



MINISTÈRE DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE

MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE
ET DES FINANCES

LE DEMANTELEMENT DES INSTALLATIONS NUCLEAIRES

Enjeux techniques et opérationnels du développement
d'une filière industrielle française

Rapport CGEDD n° 012756-01, CGE n° 2019/04/CGE/SG

à

Madame la ministre de la transition écologique et solidaire
Monsieur le ministre de l'économie et des finances

établi par

Pierre-Franck CHEVET

Ingénieur général des mines

CGE

Jean-Philippe DURANTHON

Inspecteur général
de l'administration
du développement durable

CGEDD

Philippe FOLLENFANT

Ingénieur général des mines

CGEDD



CONSEIL GÉNÉRAL DE L'ÉCONOMIE
DE L'INDUSTRIE, DE L'ÉNERGIE ET DES TECHNOLOGIES

SOMMAIRE

SYNTHESE.....	5
INTRODUCTION.....	7
TABLE DES RECOMMANDATIONS	8
1 LE DEMANTELEMENT RESTERA PENDANT DE NOMBREUSES ANNEES UNE ACTIVITE RELATIVEMENT LIMITEE	10
1.1 Le cadre légal et industriel du démantèlement.....	10
1.2. Le marché du démantèlement en France.....	12
1.2.1 Le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives.....	12
1.2.2 EDF 13	
1.2.2.1. Les réacteurs à l'arrêt en cours de démantèlement	13
1.2.2.2. Le démantèlement futur des réacteurs à eau sous pression	15
1.2.3 Orano 15	
1.2.4 Organisation et stratégie comparées des trois exploitants	16
1.2.5 Les autres entreprises intervenant dans le démantèlement nucléaire	17
1.2.6 Le démantèlement dans l'organisation de la filière nucléaire	18
1.3 Le marché du démantèlement à l'international et les perspectives pour les entreprises françaises	19
1.3.1 Les principaux marchés internationaux du démantèlement nucléaire	19
1.3.1.1 Royaume-Uni	19
1.3.1.2 Allemagne	20
1.3.1.3 Belgique	21
1.3.1.4 Etats-Unis.....	21
1.3.1.5 Japon.....	23
1.3.2 Les perspectives pour les entreprise françaises à l'international : atouts et défis.....	24
2 DE MEILLEURES PERFORMANCES NECESSITENT PLUSIEURS ADAPTATIONS DES PRATIQUES ACTUELLES.....	25
2.1 L'organisation des chantiers peut être améliorée sur plusieurs plans.....	25
2.2 L'absence de seuil de libération, spécificité française, pose question	27
2.2.1 Problématique	27
2.2.2 Inconvénients de la conception française	27
2.2.3 Difficultés de l'adoption d'un seuil de libération en France	29
2.2.4 Possibilité d'un plus grand pragmatisme	29
2.4 Les relations contractuelles sont inadaptées à de tels chantiers	30
2.5 Les compétences et la formation des personnels sont fragiles	32

2.6 La profession ne s'est pas encore organisée pour optimiser ses activités de démantèlement et conquérir les marchés à l'international	33
CONCLUSION	36
ANNEXES	37
Annexe 1 : Lettre de mission	38
Annexe 2 : Interlocuteurs et Organismes sollicités.....	40
Annexe 3 : Liste des acronymes utilisés	43

SYNTHESE

Ce rapport, demandé en février 2019 par le ministre de la Transition écologique et solidaire et le ministre de l'Économie et des finances, vise à proposer des mesures susceptibles d'améliorer la réalisation technique et opérationnelle des chantiers de démantèlement des installations nucléaires civiles et de favoriser la constitution d'une filière industrielle française du démantèlement nucléaire.

La législation française prévoit que les opérations de démantèlement sont effectuées dès que possible après l'arrêt de l'installation (principe dit du « démantèlement immédiat »). Ces opérations sont réalisées sous la responsabilité de l'exploitant concerné (EDF, CEA ou Orano), en partie par l'exploitant lui-même, en partie par des sous-traitants : grands groupes de BTP et d'ingénierie (Bouygues, Eiffage, Vinci), de services (Veolia, Onet, ...), ETI et PME actives dans le domaine nucléaire. La répartition des rôles de chacun tend à évoluer au profit d'une internalisation des tâches au sein d'entités spécialisées créées par les exploitants (Edf et Orano). Les chantiers comportent une première phase qui vise, d'une part à laisser refroidir puis évacuer le combustible (ou plus généralement le terme source principal), d'autre part à recueillir les autorisations administratives et préparer le chantier. Dans une seconde phase, les installations sont déconstruites. Les opérations de la première période sont très spécifiques et sensibles, celles de la seconde d'une nature banale (démontage, découpe...), mais effectuées en partie dans des zones potentiellement contaminées, ce qui nécessite des mesures de protection individuelles et une maîtrise d'œuvre adaptées.

Dans le cas particulier des réacteurs à eau sous pression (REP), le coût de démantèlement est estimé par EDF à environ 400 M€ (soit un rapport de 1 à 20 avec la construction), le chantier faisant intervenir en moyenne 80 ETP pendant chacune des 15 premières années (soit un rapport d'1 à 5 avec l'effectif d'exploitation). Les types d'emplois ne sont pas non plus les mêmes puisque les opérations de déconstruction requièrent des qualifications moindres. L'incidence d'un chantier de démantèlement sur le chiffre d'affaires des entreprises et sur l'emploi est donc bien moindre que dans le cas de la construction ou de l'exploitation d'une centrale.

51 installations nucléaires civiles sont actuellement à l'arrêt en France (36 du CEA, 9 d'EDF et 6 d'Orano). Le premier réacteur à eau sous pression (REP) « de série » est mis à l'arrêt, à Fessenheim, en février 2020. Le gouvernement prévoit la fermeture de 14 réacteurs d'ici 2035.

La plupart des pays étrangers concernés sont dans une situation similaire (démantèlement en cours, mais non achevé). Si l'Allemagne, la Belgique et le Japon préconisent, du moins officiellement, le « démantèlement immédiat », le Royaume Uni, à l'inverse, privilégie la mise sous cocon des installations après évacuation du combustible (afin que la radioactivité du site diminue avec le temps et que le chantier de démantèlement ultérieur soit plus facile et moins coûteux). Les États-Unis, pour leur part, offrent les deux possibilités (démantèlement immédiat ou mise sous cocon), mais, surtout, permettent que la responsabilité du démantèlement soit transférée de l'exploitant à une entreprise tierce spécialisée.

Le marché mondial du démantèlement peut être estimé à 300 à 600 Md€ sur un siècle, pour 450 réacteurs devant être arrêtés au cours des 50 prochaines années. La plupart des pays souhaitant que le maximum de tâches soit effectué par de la main-d'œuvre locale, les entreprises françaises ne peuvent espérer agir à l'international que dans l'ingénierie ou certaines tâches qui nécessitent des appareillages spécifiques ou une expérience reconnue.

Le comité stratégique de filière, avec le syndicat professionnel (GIFEN), pourrait utilement élaborer un document recensant, d'une part le marché potentiel du démantèlement dans la prochaine décennie, tant en France qu'à l'étranger, d'autre part les compétences existant dans la filière française et ses points forts. Pour améliorer ses chances de conquérir des marchés à l'étranger, la profession pourrait davantage s'organiser concrètement (participation aux salons, élaboration d'un guide du savoir-faire français, etc. voire constitution d'un GIE).

La mission ne recommande pas de modifier la règle du caractère immédiat du démantèlement, dont elle souhaite seulement qu'elle soit appliquée avec le discernement et les nuances que les textes prévoient, ni de remettre en cause la pratique que le démantèlement soit réalisé sous la responsabilité de l'exploitant initial. Elle observe que la France est un des rares pays à considérer que tout objet ou toute matière qui a pénétré dans une zone potentiellement contaminée doit être traité comme un déchet nucléaire et donc ne peut pas être réutilisé quel que soit son niveau effectif de radioactivité : cette exigence, qui va au-delà de ce que prévoit la directive européenne, accélère la saturation des centres de stockage des matières nucléaires ; sans aller jusqu'à recommander que la France, comme ses voisins, instaure un « seuil de libération », la mission estime souhaitable de prolonger le dialogue engagé dans le cadre du Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs (PNGMDR), pour examiner avec pragmatisme dans quelles conditions et avec quelles limites des adaptations du principe du zonage pourraient être apportées. Cette approche est sans doute la seule qui permette de progresser sur un sujet historiquement clivant, entre des industriels plutôt allant pour mettre en place un seuil de libération, et certaines ONG très réservées voire opposées, à cette démarche. Les mesures de contrôle et de surveillance nécessaires à toute évolution de la doctrine actuelle, leur coût, leur efficacité et leur crédibilité, seront un enjeu essentiel dans les futurs débats.

Une meilleure coordination entre les industriels qui effectuent le démantèlement et l'ANDRA, qui est chargée du recueil et du traitement des déchets, permettrait de faciliter la réalisation des chantiers et de diminuer le coût de l'ensemble de la chaîne des opérations nécessaires jusqu'au stockage des déchets. De même, les exploitants pourraient utilement harmoniser, voire rendre interopérable, leur référentiel de qualification des sous-traitants.

Les chantiers de démantèlement comportent inévitablement d'importantes incertitudes : les opérations de démantèlement ont rarement été prises en compte lors de la construction des installations et la constatation de situations imprévues entraîne nécessairement d'importantes difficultés compte tenu du risque de contamination. Aussi est-il indispensable de davantage « dérisquer » le projet de démantèlement avant de nouer les relations contractuelles entre les différents intervenants. A cette fin, la mission recommande qu'une opération de démantèlement fasse l'objet de deux appels d'offres successifs, le premier portant sur des études préalables approfondies de l'installation à démanteler et des contraintes techniques à prendre en compte pour réaliser les travaux, le second sur les travaux de démantèlement proprement dits. Pour la même raison, le contrat à prix forfaitaire est peu adapté à des chantiers comportant une part importante d'incertitude, si bien qu'il convient de préférer des formules contractuelles davantage partenariales (retenant des prix cibles ou la logique « *cost + fee* ») et fondées sur une matrice des risques détaillée indiquant la répartition entre les co-contractants des conséquences financières de la survenance de chacun. Ces deux évolutions des relations contractuelles, globalement souhaitées par les sous-traitants, pourraient aujourd'hui trouver un écho positif chez les exploitants, confrontés directement aux risques et aléas de tels chantiers, et à leur gestion.

*

* *

INTRODUCTION

Par lettre du 19 février 2019 (voir en annexe 1), le ministre d'État, ministre de la Transition écologique et solidaire et le ministre de l'Économie et des finances ont demandé au Conseil général de l'environnement et du développement durable (CGEDD) et au Conseil général de l'économie, de l'industrie, de l'énergie et des technologies (CGE) de diligenter une mission sur le démantèlement des installations nucléaires.

L'objectif de la mission était d'«éclairer les questions essentielles, qu'elles soient technologiques ou économiques (à l'exclusion des questions d'ordre public) pour rendre effectif le démantèlement des installations civiles qui le nécessitent ». Les ministres souhaitaient notamment que soient analysés :

- les questions relatives à la maîtrise du budget et du délai de réalisation,
- l'organisation de la filière, les relations entre les grands donneurs d'ordre et leurs sous-traitants et le potentiel d'activités nouvelles,
- les besoins en termes de compétences, d'emploi, de recherche et de normalisation,
- les stratégies internationales de démantèlement et les perspectives de développement des acteurs français à l'étranger,

afin de favoriser « la structuration d'une filière industrielle en France ».

La mission a été confiée, pour le CGEDD à Jean-Philippe Duranthon et Philippe Follenfant, et pour le CGE à Pierre-Franck Chevet et, jusqu'à l'été 2019, Ivan Faucheux.

Les membres de la mission ont rencontré les différents partenaires concernés : autorités publiques, industriels, organismes de réflexion et associations (voir en annexe 2 la liste des personnes sollicitées) et se sont rendus sur le site de démantèlement de la centrale de Chooz. Ils ont adressé un questionnaire aux services économiques régionaux d'Allemagne, de Belgique, des États-Unis, du Japon et du Royaume-Uni et rencontré à Bruxelles les différents acteurs industriels et étatiques de la filière en Belgique.

Ils ont échangé avec la mission de la Cour des Comptes, chargée d'évaluer les provisions pour démantèlement constituées par les exploitants : même si cette question ne faisait pas partie de celles que les ministres leur avaient demandé d'examiner, ils ont estimé opportun de partager certaines données et réflexions.

A l'issue de leur travail les membres de la mission estiment que le démantèlement des installations nucléaires restera pendant de nombreuses années une activité relativement limitée (I) et que les pratiques actuelles doivent être revues dans plusieurs domaines si l'on veut améliorer les performances de la filière et des opérations de démantèlement (II).

*

* *

TABLE DES RECOMMANDATIONS

Avertissement : l'ordre dans lequel sont récapitulées ci-dessous les recommandations du rapport ne correspond pas à une hiérarchisation de leur importance mais simplement à leur ordre d'apparition au fil des constats et analyses du rapport.

Recommandation n° 1.	La mission recommande l'inscription dans le contrat de filière d'un thème spécifique au démantèlement des installations nucléaires.....	19
Recommandation n° 2.	La mission recommande qu'un travail technique soit mené par la profession pour identifier aussi précisément que possible toutes les actions susceptibles d'être menées en amont des chantiers pour dérisquer au maximum ces derniers (cf. également les recommandations 7 et 8).	26
Recommandation n° 3.	La mission recommande que les opérations manuelles les plus sensibles (contraintes radioprotection fortes / geste pénible ou à enjeu qualité fort) soient répertoriées, et qu'un effort de développement technologique soit engagé par la profession pour permettre leur téléopération.....	26
Recommandation n° 4.	La mission recommande que les méthodes de mesure rapide de contamination à l'échelle d'un bâtiment soient développées et qu'elles puissent être intégrées au scan 3D/4D des installations.	27
Recommandation n° 5.	La mission recommande que des mécanismes contractuels et techniques soient étudiés au niveau du chantier de démantèlement pour inciter les prestataires à optimiser leur production de déchets radioactifs.....	27
Recommandation n° 6.	La mission recommande que le dialogue soit poursuivi dans le cadre du PNGMDR pour examiner dans quelles conditions et avec quelles limites des adaptations du principe du zonage pourraient être apportées et déterminer les engagements que les utilisateurs des produits concernés pourraient prendre pour garantir le respect de l'objectif de protection des personnes et de l'environnement.....	29

- Recommandation n° 7.** La mission recommande qu’une opération de démantèlement fasse l’objet de deux appels d’offres successifs, le premier portant sur des études préalables approfondies de l’installation à démanteler et des contraintes techniques à prendre en compte pour réaliser les travaux, le second sur les travaux de démantèlement proprement dits. Les résultats des études préalables seraient communiqués aux candidats au second appel d’offres..... 31
- Recommandation n° 8.** Le contrat à prix forfaitaire étant peu adapté à des chantiers comportant une part importante d’incertitude, la mission recommande l’adoption de formules contractuelles davantage partenariales (retenant des prix cibles ou la logique « *cost + fee* ») et fondées sur une matrice des risques détaillée indiquant la répartition entre les cocontractants des conséquences financières de la survenance de chacun..... 32
- Recommandation n° 9.** La mission recommande que les grands exploitants français (EDF, CEA, Orano) harmonisent autant que possible leur référentiel de qualification des entreprises dans le domaine du démantèlement, et s’interrogent sur la possibilité de les rendre interopérables. 33
- Recommandation n° 10.** La mission recommande que le comité de filière avec le GIFEN élabore un document recensant, d’une part le marché potentiel du démantèlement dans la prochaine décennie, tant en France qu’à l’étranger, d’autre part les compétences existant dans la filière française et ses points forts. 34
- Recommandation n° 11.** La mission recommande que la profession se concerte et s’organise concrètement (participation aux salons, élaboration d’un guide du savoir-faire français, etc. voire GIE) pour améliorer ses chances de conquérir des marchés de démantèlement à l’étranger..... 35

1 LE DEMANTELEMENT RESTERA PENDANT DE NOMBREUSES ANNEES UNE ACTIVITE RELATIVEMENT LIMITEE

1.1 *Le cadre légal et industriel du démantèlement*

Les acteurs industriels du démantèlement de fait impliqués, ou susceptibles de l'être à l'avenir, sont multiples, et la répartition de leurs rôles respectifs est directement liée à la nature des tâches de démantèlement nucléaire.

1/ De manière simplifiée, *deux phases très différentes* méritent ainsi d'être distinguées¹ :

- *la première phase*, après arrêt de l'installation, où l'essentiel du terme source est encore présent sur site.

Dans cette première phase, en raison des enjeux de sûreté qui restent forts, les travaux de démantèlement restent limités. Cette première phase permet de préparer le plan précis des opérations de démantèlement à venir, soumis à l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN). Il fait l'objet d'une enquête publique puis d'un décret en approuvant les principales dispositions. Cette procédure dure plusieurs années (4 à 5 ans), durée cohérente avec le délai nécessaire à l'évacuation du terme source principal : pour les réacteurs nucléaires, les combustibles usés doivent ainsi refroidir 4 à 5 ans dans la piscine du site avant de pouvoir être transportés. Les compétences appelées durant cette phase sont celles de l'exploitant lui-même, compte tenu des enjeux de sûreté, mais également celles qui permettent de « dérisquer » autant que possible la phase suivante de démantèlement, une des caractéristiques des chantiers de démantèlement étant d'être fréquemment confrontés à des « mauvaises surprises ».

- *la seconde phase* est celle du démantèlement lui-même, avec beaucoup moins d'enjeux de sûreté, mais des enjeux de radioprotection qui persistent.

Dans cette seconde phase, les travaux lourds de démontage d'équipements ou de systèmes peuvent commencer. Les premiers travaux réalisés sont souvent ciblés pour permettre de « dégager de l'espace » pour les opérations ultérieures, ce qui suppose d'avoir préalablement aménagé sur le site une zone logistique adaptée pour l'accueil des premiers équipements ainsi démontés (en particulier au regard de leur éventuelle contamination).

De manière générale, la plupart de ces opérations de démontage sont plus simples que leur équivalent en construction : découpe de tuyauteries versus soudage, coulage versus grattage de béton, etc. En revanche, elles sont menées en zones potentiellement contaminées, nécessitant des mesures de protection individuelles adaptées. Les autres contraintes ou enjeux (manutention de charges lourdes, travail en hauteur, incendie...) sont quant à eux de même nature qu'en phase de construction. La mission a constaté que l'exploitant restait très présent, et dans la longue durée, sur les chantiers de démantèlement, pour assurer sa mission propre au titre de la sûreté et de la radioprotection, ainsi que pour gérer la co-activité des opérations : une présence des exploitants de près de 30 % de l'effectif total sur site (sans compter l'ingénierie de maîtrise d'ouvrage en appui) a été évoquée. Sur Chooz A, en démantèlement très avancé, la mission a observé que ce « taux d'activité exploitant » était ainsi voisin de 25 %.

¹Ces phases s'appliquent principalement aux réacteurs ; les installations du cycle peuvent avoir un séquençage des opérations différent.

2/ Ces deux phases techniques du démantèlement nucléaire doivent en France être menées en application du « principe de démantèlement immédiat » posé par le Code de l'environnement :

Article L593-25 : « 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... ».

Article L593-27 : « L'exploitant adresse, au plus tard deux ans après la déclaration mentionnée à , au ministre chargé de la sûreté nucléaire un dossier précisant et justifiant les opérations de démantèlement et celles relatives à la surveillance et à l'entretien ultérieurs du site qu'il prévoit. ... ».

Ce principe de « démantèlement immédiat » renvoie ainsi à deux objectifs différents :

- que le plan de démantèlement de l'installation (cf. dossier cité au L593-27) soit préparé au plus vite (2 ans ou 3 dans certains cas) et bénéficie ainsi des connaissances et compétences de l'exploitant qui a assuré son fonctionnement avant l'arrêt définitif ;

- que les opérations de démantèlement elles-mêmes soient menées aussi vite que possible dans des conditions économiques acceptables, et sous réserve des enjeux de protection des personnes et de l'environnement.

De fait, les opérations de démantèlement peuvent, selon leur complexité, durer, à compter de l'arrêt définitif de l'installation, de 20 ans à près d'un siècle (cf. le cas des UNGG² en France, en cours de discussion entre EDF et l'ASN). La notion d'«immédiateté» est donc ici relative... Elle renvoie essentiellement au caractère immédiat des échanges à avoir avec l'ASN sur le caractère techniquement faisable et économiquement acceptable des opérations. Ainsi, le démantèlement demeurant une charge d'exploitation pour les exploitants nucléaires, la mission considère que cette pression de nature législative reste justifiée.

D'autres pays (Royaume Uni, USA...) ont plutôt choisi d'ouvrir la possibilité de démantèlements « différés », afin de bénéficier de la décroissance radioactive qui facilite les futures opérations de démantèlement. Cet argument technique est fondé ; il est néanmoins à contrebalancer par les risques de perte de mémoire et de capacités techniques ou financières associés à la gestion d'opérations industrielles sur un temps très long.

Au final, la mission estime que la stratégie française de démantèlement « immédiat », reprise dans la loi, est pertinente et que les possibilités d'adaptation de cette stratégie, ouvertes par cette même loi, permettent d'en optimiser la mise en œuvre.

3/ En termes de *volume d'activité*, ces chantiers génèrent clairement moins d'emploi, de 10 à 20 fois moins, que les phases de construction ou d'exploitation. La construction d'un réacteur coûte en ordre de grandeur entre 5 et 10 Md€ (sur environ 10 ans), les coûts de démantèlement du même objet se comptent eux en centaines de M€, et sont étalés sur une vingtaine d'années ; c'est 10 à 20 fois moins d'activité annuelle. Pour la phase d'exploitation, un réacteur génère à peu près 300 M€ d'activités par an, soit l'équivalent du coût de son futur démantèlement qui, lui, dure environ 20 ans.

4/ Au vu de ces éléments, la typologie des entreprises susceptibles d'intervenir dans les opérations de démantèlement nucléaire est globalement la même que celle intervenant déjà en construction ou en exploitation. On y retrouve bien entendu les exploitants eux-mêmes, mais également les grands groupes tels que Bouygues, Vinci, Veolia, GE, ainsi que des PME ou ETI plus spécialisées.

² Filière à uranium naturel graphite-gaz, développée en France dans les années 1950.

Quelques compétences spécifiques sont néanmoins à souligner :

- celles relatives au « dérisquage en amont » des futurs travaux de démantèlement (cartographie des contaminations, image 3D des installations telles que réalisées),
- celles qui conçoivent ou réalisent des installations ou équipements spécifiques au démantèlement,
- celles qui permettent la téléopération de travaux qui seraient à risque radioprotection critique ou fort,
- et celles qui touchent à la gestion sur site des déchets radioactifs issus du démantèlement.

Dans l'ensemble, ce « marché » du démantèlement nucléaire, opération pourtant nécessaire et certaine, n'apparaît pas vraiment porteur à beaucoup d'acteurs économiques :

- les calendriers des politiques publiques et des exploitants sont incertains ou lointains ;
- la concurrence est rude à l'international sur des tâches globalement à faible contenu technologique.

Ce constat est à nuancer dès lors qu'il s'agit des compétences techniques spécifiques précédemment évoquées, ou des fonctions d'appui d'ingénierie à la maîtrise d'œuvre.

1.2. Le marché du démantèlement en France

La mission ayant limité ses travaux aux installations nucléaires de base (INB) relevant des trois principaux exploitants (CEA, Orano, EDF), le marché national se segmente suivant les types d'installations à l'arrêt ou susceptibles de l'être dans les quinze ans à venir et les stratégies de démantèlement adoptées par ces trois entités, assez différentes.

1.2.1 Le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives³

Le CEA a trente-six installations nucléaires civiles INB⁴ à l'arrêt, à des phases diverses de démantèlement (évacuation des matières radioactives, démontage des équipements, déconstruction éventuelle du bâtiment, assainissement final du site), réparties sur cinq sites géographiques : Fontenay-aux-Roses, Saclay (Ile-de-France), Grenoble, Cadarache (Bouches-du-Rhône) et Marcoule (Gard). Le CEA est à la fois un centre de recherche et développement et un exploitant nucléaire. Les installations à démanteler présentent donc une grande variété d'usages, de tailles et de technologies présentes : réacteurs d'essai « historiques », accélérateurs et irradiateurs, laboratoires de haute activité, usines du cycle du combustible et unités de traitement et d'entreposage de déchets, etc... Ces chantiers comprennent de plus des installations souvent anciennes (voire très anciennes, remontant à l'immédiat après-guerre), ayant intégré de nombreuses modifications au fil des années et utilisé des matières radioactives de natures variées. Enfin, les dix dernières années ont vu la mise à l'arrêt d'un nombre important d'installations pour des raisons d'obsolescence technique, d'impossibilité de répondre à de nouvelles normes de sûreté et d'évolution normale des programmes de R et D.

Le CEA affiche privilégier l'engagement « immédiat » du démantèlement de ses installations après leur mise à l'arrêt définitif. Cependant, au vu des contraintes énoncées précédemment et dans un contexte budgétaire serré, le CEA a dû, à la demande de l'État et de l'ASN, définir une stratégie de priorisation des chantiers à mener. Celle-ci prend comme critère principal les risques liés à l'installation en termes de radioactivité et de radiotoxicité, complétée par la prise en compte de facteurs économiques et humains.

³ Le rapport CGEDD/CGE « Optimisation technico-économique du démantèlement d'installations nucléaires du CEA » (automne 2014) fournit une description complète, quoique déjà datée, des installations concernées et des enjeux afférents.

⁴ Les installations militaires relevant de la DAM (Direction des applications militaires du CEA) sont hors du champ de la mission.

Dans ce cadre, outre les sites de Grenoble et de Fontenay-aux-Roses implantés en milieu urbain dense⁵, la priorité va au site de Marcoule et en particulier à son usine de retraitement UP1 (un autre chantier de démantèlement important à Marcoule, récemment engagé, est celui du réacteur prototype à neutrons rapides Phénix, qui a fonctionné de 1973 à 2010, sous exploitation conjointe 80/20% CEA/EDF). UP1 a été mise en service en 1958 initialement pour retraiter le combustible de trois réacteurs expérimentaux de la filière UNGG implantés sur place, en extrayant du combustible irradié le plutonium nécessaire aux besoins de la défense. A partir des années 70, elle a également retraité les combustibles des réacteurs UNGG dédiés à la production d'électricité (cf. *infra*). UP1 a été arrêtée fin 1997 et les opérations de démantèlement ont débuté début 1998. La fin des opérations de démantèlement-assainissement à Marcoule est prévue en 2040. Ces opérations représentent actuellement une dépense annuelle de l'ordre de 300 M€.

Sur le plan financier et organisationnel, les charges de démantèlement et d'assainissement du CEA sont évaluées au 31 décembre 2018 à 16,5 Md€ en valeur actualisée (26 Md€ en valeur brute)⁶. Elles sont couvertes annuellement par une dotation spécifique de l'État de 740 M€ (programme budgétaire 190, action 15). Le « marché annuel démantèlement CEA » est donc représenté et contraint en volume par ce dernier chiffre. Ce montant est ventilé sur différents acteurs :

- 100 M€ internes au CEA, couvrant les charges de fonctionnement de personnel interne au CEA (950 ETP du CEA affectés à cette activité⁷),
- 60 M€ pour l'ANDRA (participation au développement de Cigeo),
- 50 M€ de taxes INB et autres sur des installations à l'arrêt,
- 250 M€ sous-traités pour des coûts de fonctionnement (surveillance, maintenance) et d'investissement (génie civil, entreposage temporaire) sur des installations à l'arrêt,
- 280 M€ sous-traités pour des opérations de démantèlement proprement dites.

Au final, le marché accessible aux entreprises intervenantes est donc de 530 M€/an, dont 280 M€/an pour les opérations de démantèlement proprement dites.

1.2.2 EDF

EDF démantèle et déconstruit essentiellement des réacteurs de puissance producteurs d'électricité, suite à l'arrêt de plusieurs centrales nucléaires, effectif depuis plusieurs années pour certaines et programmé à court et moyen termes pour d'autres.

1.2.2.1. Les réacteurs à l'arrêt en cours de démantèlement

Neuf réacteurs sont actuellement à l'arrêt, parfois depuis plusieurs décennies, mais aucun n'a à ce jour été complètement démantelé (comme indiqué au paragraphe précédent, le réacteur Phénix, couplé au réseau pendant 35 ans, est démantelé par le CEA) : six réacteurs de la filière UNGG, un réacteur à eau lourde, un réacteur à neutrons rapides et un réacteur à eau sous pression (filiale REP). Les retours d'expérience sur ces chantiers montrent des problématiques et des défis technologiques et financiers très différents.

Les réacteurs UNGG : Bugey 1 (Ain), Chinon A1, A2 et A3 (Indre-et-Loire), Saint-Laurent A1 et A2 (Loir-et-Cher) (puissance cumulée : 2375 MW)

Ces réacteurs ont fonctionné de 1963 (démarrage de Chinon A1) à 1994 (arrêt de Bugey 1). EDF a présenté en 2013 un programme réactualisé de démantèlement de ces réacteurs, censé s'achever en 2037 pour Bugey et Saint-Laurent et en 2041 pour Chinon. La principale difficulté technique étant, après enlèvement des éléments combustibles, le traitement des empilements de graphite, il est alors préconisé d'utiliser une

⁵ Le CEA souhaite par exemple, après dénucléarisation complète du centre d'études nucléaires de Grenoble (CENG), implanter sur ce site de nouvelles activités non-nucléaires à fort enjeu technologique (microélectronique, matériaux nouveaux, sciences de la vie).

⁶ Source : Rapport financier 2018 CEA. Ce montant est hors coût du stockage profond des déchets à haute activité et vie longue (projet Cigeo).

⁷ Pour le démantèlement civil. Le démantèlement militaire représente 140 ETP supplémentaires.

méthode de démantèlement dite « sous eau »⁸, en noyant d'eau le caisson qui contient le cœur pour réduire l'exposition des travailleurs aux radiations.

En 2016, EDF a changé de stratégie, en raison de difficultés industrielles de mise en œuvre du démantèlement « sous eau » : les études menées et les réponses aux appels d'offres ont conduit à évaluer la durée d'extraction du graphite à quinze ans. Laisser sous eau la structure pendant une telle durée l'exposerait à des risques de corrosion et de fuites inacceptables. Il est donc maintenant envisagé de procéder à l'ensemble du démantèlement des réacteurs de cette filière « sous air ». Chinon A2 serait pris comme « tête de série » et démantelé d'ici 2055. Les cinq autres réacteurs seraient ensuite démantelés dans les 40 ans suivants, d'ici la fin du siècle.

Le réacteur à eau lourde : Brennilis (Finistère) (puissance : 70 MW)

Ce réacteur a été en exploitation de 1967 à 1985. Le démantèlement, commencé en 1997, a été arrêté suite à l'annulation du décret de démantèlement par le Conseil d'État en 2007. Après une nouvelle procédure d'autorisation, le démantèlement a redémarré en 2011 et devrait s'achever en 2032, après déconstruction du bloc réacteur, soit près de cinquante ans après l'arrêt de la centrale. Les opérations en cours mobilisent actuellement 20 agents EDF et 50 agents externes.

La Cour des comptes a évalué en 2012 le coût du démantèlement de Brennilis à 480 M€, réactualisé en 2018 à 666 M€ (dont 352 M€ déjà dépensés)

Le réacteur à neutrons rapides Superphénix à Creys-Malville (Isère) (puissance : 1240 MW)

Superphénix a été en exploitation de 1986 à 1998. Les décrets de mise à l'arrêt et de démantèlement datent respectivement de fin 1998 et 2006. Le démantèlement, dont la principale difficulté sur les plans technique et de la sécurité réside dans la présence de sodium facilement inflammable et explosif, doit s'achever en 2030. Les opérations mobilisent actuellement 350 personnes sur site, dont 80 agents EDF et 270 sous-traitants. La Cour des comptes a évalué en 2012 le coût du démantèlement de Superphénix à 955 M€, réévalués à 1740 M€ en 2018 (dont 1140 M€ déjà dépensés).

Le réacteur à eau sous pression de Chooz A (Ardennes) (puissance : 305 MW)

Ce réacteur a été le premier réacteur à eau sous pression (REP) mis en service en France. Il a été couplé au réseau en 1967 et arrêté en 1991. Les opérations de démantèlement de la partie nucléaire ont démarré en 2007. Elles devraient s'achever en 2022, avec la découpe finale de la cuve (cette opération se fait sous eau par robots télécommandés) et l'assainissement final du site.

Les opérations mobilisent actuellement 80 personnes, dont 20 agents EDF.

Ce premier chantier de déconstruction d'un réacteur REP, technologie de production d'électricité nucléaire en vigueur en France sur l'ensemble des centrales couplées au réseau, n'est néanmoins pas parfaitement représentatif de ceux (à venir) des autres réacteurs de la filière : outre sa puissance réduite par rapport à un réacteur REP classique (300 au lieu de 900 MW), Chooz A présente une configuration particulière, le réacteur étant situé dans une caverne creusée à flanc de colline.

Globalement, sur ces neuf chantiers de démantèlement de réacteurs nucléaires à l'arrêt, EDF a provisionné 3 500 M€ (valeur 2018) et estime dépenser aujourd'hui 400 M€ annuellement.

⁸ Chinon A1 et A2, de plus petite taille, ne relevaient pas de cette technique. La technique de démantèlement sous eau a été appliquée avec succès au réacteur de Fort Saint-Vrain (Colorado), démantelé en huit ans.

Ces chiffres sont, pour l'avenir, entachés d'un fort degré d'incertitude dû au déroulement des chantiers UNGG et à leur étalement dans le temps⁹. Ils ne sont par ailleurs pas nécessairement représentatifs des coûts des futurs chantiers de démantèlement des réacteurs REP classiques (900 MW).

1.2.2.2. Le démantèlement futur des réacteurs à eau sous pression

Le gouvernement a fixé l'objectif, repris dans la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) 2019-2028, de ramener la part du nucléaire dans la production d'électricité de 72 % (chiffre 2018) à 50 % en 2035. Cela nécessite d'arrêter la production de 14 réacteurs de 900 MW chacun avant cette date. EDF a proposé en janvier 2020 une liste de 16 réacteurs¹⁰, y compris Fessenheim dont l'arrêt définitif cette année est déjà acté, ce qui laisse une « marge de manœuvre » de deux réacteurs.

Le schéma de démantèlement, en deux phases de 5 et 15 ans (cf. 1.1), est amené à se reproduire pratiquement à l'identique pour l'ensemble des réacteurs mis à l'arrêt, générant ainsi un effet de série (dont la « tête de série » devrait être Fessenheim) et probablement une économie d'échelle à terme pour les coûts de démantèlement¹¹.

Selon EDF, le coût de démantèlement d'un réacteur REP serait aujourd'hui de 400 M€¹² (+/- 50 M€), la part sous-traitée par EDF à des intervenants externes étant d'environ de moitié. Le démantèlement ferait intervenir annuellement 80 ETP pendant les 15 premières années (avec une pointe de 100 à 180 ETP pendant les années 4 à 7), ramenés à 20-30 ETP les quatre dernières années. La mission n'a pas challengé ce montant, plus faible que celui affiché par d'autres pays, l'Allemagne notamment, qui tient compte à juste titre d'un effet de série.

Ainsi, pour les 14 réacteurs dont le démantèlement (y compris la phase préparatoire) s'échelonne entre 2020 et 2055, le marché du démantèlement en France serait au maximum de 5600 M€, soit 160 M€ en moyenne annuelle, dont 80 M€/an pour les entreprises sous-traitantes¹³.

On peut d'ores et déjà constater que, loin d'être le Graal en termes d'activités qu'on a pu évoquer dans un passé récent, le démantèlement programmé des réacteurs REP en fin de vie constitue un marché réel, mais de taille limitée, que ce soit pour l'emploi interne à EDF ou le chiffre d'affaires des entreprises sous-traitantes.

1.2.3 Orano

Orano a actuellement six INB en cours de démantèlement, sur les sites du Tricastin et de la Hague :

- au Tricastin : l'usine George Besse 1 (ex Eurodif), qui assurait l'enrichissement de l'uranium par diffusion gazeuse, et l'usine Comurhex, qui produisait de l'hexafluorure d'uranium à partir d'uranium issu de combustibles usés ;
- à la Hague : l'usine UP2-400, qui assurait le traitement de combustibles irradiés de la filière UNGG, deux ateliers annexes de préparation des combustibles (amont) et de traitement des effluents issus d'UP2 (aval) et un atelier de fabrication de sources de strontium et de césium.

Orano n'affiche pas, sur ses sites en exploitation, d'autre perspective à moyen terme d'arrêt et donc de démantèlement d'ateliers existants.

⁹ Le coût initial de démantèlement de Superphénix a également été contesté par certains observateurs.

¹⁰ Deux tranches (réacteurs de 900 MW) seront fermées par site : Fessenheim (dates d'arrêt fixées au 22 février et 30 juin 2020), Blayais (Gironde), Bugey (Ain), Chinon (Indre-et-Loire), Cruas (Ardèche), Dampierre (Loiret), Gravelines (Nord), Tricastin (Drome). Tous ces sites, à l'exclusion de Fessenheim, comptent quatre tranches et resteront donc en fonctionnement.

¹¹ Hors coûts d'élimination des déchets radioactifs, qui seront eux directement proportionnels aux quantités. L'économie d'échelle entre le démantèlement de la première unité et le coût moyen de la série est par ailleurs discutée, et varie selon les estimations de 10 à 35 %.

¹² Soit environ 5 à 10 % du coût de construction « normal » d'un réacteur REP.

¹³ EDF a provisionné 12,5 Md€ (valeur 2018) pour couvrir le démantèlement de l'ensemble du parc REP (58 tranches).

Concernant les deux principaux chantiers engagés, l'usine George Besse 1 est à l'arrêt depuis 2012. Son démantèlement devrait prendre une trentaine d'années et s'achever vers 2050. L'usine UP2-400 a été définitivement arrêtée en 2003. Les travaux de démantèlement, démarrés en 2013, devraient également s'achever en 2050.

Dans les deux cas, les difficultés des chantiers combinent à la fois des risques chimiques et de radiotoxicité, avec la présence de plutonium à la Hague.

Au plan financier, le démantèlement d'UP2 représente un coût de 2600 M€ et emploierait annuellement 500 ETP. Celui de George Besse 1 représente un coût de 1400 M€ et emploierait 300 ETP. Sous réserve de linéarité, le marché annuel de démantèlement des installations d'Orano serait donc de 110 M€/an.

Orano s'étant dotée en interne d'une division spécialisée dans le démantèlement et les services associés (cf. *infra*), l'essentiel de cette activité sera réalisé en interne.

1.2.4 Organisation et stratégie comparées des trois exploitants

L'analyse précédente permet de faire un premier constat. Au regard tant des effectifs que du chiffre d'affaires, les activités de démantèlement nucléaire en France représentent et représenteront à l'avenir une part réduite de l'activité des trois exploitants concernés pour leurs besoins propres (de l'ordre de 5 % pour le CEA et Orano, 2 % pour EDF). Il en est de même de la part accessible à des entreprises extérieures, que l'on peut chiffrer dans une fourchette de 500-600 M€¹⁴ par an. Outre le fait que les travaux ne sont pas tous de haute technicité, ces chiffres modestes s'expliquent par un large étalement dans le temps, souvent sur plusieurs dizaines d'années, des opérations. Cet étalement peut d'ailleurs apparaître contradictoire avec le principe du « démantèlement immédiat » affiché, même si des raisons techniques peuvent l'expliquer. Il conduit en tout état de cause régulièrement à la révision des décrets de démantèlement, dont les échéances ne sont pas respectées, et à une augmentation significative du coût final de ces opérations (l'impact sur les provisions est par contre « positif »).

Par ailleurs, la mission a noté le positionnement différent vis-à-vis du démantèlement nucléaire du CEA, d'EDF et d'Orano en termes d'organisation et de stratégie industrielle :

- le CEA a mis en place début 2016 une nouvelle organisation pour la conduite des projets de démantèlement et de reprise et conditionnement de déchets anciens sur ses INB arrêtées. Elle découle des enseignements tirés des difficultés de pilotage de ces activités rencontrées antérieurement. La fonction de maître d'ouvrage pour l'ensemble de ces projets est désormais assurée par un cadre de haut niveau, directement rattaché à l'administrateur général du CEA. Pour les installations civiles, la direction de l'énergie nucléaire (DEN, 4 200 agents) assure sur le terrain l'ensemble des activités nécessaires au démantèlement.

Concernant les prestations externes et la sous-traitance, la passation des marchés du CEA est régie juridiquement par des textes spécifiques : ordonnance du 6 juin 2005 et décret du 30 décembre 2005¹⁵ (cf. *infra* §2.3).

Le CEA n'assure pas aujourd'hui de prestation de démantèlement pour des tiers.

- EDF s'est dotée d'une direction spécifique pour le pilotage d'ensemble des programmes de démantèlement des réacteurs, la direction des projets déconstruction-déchets (DP2D, 500 personnes). Les avant-projets et les études de sûreté et de radioprotection sont effectués par des équipes d'ingénierie dédiées (110 personnes pour le démantèlement, notamment au sein de la division ingénierie du parc nucléaire, de la déconstruction et de l'environnement (DIPDE)).

¹⁴ Auxquels il faut rajouter 250 M€ si on inclut les opérations sous-traitées de surveillance-maintenance sur les nombreuses INB à l'arrêt du CEA, qui ne sont pas du démantèlement stricto sensu.

¹⁵ Cette particularité s'explique par le statut et la nature des activités du CEA : le CEA est un établissement de recherche à caractère scientifique, technique et industriel, constituant à lui seul une catégorie distincte d'établissement public de l'État et relevant de la classification EPIC.

Pour des raisons de stratégie et d'efficacité industrielles, EDF internalise les opérations de coordination de chantier, les études d'ingénierie amont (jusqu'à l'avant-projet simplifié), ainsi que l'essentiel des travaux sur le circuit primaire. Toutes les autres activités sont ouvertes à la sous-traitance.

EDF souhaite exporter ses compétences dans le démantèlement à l'international, avec la création d'une filiale Cyclife (450 personnes en France, au Royaume-Uni et en Suède). Les activités à l'international sont actuellement faibles et limitées au conditionnement et traitement de déchets (27 M€ en 2018). Elles seront sans aucun doute amenées à s'étendre dans le futur, ne serait-ce que par la prise en compte du démantèlement des centrales UNGG exploitées par EDF au Royaume-Uni (41 réacteurs, dont 14 mis à l'arrêt d'ici 2035).

- Orano a créé une direction¹⁶ qui exerce la maîtrise d'ouvrage des activités de démantèlement et de traitement des déchets radioactifs sur les sites Orano à l'arrêt. Orano a également développé une branche d'activité spécifique qui intervient sur l'ensemble de la chaîne de valeur du démantèlement d'installations nucléaires tant pour le compte d'Orano que pour celui de tiers (CEA et EDF en France), la *business unit* Démantèlement et services (BU DS).

La BU DS regroupe 3 750 personnes (dont une partie pour des activités de service à l'industrie nucléaire hors démantèlement) et réalise, sur les activités de démantèlement, un volume d'affaires annuel de l'ordre de 400 M€. Elle emploie 80 personnes à l'étranger, dont une vingtaine aux États-Unis dans le cadre d'une *joint-venture* avec la société américaine Northstar.

Dans le cadre des opérations de restructuration de la filière nucléaire française, EDF et Orano ont signé le 5 avril 2018 un accord de coopération stratégique et industriel visant à « *assurer la collaboration industrielle sur le cycle du combustible, les nouveaux réacteurs et les activités de démantèlement (...)* ». Cet accord prévoit sur le marché EDF un principe de consultation systématique d'Orano, ainsi qu'un principe d'allocation géographique des marchés à l'international (en particulier Allemagne/Japon pour Orano).

1.2.5 Les autres entreprises intervenant dans le démantèlement nucléaire

Les exploitants maîtres d'ouvrage font appel à plusieurs types d'entreprises tierces pour la conduite des travaux sur les chantiers de démantèlement, souvent d'ailleurs les mêmes que celles qui sont intervenues dans les phases de construction et d'exploitation des installations : grandes entreprises de l'ingénierie et du BTP, grandes entreprises de services à l'industrie, ETI et PME spécialisées sous-traitantes de rangs 1 et 2.

Les trois principaux groupes français du BTP ont une activité de travaux et de services pour l'industrie nucléaire

L'activité nucléaire est complètement filialisée chez Vinci (société Nuvia) et partiellement chez Bouygues (société BCSN) ; chez Eiffage, elle est intégrée dans la filiale de génie électrique et de maintenance industrielle Clemessy. Si la part relative de l'activité nucléaire peut paraître modeste, elle représente néanmoins pour chacun de ces groupes 1 000 à 3 000 emplois.

Le démantèlement représente chez Vinci (Nuvia) 20 à 30 % de cette activité nucléaire, 17 % chez Bouygues ; elle est en démarrage chez Eiffage (chiffre non précisé). Selon les trois groupes, les marges d'exploitation y sont faibles par rapport au risque industriel pris. Hors l'objectif du maintien de l'emploi existant, la poursuite de cette activité n'a donc d'intérêt économique que si un effet volume suffisant est atteint.

Plusieurs grandes entreprises de services à l'industrie sont présentes dans le démantèlement nucléaire.

¹⁶ La Direction maîtrise d'ouvrage démantèlement et déchets (DM2D)

Ainsi Veolia a constitué en 2017 l'entité « Veolia Nuclear Solutions » en regroupant trois sociétés spécialisées dans le démantèlement nucléaire et le (pré-)traitement des déchets *in situ* : Asteralis (France), Kurion (États-Unis, rachetée en 2016) et Alaron (Royaume-Uni). L'ensemble représente 800 personnes et un chiffre d'affaires de 120 M€, dont 80 % à l'international (par exemple, le traitement des eaux radioactives sur le site de Fukushima). Veolia a signé en 2018 un accord avec EDF pour la création d'une plateforme commune de démantèlement des réacteurs UNGG, faisant intervenir des outils robotiques de déconstruction et une technologie innovante de vitrification des déchets de faible et moyenne activités.

L'autre grand groupe français de services pour l'environnement et les déchets, Suez, s'est désengagé début 2019 du nucléaire, en vendant à Engie son activité spécialisée de services et de maintenance (180 personnes, 28 M€ de chiffre d'affaires).

Le groupe Onet (services aux entreprises dans le domaine de la maintenance et de la propreté, 1,9 Md€ de chiffre d'affaires) a également une activité notable dans le démantèlement, via sa branche Onet Technologies (2 400 personnes, 240 M€) spécialisée dans le nucléaire et plus généralement les installations industrielles complexes. Le groupe d'ingénierie Assystem (5 000 personnes, 445 M€) s'est récemment recentré sur l'industrie nucléaire, mais l'activité démantèlement y est plus réduite.

Les PME et ETI sont nombreuses parmi les acteurs industriels du nucléaire : selon le Comité stratégique de la filière nucléaire, elles représenteraient 80 % des 2 600 entreprises concernées (15 % pour les ETI et 65 % pour les PME)¹⁷. Si plusieurs de ces entreprises disposent de compétences et de technologies originales¹⁸, leur problématique dans le démantèlement ressort des relations habituelles « grands donneurs d'ordre/sous-traitants » sur un marché particulièrement difficile et risqué : évolution du cahier des charges en cours de chantier, délais de paiement, etc.

1.2.6 Le démantèlement dans l'organisation de la filière nucléaire

La filière nucléaire s'organise autour de deux structures :

- le Groupement des industriels français de l'industrie nucléaire (GIFEN), syndicat professionnel déjà mentionné, regroupant 190 entreprises,
- le Comité stratégique de la filière nucléaire française (CSFN), qui associe dans une configuration tripartite les industriels, l'Etat et les organisations syndicales.

Le GIFEN articule ses travaux autour de huit commissions thématiques, dont aucune n'est spécifique au démantèlement. Ce sujet apparaît néanmoins dans les commissions « Numérique », « Compétences et formation », « International » et « Innovation ». Il y est traité en second rang par rapport à d'autres thèmes jugés plus prioritaires (maintenance des installations en service, grand carénage, construction de nouveaux réacteurs).

Le CSFN existe depuis 2011 et s'inscrit depuis 2018 dans la nouvelle dynamique des comités de filière industrielle impulsée lors du conseil national de l'industrie du 20 novembre 2017. Cela s'est traduit par la signature en janvier 2019 du Contrat stratégique de la filière nucléaire¹⁹. Articulé autour de six projets structurants (garantir les compétences, structurer la filière par le numérique, promouvoir une économie

¹⁷ Seules 190 entreprises, toutes tailles confondues, adhèrent au syndicat professionnel de l'industrie nucléaire, le GIFEN (Groupement des industriels français de l'industrie nucléaire).

¹⁸ Telle l'entreprise Robatel, que la mission a rencontrée, qui conçoit en particulier des emballages et du colisage de grande dimension pour le transport de matières radioactives.

¹⁹ La CGT, premier syndicat du secteur de l'énergie via sa fédération CGT Mines-énergie, n'a pas signé ce contrat.

circulaire, définir les réacteurs du futur, promouvoir les entreprises à l'international et accentuer la transformation des entreprises vers l'industrie du futur), il ne mentionne le démantèlement qu'à travers la stratégie de gestion des déchets et singulièrement le traitement des déchets métalliques TFA (cf. *infra* §II.2)²⁰.

Recommandation n° 1. La mission recommande l'inscription dans le contrat stratégique de filière d'un thème spécifique au démantèlement des installations nucléaires.

1.3 Le marché du démantèlement à l'international et les perspectives pour les entreprises françaises

1.3.1 Les principaux marchés internationaux du démantèlement nucléaire

1.3.1.1 Royaume-Uni

Plusieurs installations nucléaires sont actuellement à l'arrêt au Royaume-Uni et en cours de démantèlement :

- 26 réacteurs de puissance, de 60 à 500 MW chacun, de technologie Magnox²¹, construits entre 1953 et 1963, dont le dernier (Wylfa 1) a été arrêté en 2015 ;
- plusieurs installations du cycle du combustible (enrichissement, fabrication, retraitement), dont les plus importantes se situent sur le site de Sellafield (nord-ouest de l'Angleterre. Sellafield est le plus important site nucléaire britannique - 10 000 personnes - et regroupe de nombreuses installations militaires et civiles en fonctionnement ou à l'arrêt. Parmi ces dernières, quatre réacteurs Magnox de la centrale de Calder Hall) ;
- 3 réacteurs de recherche, arrêtés depuis 1995.

Le démantèlement, au sens retenu jusqu'ici, de ces installations devrait s'échelonner jusqu'à la fin du siècle, voire au-delà (2120 pour Sellafield). Les Britanniques ont en effet adopté une stratégie de « mise sous cocon » (dite *care and maintenance*) des installations arrêtées : après évacuation du combustible et des déchets radioactifs présents sur site, les réacteurs sont « encapsulés » dans une enceinte étanche pendant plusieurs dizaines d'années, permettant une décroissance naturelle de la radioactivité encore présente et facilitant le démontage final. Cette stratégie est cependant en cours de réexamen au regard du rapport bénéfice/coût escompté, remis en question sur certains sites. Enfin, il faut signaler les 14 réacteurs UNGG et le réacteur REP exploités par EDF Energy : les UNGG seront arrêtés d'ici 2035, le REP vers 2045 (mis en service en 1995).

Le démantèlement s'opère au Royaume-Uni sous l'égide de la *Nuclear Decommissioning Authority* (NDA), autorité publique créée par la loi en 2005. La NDA est maître d'ouvrage des chantiers de démantèlement ; la maîtrise d'œuvre est assurée sur chaque chantier par une *Site Licence Company* (SLC) choisie après appel d'offres. Les SLC peuvent être propriétés directes de la NDA (cas de Sellafield et, depuis fin 2019, des SLC des réacteurs Magnox) ou de sociétés privées. Les contrats passés entre la NDA et les SLC pour les réacteurs Magnox se montent à un total de 6,2 Md£ (7,3 Md€).

Le marché annuel du démantèlement britannique est estimé, toutes installations confondues, à environ 2,5 Md£ (2,9 Md€).

²⁰ Antérieurement à 2016, le CSFN avait rendu un rapport spécifique sur les « Perspectives de l'industrie française du démantèlement, assainissement et de la reprise et conditionnement des déchets ». Ses recommandations ne semblent pas avoir fait l'objet d'un suivi.

²¹ Technologie voisine de la filière UNGG.

Les entreprises intervenant sur les chantiers, après contrat passé avec les SLC, sont tout d'abord de grands groupes d'ingénierie britanniques (Babcock ou Atkins par exemple). D'autres groupes européens ont également réussi à obtenir des contrats significatifs, tel Ansaldo Energia (Italie) par exemple. Veolia, implantée via sa filiale Veolia Nuclear Solutions, intervient également sur plusieurs sites. La NDA a une politique très offensive de promotion des ETI et PME sur les chantiers de démantèlement : organisation d'une manifestation annuelle à destination de l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement et *reporting* trimestriel des contrats attribués à ces entreprises petites et moyennes.

La NDA affiche deux objectifs de stratégie industrielle et économique à échéance de 2030 : réduction du coût du démantèlement de 20 % ; un chiffre d'affaires total (Royaume-Uni et export) pour les entreprises britanniques de la filière du démantèlement de 2 Md£/an (2,35 Md€).

1.3.1.2 Allemagne

Les installations suivantes sont en cours de démantèlement en Allemagne qui, comme la France, a adopté le principe du démantèlement « immédiat » après arrêt²² :

- 25 réacteurs de puissance, de technologies REP ou REB (réacteur à eau bouillante BWR), arrêtés entre 1977 et 2017,
- deux installations du cycle du combustible, arrêtées depuis 1993,
- neuf installations de recherche.

Les sept derniers réacteurs nucléaires encore en activité (6 REP et 1 REB), mis en service entre 1984 et 1988, doivent être arrêtés d'ici fin 2022, conformément à la loi fédérale de sortie du nucléaire votée en 2011. L'ensemble des chantiers de démantèlement allemands, y compris ces derniers réacteurs, devrait s'achever en 2050.

Les exploitants (pour les réacteurs de puissance : les quatre sociétés énergétiques EON, EnBW, RWE et Vattenfall) ont la pleine responsabilité des opérations de déconstruction des installations nucléaires et de leur financement²³. Ils passent ensuite des contrats avec des entreprises de divers niveaux.

Le marché annuel du démantèlement nucléaire en Allemagne est évalué aujourd'hui entre 1,5 et 2 Md€. En termes d'emplois, il représente environ 10 000 ETP (3 000 chez les exploitants, 6 000 dans les entreprises tierces et 1 000 dans le secteur public).

Le coût de démantèlement annoncé pour les réacteurs qui vont être arrêtés serait de 1 Md€/unité, dont 250 M€ sous-traités à des entreprises tierces (le coût pour les réacteurs en cours de démantèlement, tels Greifswald et Wurgassen, serait un peu inférieur, autour de 750 M€), soit pratiquement un facteur double du coût annoncé de démantèlement des réacteurs REP français comparables.

Les entreprises intervenant sur les marchés sont des grands groupes d'ingénierie et de BTP allemands (Hochtief, Bilfinger...), mais aussi des ETI (200 à 1000 personnes) spécialisées. Orano et EDF (via Cyclife et Framatome, cf. 1.2) sont aussi présents sur plusieurs chantiers.

L'Allemagne a instauré un seuil de libération pour les déchets radioactifs.

²² 4 installations ont cependant été mises « sous cocon » dans les années 80 et 90 et le sont restées depuis.

²³ Comme en France, la loi a fixé les principes d'un provisionnement des dépenses à venir. Pour les exploitants de réacteurs nucléaires, les provisions de démantèlement se montent à 21,3 Md€.

1.3.1.3 Belgique

Les installations en cours de démantèlement en Belgique ressortent essentiellement du cycle du combustible. Les deux plus importantes ont des exploitants français : l'usine FBFC à Dessel (Areva, transférée à Framatome-groupe EDF) fabricant d'éléments combustibles, arrêtée en 2013 et dont le démantèlement doit s'achever en 2020, et l'usine Belgonucléaire à Dessel (propriété à 50 % du groupe Engie) productrice de combustible MOX, arrêtée en 2006 et dont le démantèlement s'achève. Un petit réacteur REP (10 MW), arrêté en 1987, est également en phase finale de démantèlement²⁴.

Suite à la loi du 31 janvier 2003 sur la sortie progressive de l'énergie nucléaire, les sept réacteurs belges mis en service entre 1975 et 1985 seront tous arrêtés d'ici 2025 et leur démantèlement, engagé dans les années suivantes, devrait s'achever vers 2040 (la loi belge prévoit bien une possibilité de démantèlement différé pour certaines installations nucléaires, après analyse avantages/coûts ; les autorités excluent cependant cette possibilité pour les réacteurs de puissance). Ces réacteurs sont tous exploités par la société Electrabel, filiale du groupe français Engie, qui aura la responsabilité technique et financière des chantiers. Les provisions pour le démantèlement (hors traitement des déchets) des installations nucléaires belges sont de 4,5 Md€. Les installations restant à démanteler étant essentiellement les sept réacteurs nucléaires, le coût unitaire est de 650 M€, intermédiaire entre les coûts français (pour les REP) et allemand. Ces provisions sont gérées par Synatom, filiale à 100 % d'Electrabel dans laquelle l'Etat belge détient une « *golden share* ».

Contrairement à la situation actuelle en France (cf. §2.2), la Belgique a un seuil de libération des déchets de très faible activité issus du démantèlement. Ceux dont l'activité est inférieure au seuil de libération sont sous « libération inconditionnelle » et peuvent être réutilisés sans restriction ni traçabilité aucunes (recyclage des déchets métalliques par exemple). Ceux dont l'activité se situe entre ce seuil de libération et un seuil d'exemption, plus élevé, sont sous « libération conditionnelle » et sont généralement éliminés dans des décharges de déchets industriels classiques.

Au plan industriel, les chantiers seront ouverts à tous types de sous-traitants. Cependant, la société Belgoprocess, filiale industrielle de l'établissement public ONDRAF en charge de la gestion des déchets radioactifs, a développé un ensemble de compétences et semble être amenée à jouer un rôle privilégié. La politique menée vis-à-vis du seuil de libération ouvre par ailleurs des opportunités à Cyclife, filiale d'EDF (cf. § 1.2.4).

1.3.1.4 Etats-Unis

De nombreuses installations nucléaires ont été mises à l'arrêt aux États-Unis, certaines depuis les années soixante :

- Huit réacteurs de recherche, dont le démantèlement est aujourd'hui achevé (certains étant « sous cocon » ou enterrés, cf. *infra*),
- plusieurs sites du cycle de combustible. Le démantèlement des principaux d'entre eux va s'étaler jusqu'en 2100, pour des coûts envisagés considérables : 322 Md\$ (293 Md€) pour le site de Hanford (production de plutonium), 54,7 Md\$ (50 Md€) pour celui de Savannah River (fabrication de MOX), 18,5 Md\$ (20 Md€) pour celui de Paducah (enrichissement par diffusion gazeuse).

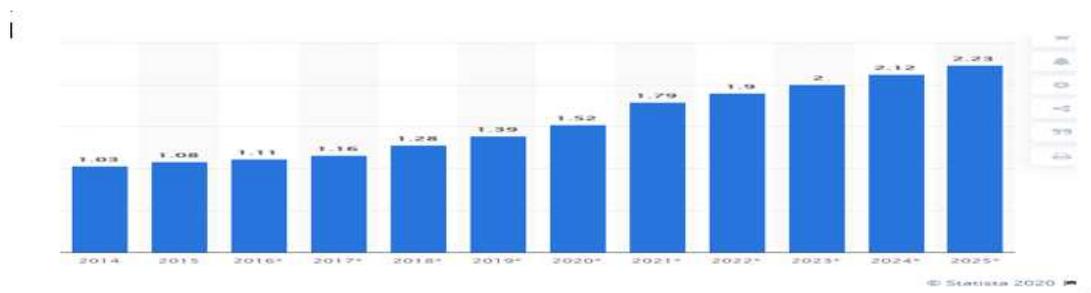
²⁴ Premier réacteur REP mis en service et démantelé en Europe.

Les sites de recherche et du combustible arrêtés sont désormais sous la responsabilité de l'État fédéral (*Department of Energy - DOE*).

- 27 réacteurs de puissance (REP, REB, UNGG, réacteur à neutrons rapides). Parmi ceux-là, 12 ont été complètement démantelés, dont certains dans des délais courts (par exemple, Maine Yankee, réacteur REP de 900 MW arrêté en 1997, dont le démantèlement est achevé en 2005 ; ou Fort Saint Vrain, réacteur UNGG de 330 MW déjà cité, dont le démantèlement a pris sept ans pour un coût de 190 M\$ valeur 1996). Plusieurs REP, de 800 à 1100 MW, vont être arrêtés d'ici 2025, notamment en Californie et dans l'état de New York (le parc nucléaire américain actuel compte 98 réacteurs en service).

La stratégie de démantèlement est fixée par la *Nuclear Regulatory Commission* (NRC) qui, après évacuation du combustible usé, offre deux possibilités aux exploitants²⁵ : le démantèlement « immédiat » ou la « mise sous cocon » (ici baptisée *Safe Storage SAFSTOR*). Dans les deux cas, l'assainissement-démantèlement complet du site doit s'achever dans un délai maximum de 60 ans après l'arrêt. Sept réacteurs arrêtés sont actuellement « sous cocon », dont ceux de Three Mile Island. La tendance récente est néanmoins au démantèlement immédiat.

Le marché annuel du démantèlement aux USA était en 2019 de 1,4 Md\$ (1,27 Md€), et est amené à croître nettement dans les années à venir :



Les exploitants sont responsables du démantèlement et l'ont réalisé eux-mêmes dans les années 1990-2000, en faisant appel à la sous-traitance dans une proportion de 10 à 50 % selon les chantiers. Depuis quelques années on constate l'émergence d'un nouveau *business-model* : l'exploitant d'une centrale arrêtée cède son installation à une entreprise spécialisée pour une somme symbolique, ce qui nécessite l'accord de la NRC pour le transfert de licence.

Cette vente s'accompagne du transfert des provisions pour démantèlement, le « démanteleur » faisant le pari qu'il peut réaliser les opérations pour une somme inférieure à la valeur du fonds et empocher tout ou une partie de la différence comme profit. Si dans les États où le marché de l'électricité est dérégulé le « démanteleur » récupèrera l'intégralité de la somme non usitée, dans les États régulés il y aura un partage issu d'un accord au cas par cas entre la collectivité et l'entreprise, dans un souci d'équité envers le contribuable qui a approvisionné le fonds à travers le paiement des charges liées à sa consommation d'électricité.

²⁵ La NRC a également ouvert la possibilité de l'« entombement » (enterrement), consistant à mettre l'installation sous un sarcophage de béton, comme à Tchernobyl. En pratique, cette solution n'a été utilisée que pour quelques réacteurs de recherche.

Trois acteurs majeurs sont en train de se positionner :

- *Comprehensive Decommissioning International* (CDI), une *joint-venture* entre l'américain Holtec et le canadien SNC-Lavalin,
- *Energy Solutions* (ES),
- *Accelerated Decommissioning Partners* (ADP), une *joint venture* entre NorthStar et Orano US.

Outre Orano, Veolia est également très présent sur les chantiers de démantèlement nucléaire nord-américains (États-Unis et Canada), via ses filiales américaines Kurion et Alaron intégrées dans le pôle « Veolia Nuclear Solutions ».

1.3.1.5 Japon

Jusqu'à l'accident de Fukushima en 2011, peu d'installations nucléaires japonaises étaient arrêtées : sept réacteurs de recherche et trois réacteurs de puissance (2 REB et un Magnox).

Après Fukushima, 24 réacteurs de puissance, dont la mise aux normes post-Fukushima se serait avérée trop coûteuse, ont été mis à l'arrêt définitif, ainsi que trois réacteurs de recherche supplémentaires. Aucun des réacteurs arrêtés avant ou après 2011 n'est aujourd'hui déconstruit ; l'achèvement du programme de démantèlement est prévu en 2060.

L'électricité nucléaire est produite au Japon par onze sociétés privées, qui ont et auront la charge du démantèlement de leurs réacteurs. Aucun chantier de démantèlement n'étant très avancé (à l'exception de celui du réacteur Magnox de Torai, lancé en 2001), les industriels japonais manquent aujourd'hui d'expérience dans la gestion de ces projets. L'*Atomic Energy Commission* les encourage sur ce plan à se rapprocher et s'inspirer de ce qui est fait dans d'autres pays, tels que les États-Unis et la France cités explicitement comme références.

Le Japon préconise le démantèlement « immédiat ». Le coût du démantèlement des réacteurs hors zone de Fukushima est estimé à 530 M\$/unité (480 M€/unité). Le coût du démantèlement de l'ensemble des réacteurs de Fukushima (10 tranches), situés en zone contaminée, est évalué globalement à 124 Md\$²⁶ (113 Md€).

Les marchés de démantèlement « classiques » sont considérés comme assez fermés, la préférence étant accordée à des entreprises nationales, parfois « sœurs » ou « filles » des sociétés exploitantes.

Pour Fukushima, l'exploitant Tepco doit affronter un certain nombre de sujets difficiles, pour lesquels il n'existe pas de solution sur étagère : extraction du corium des cœurs des réacteurs, traitement de l'eau tritiée, etc., le tout dans un environnement très dégradé. Orano (implanté au Japon de longue date), Veolia et le CEA ont proposé leur expertise, en particulier sur des traitements de décontamination.

D'autres perspectives de marché intéressantes existent pour l'avenir en Asie, notamment en Corée du sud (25 réacteurs en service et 3 en construction, essentiellement des REP), voire à Taiwan.

²⁶ Auxquels s'ajoutent 75 Md\$ d'indemnités de dédommagement.

1.3.2 Les perspectives pour les entreprises françaises à l'international : atouts et défis

Le marché mondial du démantèlement comprend d'ores et déjà plus de 150 réacteurs arrêtés (auxquels il faut ajouter de nombreuses installations de recherche et d'importantes unités du cycle du combustible) et potentiellement 450 réacteurs qui seront progressivement arrêtés au cours des 50 prochaines années, auxquels il faudra ajouter ultérieurement tous ceux qui sont en construction ou en projet. Le chiffre d'affaires global correspondant serait de l'ordre de 300 à 600 Mds€ s'étalant sur un siècle. En Europe occidentale, le marché annuel tel que l'a analysé *supra* la mission pour les principaux pays concernés est de 1 Md€ en France, 2 Md€ en Allemagne et 2,9 Md€ au Royaume-Uni. Mais il s'agit d'un marché assez fermé, avec une part importante de main d'œuvre locale.

Ce marché mondial est en fait une juxtaposition de marchés nationaux relativement cloisonnés, avec de nombreux opérateurs locaux, situés dans des zones géopolitiques plus ou moins fermées, avec des législations et des normes propres ; elles peuvent être issues des guides produits par l'Agence internationale de l'énergie atomique. On observe cependant dans certains pays un début de mondialisation et de concurrence sur le marché du nucléaire.

Enfin, compte-tenu du coût élevé du démantèlement, la question de la solvabilité de certains marchés nationaux peut aussi se poser.

Sur le plan technique, il s'agit en fait de reproduire et de perfectionner, voire d'inventer les méthodes de démantèlement de demain à partir des expériences acquises. Les industriels français sont bien positionnés à cet égard.

Il faut distinguer l'activité d'ingénierie et l'intervention opérationnelle, qui nécessitent des mains d'œuvre différentes, pour lesquelles les industriels français possèdent le savoir-faire. L'ingénierie constitue en elle-même un marché de niche pour des services, du conseil, de la gestion de projet, le développement d'outillages, la mise au point des procédures, des technologies spécifiques (sur la simulation numérique ou le processus de traitement des déchets et sols contaminés par exemple).

Au-delà de l'ingénierie et du démantèlement opérationnel, les industriels français sont aussi en mesure de proposer des offres plus globales incluant par exemple la formation, l'aide à l'exploitation, le traitement et le recyclage des déchets, localement ou en France, ce qui se pratique déjà.

Cependant, la manière de lancer les appels d'offres, la régulation et les règlements, les normes appliquées (état final du site, classification des déchets, libération des produits, etc.), qui diffèrent d'un pays à l'autre, ne peuvent que compliquer la tâche des industriels ; cela n'est pas propre au marché du nucléaire. Les industriels opérant à l'international ont également besoin d'un accompagnement dans la durée pour faire face aux risques économiques, politiques et financiers, comme pour d'autres activités internationales.

Le contexte concurrentiel n'est pas défavorable à nos industriels. En effet, s'il existe d'ores et déjà plusieurs pays concurrents sur le marché international de la technologie nucléaire et de la construction des réacteurs (en particulier, les États-Unis et la Russie, demain la Chine), le marché du démantèlement est relativement nouveau. Les industriels français y disposent d'avantages concurrentiels liés à l'importance et à la diversité du parc nucléaire français et à l'expérience acquise via les opérations déjà opérées en France.

Il serait donc intéressant d'organiser cet ensemble en une filière industrielle intégrée et co-responsabilisée pour aborder le marché international. Enfin, l'industrie française sera d'autant plus crédible au niveau de la construction de nouveaux réacteurs qu'elle portera aussi une offre de démantèlement, ou d'aide au démantèlement, auprès de ses clients à l'international. Il y a là une logique d'intégration et de vitrine industrielle.

2 DE MEILLEURES PERFORMANCES NECESSITENT PLUSIEURS ADAPTATIONS DES PRATIQUES ACTUELLES

2.1 L'organisation des chantiers peut être améliorée sur plusieurs plans

L'expérience des démantèlements en France reste encore limitée et concerne des objets très différents (installations de recherche, réacteurs tels que UNGG, réacteurs à neutrons rapides ou eau lourde, anciennes installations du cycle du combustible...). La difficulté de capitaliser sur des expériences aussi différentes est réelle.

1/ La mission a tout d'abord examiné l'intérêt de mettre en œuvre deux options « stratégiques » pratiquées dans d'autres pays : le démantèlement différé et le transfert de l'ensemble des opérations de démantèlement à une entreprise reprenant ainsi la responsabilité « d'exploitant ».

Concernant le démantèlement différé, cette stratégie est de fait retenue ou permise par d'autres pays : GB, USA... Elle vise à bénéficier, moyennant une mise sous cocon de l'installation pendant une période de quelques dizaines d'années, de la décroissance radioactive qui facilite les opérations de démantèlement ultérieures. La mission estime que ce type de stratégie ne fera que complexifier le travail de capitalisation de l'expérience des exploitants, le rendant de fait intergénérationnel. Elle confirme donc, son attachement au principe de démantèlement « immédiat » tel que posé par la loi française.

Le transfert à un exploitant « spécialisé », pratiqué aux États-Unis, pourrait quant à lui potentiellement permettre une « professionnalisation » de l'activité de démantèlement portée par quelques entreprises qui gagneraient ainsi en connaissances et donc en compétences. La mission a néanmoins constaté sur les chantiers de démantèlement en cours que la présence d'un « exploitant de plein exercice » restait nécessaire dans la durée, à double titre :

- pour assurer la protection des personnes et de l'environnement : ces installations restent, avant leur déclassement, des installations à risques, en l'occurrence des INB ; de plus leur configuration évolue au fur et à mesure de leur démontage, et la gestion des situations de coactivité est complexe ;
- pour gérer les risques et aléas résultant de la découverte en phase de démantèlement de « mauvaises surprises » laissées par les phases précédentes de construction et surtout d'exploitation.

Si le premier point ne semble pas réhibitoire, le deuxième, lui, paraît à la mission particulièrement complexe à mettre en œuvre en cas de transfert : les conditions juridiques et financières d'un tel transfert entre les deux entreprises ne pourraient que prévoir des clauses de revoyure entre les parties en cas d'aléas, atténuant de fait la portée et l'intérêt d'un tel dispositif ; ce dispositif devrait convaincre également l'autorité de sûreté compétente qui doit veiller à ce que l'exploitant ainsi désigné ait bien sur la durée les capacités techniques et financières adaptées à un tel projet, renvoyant de fait à l'effectivité du contrat de transfert passé entre les entreprises concernées. Compte tenu de ces éléments, l'intérêt potentiel d'une telle approche apparaît très limité à la mission dans le contexte français (CEA ou Orano : installations non génériques, EDF : installations standardisées, mais capacité avérée et revendiquée à assurer la fonction de maîtrise d'ouvrage).

2/ Ces pistes renvoyant à des stratégies différentes ayant été écartées, la mission s'est recentrée sur le fait que l'une des caractéristiques essentielles de ces chantiers, largement partagée par l'ensemble des acteurs, est qu'ils présentent un risque fort d'aléas liés à « des mauvaises surprises » (cf. 1-1) : il peut s'agir de contaminations anciennes, de fait oubliées, d'équipements ou de circuits construits différemment de ce qui était indiqué dans les plans initiaux, ou de modifications intervenues en exploitation qui n'ont pas été tracées, d'inventaires de matières ou déchets radioactifs incomplets...

Les installations les plus anciennes sont exposées à ces risques, en raison de pratiques « qualité » anciennes moins élaborées, ou tout simplement du temps plus long laissé à l'oubli. Néanmoins de telles difficultés concerneront également des installations plus récentes, actuellement encore en fonctionnement, mais qui seront démantelées plus de 50 ans après leur construction.

Recommandation n° 2. La mission recommande qu'un travail technique soit mené par la profession pour identifier aussi précisément que possible toutes les actions susceptibles d'être menées en amont des chantiers pour dérisquer au maximum ces derniers (cf. également les recommandations 7 et 8).

Dans ce cadre les points suivants devront être approfondis :

- appel à la mémoire des anciens salariés du site ;
- réexamen des comptes rendus des opérations de maintenance et des modifications en exploitation ;
- réexamen des comptes rendus d'anomalie ou d'incident, en construction et en exploitation ;
- vérification *in situ* des zones susceptibles d'avoir été impactées par une contamination (zones de rétention, points bas...)
- vérification *in situ* par sondage des isométriques d'équipements et de canalisation, carottages par échantillon de bétons.

Cette liste à l'évidence non exhaustive pourrait être utilement nourrie par le retour d'expériences des « mauvaises surprises » constatées sur les chantiers passés. Une telle cartographie des risques identifiés en amont de la passation des marchés d'exécution nourrirait des clauses d'ajustement des activités réalisées en fonction de la survenance ou non de ces risques sous forme de coûts plafond/coûts objectifs et des clauses de partage de gains en cas de chantiers se réalisant en dessous du coût objectif.

3/ Ces opérations de démantèlement sont pour la plupart à contenu technologique faible ou moyen ; néanmoins elles sont menées sous contraintes de radioprotection non négligeables. Les tenues de protection des intervenants peuvent rendre pénibles les interventions, mais également nuire à leur qualité d'exécution.

Recommandation n° 3. La mission recommande que les opérations manuelles les plus sensibles (contraintes radioprotection fortes / geste pénible ou à enjeu qualité fort) soient répertoriées, et qu'un effort de développement technologique soit engagé par la profession pour leur permettre leur téléopération.

Par ailleurs les technologies de scannérisation 3D/4D des installations, de BIM (*Building Information Modeling*) mériteraient d'être déployées sur ces chantiers de démantèlement afin d'en augmenter l'efficacité.

Recommandation n° 4. La mission recommande que les méthodes de mesure rapide de contamination à l'échelle d'un bâtiment soient développées et qu'elles puissent être intégrées au scan 3D/4D des installations.

L'opportunité d'un soutien financier de l'État aux développements technologiques précités (téléopération, mesure rapide de contamination) devra être examinée.

Enfin, concernant la gestion des déchets radioactifs sur les chantiers de démantèlement, la responsabilité d'ensemble en revient bien entendu à l'exploitant qui les transmet ensuite à l'ANDRA. Néanmoins, les opérations techniques de démantèlement, le plus souvent menées par des prestataires, influent sur les quantités et la nature des déchets générés.

Recommandation n° 5. La mission recommande que les mécanismes contractuels et techniques soient étudiés au niveau du chantier de démantèlement pour inciter les prestataires à optimiser leur production de déchets radioactifs.

2.2 L'absence de seuil de libération, spécificité française, pose question

2.2.1 Problématique

La législation française dispose que tout objet, matériau ou déchet ayant été, dans une installation nucléaire, utilisé ou produit dans une zone « à production possible de déchets nucléaires » est considéré comme déchet radioactif quel que soit le niveau de sa radioactivité effective. A ce titre il ne peut pas être recyclé ou, s'il s'agit d'un outillage, réutilisé : il doit être stocké dans un centre conçu pour les déchets nucléaires, quelle que soit l'importance de sa radioactivité.

Cette façon de procéder est une spécificité française puisque les autres pays européens disposant de centrales nucléaires ne retiennent pas ce *principe dit de zonage* et classent chaque objet en fonction de sa radioactivité propre : en conformité avec la possibilité offerte par la directive 2013/59/Euratom du Conseil du 5 décembre 2013 ils définissent un *seuil, dit de libération*, en dessous duquel ils considèrent que l'objet ne présente pas de danger et peut être utilisé comme un objet banal de même nature.

2.2.2 Inconvénients de la conception française

Le principe de zonage a pour objectif d'apporter des garanties maximales en évitant tout risque de banalisation d'un objet radioactif. Il appelle cependant un certain nombre d'observations :

- Il n'est pas logique d'exclure, pour le démantèlement, toute radioactivité, aussi minime soit-elle, alors que *la réglementation admet que des individus puissent recevoir de la radioactivité* du fait de certains usages (diagnostics médicaux par radio ou scanner, par exemple) ou par proximité de certaines ressources naturelles (gaz radon, par exemple), pourvu que, dans ces cas, les doses n'excèdent pas certaines limites. La situation actuelle est encore plus paradoxale si elle aboutit à interdire l'emploi d'objets qui n'ont reçu aucune dose de radioactivité.

- Les pays voisins qui ont adopté un seuil de libération peuvent utiliser et exporter librement des matériaux incorporant des éléments provenant d'installations nucléaires, mais dont le niveau de radioactivité est inférieur au seuil : ces éléments sont en effet considérés comme banals et, en conséquence, ne font pas l'objet d'une quelconque traçabilité. Cela signifie qu'*il peut arriver que soient utilisés en France des matériaux contenant des éléments provenant de centrales nucléaires étrangères*, mais de radioactivité inférieure au seuil de libération. Il est paradoxal que la France s'interdise d'utiliser des matériaux provenant de centrales nationales alors qu'elle l'accepte pour ceux qui proviennent de centrales étrangères.
- La conception française augmente la quantité des produits devant être stockés dans une installation, gérée par l'ANDRA, réservée pour les déchets à très faible activité (TFA). O le site actuel, le CIRE²⁷, sera saturé dès 2028²⁸, si bien qu'il est nécessaire de préparer dès aujourd'hui la réalisation d'un nouveau site. L'application du principe de zonage *mobilise inutilement des installations spécifiques* pour des objets ne nécessitant que des mesures limitées de protection et *accroît la pression pour que cette dépense* résultant de la réalisation d'un nouveau site de stockage TFA soit faite rapidement.
- A l'heure où les pouvoirs publics cherchent à *promouvoir l'économie circulaire*, avec le soutien d'une frange croissante de la population et des industriels, le fait de se débarrasser de produits sans s'interroger sur leur capacité à être réutilisés n'est pas satisfaisant. Le recyclage permettrait également de réaliser des *économies*. Celles-ci, cependant, ne doivent pas être surestimées : d'une part elles portent sur des quantités relativement limitées²⁹, d'autre part le coût du stockage par l'ANDRA est relativement faible, guère supérieur au coût probable du traitement des matériaux nécessaire pour qu'ils soient réutilisés.
- *Les techniques existent* aujourd'hui, qui permettent de bien connaître la radioactivité des différentes parties d'un matériau, même si celui-ci n'est pas homogène, de trier les matériaux en fonction de leur niveau de radioactivité et de traiter ce qui est techniquement susceptible de l'être. EDF, en prenant le contrôle de l'entreprise suédoise Cyclife, les maîtrise pour ce qui concerne les aciers. Il serait donc techniquement possible de disposer en France d'installations garantissant un tri de qualité des matériaux et objets provenant des installations nucléaires démantelées. Néanmoins cette « garantie » de qualité du tri supposerait la mise en place d'une surveillance particulièrement rigoureuse tant par les industriels que par l'ASN, avec les surcoûts associés. La mission n'a pu se faire une conviction sur la fiabilité des pratiques étrangères sur ce point.

L'adoption d'un seuil de libération favoriserait la réalisation du projet qu'a EDF de réaliser sur le site de Fessenheim un « technocentre » ayant pour objet de recycler, après traitement, les métaux issus du démantèlement. L'entreprise estime en effet que ce projet ne trouve sa rentabilité qu'en accédant à l'ensemble du marché européen, en y incluant les quantités qui seront produites en France par les futurs démantèlements et les générateurs de vapeur remplacés en cours d'exploitation.

²⁷ Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage, situé dans l'Aube.

²⁸ Les possibilités d'accroître la densité des stockages ne repousseront que de quelques années la date de saturation du site.

²⁹ L'enjeu principal porte sur les métaux (issus des REP et de Georges Besse 1).

2.2.3 Difficultés de l'adoption d'un seuil de libération en France

L'abandon du principe du zonage, quelque justifié qu'il soit, serait cependant très certainement perçu par la population et certaines ONG comme un recul entraînant une diminution de la protection contre le risque nucléaire, voire une atteinte au principe de précaution reconnu dans la constitution.

Le sujet a été abordé récemment dans le cadre du débat public relatif au Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs (PNGMDR) et le rapport de la commission particulière du débat public souligne que « le public a manifesté une grande sensibilité à ce sujet³⁰ ». Tout en indiquant que « dans leur grande majorité, (les cahiers d'acteurs) se sont prononcés en faveur d'une évolution de la réglementation³¹ », il recommande d'apporter, préalablement à toute évolution éventuelle de la réglementation actuelle, des réponses aux interrogations concernant en particulier le processus de traçabilité, l'effectivité des contrôles et l'indépendance de ceux qui en ont la responsabilité, ainsi que les modalités d'association de la société civile³².

2.2.4 Possibilité d'un plus grand pragmatisme

La mission préfère recommander d'agir de manière plus pragmatique en n'abandonnant pas les fondements de la doctrine actuelle, mais en poursuivant le travail déjà engagé dans le cadre du groupe de travail du PNGMDR sur des matières spécifiques telles que les aciers et certains bétons, offrant des perspectives réelles de traitement et de réutilisation.

Ces réflexions pourraient en particulier être poursuivies ou engagées dans certains secteurs s'engageant à garantir la traçabilité des matériaux utilisés et à employer ceux-ci pour des usages impliquant des contacts limités avec les individus et effectués dans des conditions garantissant le respect de ces critères. La construction de nouvelles centrales nucléaires, si elle est décidée, semble à l'évidence pouvoir présenter ces caractéristiques.

Recommandation n° 6. La mission recommande de poursuivre le dialogue dans le cadre du PNGMDR pour examiner dans quelles conditions et avec quelles limites des adaptations du principe du zonage pourraient être apportées et déterminer les engagements que les utilisateurs des produits concernés pourraient prendre pour garantir le respect de l'objectif de protection des personnes et de l'environnement.

³⁰ « Compte-rendu du débat public 25 avril – 24 septembre 2019 établi par la présidente de la commission particulière du débat public » - 25 novembre 2019. Voir p. 3.

³¹ Idem, p. 76 : « Une vingtaine de cahiers d'acteurs et quelques contributions rédigés par des organisations très diverses se sont exprimés sur la gestion des déchets TFA. Dans leur grande majorité, ces acteurs se sont prononcés en faveur d'une évolution de la réglementation, soit pour mettre en place un seuil de libération, soit pour autoriser (ou commencer par) la mise en place d'une filière spécialisée de recyclage des métaux issus du démantèlement des centrales nucléaires. Certains de ces cahiers d'acteurs recommandent toutefois d'accorder une attention particulière aux questions de contrôle, d'associer la société civile à ces évolutions réglementaires ou à ces contrôles, ou de stocker localement les déchets résiduels. Un seul cahier d'acteur (FNE, n° 5) et une seule contribution (LFI, n° 14) s'opposent explicitement à toute évolution de la réglementation concernant la gestion des TFA, tout en recommandant un stockage local. Sur le site internet, relativement peu de questions ont été posées sur le devenir des déchets TFA. Les prises de position (avis et commentaires) ont été plus nombreuses. Un courant d'opinion s'est ainsi intensifié en faveur du « déclassé » de ce type de déchets. »

³² Idem, p. 3.

2.4 Les relations contractuelles sont inadaptées à de tels chantiers

Les pratiques des trois exploitants diffèrent quant à la part des activités de démantèlement qu'ils effectuent en interne et celle qu'ils sous-traitent : alors que la tendance passée était de sous-traiter l'essentiel de la tâche, EDF et Orano envisagent aujourd'hui de réintégrer certaines activités, le CEA restant attaché à la répartition traditionnelle des rôles. Dans tous les cas, toutefois, l'exploitant continue d'assumer les responsabilités que la loi lui reconnaît au titre de la sécurité.

De même, l'organisation opérationnelle du démantèlement peut être éclatée entre différentes entreprises titulaires chacune d'un contrat avec l'exploitant, ou bien confiée pour l'essentiel à un opérateur principal qui fait appel pour certaines tâches à des sous-traitants de deuxième rang.

Dans tous les cas les relations entre entreprises sont aujourd'hui fondées sur des contrats forfaitaires, l'entreprise maître d'œuvre, ou son sous-traitant, assumant la responsabilité financière des dérapages de délai ou de coût.

Ce mode contractuel est parfaitement adapté aux opérations pour lesquelles le maître d'œuvre dispose des moyens de maîtriser les conditions de réalisation de son travail et les différentes composantes de son coût : il est alors normal qu'il soit tenu pour responsable des manquements constatés. Mais la plupart des opérations de démantèlement d'une installation nucléaire ne satisfont pas cette condition : d'une part, ces installations sont souvent anciennes et l'opérateur détient rarement tous les documents qui lui permettraient de connaître précisément les détails de l'installation à déconstruire ; d'autre part, les installations pour lesquelles un démantèlement est déjà engagé sont uniques et les centrales REP qu'il est prévu de démanteler prochainement seront les premières de cette technologie à l'être en série, après Chooz A. En conséquence, les imprévus sont inévitables, si bien qu'il est impossible pour un candidat à un appel d'offres, lorsqu'il remet sa proposition, d'évaluer l'ampleur exacte des travaux à accomplir, donc leur coût. Avec un contrat forfaitaire, la seule solution pour se prémunir contre les conséquences des aléas consiste à prévoir des provisions pour risques importantes.

Pour des opérations présentant un degré d'incertitude élevé, recourir à des contrats forfaitaires présente donc de nombreux inconvénients : cela pousse les candidats à présenter des offres onéreuses puisque grevées par des provisions importantes, alors même que nul ne sait dans quelles proportions elles seront nécessaires ; cela incite un candidat qui a remporté un contrat s'avérant plus risqué que prévu, donc déficitaire, à « se refaire » sur le contrat suivant. Le dialogue contractuel, qui devrait être fondé sur une analyse d'éléments objectifs permettant de choisir le candidat le plus performant, ressemble donc un peu à une loterie puisque la perte ou le gain final résulte au moins autant du hasard que des capacités opérationnelles de l'entreprise.

La mission considère que l'importance des futurs chantiers de démantèlement conduit à faire évoluer cette organisation et que deux actions doivent à cette fin être privilégiées.

La première consiste à davantage « *dériskuer* » le chantier avant son démarrage. Pour cela elle propose que la phase d'études préalables, qui aujourd'hui fait généralement partie du contrat global de démantèlement, en soit systématiquement séparée et qu'un appel d'offres distinct soit lancé pour la réalisation d'études approfondies préalables permettant d'avoir une connaissance aussi précise que possible de l'installation. Il est évident que de telles études de permettront pas de supprimer le risque de « mauvaises surprises » durant le chantier, mais les entreprises rencontrées par la mission ont toutes déclaré être convaincues que de telles études approfondies préalables permettraient de réduire ces risques. Les travaux préalables mentionnés au II-1 permettraient d'alimenter ces études préalables approfondies en amont.

Une fois les résultats des études préalables connus, un second appel d'offres serait lancé, portant cette fois sur les travaux de démantèlement eux-mêmes. L'auteur des deux appels d'offres serait propriétaire des résultats des études préalables et les mettrait à la disposition des candidats au second appel d'offres³³ : ceux-ci seraient mieux en mesure qu'aujourd'hui d'évaluer la nature et l'ampleur des travaux à effectuer, donc de fonder leurs propositions sur des coûts réalistes et de proposer un « juste prix ».

Recommandation n° 7. La mission recommande qu'une opération de démantèlement fasse l'objet de deux appels d'offres successifs, le premier portant sur des études préalables approfondies de l'installation à démanteler et des contraintes techniques à prendre en compte pour réaliser les travaux, le second sur les travaux de démantèlement proprement dits. Les résultats des études préalables seraient communiqués aux candidats au second appel d'offre.

La seconde action que la mission recommande consiste à *revoir la formule du contrat à prix forfaitaire* faisant peser la totalité du risque sur les entreprises maître d'œuvre. Elle considère que des formules contractuelles favorisant des relations partenariales entre l'ensemble des parties prenantes et distinguant les risques pouvant être maîtrisés par les entreprises maître d'œuvre, qu'elle doit supporter en totalité, et ceux qui lui sont extérieurs, dont les conséquences pourraient être supportées de manière partagée, sont à rechercher.

Dans cette logique, plusieurs dispositifs peuvent être combinés :

- Les études approfondies préalables permettent d'*élaborer une matrice des risques* de toute nature précisant, pour chacun, le partenaire éventuellement responsable et la répartition de la prise en charge financière des coûts résultant de leur survenance éventuelle. La méthodologie de la matrice des risques est aujourd'hui adoptée pour la plupart des projets complexes et est un mode pertinent d'analyse de la gouvernance et des processus. A ce titre elle est très bien adaptée aux chantiers de démantèlement qui présentent un fort risque d'imprévu et font intervenir sur les mêmes lieux des équipes ayant des missions et relevant d'autorités différentes. Elle oblige en outre à passer en revue l'ensemble des éléments d'un projet et favorise la qualité du dossier.
- Compte tenu de la longueur des chantiers et à la diversité des causes possibles (techniques, mais aussi administratives et politiques) des retards, *les pénalités doivent être définies avec souplesse*, de manière à ce que leur fixation soit adaptée à chaque occurrence et non calculée de manière théorique. Pour ce faire diverses techniques sont possibles : plafond annuel ou par occurrence, établissement d'un « tunnel » variable en fonction d'indicateurs, etc.
- Les contrats pourraient *définir un prix cible (« target price »)*, soit globalement, soit pour chaque grand ensemble ou catégorie de travaux, soit pour chaque prestation. Tout écart entre la réalisation constatée et ce prix cible, en plus ou en moins, donnerait lieu à une discussion aboutissant à répartir

³³ Certaines entreprises rencontrées par la mission ont souhaité que les résultats des études préalables soient connus uniquement de l'auteur de l'appel d'offres et de l'entreprise qui a réalisé les études : cette façon de procéder serait bien sûr impossible juridiquement car elle donnerait à cette entreprise un avantage dirimant pour répondre au second appel d'offres. D'autres entreprises ont proposé un contrat unique portant sur les deux phases distinguées par la mission, mais dont le contenu serait modifié après l'achèvement de la première phase d'études afin de tenir compte des résultats de ces dernières : cette formule n'est pas non plus acceptable, puisque le cocontractant exécuterait des travaux différents de ceux pour lesquels il avait été estimé le plus performant, ce qui ferait d'ailleurs courir un risque juridique dirimant à la procédure.

le gain ou la charge en résultant entre les co-contractants en fonction de la matrice des risques préalablement définie dans le contrat.

- La *formule dite « cost + fee »* peut également être envisagée lorsque l'incertitude sur la nature et l'importance des travaux à réaliser est très forte et que l'entreprise est dans l'incapacité de maîtriser le risque en résultant. Dans ce système l'entreprise est rémunérée en tenant compte, d'une part des coûts qu'elle a supportés, d'autre part d'une marge de rémunération jugée conjointement raisonnable et fixée *a priori*. Ce dispositif suppose un examen par les deux cocontractants de l'évaluation des coûts et de sa pertinence.

Ces différents dispositifs, loin de s'exclure, peuvent se combiner dans un même contrat pour lequel certaines prestations seraient conclues au forfait, d'autres avec un prix cible, d'autres encore en « *cost + fee* ». La répartition entre les différentes techniques contractuelles peut d'ailleurs évoluer dans le temps, en particulier si le rythme de démantèlement des centrales REP permet un effet de série qui diminue les risques. Dans tous les cas la réalisation d'une matrice des risques constitue un préalable fondamental et indispensable, devant conduire dans le cas de la survenance d'un aléa à :

- Un mécanisme de consultation et de décision clairement identifié (en particulier décision de faire des travaux complémentaires ou non prévus initialement dans le plan initial de déroulement du chantier) ;
- Un mécanisme de répartition des surcoûts engendrés le cas échéant (en particulier dans le cas d'un contrat à tunnel de prix).

En toute hypothèse l'objectif des dispositifs à retenir est de créer les conditions d'un véritable partenariat entre les différents intervenants, afin que chacun de ceux-ci ait pour but premier de favoriser la résolution des difficultés et non de reporter la responsabilité sur ses collègues. La meilleure allocation des risques que la mission recommande ne doit bien évidemment pas avoir pour conséquence de transformer le système en une régie dans laquelle l'entreprise maître d'œuvre se bornerait à répercuter ses coûts sans être incitée à les limiter.

Recommandation n° 8. Le contrat à prix forfaitaire étant peu adapté à des chantiers comportant une part importante d'incertitude, la mission recommande l'adoption de formules contractuelles davantage partenariales (retenant des prix cibles ou la logique « *cost + fee* » et fondées sur une matrice des risques détaillée indiquant la répartition entre les cocontractants des conséquences financières de la survenance de chacun.

2.5 Les compétences et la formation des personnels sont fragiles

L'activité de démantèlement, certes nécessaire, peut apparaître peu attractive pour les intervenants, chez les exploitants comme chez les prestataires :

- les opérations sont globalement de très longue durée (environ 20 ans *a minima*), et peu de personnes en verront l'ensemble ;
- elles sont pilotées plus par les coûts que par le planning, créant des *stop and go* préjudiciables à la bonne organisation du travail, mais aussi à la motivation du personnel ;

- la taille des lots, souvent réduite, en volume et en temps, n'incite pas les prestataires et leurs agents à l'optimisation ou à l'innovation ;
- les volumes d'activité concernés sont actuellement marginaux (cf. I-1).

Tous ses éléments peuvent nuire à la qualité des interventions qui pourtant suppose une maîtrise d'enjeux multiples, certains relativement spécifiques :

- préparation de zones « chantiers lourds » (mise en place de sas, d'échafaudages, de moyens locaux de manutention), et de découpe ;
- interventions à risques multiples : chute, incendie, manutention, anoxie
- gestion de déchets radioactifs ;
- le tout en situation de co-activité.

Peu d'entreprises ou d'intervenants sont néanmoins spécialisés sur le démantèlement. Dès lors, il existe un risque que ces activités, considérées comme complémentaires voire d'appoint, soient moins bien gérées, que les activités de construction ou de maintenance jugées prioritaires. Une réflexion pourrait utilement être menée par la profession pour mieux articuler les plannings annuels d'ensemble de ces trois activités (construction, maintenance, démantèlement) qui ont des contraintes et des calendriers différents.

Par ailleurs, et face au défi que représente, notamment pour les jeunes, la très relative attractivité des activités du démantèlement nucléaire, l'Institut national des sciences et techniques nucléaires (INSTN) a lancé avec les industriels concernés une structure de travail baptisée e-DEM et consacrée aux métiers de l'assainissement, du démantèlement et de la gestion des déchets. Elle doit établir une cartographie des besoins en compétences dans ces domaines, l'adaptation des formations existantes, voire la création de nouvelles formations si nécessaire. Ces travaux méritent d'être soutenus.

Recommandation n° 9. La mission recommande que les grands exploitants français (EDF, CEA, Orano) harmonisent autant que possible leur référentiel de qualification des entreprises dans le domaine du développement, et s'interrogent sur la possibilité de les rendre interopérables.

2.6 La profession ne s'est pas encore organisée pour optimiser ses activités de démantèlement et conquérir les marchés à l'international

Le démantèlement est aujourd'hui une sorte de parent pauvre de la filière nucléaire : il est peu identifié par ses différents acteurs. Ainsi, le « contrat stratégique de la filière nucléaire 2019-2022 » ne le mentionne-t-il pas parmi ses « axes » de développement et le présente-t-il seulement, en même temps que la gestion des déchets, comme un des volets du cinquième « projet structurant » : « Disposer d'une stratégie globale Filière à l'international ».

Ce constat est, à certains égards, logique : les activités de démantèlement sont encore très limitées, comme on l'a vu, tant en France qu'à l'étranger, et ne constituent qu'une activité marginale pour la plupart des entreprises concernées qui, généralement, interviennent aussi et surtout dans le processus de construction des nouvelles installations. En outre les centrales arrêtées, qu'il s'agisse des réacteurs de recherche du CEA ou des centrales de Brennilis et, dans une moindre mesure, de Chooz, sont chacune *sui generis* et peu

susceptibles de déboucher sur des compétences ou des processus aisément répétables ailleurs. Mais cette situation devrait changer avec la politique de limitation du nucléaire dans le mix énergétique français et l'arrivée en fin de vie des premières centrales REP.

Il est en conséquence souhaitable que le comité stratégique de filière, avec le syndicat professionnel GIFEN, comble ces lacunes et élabore un document caractérisant le marché futur du démantèlement et montrant la capacité des entreprises françaises à le maîtriser. Ce document, issu d'un consensus entre les acteurs de la filière, permettrait à chaque entreprise de définir sa propre stratégie de manière éclairée.

Recommandation n° 10. La mission recommande que le comité stratégique de filière avec le GIFEN élabore un document recensant, d'une part le marché potentiel du démantèlement dans la prochaine décennie, tant en France qu'à l'étranger, d'autre part les compétences existant dans la filière française et ses points forts.

L'élaboration d'un tel document comporte cependant un préalable : que l'Etat et EDF lèvent les incertitudes pesant sur le calendrier des démantèlements, c'est-à-dire élabore un calendrier prévisionnel clair des futurs arrêts de centrale. Le contexte actuel devrait le permettre. D'une part une deuxième version de la nouvelle programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) a été rendue publique en janvier 2020 : elle prévoit la mise à l'arrêt, d'ici 2035, de 14 réacteurs, dont les deux de Fessenheim pour lesquels cette échéance a été fixée à février et juin 2020 respectivement. D'autre part, EDF a rendu publique, en janvier 2020 également, une liste de 14 réacteurs (en plus de Fessenheim) dont il propose l'étude des conditions de leur mise à l'arrêt et parmi lesquels seraient choisis les 12 qui seraient arrêtés. Une trajectoire d'ensemble de ces fermetures, permettant l'élaboration d'un programme industriel de démantèlement, devrait pouvoir être retenue au terme de cette étude.

Une meilleure organisation de la profession rend également souhaitable une clarification du positionnement de certaines entreprises, qui est aujourd'hui incertain. Jusqu'à présent les exploitants ont largement fait appel, pour le démantèlement de leurs installations, à des entreprises tierces, agissant en sous-traitants. Il semble qu'ils soient en train de revoir ce positionnement et veuillent désormais concevoir et réaliser eux-mêmes une plus grande partie du travail. L'évolution semble claire pour EDF et Orano, le CEA conservant, en raison du caractère spécifique de ses activités et de chacune de ses installations, un positionnement différent.

Il est clair que le marché du démantèlement sera pendant longtemps encore trop limité pour que toutes les entreprises qui y interviennent aujourd'hui aient l'espoir de toutes pouvoir accroître significativement leur part de marché. Il est donc essentiel qu'EDF et Orano, qui définissent et organisent les chantiers de démantèlement, clarifient rapidement leur stratégie, afin que les autres entreprises de la filière puissent arrêter en conséquence la leur.

Enfin, les interventions des entreprises françaises dans des opérations de démantèlement à l'étranger, qui font l'objet, dans le contrat de filière, de préconisations extrêmement vagues, appellent une action spécifique.

En premier lieu, il est acquis qu'une partie non négligeable des chantiers, en particulier celle qui fait appel à des techniques non spécifiquement nucléaires, sera de fait réservée aux entreprises locales, si bien que les entreprises françaises ne peuvent espérer être choisies que dans certains domaines : tous les interlocuteurs rencontrés par la mission ont été d'accord pour considérer que l'ingénierie et l'outillage spécialisé étaient deux domaines à privilégier, en raison de leur caractère spécifique et sensible et parce que les entreprises françaises y ont acquis expérience et excellence.

En second lieu, le caractère national, voire étatique des projets nucléaires rend souvent plus efficace une approche concertée des marchés étrangers. Il est donc souhaitable que les entreprises françaises agissant dans le démantèlement nucléaire se concertent pour améliorer leurs chances de conquérir des marchés à l'étranger. Cette concertation pourrait se traduire par l'élaboration d'une sorte de catalogue détaillé du savoir-faire français, la promotion des expériences acquises dans les domaines de l'ingénierie et des outillages spécialisés, ou la participation aux différents salons internationaux qui commencent à être organisés pour regrouper les intervenants du démantèlement nucléaire.

Il peut même être envisagé d'aller au-delà et de créer un groupement d'intérêt économique (GIE) compétent pour le démarchage des opérations de démantèlement à l'étranger, voire, dans certains cas, pour tout ou partie de leur réalisation.

Recommandation n° 11. La mission recommande que la profession se concerte et s'organise concrètement (participation aux salons, élaboration d'un guide du savoir-faire français, etc. voire GIE) pour améliorer ses chances de conquérir des marchés de démantèlement à l'étranger.

CONCLUSION

La présente mission, menée à la demande des ministres chargés de l'économie et de l'environnement, s'est inscrite dans un calendrier particulièrement favorable, en parallèle de la phase de consultation sur le projet de programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE).

Cette clarification sur les grandes orientations de notre politique énergétique, notamment dans son volet nucléaire, a permis aux acteurs impliqués dans les activités de démantèlement d'exprimer plus distinctement leurs attentes, leurs difficultés, mais aussi leurs perspectives.

La mission a dans ce contexte pu bénéficier de contributions riches des exploitants, des prestataires (grandes entreprises, ETI et PME), mais également des associations de protection de l'environnement, de l'ANCCLI.... La mission en a tiré de premières recommandations.

Ce travail de « premier inventaire » doit maintenant être poursuivi, notamment au sein du comité stratégique de la filière nucléaire, en lien avec les pouvoirs publics compétents et les différentes parties prenantes.

Des opérations de démantèlement sont actuellement en cours en France, mais ces activités prendront une autre ampleur avec le début du démantèlement des réacteurs nucléaires du parc actuel qui commencera avec Fessenheim. Les opérations lourdes associées devraient commencer d'ici 4 à 5 ans, et ce délai doit être mis à profit pour en optimiser la mise en œuvre, tant au plan économique qu'au plan environnemental.

Pierre-Franck CHEVET

Ingénieur général des mines



CGE

Jean-Philippe DURANTHON

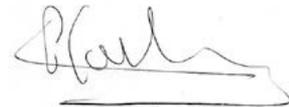
Inspecteur général
de l'administration
du développement durable



CGEDD

Philippe FOLLENFANT

Ingénieur général des mines



CGEDD

ANNEXES

Annexe 1 : Lettre de mission



COURRIER ARRIVEE LE

19 FEV. 2019 *e-sa*

VP/CGE
N° *CGE1ET/2019/02/7634*

Paris, le **19 FEV. 2019**

Le ministre d'État, ministre de la transition écologique et solidaire

Le ministre de l'économie et des finances

à

Madame la vice-présidente du Conseil général de l'environnement et du développement durable

Monsieur le vice-président du Conseil général de l'économie, de l'industrie, de l'énergie et des technologies

Référence : C19000001
Objet : Mission sur le démantèlement des installations nucléaires.

Le démantèlement des installations nucléaires est un enjeu majeur de la transition énergétique dans laquelle la France s'est engagée. Les opérations de démantèlement sont par nature des opérations longues, constituant des défis pour les exploitants en termes de gestion de projets, de maintien des compétences et de coordination des différents travaux qui font souvent intervenir de nombreuses entreprises spécialisées. Depuis 2015, la loi demande toutefois à privilégier les options conduisant à un démantèlement plus rapide.

En 2018, une trentaine d'installations nucléaires civiles de tout type (réacteurs de production d'électricité ou de recherche, laboratoires, usine de retraitement de combustible, installations de traitement de déchets) sont à l'arrêt ou en cours de démantèlement en France. En outre, au-delà de l'arrêt décidé des deux réacteurs de Fessenheim, la transition énergétique dans laquelle la France est engagée conduira dans l'avenir à des évolutions à la hausse, dans les prochaines décennies, des opérations de démantèlement à engager, selon un rythme et des modalités que la prochaine programmation pluriannuelle de l'énergie a vocation à préciser.

Nous souhaitons confier à vos deux conseils généraux une mission destinée à éclairer les questions essentielles, qu'elles soient technologiques ou économiques (à l'exclusion des questions d'ordre public), pour rendre possible le démantèlement effectif des installations civiles qui le nécessitent. Vous contacterez à cet effet les principaux acteurs concernés, qu'il s'agisse des exploitants nucléaires, des organismes de recherche, des industriels de la déconstruction et de l'assainissement et de la gestion des déchets nucléaires : EDF et Framatome, Orano, le CEA, l'ANDRA, les entreprises ou clusters susceptibles de jouer un rôle important dans ce domaine, et le comité stratégique de filière nucléaire. Vous complèterez cette approche en entendant l'Autorité de Sécurité Nucléaire, l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire, l'ANCCLI et quelques associations environnementales compétentes en la matière.

Hôtel de Rogoziński - 246, boulevard Jean-Jérôme - 75007 Paris
126, rue de Bercy 75572 Paris cedex 12

Vous analyserez tout d'abord les retours d'expérience des démantèlements commencés en France et des difficultés rencontrées notamment en termes de maîtrise du budget initial, du délai de réalisation et des choix de conception technique sur les principales activités de démantèlement, y compris les obstacles pour les mener à terme jusqu'au déclassement de l'installation et à la libération des terrains.

Vous estimerez les ordres de grandeur des montants financiers et les calendriers en jeu sur les principales activités de démantèlement. Vous estimerez si possible les parts des opérations internalisées par l'exploitant et en déduirez la part externalisée accessible en sous-traitance.

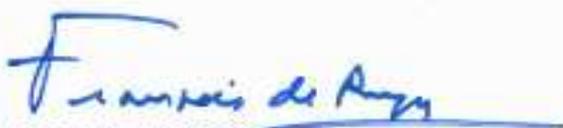
Vous analyserez la structure de la filière de démantèlement française actuelle. Vous porterez une attention particulière aux relations entre les grands donneurs d'ordre et leurs sous-traitants de la filière de démantèlement nationale. Vous estimerez le potentiel de développement d'activités nouvelles pour les différentes catégories d'acteurs de la filière eu égard aux orientations de la PPE. Vous vous efforcerez de qualifier et de quantifier les besoins en termes de compétences et d'emplois en fonction du calendrier de fin de vie des centrales françaises. Les besoins en termes de recherche et développement, ainsi que le cas échéant de normalisation seront également à déterminer.

Par ailleurs, vous analyserez les stratégies internationales de démantèlement afin de caractériser le positionnement de la France dans ce domaine. Vous essaierez notamment de comparer les situations de quelques pays étrangers confrontés à cette problématique, en matière d'objectifs d'assainissement et de délais, mais aussi de coûts, d'encadrement réglementaire et administratif, que de structuration industrielle. Vous pourrez notamment prendre en compte le cas des Etats-Unis d'Amérique, du Royaume-Uni, de l'Allemagne, de la Belgique et sur certains aspects du Japon. Dans ce contexte, vous analyserez le positionnement de la filière de démantèlement française à l'international et ses capacités à atteindre des marchés à l'export.

Vous dégagerez de ces analyses les points clés nécessaires à la structuration d'une filière industrielle en France, pour ses besoins nationaux mais aussi selon les opportunités de marché à l'export. En cohérence avec cette stratégie, vous formulerez des recommandations relatives aux mesures, en matière réglementaire ou d'accompagnement économique, propres à favoriser la constitution d'une filière industrielle compétitive au niveau international.

Vous pourrez vous appuyer sur les ministères compétents pour conduire vos analyses, ainsi que sur les établissements publics concernés.

Les résultats de cette mission sont attendus dans un délai de six mois à compter de la réception de la présente saisine.


François de RUGY


Bruno LE MAIRE

Annexe 2 : Interlocuteurs et Organismes sollicités

1/ ORGANISMES PUBLICS FRANCAIS			
Ministère de la Transition Écologique et Solidaire			
MTES	PLOQUIN Xavier	Conseiller technique	« Énergie et environnement » du Cabinet du Ministre
DGEC	MICHEL Laurent	Directeur général	
	DEPROIT Laurent	Chef du bureau	« Réglementation et affaires techniques » à la Sous-direction de l'industrie nucléaire
DGPR	MERLE Philippe	Chef du service	risques technologiques
	BETTINELLI Benoît	Chef de la mission	Mission pour la sûreté nucléaire et la radioprotection (MSNR)
	BLATON Elisabeth	Adjointe	chef de la MSNR
Ministère de l'Économie et des Finances			
MEF	CARTON Malo	Conseiller technique	« Entreprises et participations de l'État » du Cabinet du Ministre
DGE	GALLAND Alban	Chef du bureau	« Énergie »
	CHAILLLOT Marion	Chargée de mission	« Filière nucléaire » au bureau « Énergie »
Ministère de l'Action et des Comptes Publics			
MAPC	GUEREMY Sébastien	Conseiller technique	"Industrie et innovation" Au Cabinet de la Secrétaire d'État auprès du Ministre
Cours des Comptes			
CC	ALLAIN Éric	Conseiller maître	Cour des Comptes, Président de la Section « Énergie » à la 2 ^{ème} chambre
	VINCENT Isabelle	Rapporteur	2 ^{ème} chambre
	RICHARD Vincent	Conseiller référendaire	
Autorité de sûreté nucléaire			
ASN	DOROSZCZUK Bernard	Président	
	GUPTA Olivier	Directeur général	
	KASSIOTIS Christophe	Directeur	Direction « Déchets, installations de recherche et du cycle (DRC)
Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire			
IRSN	NIEL Jean-Christophe	Directeur général	
	CHARLES Thierry	Directeur général adjoint	chargé de la sûreté nucléaire
Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs			
ANDRA	ABADIE Pierre-Marie	Directeur général	
	PETIT Laurence	Directrice adjointe	chargée des questions internationales
	OREZE Patrice	Directeur	des opérations industrielles, directeur des centres de stockage
	LANES Éric	Chef du service	« Solutions industrielles »
	HELIARD Marie-Paule	Chargée de mission	pour le PNGMDR
Délégué interministériel à l'avenir du territoire de Fessenheim			
	COSTE David	Délégué interministériel	de Fessenheim
Commission particulière du débat public sur le Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs			
PNGMDR	DUTIROU ISABELLE	Présidente	de Commission

2/ EXPLOITANTS D'INSTALLATIONS NUCLEAIRES

CEA	GORGUES Vincent	Directeur	Des programmes de démantèlement, conseiller auprès de l'administrateur général
	SOULIE Julie		
EDF Siège social	GRANGER Sylvain	Directeur	projets déconstruction et déchets (DP2D) Direction du parc nucléaire et thermique (DPNT)
	GIRON Gilles	Directeur	ligne projet réacteurs (REP), surgénérateur et eau lourde à la DP2D (centre de Lyon)
Centrale de Chooz	CACHIA Jean-Nicolas	Chef de structure	Projet Chooz A
ORANO	VANDERCRUYSEN	Directeur	Business unit démantèlement et services, membre du comité exécutif

3/ INDUSTRIELS DU SECTEUR NUCLEAIRE

Comité stratégique de filière nucléaire

MAILLART Hervé	Président
----------------	-----------

Groupement des industriels français de l'énergie nucléaire

GIFEN	ARBOUILLE Cécile	Déléguée générale
--------------	------------------	-------------------

Groupe « Albatros »

GUILLAUME- GUEYDAN Henri	Président
-----------------------------	-----------

Groupe « Bouygues

BTP	AMEQUIN Philippe	Directeur général	Bouygues Travaux Publics
BCNS	BONNET Michel	Directeur général	Bouygues Construction services nucléaires

Groupe « Eiffage

EIFFAGE	DAVOUT D'AUERSTAEDT Axel	Directeur	Génie civil spécialisé « Eiffage génie civil »
	BERTET Pierre	Directeur	Établissement « Génie civil nucléaire »

Groupe « Nuvia »

VINCI	LANCIA Bruno	Directeur général
--------------	--------------	-------------------

Groupe « Robatel Industries »

ROBATEL	BRUNEEL Christophe	Directeur général
----------------	--------------------	-------------------

Groupe « Veolia »

VEOLIA	NOGRETTE Jean-François	Directeur général	Veolia « Nuclear solutions »
	PAROT François	Directeur général	Veolia « Nuclear solutions »

4/ ASSOCIATIONS ET ORGANISMES DE REFLEXION SUR LE NUCLEAIRE

Association nationale des comités et commissions locales d'information

ANCCLI	DELALONDE J. Claude	Président	ANCCLI
	LHEUREUX Yves	Directeur	ANCCLI
	BOUTIN Dominique	Membre	Du Conseil d'administration – CLI de Chinon

Association « Greenpeace »

Greenpeace	ROUSSELET Yannick		
------------	-------------------	--	--

Association «Wyse»

Wyse	MARIGNAC Yves		
------	---------------	--	--

Association « Sortir du nucléaire »

Sortir du nucléaire	MIJEON Charlotte	Porte-parole	SdN
	HATZ André	Président	Stop Fessenheim
	BRAUN Jean-Marie		
	CHATEAU Martial		

5/ ETRANGER

Belgique

Agence Fédérale de Contrôle Nucléaire

AFCN/FANC	HARDEMAN Franck	Directeur général	Agence fédérale de contrôle nucléaire
	VERTELAERS An	Directeur	Installations et déchets
	VAN WONTERGHEM Frédéric	Chef de service	
	NYS Vincent	Expert	« Sureté nucléaire »
	NAZE Cédric	Inspecteur	Chef de projet coordination démantèlement

Organisme national des déchets radioactifs et des matières fissiles enrichies

ONDRAF/NIRAS	BRAECKEVELDT Marnix	Directeur	gestion industrielle
--------------	---------------------	-----------	----------------------

Centre d'étude de l'énergie nucléaire

SKN/CEN	NOYNAERT Luc	Chef	groupe d'experts DDW
---------	--------------	------	----------------------

BEL V

BEL V	GALZY Aurélie		
-------	---------------	--	--

ENGIE Electrabel

ENGIE Electrabel	BACKAERT Geert		
------------------	----------------	--	--

Autres contacts à l'étranger

(saisine et réponse par questionnaire écrit)

Services économiques régionaux d'Allemagne, de Belgique, des États-Unis, du Japon et du Royaume-Uni.

Annexe 3 : Liste des acronymes utilisés

AIEA	Agence internationale de l'énergie atomique
ANDRA	Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs
ASN	Autorité de sûreté nucléaire
CEA	Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives
CGE	Conseil général de l'économie, de l'industrie, de l'énergie et des technologies
CGEDD	Conseil général de l'environnement et du développement durable
CIRES	Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage
CCSFN	Comité stratégique de la filière nucléaire française
Déchets TFA	Déchets de très faible activité
EDF	Électricité de France
ETP	Équivalent temps plein
GIFEN	Groupement des industriels français de l'énergie nucléaire
INB	Installation nucléaire de base
IRSN	Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire
M€	Million(s) d'euros
MW	Mégawatt (1000 kW)
Combustible MOX	Mélange d'oxydes : combustible nucléaire constitué d'environ 8,5 % de plutonium et 91,5 % d'uranium appauvri
NDA	<i>Nuclear Decommissioning Authority</i> (Royaume-Uni)
NRC	<i>Nuclear Regulatory Commission</i> (États-Unis)
ONDRAF (ou NIRAS)	Organisme national des déchets radioactifs et des matières fissiles enrichies (Belgique)
ONG	Organisation non gouvernementale
PPE	Programmation pluriannuelle de l'énergie
PNGMDR	Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs
REB (ou BWR)	Réacteur à eau bouillante BWR
REP	Réacteur à eau sous pression
SLC	Site Licence Company (États-Unis)
UNGG	Filière uranium naturel – graphite - gaz