaque année par l'Andra et publié tous les trois ans, détaille les quantités de déchets radioactifs présentes sur chaque site en caractérisant leurs natures et niveaux d'activité. Bien qu'ils ne représentent que 0,2 % du volume des déchets radioactifs, les déchets de haute activité (HA) contiennent 98 % de la radioactivité en France. Les plus gros volumes de déchets étant constitués à fin 2013 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 30 % 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 retraitement du combustible usé (installation de La Hague) ;
- ▶ Le conditionnement des colis de matières et déchets radioactifs ;
- ▶ Le transport de substances radioactives ;
- ▶ 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 HA-MAVL) ;
- ▶ 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.) ne font pas partie du périmètre de l'étude, car le PNGDMR ne dispose pas de marges de manœuvre sur ces segments-là de la chaîne des substances radioactives, lesquelles sont encadrées par des réglementations spécifiques.

9.2. Etat initial de l'environnement

Le tableau ci-dessous résume les niveaux de sensibilité relatifs à chaque thématique environnementale analysée (plus le nombre de croix est important, plus les activités de gestion des matières et déchets radioactifs ont de l'influence sur les thématiques environnementales citées, tant de manière positive que négative) :

	Matières /déchets	Santé et sécurité	Energie et GES	Air	Eau	Sols	Bio-diversité	Espaces/patrimoine	Bruits et nuisances
Entreposage des déchets (HA, MA-VL, FA-VL, tritiés)	+++	+++		++	+	+			
Traitement des déchets (pour réduire leur volume : Centraco, CEA)	+++	+++	+	+	+				+
Retraitement des combustibles (La Hague)	+++	+++	+	++	++	+	+	+	+
Conditionnement des déchets	+++	+++							
Transport de substances radioactives		+++	++	+					+
Stockage des déchets (TFA et FMA-VC ou projets FA-VL HA-MAVL)	+++	++	+				+	+	
Gestion des situations historiques / minières	++	+++		++	++	++	+	++	
Gestion des déchets NORM et des déchets VTC	++	++							
Sensibilité globale du territoire au regard de l'ensemble des activités de gestion des matières et déchets radioactifs	+++	+++	+	++	++	+	+	+	+

Les thématiques relatives à la gestion des déchets et à l'exposition des populations aux risques sont celles porteuses de la plus forte sensibilité environnementale au regard des activités de gestion des matières et déchets radioactifs. Elles correspondent d'ailleurs aux principaux enjeux d'intervention du PNGMDR qui présente donc une incidence positive sur l'environnement pour les thématiques relatives à la gestion des déchets et à l'exposition des populations aux risques.

Par ailleurs, il apparaît que les plus fortes incidences sont actuellement causées par la gestion des situations minières et historiques (sources de radio-contamination des milieux), le retraitement des combustibles usés à La Hague (du fait de rejets autorisés et d'émissions de gaz à effet de serre), le transport des déchets (émissions de gaz à effet de serre, de particules et de bruits) et l'entreposage temporaire des déchets sur site (émission de radon et transferts de radionucléides moins maîtrisées que dans le cadre d'un stockage pérenne).

Le croisement entre les différentes thématiques environnementales et les activités de gestion des matières et déchets radioactifs ont permis de mettre en perspective les 10 enjeux environnementaux prioritaires suivants :

- ▶ **La gestion sûre et responsable des déchets radioactifs** (sûreté à toutes les étapes des filières de gestion, radioprotection des populations et des travailleurs, besoins de réversibilité, gestion de la mémoire à long terme, prise en compte des impacts du changement climatique)
- ▶ **La prise en compte de critères multiples et pondérés** dans le choix des filières de gestion à mettre en place (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
- ▶ **La maîtrise des risques associés à l'absence de filière identifiée et au temps de déploiement de filières de gestion en projet** (augmentation et prolongation des entreposages, gestion temporaire des déchets, etc.)
- ▶ **La gestion de la hausse à venir des quantités de déchets TFA** produits par le démantèlement des installations (augmentation des transports, saturation du stockage existant, valorisation, nouveau(x) centre(s) de stockage, etc.)
- ▶ **La robustesse des prévisions des quantités de matières et déchets à gérer dans le futur** (prise en compte de la politique énergétique, d'hypothèses où des matières seraient être requalifiées en déchets, etc.)
- ▶ **L'optimisation des possibilités de valorisation des matières et des déchets radioactifs** (mise en œuvre du principe d'économie circulaire, réduction des quantités de déchets à gérer, etc.)
- ▶ **L'optimisation des consommations énergétiques et des rejets associés au traitement des déchets** (fonctionnement des sites de La Hague, de Centraco, etc.)
- ▶ **La limitation des impacts des transports** (GES, polluants atmosphériques, bruits, occupation des sols, fragmentation des milieux, etc.)
- ▶ **La limitation des impacts sur les milieux et des risques pour la santé des situations historiques et des anciens sites miniers** (risques liés au radon, pollution des eaux, réhabilitation des milieux, etc.)
- ▶ **La prise en compte de la toxicité chimique de certains déchets radioactifs**

9.3. Analyse du PNGMDR 2016-2018

9.3.1. Analyse de la pertinence du PNGMDR

Le PNGMDR vise à définir les modalités de gestion appropriées par rapport aux quantités et caractéristiques des matières et déchets radioactifs existants et à venir, données par l'Inventaire national des matières et déchets radioactifs piloté par l'Andra. S'il s'agit d'un outil très bien construit et utile pour gérer les matières et déchets radioactifs, il présente plusieurs limites, par exemple au regard des incertitudes existantes sur les quantités futures de déchets et matières, ou aux délais importants pour le déploiement de nouvelles filières et installations de gestion. De manière plus limitée, l'Inventaire national n'est pas exhaustif sur les caractéristiques des matières et déchets radioactifs (comme leur écotoxicité par exemple).

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 2016-2018 aurait pu adopter en vue d'une meilleure prise en compte de l'environnement. Ces axes d'intervention, déterminés de manière ex-ante, ont été comparés aux demandes et recommandations inscrites dans le PNGMDR 2016-2018. Les résultats de cette analyse, présentés ci-après, ont permis de mettre en évidence une bonne couverture de ces enjeux d'intervention par le PNGMDR, à l'exception du sujet de l'écotoxicité non présenté dans le document final et de l'enjeu de sûreté à long terme des installations traité de manière partielle seulement.

Sur cette base, des améliorations ont ainsi pu être identifiées et recommandées aux rédacteurs du PNGMDR :

- ▶ Développer une méthodologie d'analyse multicritère pour le choix des solutions de gestion des matières et déchets radioactifs (sécurité des transports, émissions atmosphériques, etc.) ;
- ▶ Promouvoir la réalisation d'études relatives à l'écotoxicité des déchets et aux risques chimiques ;

- Adopter des mesures de réduction ou de compensation des incidences négatives générées par la création et le fonctionnement de nouvelles installations d'entreposage et de stockage.

Proposition d'orientations sur la base des enjeux environnementaux identifiés, de la portée du PNGMDR et des enseignements tirés de sa version 2013-2015	Degré de prise en compte
Renforcer la dimension prospective de l'Inventaire national, de manière à mieux anticiper les besoins futurs en matière de capacités de gestion (amélioration de la connaissance du niveau d'assainissement des sites par ex.)	2
Assurer l'adaptation des capacités d'entreposage ou de stockage aux besoins, ainsi que les échéances associées	2
Renforcer l'explicitation des débouchés pour les matières radioactives afin de maîtriser les risques liés à l'hypothèse d'une requalification (anticiper l'augmentation des capacités de gestion nécessaires le cas échéant)	2
Optimiser la gestion des déchets TFA en vue de limiter les quantités à transporter et stocker (zonage, stockage in situ ou en centre dédié à proximité, développement de l'incinération et du compactage, valorisation)	2
Optimiser les transports (mutualisation des transports des petits producteurs, développement du rail, etc.) afin de réduire les impacts environnementaux, tout en limitant les risques pour les populations	2
Dresser un état des lieux des connaissances en matière d'écotoxicité de manière à mieux identifier les besoins de recherches supplémentaires, et à définir des modalités de gestion adaptées	0
Déployer des filières de gestion pour les déchets sans filières (déchets tritiés, sources scellées usagées, etc.) et pour les déchets dont la filière doit être mise en place (HA-MAVL et FA-VL)	2
Optimiser la gestion des stockages historiques et des anciens sites miniers pour garantir le niveau optimal de sécurité des populations et de protection de l'environnement.	2

Légende :

0 – Pas de prise en compte spécifique
1 – Prise en compte partielle, pouvant être élargie
2 – Prise en compte complète

9.3.2. Analyse de la cohérence du PNGMDR

L'étude de la compatibilité du PNGMDR avec les plans et programmes pouvant présenter une influence sur les futures quantités de déchets radioactifs qui seront produits, et donc à gérer, a permis de mettre en évidence :

- L'absence de la question des substances radioactives dans les stratégies relatives aux secteurs de la Santé et de la Recherche, pouvant notamment expliquer pourquoi les projections de production de déchets radioactifs dans ces secteurs restent incertaines ;
- Une recherche de mise en cohérence du PNGMDR avec la loi de transition énergétique pour la croissance verte ;
- L'absence d'incohérence majeure avec le livre blanc de la défense et de la sécurité nationale, même si l'Inventaire national gagnerait à préciser sur la base de quelles hypothèses ont été déterminées les quantités futures de déchets radioactifs issus de la défense nationale, sous réserve que ces informations ne soient pas confidentielles.

Il apparaît par ailleurs que la gestion des déchets radioactifs est bien dissociée de la gestion des déchets conventionnels, et qu'aucune mise en relation entre le PNGMDR et le Plan National de Prévention des Déchets n'est observée. Dans le cas de déchets à la fois radioactifs et toxiques en raison de leur composition physico-chimique, c'est le premier aspect qui est pris en compte en priorité, ne permettant pas à l'évaluateur de se positionner sur la prise en compte du risque chimique.

Si le PNGMDR traite particulièrement de la gestion des déchets et à la santé et sécurité des populations du fait des objectifs qui lui ont été fixés par la loi et de l'enjeu environnemental plus fort du plan sur ces thématiques, en revanche il développe de manière moindre les autres thématiques environnementales relatives à la pollution des milieux (eau, sol, air) et aux atteintes portées à la biodiversité sur le long terme. En d'autres termes, l'articulation entre le PNGMDR et les autres plans et programmes environnementaux pourrait être renforcée par un traitement plus approfondi des questions relatives aux émissions de polluants (GES, rejets autorisés, etc.), ainsi qu'à l'écotoxicité et la radio-écologie ; et ce, au-delà de ce que peut mentionner la réglementation.

Enfin, dans une approche proportionnée aux enjeux, le PNGMDR doit veiller 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. L'orientation, optionnelle, du PNACC traitant de la question de la prise en compte du changement climatique dans les études de dangers des INB n'a pas été mentionnée dans le PNGMDR. Toutefois, si ce sujet n'est pas traité dans le cadre du PNGMDR, il l'est au niveau de chacun des sites. Le futur PNGMDR pourrait mentionner ce point pour rappeler son importance et s'assurer de sa bonne prise en compte à l'échelle de chacun des sites.

9.4. Solutions de substitution et justification des choix effectués

9.4.1. Modalités de rédaction du PNGMDR 2016-2018

L'élaboration du PNGMDR 2016-2018 s'est très largement appuyée sur le résultat des études conduites par les exploitants le cadre de la mise en application des demandes du plan précédent, et sur lesquelles l'ASN et l'ASND ont fourni des avis sur leur contenu. Une limite apparaît toutefois quant à la qualité des études et à la pertinence des conclusions qui en ont été tirées, en raison du calendrier restreint du PNGMDR (déployé sur 3 ans), par comparaison au nombre important d'études à conduire, puis à exploiter. C'est pourquoi il a été décidé dans le PNGMDR 2016-2018 de définir des délais de réalisation d'études sur les deux prochaines périodes triennales (soit de 2016 à 2021), et de demander la poursuite d'études non abouties (valorisation des gravats TFA, couvertures des mines, etc.).

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).

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 l'inscription d'un certain nombre d'orientations favorables à l'environnement dans le PNGMDR 2016-2018 et en particulier :

- L'adoption d'orientations en faveur de la réduction de l'impact du transport de matières et déchets radioactifs ;
- Le renforcement des demandes relatives à une meilleure prévision des quantités de déchets qui seront produits, et en particulier en ce qui concerne l'assainissement des sites démantelés (paramètre fondamental pour cette prévision) ;
- L'explicitation des débouchés des matières ;
- La demande de prise en compte des paramètres environnementaux et de sécurité dans le choix de solutions de traitement.

9.4.2. Présentation et analyse des solutions de substitutions envisageables non retenues

Les solutions alternatives, identifiées à la suite de l'état initial de l'environnement et envisageables pour le PNGMDR 2016-2018, et finalement non-retenues (pour différentes raisons : réglementaires, coûts, techniques...), sont présentées ci-après :

- **Les rejets autorisés des installations** (rejets atmosphériques et d'effluents liquides) sont exclus du champ d'application du PNGMDR en vertu de l'ordonnance 2016-128, et sont par ailleurs pris en compte dans les arrêtés ou décisions encadrant le fonctionnement des installations concernées ;
- **La libération des déchets nucléaires et leur gestion hors filières spécifiques**, pouvant être une réponse à la hausse à venir des quantités de déchets radioactifs produits, n'a cependant pas été retenue par les rédacteurs du PNGMDR en raison de la complexité d'une telle démarche, du risque résiduel de radio-contamination qu'elle représente et de pratiques non souhaitables qu'elle pourrait engendrer (dissémination volontaire des déchets, recours à la dilution) ;
- **Les consommations énergétiques des installations de traitement** (des combustibles et des déchets) sont non-négligeables, bien que relativement limitées par comparaison à d'autres industries, mais relèvent de la responsabilité des exploitants qui prennent actuellement des mesures en ce sens ;
- **La prise en compte des enjeux de sûreté sur le long terme des installations (de stockage, d'entreposage, etc.)** est apparu comme un sujet de préoccupation pour certaines parties prenantes (gestion de la mémoire sur le long terme, prise en compte du changement climatique, etc.), mais cet aspect est traité dans le cadre du régime des INB (voire des ICPE le cas échéant).

9.4.3. 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 2016-2018 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.

9.5. Effets notables de la mise en œuvre du PNGMDR

9.5.1. 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 2016-2018 devrait présenter :

- **un effet direct et significatif sur l'amélioration de la gestion des matières et déchets radioactifs** (effet à plus long terme pour les filières en projet), identifiée comme la thématique environnementale la plus sensible au regard des activités influencées par la mise en application du PNGMDR ;
- **indirectement, une réduction de l'exposition des populations** (tant les riverains des INB, que les travailleurs de ces sites) **aux risques de radiocontamination**, conséquence de la meilleure gestion des matières et déchets radioactifs présentée ci-dessus ;
- **une réduction des impacts des transports de déchets** (consommations d'énergie, pollutions de l'air et bruits) à moyen terme et conséquence des orientations fortes du PNGMDR à ce sujet et pour la première fois ;
- **une diminution des incidences des anciens sites miniers et des sites historiques sur les milieux naturels** (pollution des eaux et des sols) qui peut être attendue à moyen terme de la mise en application d'orientations du PNGMDR ciblant spécifiquement ces enjeux ;
- **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) ;
- **des émissions de GES et de rejets atmosphériques supplémentaires**, qui peuvent légitimement être envisagées en conséquence d'un renforcement des activités de traitement des déchets radioactifs (fusion, incinération, etc.), pouvant par ailleurs requérir des installations supplémentaires et donc conduire à une plus forte occupation des sols (cf. ci-dessus) ;
- **une augmentation de l'exposition des travailleurs aux risques de radiocontamination**, associée à un nombre de manipulations des matières et déchets plus important dans le cadre d'actions d'amélioration de la gestion de ces mêmes déchets (rajout d'une étape de traitement dans la chaîne de gestion des déchets, utilisation de plusieurs modes de transports différents et consécutifs, etc.) ;

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 moyen terme. En effet, les demandes d'études diverses sont pour la plupart adressées avec pour horizon le PNGMDR 2019-2021, mais leur mise en application effective prendra quelques années supplémentaires. Ainsi, la seule thématique concernée par des effets à court terme est l'exploitation des matières et la gestion déchets radioactifs qui pourrait être influencée dès la publication des études (par exemple en fonction des besoins identifiés en nouveaux entreposages ou en installations de stockage).

Les recommandations et demandes concernant des filières en projet ou à déterminer ont un impact temporaire, car la solution étudiée peut être amenée à changer (soit qu'on s'oriente vers un tout autre mode de gestion, soit qu'on en modifie significativement les caractéristiques). A l'inverse, dans le cadre des autres orientations, les organisations et systèmes étudiés sont a priori ceux qui seront retenus, et les résultats de l'étude affecteront de façon permanente les différentes thématiques environnementales (par exemple, les études concernant l'optimisation des transports de matières et déchets radioactifs visent à réduire durablement les effets liés à ces transports).

Le déploiement des solutions prévues dans le cadre du PNGMDR 2016-2018, en vue d'une meilleure gestion des matières et déchets radioactifs, objectif principal du PNGMDR, pourra conduire à des effets non souhaités sur l'environnement. Ces incidences devront être considérées de manière à assurer une prise en compte suffisante des différentes thématiques environnementales. De manière transversale aux différentes orientations du PNGMDR

2016-2018, les principes suivants devraient être intégrés de manière à assurer une minimisation des incidences environnementales du plan :

- ▶ Le développement de méthodologies d'analyses multicritères dans le choix des solutions de gestion des matières et déchets radioactifs, et dans la définition des meilleures techniques disponibles. De telles méthodes doivent permettre de prendre en compte l'ensemble des thématiques environnementales, tout en hiérarchisant les enjeux environnementaux en fonction des risques identifiés et de la sensibilité des territoires et des populations. La durée au cours de laquelle les incidences environnementales pourront être ressenties est également un facteur important, dans l'optique d'une gestion sur le long terme de ces filières. Pour ce faire, une analyse de cycle de vie pourrait s'avérer particulièrement pertinente. Une telle analyse nous semble particulièrement pertinente dans le cas du déploiement de nouvelles installations de traitement et la création de nouveaux sites de stockage et d'entreposage.
- ▶ L'adoption de mesures de réduction des incidences négatives générées par la création et le fonctionnement de nouvelles installations d'entreposage et de stockage (occupation du sol et perturbation des milieux, rejets dans les milieux et exposition des travailleurs au risque de radiocontamination etc.), nécessaires pour une gestion optimale des matières et déchets radioactifs. Le choix du site ou les caractéristiques des installations et des procédés de traitement peuvent en effet être optimisés de façon à diminuer autant que possible les effets négatifs sur l'environnement et les populations. Dans le cas où cela ne pourrait être possible, des mesures de compensation de ces incidences résiduelles devraient être adoptées. Si ces travaux doivent être menés à l'échelle de chacun des projets, le PNGMDR 2016-2018 doit permettre de s'assurer que de telles mesures ont bien été systématiquement adoptées.

9.5.2. Evaluation des incidences Natura 2000

Il est possible d'affirmer que la mise en œuvre du PNGMDR 2016-2018 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 2016-2018. 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.

Toutefois, afin de limiter les risques d'effets négatifs à l'encontre des sites du réseau Natura 2000, le PNGMDR 2016-2018 pourrait introduire un critère de limitation de l'impact sur les sites du réseau Natura 2000 dans le choix d'emplacement de ces futures installations.

9.6. Synthèse des recommandations de l'évaluateur environnemental

1. Développer une méthodologie d'analyse multicritère pour le choix des solutions de gestion des matières et déchets radioactifs

En vue d'une meilleure prise en compte de l'environnement, le PNGMDR doit pouvoir intégrer une plus grande diversité de thématiques environnementales (au-delà de la bonne gestion des matières et déchets radioactifs, et de la sûreté des installations) : sécurité des populations (travailleurs et riverains), les émissions de gaz-à-effet de serre, les émissions de polluants atmosphériques, les rejets de radionucléides dans les milieux (eaux, sols, air), etc. Cela permettra en outre de renforcer l'articulation entre le PNGMDR et les autres plans et programmes environnementaux.

Pour ce faire, ces enjeux doivent être hiérarchisés, au regard des incidences environnementales positives ou négatives qui peuvent être attendues, et donc en fonction des risques identifiés et de la sensibilité des territoires et des populations. La durée au cours de laquelle les incidences environnementales pourront être ressenties est également un facteur important, dans l'optique d'une gestion sur le long terme de ces filières. A ce titre la méthode à développer pourrait s'appuyer sur le principe de l'analyse de cycle de vie, à adapter au cas particulier de la gestion des matières et déchets radioactifs qui s'effectue sur de très longues périodes.

Cette approche doit pouvoir être utilisée lors de l'élaboration des futurs PNGMDR, en vue de l'identification des demandes orientations les plus pertinentes d'un point de vue environnemental. Ainsi, les futurs PNGMDR pourraient déterminer les meilleures techniques disponibles en s'appuyant sur de telles analyses multicritères. Les orientations et demandes du PNGMDR pourraient également faire référence à la méthode qui serait définie, de manière à s'assurer de son utilisation par les acteurs en charge de la réalisation des études requises par le PNGMDR.

En particulier, une telle étude nous semble particulièrement pertinente dans le cadre du choix du déploiement ou non de nouvelles filières de traitement des déchets, afin de pouvoir juger si d'un point de vue environnemental les bénéfices tirés de la mise en application d'une nouvelle étape dans la gestion des déchets radioactifs sont bien supérieurs aux impacts négatifs qui pourront être engendrés (évolution du circuit des transports, occupation au sol du nouveau site, consommations d'énergie et rejets autorisés de l'installation en fonctionnement, augmentation de la manipulation de substances radioactives, nuisances liées à la construction d'une nouvelle installation, etc.).

Concernant l'implantation de nouvelles installations d'entreposage et de stockage des déchets, l'adoption d'une

telle méthode d'analyse peut permettre d'identifier les solutions les plus optimales d'un point de vue de l'environnement (nombre de sites, localisation géographique des sites, etc.).

2. Promouvoir la réalisation d'études relatives à l'éco-toxicité des déchets et aux risques chimiques

Affiner les connaissances sur la dangerosité potentielle de chaque lot ou colis de matières et déchets radioactives permettra de prendre des décisions plus pertinentes sur leur gestion, notamment à très long terme. Pour chaque type de déchet, il doit pouvoir être établi la liste des substances susceptibles d'être présentes dans les colis (avec une estimation de leurs volumes), les principales propriétés de transfert et de transformation de ces substances dans les compartiments de l'environnement et leurs effets sur l'homme, la faune et la flore tant du point de vue radiologique que toxicologique.

L'amélioration des connaissances en matière d'éco-toxicologie peut se faire à travers l'établissement d'un état des lieux synthétique et exhaustif des connaissances actuelles dans ce domaine pour les différentes substances radioactives, puis via la réalisation d'études à mener pour compléter cette base et affiner les connaissances à disposition.

3. Adopter des mesures de réduction ou de compensation des incidences négatives générées par la création et le fonctionnement de nouvelles installations d'entreposage et de stockage

La création de nouvelles installations d'entreposage et de stockage appelée par le PNGMDR 2016-2018, 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 2016-2018 pourrait introduire un critère de limitation de l'impact sur les sites du réseau Natura 2000 dans le choix d'emplacement de ces futures installations.

Si ces travaux doivent être menés à l'échelle de chacun des projets, le PNGMDR 2016-2018 doit permettre de s'assurer que de telles mesures ont bien été systématiquement adoptées. Ainsi, le PNGMDR 2016-2018 pourrait définir une recommandation valable pour l'ensemble des filières de gestion, 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.).

9.7. Présentation du dispositif de suivi, et des critères, indicateurs et modalités

Des indicateurs ont été identifiés dans le cadre du PNGMDR, en concertation avec les membres du GT PNGMDR et conformément au code de l'environnement. La mise en place de ces indicateurs constitue une avancée importante en termes d'amélioration du pilotage du PNGMDR dans le sens où ils permettront de suivre l'avancement des actions prévues et de 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.

En revanche, ces indicateurs ne portent pas sur les performances environnementales du PNGMDR et leurs évolutions. C'est à ce titre que l'évaluateur environnemental propose des indicateurs de suivi environnementaux, Ces indicateurs devraient permettre de s'assurer de la bonne prise en compte des enjeux environnementaux par le PNGMDR, c'est-à-dire que les incidences environnementales incertaines ou négatives identifiées dans le cadre de l'exercice d'évaluation environnementale sont bien limitées, et au contraire que les effets positifs espérés sont bien observés.

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 (<i>indicateur dont la définition doit faire l'objet d'études complémentaires</i>)
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 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 TFA et FMA-VC stockés ; Volumes de déchets TFA et FMA-VC valorisés dans la filière nucléaire ;

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Volumes de déchets TFA et FMA-VC traités (fusion des métaux, fusion du plomb, incinération, etc.)
Les incidences environnementales liées au fonctionnement des installations (de conditionnement / traitement / stockage des déchets) sont limitées	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nombre de dépassements des niveaux de rejets autorisés ▪ Nombre de marquages supérieurs aux normes auprès de ces installations
Les incidences environnementales liées à la création de nouvelles installations sont limitées	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Part des études d'impacts liées à la création ou l'évolution d'installations de traitement, d'entreposage ou de stockage des déchets radioactifs prenant en compte l'artificialisation des sols et l'atteinte aux milieux naturels dans leur analyse et dans les mesures de réduction et de compensation proposées

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. De plus, il convient de noter que certains de ces indicateurs pourraient être mis en œuvre progressivement au cours du PNGMDR 2016-2018, compte-tenu des études complémentaires à déployer pour les définir précisément et pour retenir une méthode de calcul robuste et opérationnellement réaliste.

Le dispositif de suivi devant être mis en place pour collecter et faire remonter les données nécessaires, puis pour consolider ces informations et calculer les indicateurs définis, et enfin pour revoir les valeurs atteintes et prendre des mesures en cas de déviation des objectifs fixés, doit encore être formalisé. Il devrait, selon l'avis de l'évaluateur environnemental s'appuyer sur :

- les producteurs et gestionnaires des déchets (ANDRA, AREVA, EDF et CEA) pour la production de données, et sur l'ASN et le Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer pour la consolidation et le contrôle des indicateurs ;
- une fréquence de reporting annuelle voire triennale, compte-tenu du temps relativement long des processus en matière de gestion des matières et déchets radioactifs;
- le GT PNGMDR pour organiser la revue collective des indicateurs ainsi calculés.

9.8. Présentation des méthodes utilisées pour établir le rapport environnemental

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.

L'identification des enjeux environnementaux de la gestion des matières et déchets radioactifs, à l'issue de l'état initial de l'environnement, a permis de déterminer quelles étaient les priorités d'études pour l'évaluation environnementale stratégique du PNGMDR 2016-2018. Suite à cela, la proposition de mesures alternatives et de réduction s'est concentrée sur ces enjeux, en tenant compte des marges de manœuvre du PNGMDR. Sur cette base, l'analyse de la pertinence des recommandations du PNGMDR a pu être menée (par comparaison entre les mesures alternatives et de réduction proposées, et les recommandations retenues dans le PNGMDR), de même que la justification des choix opérés et des alternatives non retenues. De manière similaire, l'analyse des incidences résiduelles du PNGMDR s'est concentrée sur les enjeux environnementaux initialement identifiés, avec une étude plus approfondie pour ces enjeux, et donc la proposition de mesures de réduction et de compensation en conséquence. Enfin, les indicateurs de suivis proposés ont été identifiés de manière à suivre dans le temps l'évolution des enjeux environnementaux identifiés.

Des grilles d'analyses ont été utilisées, de manière à mener des analyses exhaustives, c'est-à-dire portant sur l'ensemble des thématiques environnementales et sur toutes les orientations du PNGMDR 2016-2018. Conformément aux dispositions de l'article R. 122-20 du code de l'environnement, les effets notables probables sur l'environnement sont caractérisés selon quatre composantes : leur caractère plutôt positif, négligeable ou inexistant, ou potentiellement négatif pour l'environnement national (1) ; leur caractère direct ou indirect (2) ; leur caractère temporaire ou permanent (3) ; et l'horizon auquel les effets seraient susceptibles d'être notés - à savoir sur le court, moyen ou long terme (4). L'application de cette grille a nécessité de segmenter le plan, suivant les sujets qu'il traite, en vue de procéder à un exercice d'évaluation systématique et exhaustif. Le maillage retenu est fonction du niveau de structuration et de précision du plan évalué. En l'occurrence, l'approche retenue a consisté à segmenter le PNGMDR selon 11 ensembles cohérents de demandes et d'orientations, c'est-à-dire, en répartissant sous un même ensemble les demandes et orientations ayant un objectif identique et des incidences environnementales comparables. Ce maillage a été retenu afin d'assurer un compromis entre une évaluation isolée de chaque demande et orientation du PNGMDR et la prise de recul nécessaire à la réalisation d'une évaluation environnementale stratégique.

Il convient de noter que cette évaluation porte sur la notion d'effets notables et non d'impacts. L'exercice réalisé s'attache ainsi à faire ressortir les effets observables au niveau national par rapport à une évolution de référence estimée en l'absence de mise en œuvre du PNGMDR 2016-2018, et non par rapport à une situation initiale sans matières et déchets radioactifs à gérer.

Annexe 1 - Lexique

Etabli à partir du lexique de l'Inventaire national des matières et déchets radioactifs

Terme	Définition
Activité	Nombre de désintégrations ou de transitions isomériques nucléaires qui se produisent par unité de temps, dans une substance radioactive. L'unité d'activité est le becquerel.
ALARA	Niveau défini dans le cadre des politiques de gestion du risque de radio-contamination, acronyme de « As Low As Reasonably Achievable », aussi bas que raisonnablement possible dans les conditions techniques et économiques du moment.
Amont du cycle du combustible	Ensemble des opérations du cycle du combustible depuis l'exploitation minière jusqu'à la fabrication du combustible.
Andra	Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs
AREVA	Entreprise multinationale française du secteur de l'énergie dont la majeure partie des activités est liée aux métiers du nucléaire.
ASN	Autorité de sûreté nucléaire.
Assainissement radioactif	Pour une installation ou un site nucléaire, ensemble d'opérations visant à éliminer ou réduire la radioactivité, notamment par décontamination ou évacuation de matériels, en permettant la récupération contrôlée des substances radioactives. Terme équivalent à « dépollution » dans le domaine des pollutions par des substances radioactives.
Aval du cycle du combustible	Ensemble des opérations du cycle du combustible postérieures au séjour de ce dernier en réacteur, depuis le traitement éventuel des combustibles usés jusqu'au stockage des déchets radioactifs.
Base Aria	La base ARIA (Analyse, Recherche et Information sur les Accidents) recense les incidents ou accidents qui ont, ou auraient, pu porter atteinte à la santé ou la sécurité publiques, l'agriculture, la nature et l'environnement.
Becquerel (Bq)	Unité du système international (SI) de mesure de l'activité. C'est l'activité d'une quantité de nucléides radioactifs pour laquelle le nombre moyen de désintégrations ou de transitions isomériques nucléaires par seconde est égal à 1 ($1 \text{ Bq} = 1 \text{ s}^{-1}$). Cette unité remplace le curie ($1 \text{ Ci} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$). On emploie plus couramment ses multiples : le mégabecquerel (MBq, million de Becquerels, 10^6 Bq), le gigabecquerel (GBq, milliard, 10^9 Bq), le térabecquerel (TBq, mille milliards, 10^{12} Bq), etc.
CEA	Commissariat à l'Energie Atomique et aux Energies Alternatives.
Centrac	Centre nucléaire de traitement et de conditionnement (des déchets radioactifs), exploité par la filiale Socodei d'EDF.
Centre de stockage de déchets radioactifs	Installation destinée à recevoir de manière durable des déchets radioactifs. En fonction des risques radiologiques des déchets, des installations à la surface du sol, à faible profondeur ou en formation géologique profonde sont envisageables.
CGDD	Commissariat Général au Développement Durable.
Changements climatiques	Selon l'article premier de la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC), ce sont des changements du climat qui sont attribués directement ou indirectement à une activité humaine altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables.
Cigéo	Centre industriel de stockage géologique.
Cires	Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage de déchets TFA
CNPE	Centre nucléaire de production d'électricité.
Colis de déchets radioactifs	Déchets radioactifs conditionnés et emballés.
Combustible (nucléaire)	Matière contenant des nucléides dont la consommation par fission dans un réacteur nucléaire permet d'y entretenir une réaction nucléaire en chaîne.
Combustible MOX	Forme abrégée de combustible mixte d'oxydes de plutonium et uranium.
Combustible UOX	Combustible nucléaire à base d'oxyde d'uranium. On distingue : UOX1 : Combustible élaboré à partir d'uranium naturel enrichi à 3,25 % en U235, taux de combustion moyen de 33 GWj/t UOX2 : Combustible élaboré à partir d'uranium naturel enrichi à 3,7 % en U235, taux de combustion moyen de 45 GWj/t UOX3 : Combustible élaboré à partir d'uranium naturel enrichi à 4,5 % en U235, taux de

	combustion moyen de 55 GWj/t
Combustible RNR	Combustibles des réacteurs à neutrons rapides Phénix et Super Phénix. Ces combustibles peuvent être de type UOX ou MOX.
Combustible URE	Combustibles composés d'uranium de traitement.
Combustible(s) usé(s)	Combustible nucléaire, déchargé d'un réacteur après irradiation et envoyé à un centre d'entreposage, de stockage ou de traitement.
Conditionnement des déchets radioactifs	Ensemble des opérations consistant à mettre les déchets radioactifs sous une forme convenant à leur transport, leur entreposage ou leur stockage. Note : ces opérations peuvent comprendre notamment le compactage, l'enrobage, la vitrification, la cimentation, le bitumage et la mise en conteneur.
Confinement (de substances radioactives)	Maintien de substances radioactives à l'intérieur d'un espace déterminé grâce à un ensemble de dispositifs (ou barrières) visant à empêcher leur dispersion en quantités inacceptables au-delà de cet espace.
Contamination radioactive	Présence indésirable de substances radioactives à la surface ou à l'intérieur d'un milieu quelconque.
CSA	Centre de Stockage de l'Aube pour les déchets FMA-VC.
CSM	Centre de Stockage de la Manche pour les déchets FMA-VC, fermé en 1994.
Déchets à vie courte	Déchets radioactifs dont les composants radioactifs principaux sont des radionucléides dont la période radioactive est inférieure ou égale à 31 ans.
Déchets à vie longue	Déchets radioactifs contenant en quantité importante des radionucléides dont la période radioactive est supérieure à 31 ans.
Déchets FA-VL	Les déchets de faible activité à vie longue sont essentiellement des déchets de graphite provenant des réacteurs de première génération à uranium naturel graphite gaz et des déchets radifères. Les déchets de graphite ont, en ordre de grandeur, une activité se situant entre dix mille et quelques centaines de milliers de becquerels par gramme. Les déchets radifères possèdent une activité comprise entre quelques dizaines de becquerels par gramme et quelques milliers de becquerels par gramme.
Déchets FMA-VC	Les déchets de faible et moyenne activité à vie courte sont essentiellement issus de l'exploitation et du démantèlement des centrales nucléaires, des installations du cycle du combustible, des centres de recherche et, pour une faible partie, des activités de recherche biomédicale. L'activité de ces déchets se situe entre quelques centaines de becquerels par gramme à un million de becquerels par gramme.
Déchets graphites	En France, catégorie de déchets radioactifs comprenant le graphite issu du cœur des anciens réacteurs graphite-gaz (soit environ 20 000 tonnes). Ce graphite contient du tritium et des éléments à vie longue (carbone 14, chlore 36).
Déchets HA	Les déchets de haute activité sont principalement issus des combustibles usés après traitement. Le niveau d'activité de ces déchets est de l'ordre de plusieurs milliards de becquerels par gramme.
Déchets MA-VL	Les déchets de moyenne activité à vie longue sont en majorité issus du traitement des combustibles usés. L'activité de ces déchets est de l'ordre d'un million à un milliard de becquerels par gramme.
Déchets à radioactivité naturelle élevée	Les déchets à radioactivité naturelle élevée sont des déchets générés par l'utilisation ou la transformation de matières premières contenant naturellement des radionucléides mais qui ne sont pas utilisées pour leurs propriétés radioactives. Ces déchets incluent les déchets à radioactivité naturelle renforcée (RNR) et peuvent nécessiter une gestion particulière.
Déchets à radioactivité naturelle renforcée (RNR) ou NORM (Naturally Occurring Radioactive Materials)	Les déchets NORM (anciennement dits à radioactivité naturelle renforcée) sont des déchets générés par la transformation de matières premières contenant naturellement des radionucléides mais qui ne sont pas utilisées pour leurs propriétés radioactives ; ces radionucléides se retrouvent concentrés dans les matériaux ou déchets, à l'issue de procédés de transformation.
Déchets TFA	Les déchets de très faible activité sont majoritairement issus de l'exploitation de maintenance et du démantèlement des centrales nucléaires, des installations du cycle du combustible et des centres de recherche. Le niveau d'activité de ces déchets est en général inférieur à cent becquerels par gramme.
Déchets radioactifs	Les déchets radioactifs sont des substances radioactives pour lesquelles aucune utilisation ultérieure n'est prévue ou envisagée. Les déchets radioactifs ultimes sont des déchets radioactifs qui ne peuvent plus être traités dans les conditions techniques et économiques du moment, notamment par extraction de leur part valorisable ou par réduction de leur caractère polluant ou dangereux (Code l'environnement art L.542-1-1).
Déchets tritiés	Déchets radioactifs, contenant du tritium, pouvant nécessiter une gestion spécifique compte tenu de la grande mobilité de cet élément.

Déchets vitrifiés	Dans le domaine nucléaire, déchets radioactifs conditionnés en utilisant du verre comme matrice de conditionnement. Les solutions de produits de fission ont été les premiers déchets vitrifiés. Il est envisagé que d'autres déchets moins radioactifs soient vitrifiés à l'avenir.
Démantèlement	Ensemble des opérations techniques exécutées pour démonter et, éventuellement, mettre au rebut un équipement ou une partie d'une installation nucléaire. Dans la réglementation française, phase de la déconstruction d'une installation nucléaire qui comprend toutes les opérations postérieures au décret de démantèlement.
Détenteur de déchets radioactifs	Producteur de déchets ou toute autre personne qui se trouve en possession de déchets (code de l'environnement L. 541-1-1).
DGEC	Direction Générale de l'Energie et du Climat. Elle met en œuvre la politique énergétique française et supervise l'approvisionnement du pays pour ce qui concerne les matières premières minérales.
Dosimétrie / Dosimètre	La dosimétrie correspond à la mesure des doses de rayonnements ionisants auxquelles un être vivant a été exposé. Le dosimètre est l'instrument employé dans ce but.
Ecotoxicologie / écotoxicité	L'écotoxicologie se définit comme l'étude des différentes sortes de pollutions sur l'ensemble des écosystèmes et des êtres vivants.
Echelle INES	Echelle internationale de classement des événements nucléaires (en anglais, INES - International Nuclear Event Scale). Elle permet d'évaluer la gravité d'un événement nucléaire selon 8 niveaux, numérotés de 0 (aucune incidence) à 7 (accident majeur). Elle distingue aussi les incidents (niveau 1 à 3) des accidents (niveau 4 à 7).
EDF	Electricité De France, producteur et fournisseur d'électricité en France et dans le monde, exploitant notamment plusieurs CNPE.
EnR – Energies Renouvelables	Le terme « énergies renouvelables » regroupe les différentes filières de production d'énergie n'impliquant pas de consommation de la ressource initiale, celle-ci étant de plus renouvelable à échelle de temps courte voire en renouvellement quasi-continu. On regroupe notamment sous ce terme : les énergies éoliennes, houlomotrices, hydroélectriques, géothermiques, photovoltaïques, issues de la dégradation de la biomasse, etc.
Entreposage de matières ou déchets radioactifs	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.
GES	Gaz à effet de serre
HCTISN	Haut comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire.
ICPE	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
INB – Installation Nucléaire de Base	En France, c'est une installation nucléaire qui, par sa nature et ses caractéristiques ou en raison des quantités ou des activités des substances radioactives qu'elle contient, est soumise à une réglementation spécifique prévue au titre IX du livre V du code l'environnement.
INBS – Installation Nucléaire de Base Secrète	C'est une installation nucléaire de base intéressant la Défense nationale.
Installation Seveso	Les sites classés Seveso sont des installations industrielles dangereuses répertoriées et classées selon le niveau de risques qu'elles portent avec deux seuils définis par la réglementation : « Seveso seuil bas » équivalent à un risque important et « Seveso seuil haut » équivalent à un risque majeur. Au 31 décembre 2014, 1 171 sites Seveso étaient recensés.
IRSN	Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire.
LTECV	Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte, 17 août 2015. Elle vise à modifier le modèle énergétique français en vue de renforcer l'indépendance énergétique du pays et de lutter plus efficacement contre le réchauffement climatique.
Marquage	Un site marqué est un site présentant des traces de radionucléides naturels ou artificiels, détectables sans qu'il y ait nécessairement d'action particulière à envisager.
MPR	Matière Première Recyclée.
Matière radioactive	Une matière radioactive est une substance radioactive pour laquelle une utilisation ultérieure est prévue ou envisagée, le cas échéant après traitement.
Meilleure technique disponible (MTD)	La meilleure technique disponible est celle qui permet dans un procédé industriel d'assurer le développement le plus durable.
Métal lourd – Tonne métal lourd (tML)	Dans le domaine du combustible nucléaire, ensemble des actinides. En pratique, cette expression concerne essentiellement l'uranium, le plutonium et le thorium et s'exprime le plus généralement en tonne de métal lourd (tML).
Natura 2000	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) et des zones spéciales de conservation (ZSC).
Nucléide	Espèce nucléaire caractérisée par son numéro atomique Z et par son nombre de masse A, égal au nombre de nucléons de son noyau. Chaque élément chimique possède en général plusieurs nucléides isotopes. On désigne un nucléide par son symbole chimique précédé de son nombre de masse A en exposant et de son numéro atomique Z en indice.
Période radioactive ou demi-vie	Temps au bout duquel la moitié de la quantité d'un même radionucléide aura naturellement disparu par désintégration. Le niveau de radioactivité d'un échantillon d'un même atome est donc divisé par deux. Au bout de 10 périodes, le niveau de radioactivité est divisé par plus de 1 000.
Plutonium	Elément de numéro atomique Z = 94. Il a été produit initialement pour les applications militaires. Généré dans les réacteurs nucléaires par irradiation à partir de l'uranium 238, il est utilisé aujourd'hui comme constituant des combustibles Mox dans certains réacteurs à eau légère. C'est aussi le combustible retenu dans la plupart des études de réacteurs à neutrons rapides.
PNGMDR	Plan National de Gestion des Matières et Déchets Radioactifs
PPE	Programmation Pluriannuelle de l'Energie. La PPE doit permettre de décliner de façon opérationnelle les orientations de la politique énergétique fixées par le projet de loi relatif à la transition énergétique pour la croissance verte.
PRG	Pouvoir de Réchauffement Global.
Site pollué / radiocontaminé	Dans le contexte de la contamination radioactive, qualifie une zone ou un site contaminé de manière importante par des substances radioactives, naturelles ou artificielles.
Pollution radioactive	Introduction, directe ou indirecte, par l'activité humaine, de substances radioactives dans l'environnement, susceptibles de contribuer ou de causer un danger pour la santé de l'homme, des détériorations aux ressources biologiques, aux écosystèmes ou aux biens matériels, une entrave à un usage légitime de l'environnement.
Pollution radioactive historique	Une pollution historique est une pollution qui résulte d'une activité humaine passée.
Pollution radioactive résiduelle	Une pollution résiduelle concerne une quantité ou une concentration de polluants restant dans un milieu déterminé après réhabilitation.
Producteur de déchets	Toute personne dont l'activité produit des déchets (producteur initial de déchets) ou toute personne qui effectue des opérations de traitement des déchets conduisant à un changement de la nature ou de la composition de ces déchets (producteur subséquent de déchets) (L. 541-1-1).
Principe d'optimisation	Principe défini par la Commission internationale de protection radiologique, CIPR, repris dans une directive européenne et inscrit dans le code de la santé publique : à tout instant, la gestion des substances radioactives doit se faire de façon à maintenir les expositions aux irradiations à un niveau aussi bas que raisonnablement possible dans les conditions techniques et économiques du moment (niveau ALARA).
Radioactivité	Propriété d'un nucléide de se transformer spontanément en un autre nucléide, avec émission d'un rayonnement (particules, rayons x, rayons gamma, etc.), ou d'être le siège d'une fission spontanée accompagnée d'une émission de particules et de gammas. outre la fission spontanée, on distingue principalement la radioactivité alpha, la radioactivité bêta (B+, B-, conversion interne), la radioactivité gamma et celle provenant d'une capture électronique. La radioactivité gamma accompagne souvent l'une des autres.
Radioélément	Elément chimique dont tous les isotopes sont radioactifs.
Radionucléide/radio-isotope	Atomes radioactifs qui en se désintégrant émettent des rayonnements à l'origine du phénomène de la radioactivité.
Radioprotection	Ensemble des mesures destinées à réaliser la protection sanitaire de la population et des travailleurs contre les effets des rayonnements ionisants et à assurer le respect des normes de base. Elle comprend aussi la mise en œuvre des moyens nécessaires pour y parvenir.
Radiotoxicité	Niveau de toxicité radioactive que peut subir un individu ou un être vivant du fait de son exposition à tel ou tel radionucléide.
Radon	La radioactivité de l'air est essentiellement due au radon 222, lui-même issu de l'uranium 238. Il est 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.
REP – Réacteurs à eau pressurisée	Synonyme de réacteur à eau sous pression. Réacteur à neutrons thermiques utilisant l'eau légère comme modérateur et caloporteur. Cette eau est maintenue liquide dans le cœur grâce à une pression suffisamment élevée pour qu'à la température de fonctionnement, l'ébullition en masse ne puisse pas se produire.
Réacteurs à neutrons rapides	Réacteur nucléaire dans lequel on limite la présence de matières pouvant ralentir les neutrons afin que les fissions soient produites principalement par des neutrons rapides.
Réacteur uranium graphite gaz (UNGG)	Réacteur nucléaire à fission de première génération utilisant le graphite comme modérateur et le dioxyde de carbone gazeux comme fluide caloporteur

Réhabilitation	Ensemble des opérations de dépollution et de réaménagement effectuées en vue de rendre un site apte à un usage donné.
Risque NaTech	Contraction de « naturel » et « technologique », risques résultant de l'impact d'une catastrophe naturelle sur une installation industrielle.
Scénario	Ensemble d'hypothèses relatives à des événements ou des comportements permettant de décrire les évolutions possibles d'un système dans le temps et dans l'espace.
Sievert (Sv)	Unité de mesure du système international pour mesurer le niveau d'absorption de rayonnement ionisant et les effets induits sur le corps humain. Elle dépend de la dose d'énergie ionisante reçue pondérée par l'efficacité biologique des différents rayonnements et l'impact de l'atteinte des différents organes. On emploie plus couramment ses multiples : le microsievert (μSv , un millionième de Sievert, 10^{-6} Sv) et le millisievert (mSv, un millième de Sievert, 10^{-3} Sv).
Source radioactive	Appareil, substance radioactive ou installation pouvant émettre des rayonnements ionisants ou des substances radioactives.
Stockage de déchets radioactifs	Le stockage de déchets radioactifs est l'opération consistant à placer ces substances dans une installation spécialement aménagée pour les conserver de façon a priori définitive dans le respect de la protection de la santé des personnes, de la sécurité et de l'environnement.
Substance radioactive	Une substance radioactive est une substance qui contient des radionucléides, naturels ou artificiels, dont l'activité ou la concentration justifie un contrôle de radioprotection.
Toxique chimique	Substance ou élément chimique susceptible d'induire des effets néfastes sur la santé humaine en cas d'ingestion et/ou d'inhalation. L'impact d'un toxique chimique sur la santé humaine est notamment quantifié par sa valeur toxicologique de référence (VTR) qui est une appellation générique regroupant tous les types d'indices toxicologiques qui permettent d'établir une relation entre une dose et un effet (dans le cas d'un toxique à seuil d'effet), ou entre une dose et une probabilité d'effet (dans le cas d'un toxique sans seuil d'effet, souvent cancérigène). Plusieurs éléments ou substances utilisés dans le domaine nucléaire ou présents dans les produits de fission présentent une toxicité radioactive. Pour le stockage de déchets radioactifs en formation géologique profonde, sont notamment pris en compte dans les études, l'arsenic, le cadmium, le cyanure, le chrome, le mercure, le nickel, le plomb, l'antimoine, le sélénium, le bore, l'uranium, le béryllium et l'amiante.
Traitement d'un déchet	Ensemble d'opérations mécaniques, physiques ou chimiques ayant pour but de modifier les caractéristiques des déchets.
Traitement des combustibles usés	Ensemble des opérations effectuées sur le combustible usé issu des réacteurs nucléaires pour en extraire des matières valorisables comme l'uranium et le plutonium et conditionner les déchets restants. Le traitement peut aussi être envisagé pour séparer d'autres éléments.
Tritium	Isotope de l'hydrogène de nombre masse égal à 3. C'est un émetteur bêta de faible énergie (en moyenne 13 KeV) et d'une période de 12,3 ans. Il est utilisé dans de nombreuses molécules marquées. Les projets actuels d'application de la fusion nucléaire font tous appel à la réaction deutérium-tritium. Dans les applications industrielles civiles actuelles, c'est surtout un déchet radioactif, qui nécessite une gestion particulière en raison de sa grande mobilité.
Uranium de retraitement - URT	Abréviation utilisée pour l'uranium issu du traitement des combustibles usés. On dit aussi uranium de retraitement ou encore uranium de traitement.
Uranium de retraitement enrichi - URE	Uranium enrichi provenant de l'enrichissement d'uranium issu du traitement des combustibles usés. Synonyme de « uranium de traitement enrichi ».
Volume équivalent conditionné	L'unité adoptée pour effectuer les bilans est le « volume équivalent conditionné ». Cela permet d'utiliser une unité de compte homogène pour l'ensemble des déchets. Les prévisions adoptent, elles aussi, le « volume équivalent conditionné » comme unité. Pour les déchets dont le conditionnement n'est pas connu à ce jour, des hypothèses sont faites pour évaluer le volume équivalent conditionné.
Watt	Unité légale de puissance, le watt est défini comme la puissance d'un système dans lequel est transférée uniformément une énergie de 1 joule pendant 1 seconde.
Wh – Watt/heure	Un wattheure correspond à l'énergie consommée ou délivrée par un système d'une puissance de 1 Watt pendant une heure. 1 Wh vaut donc 3600 joules. On emploie plus couramment ses multiples : le kilowattheure (kWh, un millier de wattheures, 10^3 Wh), le mégawattheure (MWh, un million de wattheures, 10^6 Wh), le gigawattheure (GWh, un milliard de wattheures, 10^9 Wh), le térawattheure (TWh, mille milliards de wattheures, 10^{12} Wh).

Annexe 2 - Pré-cadrage de l'Autorité environnementale



Autorité environnementale

conseil général de l'Environnement et du Développement durable

www.cgedd.developpement-durable.gouv.fr

Avis délibéré de l'Autorité environnementale sur le cadrage préalable du plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR)

n° Ae: 2015-41

Préambule relatif à l'élaboration de l'avis

L'Autorité environnementale¹ du Conseil général de l'environnement et du développement durable (CGEDD), s'est réunie le 22 juillet 2015 à Paris. L'ordre du jour comportait, notamment, l'avis sur le cadrage préalable du plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR).

Étaient présents et ont délibéré : Mmes Bour-Desprez, Fonquernie, Guth, Hubert, Perrin, MM. Barthod, Ledenvic, Lefebvre, Orizet.

En application du § 2.4.1 du règlement intérieur du CGEDD, chacun des membres délibérants cités ci-dessus atteste qu'aucun intérêt particulier ou élément dans ses activités passées ou présentes n'est de nature à mettre en cause son impartialité dans l'avis à donner sur le projet qui fait l'objet du présent avis.

Étaient absents ou excusés : Mme Steinfelder, MM. Chevassus-au-Louis, Clément, Galibert, Letourneux, Roche, Vindimian, Ullmann.

* *

L'Ae a été saisie pour une demande de cadrage préalable par le président de l'Autorité de sûreté nucléaire et par le directeur général de l'énergie et du climat au ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie (MEDDE), le dossier ayant été reçu complet le 30 avril 2015.

Cette saisine étant conforme aux articles L. 122-7 et R. 122-19, et R.122-17 du code de l'environnement relatifs respectivement aux cadrages préalables et à l'autorité administrative compétente en matière d'environnement prévus à l'article L. 122-7 du même code, il en a été accusé réception.

L'Ae a consulté par courriers :

- du 29 mai 2015, la ministre chargée de la santé,
- du 29 mai 2015, la directrice générale de la prévention des risques du MEDDE,
- du 29 mai 2015, le délégué à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les activités et installations intéressant la Défense,
- du 9 juin 2015, le président du comité de coordination industrielle pour les déchets radioactifs,
- du 15 juin 2015, le directeur général de l'institut de radioprotection et de sûreté nucléaire.

Sur le rapport de Éric Vindimian et François Vauglin, après en avoir délibéré, l'Ae rend l'avis qui suit, dans lequel les recommandations sont portées en italique gras.

Il est rappelé ici que pour tous les plans, schémas, programmes et autres documents de planification susceptibles d'avoir des incidences sur l'environnement soumis à évaluation environnementale, une « autorité environnementale » désignée par la réglementation doit donner son avis et le mettre à disposition du maître d'ouvrage, de l'autorité décisionnaire et du public. Cet avis ne porte pas sur l'opportunité mais sur la qualité de l'évaluation environnementale présentée par le maître d'ouvrage, et sur la prise en compte de l'environnement. Il n'est donc ni favorable, ni défavorable. Il vise à permettre d'améliorer la conception du document, et la participation du public à l'élaboration des décisions qui portent sur ce document.

Avant la réalisation de son rapport environnemental, le pétitionnaire peut solliciter auprès de l'autorité chargée d'approuver le document des réponses à des questions de principe ou de méthode qu'il se pose sur des points particuliers. Cette autorité consulte l'autorité environnementale. La présente expose l'avis de l'Ae sur les réponses à apporter à cette demande.

¹ Désignée ci-après par Ae.

Avis délibéré

1 Contexte, présentation du plan et enjeux environnementaux

1.1 Contexte

La loi n° 2006-739 du 28 juin 2006 prévoit à son article 6-V : « *Un plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs² dresse le bilan des modes de gestion existants des matières et des déchets radioactifs, recense les besoins prévisibles d'installations d'entreposage ou de stockage, précise les capacités nécessaires pour ces installations et les durées d'entreposage et, pour les déchets radioactifs qui ne font pas encore l'objet d'un mode de gestion définitif, détermine les objectifs à atteindre.* » Le PNGMDR 2015-2017 qui sera élaboré avant la fin de l'année 2015 par la direction générale de l'énergie et du climat (DGEC) et l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) est le quatrième plan depuis 2007. Il est le premier à faire l'objet d'une évaluation environnementale, qui prendra la forme d'un rapport environnemental. Les responsables des deux instances chargées de l'élaboration du plan ont saisi l'Ae d'une demande de cadrage préalable de l'évaluation environnementale du PNGMDR (voir annexe page 13).

Le document qui a été fourni à l'Ae, annexé à la lettre de saisine, décrit très brièvement les grandes lignes du projet de PNGMDR, lequel n'est pas encore disponible³. Ce cadrage préalable étant réalisé sans que le document à évaluer soit disponible, il se limite essentiellement à proposer des réponses aux questions posées par la DGEC et l'ASN. Ces réponses ne préjugent pas des analyses et des études que devront mener les maîtres d'ouvrage pour respecter les prescriptions s'appliquant en matière d'évaluation environnementale : ces prescriptions, n'ayant pas fait l'objet de questions de cadrage, ne sont pas évoquées ici.

Les matières et déchets radioactifs

L'article L. 542-1-1 du code de l'environnement définit les termes suivants :

- Une substance radioactive est une substance qui contient des radionucléides, naturels ou artificiels, dont l'activité ou la concentration justifie un contrôle de radioprotection.
- Une matière radioactive est une substance radioactive pour laquelle une utilisation ultérieure est prévue ou envisagée, le cas échéant après traitement.
- Un combustible nucléaire est regardé comme un combustible utilisé lorsque, après avoir été irradié dans le coeur d'un réacteur, il en est définitivement retiré.
- Les déchets radioactifs sont des substances radioactives pour lesquelles aucune utilisation ultérieure n'est prévue ou envisagée.
- Les déchets radioactifs ultimes sont des déchets radioactifs qui ne peuvent plus être traités dans les conditions techniques et économiques du moment, notamment par extraction de leur part valorisable ou par réduction de leur caractère polluant ou dangereux.
- L'entreposage de matières ou de déchets radioactifs est l'opération consistant à placer ces substances à titre temporaire dans une installation spécialement aménagée en surface ou en faible profondeur à cet effet, dans l'attente de les récupérer.
- Le stockage de déchets radioactifs est 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.

² PNGMDR dans la suite du texte.

³ Les rapporteurs ont demandé quelles seraient les évolutions principales entre le PNGMDR 2013-2015 et celui de 2016-2018. Un tableau et un sommaire ont été fournis, tout en précisant qu'ils n'étaient pas complets ni définitifs.

- Le stockage en couche géologique profonde de déchets radioactifs est le stockage de ces substances dans une installation souterraine spécialement aménagée à cet effet, dans le respect du principe de réversibilité.

Les déchets radioactifs sont classés selon deux critères : leur niveau de radioactivité⁴ (très faible activité ou TFA⁵, faible activité ou FA, moyenne activité ou MA, haute activité ou HA⁶) et leur durée de vie (vie courte ou VC si leur période⁷ est inférieure ou égale à 31 ans, vie longue ou VL sinon).

		Déchets dits à vie très courte contenant des radioéléments de période < 100 jours	Déchets dits à vie courte dont la radioactivité provient principalement de radionucléides de période ≤ 31 ans	Déchets dits à vie longue qui contiennent une quantité importante de radionucléides de période > 31 ans
 ~ Centaines Bq/g ~ Millions Bq/g ~ Milliards Bq/g	Très faible activité (TFA)	Gestion par décroissance radioactive	Recyclage ou stockage dédié en surface (centre de stockage des déchets de très faible activité de l'Aube)	
	Faible Activité (FA)		Stockage de surface (centre de stockage des déchets de faible et moyenne activité de l'Aube) sauf certains déchets tritiés et certaines sources scellées	Filières à l'étude dans le cadre de l'article 3 de la loi du 28 juin 2006 codifiée
	Moyenne Activité (MA)	Non applicable ⁴		Filière en projet dans le cadre de l'article 3 de la loi du 28 juin 2006 codifiée
	Haute Activité (HA)			

Figure 1 : Classification des déchets radioactifs et filières de gestion.

Nota : la catégorie des déchets de haute activité à vie très courte n'existe pas. (Source : PNGMDR 2013-2015)

1.2 Le PNGMDR et ses scénarios

Les objectifs du plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR) sont précisés par l'article L. 542-1-2 I du code de l'environnement qui prévoit notamment que le PNGMDR :

- « dresse le bilan des modes de gestion existants des matières et des déchets radioactifs,
- recense les besoins prévisibles d'installations d'entreposage ou de stockage,
- précise les capacités nécessaires pour ces installations et les durées d'entreposage et,
- pour les déchets radioactifs qui ne font pas encore l'objet d'un mode de gestion définitif, détermine les objectifs à atteindre ;
- organise la mise en œuvre des 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. »

L'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra) établit tous les trois ans un inventaire national des matières et déchets radioactifs⁸ qui comporte des éléments de prévision pour les décennies à

⁴ La radioactivité se mesure en Becquerel (Bq). Un Bq correspond à la désintégration d'un noyau radioactif par seconde. On parle aussi de MBq (millions de Becquerels), de GBq (milliards de Becquerels), de TBq (mille milliards de Becquerels).

⁵ Leur activité est typiquement de l'ordre de 1 à 100 becquerels par gramme (Bq/g).

⁶ On classe dans cette catégorie HA les déchets dont l'activité est supérieure à un milliard de Bq par gramme.

⁷ Période ou demi-vie : durée au bout de laquelle le niveau de radioactivité est divisé par deux.

venir. Ces prévisions doivent inclure des scénarios contrastés de développement des activités produisant des matières et déchets radioactifs. On notera que les déchets de haute activité représentent, en 2013, 3 200 m³ équivalent conditionné soit 0,2 % des volumes et 220 000 000 TBq soit 98 % de la radioactivité des matières et déchets en France.

Catégorie	Volume à fin 2013*	Activité à fin 2013 TBq soit 10 ¹² Bq
HA	3 200	220 000 000
MA-VL	44 000	5 500 000
FA-VL	91 000	19 000
FMA-VC	880 000	36 000
TFA	440 000	8
DSF***	3 800	
Total général	~1 460 000	~ 230 000 000

Figure 2 : Stocks de déchets radioactifs inventoriés fin 2013, et activité calculée (* volumes arrondis, *** DSF : déchets sans filière)
Source : Inventaire national des matières et déchets radioactifs 2015.

L'inventaire 2015 présente les scénarios prévisionnels des producteurs de déchets radioactifs, mais aussi deux scénarios prospectifs bâtis sur des hypothèses définies par le comité de pilotage de l'inventaire national. Le premier consiste en la poursuite de la production électronucléaire et suppose le traitement de tous les combustibles usés (ce qui présume l'existence de réacteurs capables de consommer le plutonium non consommé dans le parc actuel), le second en un non renouvellement de la production électronucléaire et suppose de ne pas produire, par le traitement de combustible, de matières qui ne pourraient être recyclées dans le parc actuel (ce qui conduirait à un arrêt anticipé des activités de traitement des combustibles usés).

Il conviendrait aussi d'explicitier, pour chaque scénario, les hypothèses faites sur le rythme du démantèlement des installations – ce rythme étant un facteur important de la production annuelle de déchets.

L'Ae recommande que l'évaluation environnementale du PNGMDR inclue l'évaluation des impacts des différents scénarios envisagés par l'inventaire national des matières et déchets radioactifs 2015, et expose les raisons, notamment environnementales, du choix opéré dans le PNGMDR conformément à l'article R. 122-20 du code de l'environnement (3° et 4°).

1.3 Procédures relatives au projet de plan

Le PNGMDR est un plan susceptible d'avoir des incidences sur l'environnement. À ce titre, en vertu de l'article L. 122-4 du code de l'environnement, il fera l'objet d'une évaluation environnementale. Ce plan étant approuvé par la ministre de l'écologie, du développement durable et de l'énergie, l'avis d'autorité environnementale est du ressort de l'Ae du CGEDD.

1.4 Principaux enjeux environnementaux relevés par l'Ae

Pour l'Ae les principaux enjeux environnementaux du PNGMDR sont les suivants :

- la capacité à maîtriser la gestion des déchets radioactifs (technologies utilisées, compétences disponibles, capacités de financement, organisation de la mémoire) et leurs effets (en particulier les

⁸ En France tous les déchets provenant des installations nucléaires de base ou des installations autorisées ou déclarées relevant de l'article R.1333-12 du code de la santé publique, dès lors qu'ils sont contaminés ou susceptibles de l'être, sont considérés comme des déchets radioactifs sans que soit défini un seuil d'activité.

impacts sur la santé humaine et sur l'environnement) sur des durées très longues⁹, mais aussi l'assurance de ne pas laisser à terme de déchet sans solution technique¹⁰ ;

- les incertitudes sur la faisabilité d'un stockage en couche géologique profonde sans atteinte à l'environnement ;
- les risques sur l'ensemble de la chaîne logistique des déchets de la production au stockage.

Pour l'ensemble de ces enjeux, le PNGMDR devra définir l'effort de recherche nécessaire pour réduire les incertitudes et apporter des solutions en couvrant l'ensemble des problématiques identifiées.

2 L'évaluation environnementale

Les points abordés par l'évaluation environnementale des documents de planification sont recensés par l'article R. 122-20 du code de l'environnement qui précise le contenu du rapport environnemental.

2.1 Gérer les risques sur des durées extrêmement longues

L'alinéa 5a de l'article R. 122-20 *op cit.* indique que l'exposé des impacts d'un document de planification mentionne la question des effets dans le temps : « *Les effets notables probables sur l'environnement sont regardés en fonction de leur caractère positif ou négatif, direct ou indirect, temporaire ou permanent, à court, moyen ou long terme ou encore en fonction de l'incidence née du cumul de ces effets.* »

Les matières et déchets radioactifs contiennent des radionucléides à vie longue dont la dangerosité radiologique ou chimique est, pour certains, avérée sur des durées extrêmement longues¹¹. Ainsi, il est prévu de stocker de façon réversible¹² des déchets dans des stockages géologiques pendant plusieurs milliers d'années. L'Ae s'interroge sur la capacité réelle de l'Etat à mettre en œuvre concrètement des mesures sur une durée qui dépasse largement la durée de toutes les civilisations dans l'histoire¹³. L'Ae mesure l'ambition de la loi programme de juillet 2006¹⁴ qui a instauré la règle du stockage de long terme réversible et affirmé des principes fondamentaux : « *La gestion durable des matières et des déchets radioactifs de toute nature, résultant notamment de l'exploitation ou du démantèlement d'installations utilisant des sources ou des matières radioactives, est assurée dans le respect de la protection de la santé des personnes, de la sécurité et de l'environnement. La recherche et la mise en œuvre des moyens nécessaires à la mise en sécurité définitive des déchets radioactifs sont entreprises afin de prévenir ou de limiter les charges qui seront supportées par les générations futures. Les producteurs de combustibles usés et de déchets radioactifs sont responsables de ces substances, sans préjudice de la responsabilité de leurs détenteurs en tant que responsables d'activités nucléaires* ». Ce sont donc bien ces principes qui devront être abordés dans l'évaluation environnementale.

En pratique, l'Ae suggère que l'évaluation environnementale aborde systématiquement les horizons temporels visés pour chacune des catégories de déchets et évalue les risques qui :

- pourraient attenter à l'intégrité des stockages ;
- rendre partiellement irréversibles ces stockages ;

⁹ Selon le document « Programme industriel de gestion des déchets – Projet Cigéo » (janvier 2012), la chronique de mise en stockage de déchets dans Cigéo est décrite jusqu'en 2140. De plus, le stockage doit être réversible pendant au moins cent ans (voir ci-dessous).

¹⁰ Les « déchets sans filière » sont identifiés au PNGMDR et inventoriés par l'inventaire national des matières et déchets radioactifs. Ils sont essentiellement composés de certains solvants et huiles usagés dont la composition et l'activité interdisent l'incinération, de certains déchets amiantés, de déchets contenant des composés du mercure potentiellement hydrosolubles, des aiguilles sodées des barres de commande de Phénix et Superphénix, et de certains pièces activées d'accélérateurs. Dans l'inventaire 2015, leur volume est évalué à 3 767 m³ fin 2013. Il devrait atteindre 3 816 m³ fin 2030. D'autres déchets sont mentionnés comme étant « non catégorisés », tels les résidus de traitement des mines d'uranium, des déchets en stockage historique, des résidus de traitement de conversion de l'uranium, etc.

¹¹ La période radioactive varie d'une fraction de seconde à plusieurs milliards d'années selon les éléments. La période de l'iode 131 est de 8 jours, celle du césium 137 est de 30 ans, celle du plutonium 239 est de 24 113 ans, celle de l'uranium 238 est de 4,5 milliards d'années.

¹² Les conditions de cette réversibilité doivent être apportées par une loi qui doit être promulguée avant que puisse être délivrée l'autorisation de création du centre de stockage en couche géologique profonde. L'article 201 du projet de loi pour la croissance, l'activité et l'égalité des chances économiques (adoptée définitivement, mais non promulguée à la date de rédaction de cet avis) fournit une définition d'une partie de ces conditions.

¹³ La civilisation sumérienne a duré 2 500 ans, l'Egypte antique 1 500, les minoens 1 800, Athènes 3 000, Rome 1 200, dynastie Qin 2 100, empire byzantin 1 100. Elles datent toutes de moins de 5000 ans. Les langues évoluent également en permanence ce qui rend très difficile la conservation de l'information sur des périodes multimillénaires – voire ici, des milliers de fois multimillénaires.

¹⁴ Loi n° 2006-739 du 28 juin 2006 de programme relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs.

- provoquer des atteintes à la santé de l'homme et à la dynamique des écosystèmes ;
- imposer aux générations futures des coûts induits.

Ces points devraient être abordés, selon l'Ae, avec une gamme très large d'aléas en s'inspirant à la fois des connaissances scientifiques d'aujourd'hui (en termes par exemple de climatologie, de sismologie, d'hydrogéologie, de chimie des substances stockées) et des informations historiques sur divers événements ayant pu conduire à la disparition des organisations humaines complexes. Ce travail devrait être conduit pour en tirer des enseignements sur la pérennité d'une organisation humaine du type de celle qui devra être mise en place pour surveiller, maintenir et assurer la pérennité des stockages géologiques profonds.

Les mesures d'évitement et de réduction de ces risques devraient également être traitées, la difficulté résidant dans le calcul de leur coût et des moyens d'éviter de les reporter sur les générations futures.

L'Ae observe que la complexité de la gestion du long terme provient du choix opéré (et inscrit dans la loi) de concentrer et de confiner les déchets sur une durée extrêmement longue, alors que les règles de la physique tendent à disperser les éléments au fil des âges géologiques. La justification de ce choix provient de la toxicité (chimique et radiologique) d'éléments dont le niveau est trop élevé pour risquer leur dispersion. Il serait utile pour le public d'illustrer les ordres de grandeur par quelques chiffres représentatifs des phénomènes en jeu (par exemple : masse de plutonium présente dans la croûte terrestre, concentration maximale admissible par les organismes vivants, masse produite par l'homme à ce jour et concentrations obtenues et impact en cas de diffusion de cette masse dans la biosphère, etc.).

La durée sur laquelle ces matières et déchets peuvent produire leurs effets devrait également conduire à s'interroger sur le devenir et les impacts sanitaires et environnementaux des substances exportées par la France hors du territoire national et, en corollaire, sur des modalités de gestion cohérentes avec les règles en vigueur sur le territoire national.

2.2 Procéder à l'évaluation environnementale des nouvelles filières de recyclage des déchets

La France a choisi d'interdire la « libération¹⁵ » des déchets en-dessous d'un seuil de radioactivité¹⁶, ce qui conduit à chercher à réduire les volumes à gérer dans les stockages des déchets de très faible activité (TFA) et à retarder leur saturation. Ces déchets représentaient, fin 2010, 360 000 m³ soit 27 % du volume de déchets radioactifs produits en France pour moins de 0,01 % de la radioactivité de tous les déchets radioactifs. Ils devraient représenter la moitié des déchets en 2030. La source principale de ces déchets est le démantèlement des installations nucléaires. Le PNGMDR 2013-2015 souligne l'importance du recyclage des déchets de faible activité afin, notamment de limiter les volumes de stockage en général et dans la perspective de la saturation du Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage¹⁷ (Cires) de l'Andra situé dans l'Aube.

Le PNGMDR en vigueur prend note de l'arrêt de l'usine Centraco¹⁸ de Marcoule suite à l'accident de 2011, des difficultés attendues sur la filière de recyclage des métaux ferreux du fait de l'arrêt du four de fusion Centraco¹⁹ et de l'arrêt programmé pour 2013 de l'activité de recyclage du plomb. Fort de ce constat et de l'importance de diminuer le volume des déchets stockés par l'Andra, le PNGMDR prévoit que : « *L'Andra, AREVA, le CEA et EDF évalueront les modalités de réalisation d'une filière de valorisation des matériaux*

¹⁵ Ce terme est défini par l'AIEA (Normes de sûreté, Collection Sécurité n°115-I, Vienne, 1994) comme la : « *Soustraction de matières radioactives ou d'objets radioactifs associés à des pratiques autorisées à tout contrôle ultérieur de l'Organisme de réglementation* ». Il s'agit d'une traduction littérale de l'anglais « *release* » qui semble propre au domaine nucléaire.

¹⁶ Dans l'Union Européenne, la « libération » est légale en vertu de l'article 5 de la directive 96/29/EURATOM sous réserve que l'inventaire radioactif de ces déchets soit conforme aux seuils de libération fixés par les autorités nationales.

¹⁷ Ce centre devrait être saturé en 2025, plus tôt que ce qui était initialement prévu, sa capacité réglementaire autorisée de 650 000 m³ sera alors atteinte.

¹⁸ Cette usine de l'entreprise Socodei située dans la commune de Codolet (Gard), filiale d'EDF, a une double activité de fusion des déchets métalliques et d'incinération des déchets combustibles. L'accident a eu lieu sur le four de fusion. L'unité d'incinération a pu redémarrer à la mi-juillet 2012 après 10 mois d'interruption.

¹⁹ L'unité de fusion des déchets métalliques a été de nouveau autorisée par l'ASN : Décision n° CODEP-DRC-2015-013495 du Président de l'Autorité de sûreté nucléaire du 9 avril 2015.

métalliques et présenteront une synthèse des différents travaux réalisés avant le 31 décembre 2014.» Toujours pour ce qui concerne les métaux, l'Andra doit présenter au groupe de travail du PNGMDR, sans date arrêtée : *« les filières de gestion des déchets issus du démantèlement de l'usine Georges Besse I d'Eurodif et plus particulièrement l'inventaire des déchets susceptibles d'être valorisés. »* Ce démantèlement doit en effet produire environ 130 000 tonnes de déchets métalliques à partir de 2021.

Le PNGMDR demande également à l'Andra de poursuivre les études concernant la mise en place d'une filière de recyclage des gravats finement concassés et d'en présenter le bilan avant le 30 juin 2014. Enfin, l'Andra doit établir le retour d'expérience de la fermeture pendant un an de l'installation d'incinération de l'usine Centraco et faire des propositions visant à sécuriser la filière d'incinération des déchets.

L'Ae souligne l'enjeu environnemental majeur que représente la gestion des déchets de très faible activité. Elle n'a pas eu connaissance des résultats des expertises récentes sur ce sujet mais considère que la perspective d'une mise en place de filières de valorisation de ces déchets conduirait à les sortir du strict domaine de la gestion des déchets radioactifs. Il importe donc que l'évaluation environnementale porte une attention particulière aux impacts de ces déchets lors des processus de transformation et de valorisation sur l'ensemble de leur cycle de vie.

L'Ae recommande de mener une évaluation d'impact approfondie des filières proposées pour la valorisation des déchets de très faible activité portant sur l'intégralité de leur cycle de vie.

2.3 Évaluer les risques liés au transfert éventuel des substances dans l'environnement

Les déchets radioactifs sont classés par famille par l'Andra en fonction de divers critères de production, d'activité et de durée de vie, ainsi que des propriétés physicochimiques. Plus d'une centaine de déchets font ainsi l'objet de fiches qui comportent quelques indications sur des éléments minéraux toxiques potentiellement présents. Cette classification, peut constituer un bon point de départ pour évaluer les risques liés aux options présentées dans le PNGMDR. En effet ces risques dépendent de deux facteurs clés pour chacune des substances présentes dans les colis de déchets²⁰ : i) leur devenir dans l'environnement, ii) l'effet aux concentrations susceptibles d'être atteintes sur les différents compartiments de l'environnement et la santé humaine. Cet effet s'entend aussi bien pour l'impact radiologique que pour la toxicité chimique des déchets.

Les installations nucléaires de base (INB) et les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) soumises à autorisation ne peuvent être autorisées qu'après étude d'impact. C'est donc au sein des documents accompagnant la demande d'autorisation que l'on trouvera les évaluations de risque détaillées relatives à chacune de ces installations. Au niveau du plan stratégique, il importera de construire le cadre de ces évaluations et de fournir les ordres de grandeurs qui permettront de comprendre les raisons environnementales des choix opérés. Ainsi l'Ae s'attend à trouver pour chaque type de déchet, quelle que soit sa classification radiologique :

- la liste des substances susceptibles d'être présentes dans les colis de déchets avec une estimation de leurs volumes, y compris celles qui ne contiennent pas de radionucléide mais sont éventuellement toxiques (ces substances sont classées en TFA) ;
- les principales propriétés de transfert et de transformation de ces substances dans les compartiments de l'environnement ;
- les effets sur l'homme, la faune et la flore tant du point de vue radiologique que toxicologique ;
- les calculs de risque, sous hypothèse majorante, liés à ces différentes substances en fonction des options de gestion des matières et déchets ;
- les préconisations pour éviter ou réduire ces risques.

Les évaluations ci-dessus s'entendent pour les matières et déchets admis dans le cycle de traitement, entreposage et stockage à toutes les étapes et pas seulement une fois le traitement effectué. Cela concerne

²⁰ Les colis de déchets radioactifs sont constitués de ces déchets radioactifs conditionnés et emballés (définition : inventaire national 2015).

également les substances dont la « libération » serait accidentelle. À cet égard il conviendrait de traiter à court, moyen, et long terme des risques accidentels dans l'ensemble des activités nucléaires en tant que source de déchets, qu'il s'agisse d'incidents simples comme des erreurs de tri des déchets ou bien des risques accrus de contaminations de l'environnement liées aux situations de crise en cas d'accident grave ou majeur.

L'Ae a constaté qu'il existait de nombreuses incertitudes et lacunes de la connaissance des propriétés écotoxicologiques de substances utilisées dans l'industrie nucléaire²¹. Le PNGMDR en cours admet également que « *la dangerosité chimique de certains déchets TFA peut être élevée* ». La liste de l'Andra n'évoque pas, par exemple, la présence de substance organique et ne mentionne pas sous quelle forme chimique les substances minérales sont présentes. Or la spéciation²² de ces substances gouverne en grande partie leur devenir et leur toxicité. Le plan stratégique devrait au moins recenser ces substances dès lors qu'elles sont présentes dans les matières et déchets concernés par le PNGMDR, proposer (éventuellement en lien avec l'IRSN²³ et l'ANSES²⁴) des valeurs toxicologiques de référence quand il n'en existe pas et, le cas échéant, inclure dans le volet recherche les dispositions qui permettent de lever ces incertitudes²⁵.

3 Les questions de cadrage posées

3.1 Présentation générale du PNGMDR

Question 1. Comment prendre en compte la loi sur la transition énergétique et la programmation pluriannuelle de l'énergie dans l'évaluation environnementale ?

Au moment de l'adoption du présent avis, l'examen parlementaire du projet de loi relatif à la transition énergétique pour la croissance verte touchait à sa fin. Le projet comporte les éléments suivants, susceptibles d'après l'Ae d'être pris en compte dans le cadre du PNGMDR et de son évaluation environnementale, sous réserve de la promulgation de cette loi :

L'article L. 100-1 du code de l'énergie précisera que : « *La politique énergétique [...] 4° Préserve la santé humaine et l'environnement, en particulier en luttant contre l'aggravation de l'effet de serre et contre les risques industriels majeurs, en réduisant l'exposition des citoyens à la pollution de l'air et en garantissant la sûreté nucléaire* ».

L'article L. 100-4 - I du même code précisera que : « *La politique énergétique nationale a pour objectifs :*

- *2° De réduire la consommation énergétique finale de 50 % en 2050 par rapport à la référence 2012, en visant un objectif intermédiaire de 20 % en 2030. [...]* ;
- *5° De réduire la part du nucléaire dans la production d'électricité à 50 % à l'horizon 2025* ».

L'article L. 593-25 du code de l'environnement stipulera que : « *Lorsque le fonctionnement d'une installation nucléaire de base ou d'une partie d'une telle installation est arrêté définitivement, son exploitant procède à son démantèlement dans un délai aussi court que possible, dans des conditions économiquement acceptables [...]* »

La programmation pluriannuelle de l'énergie doit faire l'objet d'ici fin 2015 d'un décret et d'un rapport présenté au Parlement.

²¹ Avis délibérés de l'Ae n° 2014-91 du 17 décembre 2014 sur l'exploitation d'ICPE du Cires de l'ANDRA à Morvilliers (10) et n° 2013-83 du 18 septembre 2013 sur la demande d'autorisation de modification de l'installation nucléaire de base (INB) n°118 de l'établissement AREVA NC de La Hague (50).

²² La spéciation chimique d'un élément est la distinction entre les différentes formes de liaisons possibles (les espèces) de cet élément dans un environnement donné (définition : wikipedia).

²³ Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire.

²⁴ Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, l'environnement et du travail.

²⁵ Il s'agit d'une application directe du caractère de principe d'action du principe de précaution de la Constitution française qui exige des autorités publiques : « [...] dans leurs domaines d'attributions, [à] la mise en œuvre de procédures d'évaluation des risques [...] »

Ces choix pourraient modifier les flux de combustibles et de déchets à gérer, nécessiter l'accélération du démantèlement de centrales électronucléaires et donc modifier la temporalité de la production des déchets et leur volume. D'autres éléments susceptibles d'influencer ces paramètres doivent être pris en compte, au premier rang desquels la décision de démantèlement de la centrale de Fessenheim (Haut-Rhin) qui devrait ainsi avoir pour effet de produire les premiers déchets de démantèlement d'un réacteur à eau pressurisée en France.

L'inventaire national des matières et déchets radioactifs établi par l'Andra pour 2015 élabore un scénario intitulé « *Non-renouvellement de la production électronucléaire* » comportant une hypothèse de non renouvellement des centrales nucléaires (cf. ci-dessus). Considérant que dans ce cas, après valorisation du plutonium, les combustibles usés deviennent des déchets, l'Andra évalue à 28 000 tML²⁶ la quantité de déchets de haute activité supplémentaires qui devraient être stockés en couche profonde. Le scénario de référence « *postule de fait l'existence, à l'échéance du renouvellement du parc, de réacteurs capables de consommer le plutonium valorisé et non consommé dans le parc actuel. Il ne préjuge pas de la quantité des matières et déchets radioactifs produite par ces nouveaux réacteurs puisque non autorisés au 31 décembre 2013*²⁷. » L'Ae relève que la dissymétrie des hypothèses conduit au « paradoxe » suivant : l'arrêt de la production électronucléaire engendre plus de déchets HA inventoriés que sa poursuite.

L'Ae considère que tous ces éléments constituent les variables d'entrées d'un exercice de prospective qui permettra de modéliser les futurs possibles en termes de production de déchets. Il conviendra de s'attacher à établir des scénarios comparables qui évaluent la quantité de déchets sur des cycles de vie complets afin d'assurer que les résultats des simulations soient comparables (cf. « paradoxe » ci-dessus). L'évaluation environnementale devrait, pour l'Ae, s'attacher à fournir une image réaliste des impacts des scénarios les plus contrastés afin d'éclairer le public sur les conséquences environnementales des choix opérés dans le domaine de la production électronucléaire et des déchets radioactifs.

L'Ae recommande :

- **de présenter dans le PNGMDR une vision prospective, tenant compte des objectifs de mix énergétique qui auront été inscrits dans la loi de transition énergétique, afin d'estimer, selon chacun des scénarios retenus, le besoin de production électronucléaire en France à l'horizon 2025 ;**
- **de déduire de ces scénarios la quantité de matières et déchets radioactifs qu'il faudra gérer à différentes échelles de temps sur le cycle de vie des technologies proposées et des radionucléides ;**
- **d'évaluer les impacts environnementaux à partir des données issues de ces scénarios prospectifs.**

3.2 Analyse de l'état initial et enjeux environnementaux

Question 2. Le projet Cigéo est-il bien inclus dans l'état initial de l'évaluation environnementale ?

Le projet Cigéo est prévu par la loi de 2006 et doit faire l'objet d'une demande d'autorisation de création en 2015. L'Ae a appris, en lisant le document d'évaluation de la Commission nationale d'évaluation des recherches et études relatives à la gestion des matières et déchets radioactifs²⁸ (CNE), que cette demande était maintenant reportée à 2017 pour des raisons techniques qui imposent la poursuite des recherches. L'Ae note que de ce fait, et malgré le retard constaté, le programme reste ambitieux puisqu'il s'appuie sur des résultats de recherche à venir donc, par nature, source de nombreux aléas. Les références de centres de stockage de déchets à haute activité et à vie longue sont très peu nombreuses dans le monde puisque aucune installation n'a, à ce jour, été mise en service. Des demandes d'autorisation de création de ce type de stockage ont été déposées aux États-Unis, en Finlande et en Suède²⁹. Des stockages expérimentaux ont toutefois été réalisés, sur lesquels un retour sur expérience pourrait être utilement présenté.

²⁶ Tonnes d'équivalent métaux lourds. Dans le domaine du combustible nucléaire, ensemble des actinides. En pratique, cette expression concerne essentiellement l'uranium, le plutonium et le thorium dont la quantité est exprimée en tML afin de mieux en quantifier la part valorisable.

²⁷ Page 45 de l'inventaire 2015 de l'Andra.

²⁸ Rapport d'évaluation numéro 9, CNE, juin 2015.

²⁹ Cf. : Le stockage en couche géologique profonde à l'international (IRSN) <http://www.irsn.fr/dechets/dechets-radioactifs/Pages/stockage-international.aspx>. Le projet américain du site de Yucca Mountain est cependant actuellement suspendu.

Pour l'Ae, le projet Cigéo en tant que projet faisant l'objet d'une loi est un élément de contexte incontournable. Pour autant, s'agissant d'un projet dont on ne peut dire aujourd'hui avec certitude qu'il est réalisable, du fait d'incertitudes scientifiques, ni *a fortiori* s'il sera autorisé, il ne peut être considéré comme intangible. L'évaluation environnementale devrait donc tenir compte de ces incertitudes à l'aide de scénarios réalistes de réalisation et de calendrier du projet Cigéo.

L'état initial d'une évaluation environnementale permet en premier lieu une description précise d'un territoire avant la réalisation d'un projet. L'Ae recommande que cet état initial tienne compte de la situation environnementale, sanitaire et économique de façon assez large et qu'il aborde la situation dans sa dimension dynamique. Il est souvent utile dans un exercice de planification de concevoir dans le cadre de l'évaluation de l'état initial un scénario qui exclut la réalisation des projets planifiés et qui définit ainsi le scénario de référence auquel sont comparés les impacts et les bénéfices environnementaux. Cela n'empêche d'ailleurs pas d'imaginer d'autres scénarios plus ou moins contrastés qui seront analysés d'autant plus facilement que l'état initial est correctement décrit.

L'Ae recommande de prendre en compte, dans l'évaluation du PNGMDR, le projet Cigéo comme une composante potentielle des scénarios qui dessinent l'avenir de la gestion des déchets radioactifs de haute activité et de moyenne activité à vie longue (« scénario de référence »). Cette prise en compte n'exclut pas les inférences qu'il conviendra de formuler sur les différentes hypothèses techniques et temporelles encore non stabilisées et l'utilisation d'un scénario de référence sans Cigéo.

Question 3. Comment prendre en compte, dans l'évaluation environnementale du PNGMDR, le fait que celui-ci (le projet Cigéo) doive s'inscrire dans les orientations fixées par le cadre législatif, et notamment les dispositions de l'article L.542-1-2 du code de l'environnement qui prévoient le traitement des combustibles usés et le stockage en couche géologique profonde pour les déchets HA-MAVL (haute activité et de moyenne activité à vie longue) ?

Plusieurs principes peuvent guider l'ASN et la DGEC pour la prise en compte du projet Cigéo dans l'évaluation environnementale. Remarquons tout d'abord que si la loi oblige le PNGMDR à inscrire Cigéo dans ses orientations propres, cette obligation ne s'étend pas nécessairement à l'évaluation environnementale, qui vise à intégrer l'environnement dans l'élaboration du document de planification et à aider le décideur à établir ses choix au vu des enjeux environnementaux et sanitaires.

Le projet Cigéo n'est pas encore stabilisé, notamment en raison d'incertitudes scientifiques. L'évaluation environnementale doit de ce point de vue s'attacher à lister de façon aussi exhaustive que possible les impacts environnementaux possibles en fonction des diverses hypothèses techniques plausibles et à évaluer les moyens de les éviter ou les réduire. Les incertitudes devront dans ce cas être également évaluées afin d'informer pleinement les décideurs et le public du niveau de confiance à accorder à chacune des options possibles et des espoirs mis dans les programmes de recherche prévues au PNGMDR pour lever ces incertitudes.

Le projet de loi pour la croissance, l'activité et l'égalité des chances économiques a été adopté peu avant la délibération du présent avis. Il comporte un article 201 qui précise les conditions de réversibilité d'un stockage géologique et prévoit que : « *L'exploitation du centre débute par une phase industrielle pilote permettant de conforter le caractère réversible et la démonstration de sûreté de l'installation, notamment par un programme d'essais in situ* ». Ce texte s'appliquera donc au projet Cigéo qui devra, entre l'obtention de son autorisation de création et son autorisation de mise en service mettre, en œuvre cette phase industrielle pilote. L'Ae considère qu'il est du ressort du PNGMDR d'explicitier en quoi consistera cette phase industrielle pilote, comment elle sera dimensionnée, quel sera son calendrier (facteur conditionnant le remplissage ou la dimension de nombreux sites d'entreposage), quelles seront ses limites, notamment du fait de la prise en compte des possibles impacts environnementaux, en particulier en cas d'aléas, et comment ces impacts seront évalués.

L'Ae rappelle ici l'importance de la prise en compte du temps long et des générations futures exposées au paragraphe 2.1 du présent avis. Le projet Cigéo est emblématique de l'importance qu'il convient de consacrer à ces questions dans l'évaluation environnementale. Il conviendra notamment d'éclairer la

question de la réversibilité du stockage et des façons de la garantir sans surcoût³⁰ pour les générations futures. L'Ae suggère notamment de mieux expliciter la notion de réversibilité que le public pourra comprendre comme une notion absolue alors même que les spécialistes de sûreté nucléaire la considèrent comme limitée dans le temps³¹.

Par ailleurs, la prise en compte de scénarios de référence avec et sans Cigéo (cf. réponse à la question n° 2) et des divers scénarios envisagés dans l'inventaire national conduit à évaluer l'impact d'un arrêt anticipé des activités de traitement des combustibles usés, et particulièrement les conséquences du classement de combustibles en déchets – lesquels devraient alors être stockés.

L'Ae recommande d'attacher une importance particulière au projet Cigéo dans l'évaluation environnementale du PNGMDR en abordant notamment les questions suivantes :

- ***la prise en compte des incertitudes ;***
- ***l'évaluation des possibles réductions d'incertitudes du fait des recherches prévues au PNGMDR ;***
- ***les impacts environnementaux possibles de la phase industrielle pilote, y compris les aléas éventuels ;***
- ***le cadrage de l'étude d'impact du projet industriel pilote qui précédera la demande d'autorisation de mise en service ;***
- ***la prise en compte du temps long, de la réversibilité et des intérêts des générations futures.***

Elle recommande par ailleurs d'évaluer les impacts d'un scénario dans lequel les activités de traitement seraient arrêtées, et de les traiter selon les différents scénarios de référence (avec ou sans stockage géologique profond).

Question 4. Comment traiter la question de l'impact du transport des déchets et matières radioactifs ?

L'Ae note que pour certains déchets la dispersion géographique des acteurs et des sites de la filière est assez importante, ce qui induit des trajets significatifs. Ainsi, le regroupement et le tri des déchets peuvent avoir lieu sur un site (comme le CEA de Saclay ou le Cires dans l'Aube), l'incinération dépendre d'un transport vers l'usine Centraco (dans le Gard) puis le stockage du déchet solide résiduel passer par un retour au Cires. Ces nombreux transports créent des risques de dissémination par accident ou malveillance et induisent des émissions de gaz à effet de serre ou de polluants atmosphériques qu'il convient d'éviter. La complexité des parcours peut multiplier les manipulations et les risques associés.

Le PNGMDR évoque le fait que : « *l'Andra considère qu'il convient de privilégier des installations adaptées au mieux à la nature et aux volumes des déchets à traiter afin de minimiser les coûts de traitements* ». L'Ae insiste sur le fait qu'il convient également de privilégier les installations minimisant les impacts environnementaux lesquels pourraient, s'ils étaient pris en compte au niveau requis par le code de l'environnement, conduire à des optimums différents de ceux basés sur les seuls coûts de traitement.

L'évaluation environnementale établira un bilan précis des flux et fournira une estimation des divers risques de rejets de polluants et de radionucléides dans l'environnement. Cette évaluation devrait idéalement s'attacher à comparer les impacts environnementaux de diverses options dans l'organisation des flux et donc ouvrir la voie à la prise en considération des impacts environnementaux dans les choix proposés au public et *in fine* effectués par les pouvoirs publics pour la version définitive du PNGMDR.

L'Ae recommande de procéder à l'étude de l'impact de l'ensemble des flux de matières et déchets radioactifs, transports compris, et de nourrir par ce moyen les raisons environnementales du choix des filières effectué dans le PNGMDR.

³⁰ Le PNGMDR 2013-2015 illustre la réversibilité dans un schéma page 154 qui montre que les coûts de récupération augmentent avec le temps et font donc potentiellement peser un coût économique sur les générations futures.

³¹ L'ASN « rappelle » dans son avis n°2011-AV-129 du 26 juillet 2011 que : « *La réversibilité ne peut avoir qu'une durée limitée.* » (voir aussi ci-dessus). Par ailleurs, l'article L. 542-10-1 du code de l'environnement précise que « *Cette durée ne peut être inférieure à cent ans.* »

Annexe



MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE,
DU DÉVELOPPEMENT DURABLE
ET DE L'ÉNERGIE

Montrouge, le 30 AVR. 2015

N/Réf. DGEC : 135
Affaire suivie par : Nina CHINI
Tél. : 01 40 81 98 99
Fax : 01 40 81 20 79
Mél : nina.chini@i-carre.net

Le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire
et
Le Directeur général de l'énergie et du climat

N/Réf. ASN : CODEP-DRC-2015-004146
Affaire suivie par : Karine AVERSENG
Tél. : 01 43 19 71 95
Fax : 01 43 19 71 66
Mél : karine.averseng@asn.fr

à
Monsieur le Président de l'Autorité
environnementale

Objet : Cadrage de l'évaluation environnementale du Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs 2016-2018

Conformément aux dispositions de l'article L. 542-1-2 du code de l'environnement, le Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs (PNGMDR), couvrant la période 2016-2018, sera établi au cours de l'année 2015. En application des dispositions des articles L. 122-4 et suivants du code de l'environnement, celui-ci devra faire l'objet d'une évaluation environnementale. Le PNGMDR et le rapport environnemental seront ainsi soumis à la formation d'autorité environnementale du Conseil général de l'environnement et du développement durable en application de l'article R.122-17-I du code de l'environnement.

S'agissant de l'établissement de la première évaluation environnementale du PNGMDR, **nous souhaiterions disposer d'éléments de cadrage sur l'ampleur et le degré de précision des informations à fournir dans le rapport environnemental comme le prévoit l'article R. 122-19 du code de l'environnement.**

L'analyse préalable que nous avons menée nous conduit à proposer les orientations suivantes.

1. Il nous paraît important que ce premier rapport d'évaluation environnementale s'attache à présenter les objectifs du PNGMDR et le cadre législatif dans lequel il s'inscrit, ce cadre donnant des orientations précises qui encadrent les options possibles pour la gestion des matières et des déchets radioactifs.
2. S'agissant du premier exercice, une attention particulière sera portée à la description de l'état initial de la gestion des matières et déchets radioactifs avant la rédaction du PNGMDR 2016-2018.
3. Concernant l'exposé des motifs ayant conduit à l'adoption du Plan, les bénéfices apportés par le Plan et les mesures prises pour éviter, limiter ou compenser les éventuelles incidences négatives, il nous semble essentiel que l'analyse menée s'inscrive dans une démarche de gestion à long terme, dans la mesure où le plan ne concerne pas les décisions d'exploitation courante prises au jour le jour.

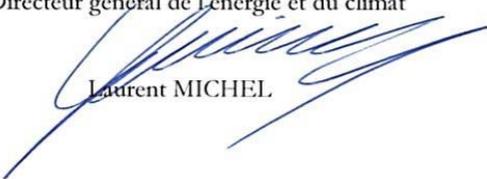
Nous vous soumettons ainsi, en annexe au présent courrier, nos propositions d'orientations complétées de quelques interrogations pour mener cette évaluation environnementale. L'objectif de cette dernière est notamment de renforcer la prise en compte des considérations environnementales dans l'élaboration du PNGMDR, en vue de promouvoir un développement durable.

Nous nous tenons à votre disposition pour vous apporter de plus amples précisions sur nos propositions et prendre connaissance des éléments que vous jugez pertinents d'intégrer à cette proposition afin d'ajuster le contenu du rapport environnemental. Une réunion pourrait être organisée à cet effet.

Le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Le Directeur général de l'énergie et du climat


Pierre-Franck CHEVET


Laurent MICHEL

Copie :

DGEC : MM Gard, David et Louët

ASN : MM Chevet, Niel, Legrand, Lachaume, Schilz, Tanguy, Monaco-Back, Mme Averseng

ANNEXE

1. Présentation générale du PNGMDR

Dans cette partie, nous proposons de rappeler le cadre juridique (directives européennes et législation française) de la gestion des matières et déchets radioactifs ainsi que les objectifs et le contenu du PNGMDR (article L. 542-1-2 du code de l'environnement) qui vise à :

- 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,
- déterminer les objectifs à atteindre pour les déchets radioactifs qui ne font pas encore l'objet d'un mode de gestion définitif.

Nous pensons nécessaire de décrire le cadre dans lequel s'inscrit l'établissement du PNGMDR tenant notamment compte :

- des dispositions de la directive européenne du 19 juillet 2011 établissant un cadre communautaire pour la gestion responsable et sûre des déchets radioactifs et du combustible usé ;
- des dispositions de la loi de programme du 28 juin 2006 relative à la gestion durable des matières et des déchets radioactifs ;
- des dispositions du code de l'environnement, notamment les objectifs généraux définis à l'article L. 541-1 et les orientations fixées au II de l'article L. 542-1-2 du code de l'environnement qui prévoit :
 - *« qu'une réduction de la quantité et de la nocivité des déchets radioactifs est recherchée par le traitement des combustibles usés et le traitement et le conditionnement des déchets radioactifs,*
 - *que les matières radioactives en attente de traitement et les déchets radioactifs ultimes en attente d'un stockage sont entreposés dans des installations spécialement aménagées à cet usage,*
 - *qu'après entreposage, les déchets radioactifs ultimes ne pouvant pour des raisons de sûreté nucléaire ou de radioprotection être stockés en surface ou en faible profondeur font l'objet d'un stockage en couche géologique profonde » ;*
- des dispositions du code de la santé publique qui restreignent, sauf dérogation, les possibilités de réutilisation et de valorisation de matériaux et déchets radioactifs provenant d'activités nucléaires.

Concernant l'articulation du PNGMDR avec les autres plans ou programmes, nous proposons d'analyser les interactions avec la future programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) prévue par le projet de loi sur la transition énergétique pour la croissance verte, si elle est disponible.

Demandes de clarification :

- Comment prendre en compte la loi sur la transition énergétique et la PPE dans l'évaluation environnementale ?

2. Analyse de l'état initial et enjeux environnementaux

S'agissant de la première évaluation environnementale du Plan, nous proposons de **présenter un « point zéro » relatif à la production et au traitement des matières et des déchets radioactifs.**

Nous proposerons de présenter l'évolution de la gestion des matières et des déchets radioactifs en l'absence de mise en œuvre du prochain PNGMDR (le PNGMDR 2016-2018), c'est-à-dire que nous proposons de présenter pour chaque catégorie de matières et de déchets radioactifs :

- l'état de la production des déchets,
- la description des principales installations de gestion (entrepôts, stockages, etc.) et l'état de la situation telle qu'elle est créée par l'application du PNGMDR 2013-2015 (filiales existantes ou en projet, saturation prévue ou non des installations de la filière, besoin de création d'installations, etc.)

Nous proposons également de **présenter les impacts liés à la gestion des matières et déchets radioactifs** en mentionnant :

- les rejets produits par le traitement, le conditionnement et l'entreposage sur les principales installations de gestion des matières et déchets radioactifs,
- les transports induits par la gestion des matières et déchets radioactifs,
- les impacts environnementaux et les bénéfices d'un point de vue de la protection des intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement créés par les installations dédiées à la gestion des matières et des déchets (les installations centralisées des exploitants dédiées à la gestion des matières et déchets, La Hague, Centraco, les centres de stockages...).

En complément des installations listées ci-dessus, nous proposons de mentionner les installations de gestion de déchets en projet (traitement, entreposage, stockage) telles qu'elles figurent aujourd'hui dans le PNGMDR 2013-2015, notamment le projet de stockage en couche géologique profonde et d'en décrire les principaux enjeux environnementaux.

Demandes de clarification :

- Le projet Cigéo est-il bien inclus dans l'état initial de l'évaluation environnementale ?
- Comment prendre en compte, dans l'évaluation environnementale du PNGMDR, le fait que celui-ci doit s'inscrire dans les orientations fixées par le cadre législatif, et notamment les dispositions de l'article L. 542-1-2 du code de l'environnement qui prévoient le traitement des combustibles usés et le stockage en couche géologique profonde pour les déchets HA-MAVL (haute activité et de moyenne activité à vie longue) ?
- Comment traiter la question de l'impact du transport des déchets et matières radioactifs ?

3. Exposés des options possibles de gestion des matières et des déchets radioactifs, des motifs pour lesquels le PNGMDR a été retenu et des mesures prises pour éviter, limiter ou compenser les éventuelles incidences négatives

Nous proposons de présenter une analyse macroscopique en présentant les principaux enjeux environnementaux (eau, air, sol, santé humaine), l'ensemble des impacts détaillés étant abordés dans les projets de création d'installations ou de modifications d'installations existantes. Il convient de souligner que les effets doivent être appréciés au-delà de la période triennale du PNGMDR et qu'ils doivent être mis en perspective dans le cadre d'une gestion à moyen et long terme.

L'évaluation environnementale du PNGMDR devrait présenter, pour les principales orientations du Plan :

- les options possibles de gestion des matières et des déchets radioactifs,
- les avantages/inconvénients de ces options,
- la justification des recommandations retenues au regard des objectifs du Plan, du cadre mentionné au §1. dans lequel elles s'inscrivent, et de la prise en compte des intérêts protégés,
- les bénéfices apportés ou les mesures prises pour éviter, limiter ou compenser les éventuelles incidences négatives ainsi que les dépenses associées.

Nous proposons notamment de développer cette analyse pour les thématiques suivantes, qui feront probablement partie des évolutions du PNGMDR 2016-2018 :

- pour les déchets disposant de filières de gestion en exploitation, l'optimisation de ces filières avec un focus sur la gestion des déchets provenant du démantèlement/assainissement représentant les volumes les plus importants,
- pour les déchets de type FAVL, les solutions envisageables (traitements...) tenant compte des impacts environnementaux.

4. Suivi environnemental du PNGMDR

En complément des indicateurs du PNGMDR déjà définis dans la version 2013-2015 du Plan et qui devront être développés (production des déchets, suivi de la saturation des installations, taux de déchets incinérés/de matériaux valorisés...), de nouveaux indicateurs devront être identifiés afin d'évaluer l'impact sur l'environnement des mesures prises dans le cadre du PNGMDR.

5. Autres items

Conformément aux dispositions de l'article R. 122-20 du code de l'environnement, le rapport environnemental présentera les méthodes utilisées pour l'établir et un résumé non technique des informations y figurant. Par ailleurs, le processus d'élaboration du projet de PNGMDR établi au sein d'un groupe de travail pluraliste, puis soumis à la consultation du public y sera présenté.

6. Résumé non technique

L'objet de ce résumé visera à restituer les éléments essentiels du rapport environnemental et à les rendre aisément compréhensibles pour le public.