

La gestion des déchets nucléaires

Par Laurent MICHEL
et Aurélien LOUIS

Direction générale de l'Énergie et du Climat (DGEC/MTES)

À l'instar de toutes les autres industries, les activités nucléaires civiles et militaires produisent des déchets, c'est-à-dire des substances ne disposant pas de perspectives de valorisation et donc destinées, *a priori*, à l'élimination. Par comparaison à d'autres industries, les quantités et la nature des déchets issus de l'industrie nucléaire sont, en revanche, relativement bien connues (voir à ce propos l'inventaire national tenu par l'Andra : <https://inventaire.andra.fr/>). L'entreposage de ces déchets est aujourd'hui bien maîtrisé et est réalisé dans de bonnes conditions. Pourtant, la problématique de la gestion des déchets produits par l'industrie nucléaire est régulièrement présentée comme un des obstacles majeurs de l'accès du nucléaire au statut d'activité durable. Pour quelle raison ? En partie du fait de la nature même de ces déchets : ils sont radioactifs, donc potentiellement nocifs s'ils sont mal gérés. Mais surtout pour certains, ils le sont sur des durées dépassant ce qui se rencontre dans le domaine de la gestion des déchets dits conventionnels. On verra ainsi que le facteur temps joue un rôle essentiel dans la politique de gestion des déchets radioactifs.

La France dispose depuis l'adoption, en 1991, de sa première loi traitant du sujet, d'une longue expérience en la matière. Au moment où ces lignes sont écrites (octobre 2019), elle sort par ailleurs d'un exercice inédit de débat public sur ce sujet sensible. Cet article sera l'occasion d'examiner l'état des lieux de la politique de gestion des déchets en France et d'en dessiner quelques enjeux d'avenir.

La politique française de gestion des déchets nucléaires

Une idée imprègne la politique publique de gestion des déchets : concilier les différentes échelles de temps en face desquelles ceux-ci nous placent. Quelques exemples :

- le temps de nocivité des déchets radioactifs : quelques millions d'années pour ceux qui contiennent les substances les plus actives et aux demi-vies les plus longues ;
- le temps de mise en place d'une solution de gestion : de l'ordre de dix ans pour une installation d'entreposage dans l'attente d'une solution définitive, plusieurs dizaines d'années pour des solutions de stockage géologique ;
- la durée de validité des modes de gestion utilisés aujourd'hui : les horizons de saturation des entreposages existants sont très variables, comme l'est la durée de vie résiduelle « acceptable » de certains modes de conditionnement/entreposage utilisés actuellement avant reprise des déchets ; en théorie, il est toutefois possible aujourd'hui de concevoir des solutions d'entreposage robustes sur des périodes avoisinant la centaine d'années.

Toute politique publique en la matière devra donc gérer, voire jongler avec ces multiples temporalités, ou bien les subir.

La création d'un outil original : le PNGMDR

Dans le cas français, le plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs (PNGMDR) a été instauré à cette fin par la loi du 28 juin 2006. L'article L. 542-1-2 du Code de l'environnement définit les objectifs du PNGMDR :

- dresser le bilan des modes de gestion existants des matières et des déchets radioactifs et des solutions techniques retenues ;
- recenser les besoins prévisibles d'installations d'entreposage ou de stockage et préciser les capacités nécessaires pour ces installations et les durées d'entreposage ;
- fixer les objectifs généraux à atteindre, les principales échéances et les calendriers permettant de respecter ces dernières, en tenant compte des priorités qu'il définit ;
- déterminer les objectifs à atteindre pour les déchets radioactifs qui ne font pas encore l'objet d'un mode de gestion définitif ;
- organiser 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.

Ce même article précise que le PNGMDR comporte, en annexe, une synthèse des réalisations et des recherches conduites dans les pays étrangers.

Notions essentielles sur les déchets nucléaires

Les notions de substances, de matières et de déchets radioactifs sont définies par la réglementation, à l'article L. 542-1-1 du Code de l'environnement.

« Une substance radioactive est une substance qui contient des radionucléides, naturels ou artificiels, dont l'activité (ou radioactivité) ou la concentration justifie un contrôle de radioprotection. »

« Les matières radioactives sont des substances radioactives pour lesquelles une utilisation ultérieure est prévue ou envisagée, le cas échéant après traitement. »

« Les déchets radioactifs sont des substances radioactives pour lesquelles aucune utilisation ultérieure n'est prévue ou envisagée (...) ».

Cinq secteurs économiques utilisent des matières radioactives et produisent des déchets radioactifs : la recherche, l'électronucléaire, la Défense, les industries nucléaires et le médical.

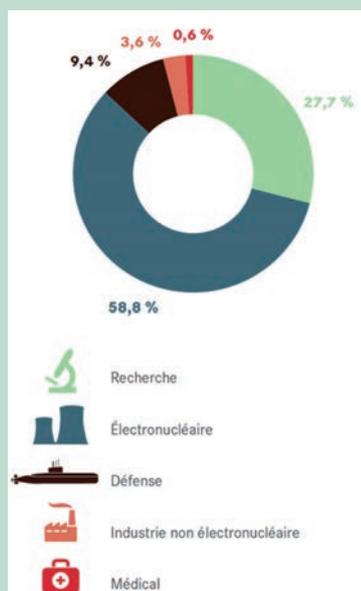


Figure 1 : Part de chaque secteur économique dans les volumes de déchets produits à fin 2016 (source : « Les Essentiels 2018 de l'Andra »).

La classification française usuelle des déchets radioactifs repose sur deux paramètres importants, traduisant le danger lié au déchet, pour définir le mode de gestion approprié :

- **L'activité**, correspondant au nombre de désintégrations radioactives qui se produisent dans un échantillon pendant une seconde. En fonction de la quantité et de la nature des substances radioactives que les déchets contiennent, ceux-ci peuvent être dits de très faible (TFA), faible (FA), moyenne (MA) ou haute activité (HA).
- **La période radioactive** des radioéléments contenus dans le déchet. Cette période radioactive correspond au temps nécessaire pour que la moitié des atomes d'un élément radioactif se soient désintégrés. On distingue les déchets à vie courte (VC), dont les radioéléments ont une période d'existence inférieure à trente et un ans, et ceux à vie longue (VL).

C'est aujourd'hui 1,6 Mm³ de déchets radioactifs qui ont été produits par les cinq secteurs identifiés précédemment et qui auront vocation à rejoindre les centres de l'Agence nationale des déchets radioactifs (Andra) ; leur répartition dans la typologie évoquée plus haut est précisée dans la Figure de droite.

À ces volumes s'ajoutent toutefois des déchets également répertoriés et suivis, mais qui n'ont pas vocation à être gérés ultimement par l'Andra ; il peut s'agir, par exemple, des déchets issus de l'activité minière (stériles et résidus miniers) qui, du fait de leur volume important, ont fait l'objet d'une gestion *in situ*, ou des boues historiques issues du procédé de conversion de l'usine de Malvesi.

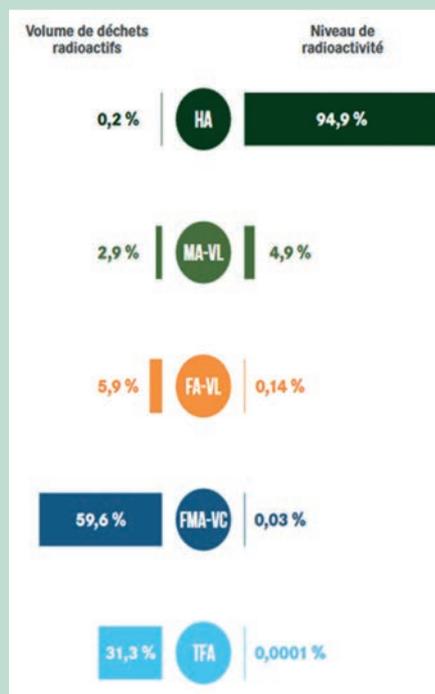


Figure 2 : Répartition du volume et des niveaux de radioactivité des stocks de déchets à fin 2016 (source : « Les Essentiels 2018 de l'Andra »).

Ce plan est prescriptif, dans la mesure où les décisions prises par les autorités administratives doivent être compatibles avec ses prescriptions.

Ce plan doit enfin s'inscrire dans les trois grandes orientations que la loi a fixées :

- la réduction de la quantité et de la nocivité des déchets radioactifs est recherchée notamment par le biais du retraitement des combustibles usés et du traitement et du conditionnement des déchets radioactifs ;
- les matières radioactives en attente de traitement et les déchets radioactifs ultimes en attente d'un stockage sont entreposés dans des installations spécialement aménagées pour cet usage (la distinction entre opéra-

tions d'entreposage et de stockage est précisée dans la partie « Des enjeux pour l'avenir ») ;

- 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.

Le PNGMDR a été publié pour la première fois en 2007, puis a fait l'objet de trois nouvelles éditions en 2010, 2013 et 2016, conformément aux dispositions de l'article L. 542-1-2 du Code de l'environnement, qui prévoit une mise à jour triennale dudit plan (voir l'Encadré ci-dessous qui présente un bilan synthétique de ces précédentes éditions).

Le bilan des précédentes éditions du PNGMDR

Les différentes éditions du PNGMDR ont permis une amélioration progressive et continue des différentes filières de gestion des matières et déchets radioactifs.

• Le PNGMDR 2007-2009

Le premier plan (2007-2009) dressait un état des lieux des travaux menés selon les trois axes d'étude établis par la loi du 30 décembre 1991 pour la gestion des déchets à haute activité et à vie longue (qui a été présentée dans le paragraphe « La création d'un outil original : le PNGMDR »).

S'agissant du stockage géologique profond, le plan confirmait l'intérêt de la couche d'argile du site de Bure, laquelle présente des propriétés physiques favorables au confinement des radionucléides, et notait que les études menées sur le comportement des colis de déchets HA et MA-VL apportaient des garanties sur leur bonne tenue à très long terme.

Le plan 2007-2009 notait également que les études sur la séparation/transmutation, supposée permettre l'élimination des radionucléaires de durée de vie longue, en étaient encore au stade de la recherche.

S'agissant de l'entreposage de longue durée, le plan constatait qu'il ne pouvait constituer une solution satisfaisante pour le traitement des déchets à vie longue, du fait des contraintes qu'il fait peser sur les générations futures. La première édition du plan abordait également la question des déchets de faible activité et à vie longue, pour lesquels il a été demandé à l'Andra d'étudier le concept de stockage à faible profondeur et d'analyser les sites susceptibles d'assurer un tel stockage.

• Les éditions 2010-2012 et 2013-2015 du PNGMDR

Les éditions de 2010-2012, puis de 2013-2015 du PNGMDR ont poursuivi les travaux engagés sur les projets de stockage et sur le conditionnement des déchets anciens. Elles ont également lancé des plans d'action dans de nouveaux domaines : programmation de la reprise de déchets de certains anciens sites d'entreposage, étude de l'impact de la réutilisation historique des stériles miniers, développement de schémas industriels globaux de gestion des matières et déchets radioactifs. Les plans prévoyaient également la consolidation des travaux portant sur le concept de stockage en faible profondeur des déchets à faible activité et à vie longue, en précisant notamment le périmètre des déchets qui pourraient y être stockés.

S'agissant des déchets de faible et moyenne activité à vie courte, les plans précités ont encadré les actions à mener pour favoriser le maintien de la mémoire du site de stockage de la Manche, ainsi que l'évaluation prévisionnelle de l'inventaire radiologique du centre de stockage de l'Aube, au regard de sa capacité autorisée. L'évaluation de l'évolution des capacités disponibles de stockage des déchets très faiblement radioactifs (TFA) dans le centre de Morvilliers a également donné lieu à des préconisations.

Un schéma industriel global de la filière de gestion des déchets TFA présentant plusieurs pistes complémentaires d'optimisation pouvant être mises en œuvre a été dévoilé lors de l'édition 2013-2015 du plan national. Les plans précités ont introduit des axes d'étude concernant le potentiel de valorisation des matières dont les propriétés permettent d'envisager leur utilisation dans de futures générations de réacteurs nucléaires. Les recommandations ont en particulier porté sur l'analyse de scénarios alternatifs, dans lesquels les matières seraient à l'avenir requalifiées en déchets.

• Le PNGMDR 2016-2018

La dernière édition du plan, celle de 2016-2018, renforce la structuration des différentes filières de gestion, en recommandant la constitution ou la mise à jour de schémas industriels globaux associés et insiste sur la nécessité de consolider les prévisions concernant la production de déchets radioactifs, notamment ceux de très faible activité.

Le plan recommande en outre la réalisation d'une étude comparée, du point de vue de l'impact environnemental, entre une stratégie de retraitement des combustibles usés et une stratégie qui reposerait sur l'absence d'un tel retraitement. Il demande de préciser et de développer les scénarios prospectifs d'utilisation des matières valorisables, en veillant à la cohérence de ceux-ci avec les objectifs fixés par la loi de transition énergétique pour la croissance verte. Les études relatives au stockage de ces substances, dans le cas où elles seraient à l'avenir qualifiées de déchets, devront être approfondies par l'Andra, en lien avec leurs propriétaires. Ces études sont en cours.

Concernant la gestion des déchets FA-VL, le dernier PNGMDR demande à l'Andra de réaliser un schéma industriel global de la gestion de l'ensemble de ces déchets, qui devra être remis avant fin 2019. L'édition 2016-2018 du PNGMDR recommande de poursuivre les travaux d'optimisation relatifs aux déchets TFA et aux déchets FMA-VC : il s'agit des travaux portant sur la valorisation de ces déchets, sur les conditions permettant d'augmenter les capacités de stockage des centres actuels et sur les perspectives de solutions de stockage alternatives pour les déchets TFA.

Cette périodicité du PNGMDR inscrit donc la politique française de gestion des déchets radioactifs dans un processus d'amélioration continue, dans lequel les périodes de planification, de mise en œuvre et d'évaluation s'enchaînent.

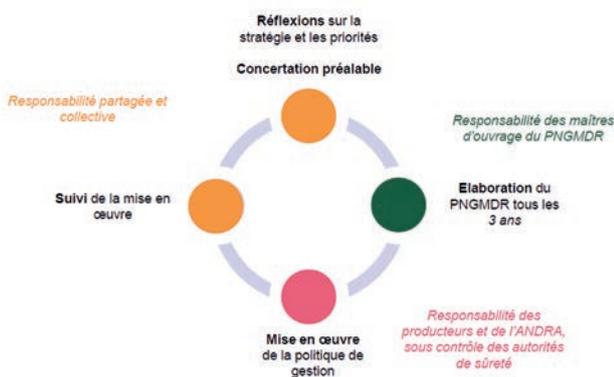


Figure 3 : Le cycle d'amélioration continue de la politique française de gestion des déchets radioactifs.

Une réalisation participative qui s'est renforcée sur le plan de la concertation et de l'évaluation environnementale

Depuis l'origine, une structure est dédiée à l'examen des études menées dans le cadre du PNGMDR et aux travaux de mise à jour de ce plan, le groupe de travail du PNGMDR (GT PNGMDR).

Le GT PNGMDR, groupe de travail pluraliste, rassemble des producteurs et des gestionnaires de déchets radioactifs, des autorités d'évaluation et de contrôle et des associations de protection de l'environnement.

Il est coprésidé par le ministère chargé de l'Énergie et par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN). Il s'appuie sur les travaux menés en particulier par les exploitants et l'Andra, et sur les avis rendus par l'ASN et l'ASN de Défense (ASND). Depuis 2003, il se réunit trois à cinq fois par an.

Depuis l'édition 2016-2018, le PNGMDR, en tant que plan-programme, est par ailleurs soumis à évaluation environnementale. Dorénavant, toutes ses mises à jour doivent donc faire l'objet :

- d'un rapport environnemental qui, établi selon les prescriptions de l'article R. 122-20 du Code de l'environnement, fournit une information scientifique et critique du point de vue de l'environnement sur le PNGMDR avant toute prise de décision, afin de mieux en apprécier les conséquences sur l'environnement ;
- d'un avis de l'Autorité environnementale permettant ainsi de disposer d'une vision intégrée des enjeux associés à la gestion des matières et des déchets radioactifs ;
- d'une consultation du public *via* le site Internet du ministère chargé de l'Énergie, portant sur le projet de PNGMDR (le public pouvant prendre connaissance lors de cette phase de consultation du rapport d'évaluation environnementale et de l'avis émis par l'Autorité environnementale).

Enfin, la tenue d'un débat public constitue une étape importante dans le processus d'élaboration de l'édition à venir du PNGMDR, qui sera la cinquième. Son organisation a été décidée par la Commission nationale du débat public (CNDP). L'ordonnance du 3 août 2016 prévoit en effet que la CNDP soit saisie de tous les plans et programmes de portée nationale et décide des modalités d'organisation de la participation du public.

Des enjeux pour l'avenir

Le débat public qui s'est clôt en septembre 2019 a permis de faire ressortir un certain nombre de grandes interrogations, de grands enjeux pour l'avenir. Sa préparation a donné lieu à une importante documentation (consultable intégralement en ligne : <https://pngmdr.debatpublic.fr/>), qui va constituer un socle précieux pour les futures éditions du plan.

En tant que maître d'ouvrage du plan avec l'Autorité de sûreté nucléaire, la direction générale de l'Énergie et du Climat avait identifié en amont cinq grandes questions, dont la pertinence a été globalement confirmée par les débats :

- Les modalités d'évaluation des perspectives de valorisation des matières nucléaires (combustibles usés, uranium appauvri, uranium de retraitement, etc.) sont-elles crédibles ? Quel est leur degré de confiance ? Quels choix de gestion doivent en découler ?
- L'anticipation de l'évolution des besoins d'entreposage en matière de combustibles usés, dans un contexte où le PNGMDR en cours d'élaboration a identifié un risque de saturation des sites d'entreposage disponibles à un horizon d'une dizaine d'années : comment renforcer la stratégie d'entreposage ? Comment gérer au mieux les risques et aléas liés au fonctionnement des installations du cycle du combustible ? Dans un contexte d'évolution du mix énergétique, sur la base de quels scénarios faut-il définir les futurs besoins d'entreposage ?
- L'optimisation de la gestion des déchets de très faible activité (TFA) : face aux grands volumes attendus dans les prochaines décennies à venir, du fait du démantèlement des installations nucléaires, comment faire évoluer les modalités de gestion actuelles de ces déchets ?
- Les modalités de stockage des déchets de faible activité à vie longue (FA-VL) : face aux difficultés rencontrées pour développer un centre de stockage pour accueillir l'ensemble de ces déchets, quelles alternatives pourraient compléter le projet en cours ?
- Enfin, l'enjeu que revêt l'implication de la société civile dans les grandes décisions liées au projet Cigéo, en particulier celles relatives à la phase industrielle pilote et à la mise en œuvre opérationnelle du principe de réversibilité ; ce à quoi la commission particulière du débat public a tenu à ajouter l'enjeu des alternatives au stockage géologique.

Ces thèmes ont ainsi été largement abordés dans le cadre des divers événements (réunions publiques, ateliers thématiques) organisés dans le cadre du débat. Mais au-delà de la vision thématique, des échanges nourris avec les participants sont ressorties de grandes questions transversales, que les maîtres d'ouvrage devront prendre en considération dans le cadre de leurs futurs travaux :

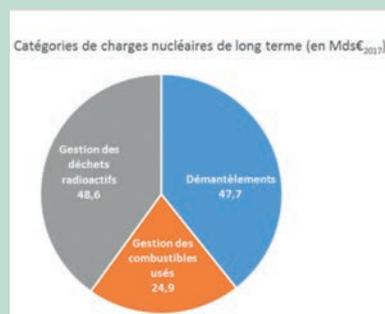
- l'enjeu des impacts environnementaux et sanitaires globaux des options retenues, avec la nécessité, pour y répondre, de renforcer la définition des scénarios possibles et leur évaluation environnementale ;
- la cohérence des différents exercices de planification et la nécessité de redonner de la lisibilité sur les interactions entre mix énergétique, politique du cycle du combustible et gestion des déchets nucléaires ;
- la question de la gouvernance du processus et la nécessité de mieux identifier le rôle joué par chacun des acteurs impliqués afin de renforcer la confiance des parties prenantes dans sa robustesse.

Le dispositif de sécurisation du financement des charges de gestion des déchets

La loi française a introduit un dispositif de sécurisation du financement des charges de gestion des déchets radioactifs et des combustibles usés, ainsi que des charges de démantèlement des installations nucléaires.

Ainsi, les exploitants nucléaires ont l'obligation d'évaluer prudemment ces charges et d'inscrire les provisions afférentes dans leurs comptes. Ils doivent également constituer des actifs dédiés à la couverture de ces provisions, en dehors de celles liées au cycle d'exploitation.

Ce dispositif concerne les déchets radioactifs et combustibles usés déjà produits, ainsi que ceux qui le seront lors des démantèlements. Y sont inclus les déchets des producteurs non électronucléaires collectés par l'Andra. Les charges étaient évaluées au 31 décembre 2017 à environ 121,2 Mds€, dont 47,7 Mds€ pour les opérations de démantèlement (qui ne font pas elles-mêmes l'objet du PNGMDR).



Compte tenu de l'éloignement dans le temps de la concrétisation des dépenses afférentes, les exploitants inscrivent dans leurs comptes des provisions correspondant à la valeur actualisée de ces charges, soit un montant d'environ 50 Mds€.

Le rendement des actifs dédiés à la couverture de ces provisions permettra de couvrir l'intégralité des dépenses nécessaires selon l'échéancier prévu.

