

ANALYSE

P.4/33

Les enjeux du démantèlement



EN QUESTION

P.34/49

Mise à jour des normes de base en radioprotection



RETOUR D'EXPÉRIENCE

P.50/57

L'approche HERCA-WENRA

www.asn.fr

Sûreté nucléaire et radioprotection : abonnez-vous aux publications de l'ASN

La newsletter de l'ASN

Rendez-vous mensuel présentant l'actualité du contrôle, les actions de l'ASN, une rubrique « International »...

Disponible sur abonnement et consultable sur www.asn.fr

La revue Contrôle de l'ASN

Revue technique de la sûreté nucléaire et de la radioprotection structurée autour de trois rubriques : « analyse », « retour d'expérience » et « en question ».

Disponible en version papier, sur abonnement, et consultable sur www.asn.fr



Les réseaux sociaux de l'ASN

Retrouvez toute l'actualité de l'ASN sur :

- **Twitter**
www.twitter.com/ASN
- **Facebook**
www.facebook.com/asn.fr
- **LinkedIn**
www.linkedin.com/company/autorite-de-s-ret-nucl-aire
- **Dailymotion**
www.dailymotion.com/ASN_Publications



Créez votre compte personnalisé sur www.asn.fr
et gérez vos abonnements à nos publications

éditorial

© ASN/L. PEREON



Si la loi sur la transition énergétique pour la croissance verte (loi TECV) promulguée cet été n'a pas vocation à traiter uniquement des questions nucléaires, elle n'en demeure pas moins porteuse de nombreuses avancées pour la sûreté nucléaire et la radioprotection et leur contrôle : renforcement de la transparence et de l'information du public, formalisation du système dual de contrôle, gradation du pouvoir de sanction de l'ASN.

Elle introduit par ailleurs de nouvelles dispositions concernant ce contrôle qui renforcent les outils à la disposition de l'ASN pour traiter les nombreux défis qui l'attendent dans les années à venir. Parmi eux, le démantèlement des installations nucléaires constitue un enjeu majeur, sur lequel *Contrôle* a souhaité revenir dans sa rubrique « Analyse ».

La rubrique « En question » consacre ses pages aux aspects de la loi TECV concernant la protection contre les rayonnements ionisants. Il s'agit en effet d'ouvrir la voie à la transposition, dans le cadre législatif français, de la directive européenne sur les normes de base relatives à la protection sanitaire contre les dangers résultant de l'exposition aux rayonnements ionisants. Ces normes intègrent la protection des travailleurs, de la population, des patients et de l'environnement et permettent de renforcer le dispositif de contrôle existant. Un vaste sujet sur lequel l'ASN, chargée d'animer les travaux de transposition en appui des ministères de l'environnement, de la santé et du travail, s'est très largement mobilisée.

Enfin, la gestion de crise est un sujet d'attention permanent pour l'ASN. La rubrique « Retour d'expérience » s'intéresse à l'approche européenne HERCA-WENRA d'harmonisation des plans nationaux de gestion de crise en cas d'urgence nucléaire.

Expliquer les grands enjeux sous-tendus par les évolutions législatives, confronter les points de vue, tirer les enseignements des expériences passées, tels sont les objectifs que s'est fixé *Contrôle*.

Je vous en souhaite une excellente lecture.

JEAN-CHRISTOPHE NIEL,
Directeur général de l'ASN

CONTRÔLE s'appuie sur les nouvelles technologies pour vous apporter toute l'information sur le contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection. Des flashcodes animent certains articles pour vous permettre de disposer de contenus complémentaires, comme des vidéos ou des dossiers thématiques présentés sur www.asn.fr



COMMENT UTILISER LE FLASHCODE :

- 1 - Téléchargez gratuitement l'application Mobiletag sur App Store, Android market ou Nokia Ovi au moyen de votre smartphone.
- 2 - Ouvrez l'application Mobiletag et visez le flashcode.
- 3 - Visualisez la revue *Contrôle*

sommaire
N° 199 - OCTOBRE 2015

ANALYSE

P. 4/33



**Les enjeux
du démantèlement**

EN QUESTION

P. 34/49



**Mise à jour
des normes de base
en radioprotection**

RETOUR D'EXPÉRIENCE

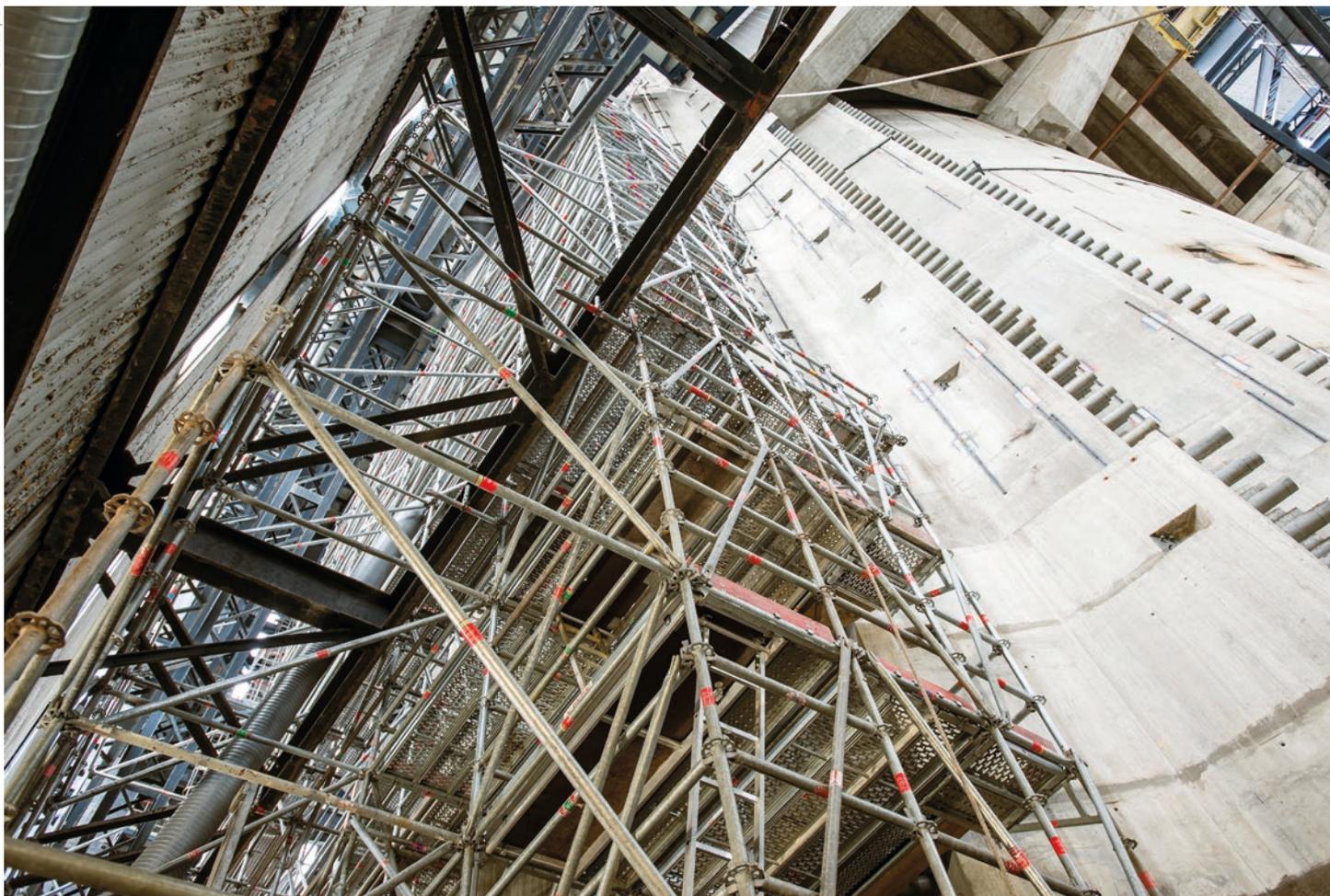
P. 50/57



**L'approche
HERCA-WENRA**

LES ARTICLES PUBLIÉS DANS *CONTRÔLE* PRÉSENTENT LE POINT DE VUE DE L'ASN SUR LE SUJET TRAITÉ ET DONNENT LA PAROLE AUX DIVERS ACTEURS CONCERNÉS, DANS LE RESPECT DE LEUR LIBRE EXPRESSION ET DE LA LOI.





Enjeu de sûreté, mais aussi enjeu industriel, technologique, financier, environnemental – avec la question cruciale de la gestion des déchets radioactifs – le démantèlement des installations nucléaires constitue un des défis majeurs des décennies à venir pour tous les acteurs du nucléaire. Des enjeux qui justifient l'implication des pouvoirs publics sur ces sujets et nécessitent de s'appuyer sur les premiers retours d'expériences pour engager dès aujourd'hui les réflexions qui permettront d'optimiser les opérations et de faire face aux démantèlements massifs à venir.

En accord avec les recommandations de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), la France a adopté la stratégie du démantèlement « immédiat ». Il s'agit de ne pas attendre la décroissance naturelle de la radioactivité pour

intervenir mais d'engager les opérations de démantèlement le plus rapidement possible après l'arrêt de l'installation afin de bénéficier des connaissances des équipes présentes lors de son fonctionnement pour les mener à bien. Cela implique pour les exploitants de le préparer très en amont, avant même la décision d'arrêter l'exploitation prise, et de le prendre en compte dès la conception de l'installation. Pour s'en assurer, les opérations de démantèlement sont strictement encadrées.

Contrôle fait le point de la doctrine de l'ASN en la matière, avant de donner la parole à tous les acteurs concernés : pouvoirs publics, exploitants, industriels du démantèlement, agence en charge de la gestion des déchets radioactifs, commissions locales d'information... sans oublier d'élargir sa vision auprès de ses homologues espagnols et anglais.

ANALYSE

Les enjeux du démantèlement

6

Il faut se préparer dès aujourd'hui à gérer les démantèlements massifs à venir

Entretien avec **Pierre-Franck Chevet**, président de l'ASN

8

Le démantèlement des installations nucléaires de base : le point de vue de l'ASN

Par **Fabien Schilz**, directeur des déchets, des installations de recherche et du cycle à l'ASN

13

La déconstruction du parc des réacteurs à eau pressurisée en exploitation : EDF prépare l'avenir

Par **Jean-Marie Rondeau**, chef de projet déconstruction REP 900 à EDF

15

Le démantèlement des installations nucléaires à la direction de l'énergie nucléaire du CEA

Par **Laurence Piketty**, directrice de l'assainissement et du démantèlement nucléaire à la Direction de l'énergie nucléaire du CEA

18

Le démantèlement des installations nucléaires de base secrètes :

le point de vue de l'Autorité de sûreté nucléaire de défense (ASND)

Par **Bernard Dupraz**, délégué à la sûreté nucléaire de défense et **Dorothee Conte**, chargé d'affaires à l'ASND

21

La stratégie de démantèlement de l'usine Georges Besse d'Eurodif et enjeux associés

Par **Michel Duguey**, responsable sûreté démantèlement de l'usine Georges Besse chez Areva

23

Les enjeux du démantèlement pour les pouvoirs publics

Par **Charles-Antoine Louët**, sous directeur de l'industrie nucléaire, Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC), ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie

25

La valorisation des déchets de très faible activité

en dehors de la filière nucléaire est envisageable, mais elle nécessiterait des précautions particulières

Entretien avec **Alain Dorison**, président du groupe de travail sur le recyclage des déchets radioactifs métalliques dans le cadre du Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR)

27

Optimiser globalement la gestion des déchets radioactifs de démantèlement

Par **Michel Dutzer**, directeur industriel adjoint de l'Andra

29

L'opération de découpe d'internes de réacteurs et les aspects sûreté

Par **Joseph Boucau**, directeur, D&D Business Development chez Westinghouse Electric Company

31

Le démantèlement : un enjeu pour la sûreté et le devenir des territoires

Entretien avec **Michel Eimer** et **Dominique Boutin**, pilotes du groupe permanent « démantèlement » de l'Association nationale des comités et commissions locales d'information (Anccli), et respectivement vice-président de la CLI de la centrale de Saint-Laurent-des-Eaux et membre de la CLI de la centrale de Chinon

32

Le démantèlement des centrales espagnoles

Par **José Luis Revilla**, chef du secteur installations du cycle et démantèlement du Consejo de Seguridad Nuclear (Espagne)

33

Le démantèlement des installations nucléaires au Royaume-Uni

Par **Dr Mina Golshan**, directrice du programme Decommissioning, Fuel and Waste et **Dr Gavin Smith**, Superintending Inspector, Office for Nuclear Regulation (Grande-Bretagne)

IL FAUT SE PRÉPARER DÈS AUJOURD'HUI À GÉRER LES DÉMANTÈLEMENTS MASSIFS À VENIR

Entretien avec Pierre-Franck Chevet, président de l'ASN

Contrôle : en quoi le démantèlement d'une installation nucléaire constitue-t-il un enjeu majeur de sûreté ?

Pierre-Franck Chevet : le démantèlement consiste à déconstruire des installations qui ont été des installations nucléaires et qui le restent tant qu'elles ne sont pas complètement démantelées. Cela soulève des problématiques importantes en termes de sûreté et de radioprotection des travailleurs qui interviennent sur le site. Pour illustrer l'importance de ces enjeux, la loi depuis longtemps a prévu que les opérations de déconstruction soient soumises à une procédure équivalente à celle mise en œuvre pour la création d'une installation nucléaire : nécessité pour l'exploitant d'établir un dossier dans lequel il décrit comment il va procéder pour déconstruire, quelles précautions il va prendre pour protéger les travailleurs, l'environnement et la population, le tout étant soumis à une enquête publique, comme au moment de la création d'une installation. En tant qu'autorité de sûreté, nous mettons donc un accent particulier sur le contrôle des dites opérations.

L'AIEA a retenu deux stratégies possibles de démantèlement des installations nucléaires après leur arrêt définitif : le démantèlement différé et le démantèlement immédiat. Pouvez-vous expliciter ces deux notions ? Quelle est la politique française en la matière, et pourquoi ?

Il y a effectivement un grand questionnement autour du démantèlement. Une première option consiste à considérer qu'il vaut mieux attendre, pour bénéficier de la décroissance naturelle de la radioactivité et donc d'une baisse du rayonnement de tous les équipements de l'installation, et limiter ainsi les risques d'exposition pour les personnes qui interviendront. À l'inverse, plus on attend, moins on a de personnes compétentes ayant la connaissance des équipements concernés et moins on a l'assurance d'avoir les moyens financiers pour mener à bien ces opérations. Il y a du



© N. GOUMIER, BILLY/ASN

pour et du contre dans les deux scénarios et le débat au niveau international s'est soldé plutôt en faveur d'un démantèlement dit immédiat. C'est la position adoptée par la France et qui est entérinée dans la loi n° 2015-992 relative à la transition énergétique pour la croissance verte.

Concrètement, qu'est-ce que cela implique ?

Les termes « démantèlement immédiat » sont bien sûr à considérer avec un peu de recul : la déconstruction complète d'une installation nucléaire complexe prend en effet des dizaines d'années, quel que soit le scénario choisi. En règle générale, ce sont des opérations très longues, qui nécessitent des précautions importantes. La notion d'immédiateté vise avant tout

à rappeler que le dossier complet de démantèlement doit être préparé dès que la décision d'arrêter l'exploitation est prise et engagé le plus rapidement possible ; le but est de faire appel aux personnes qui ont connu l'installation du temps de son exploitation pour préparer les opérations futures. L'exploitant qui décide de s'arrêter doit donc engager sans délai la réflexion sur la façon dont il va procéder pour déconstruire.

Une autre exigence consiste à anticiper la fin de vie de l'installation dès le départ, en la concevant de manière à ce que l'on puisse facilement la déconstruire le moment venu. Un plan de démantèlement doit donc être élaboré dès la conception de l'installation. Il sera mis à jour et finalisé au moment de la mise à l'arrêt définitif.

Avons-nous une visibilité claire sur les démantèlements à venir ?

Certains démantèlements sont déjà largement entamés. Je pense à la centrale de Brennilis, dans les monts d'Arrée, au réacteur A de Chooz, dans les Ardennes, où les opérations sont assez avancées. Il y a aussi plusieurs démantèlements en cours sur des installations du CEA et d'Areva, notamment l'usine Georges Besse 1. Mais c'est au moment du démantèlement du parc nucléaire actuel de production d'électricité que le pic se présentera. Si l'on ne peut pas, à l'heure actuelle, se prononcer sur des dates précises, il est inéluctable qu'à terme ces installations s'arrêteront, que ce soit pour des raisons industrielles, économiques ou de sûreté. Et nous aurons alors à gérer un grand nombre de démantèlements en même temps. Nous commençons à bénéficier d'un retour d'expérience. C'est pourquoi il est important d'utiliser la période actuelle pour réfléchir à la mise au point de futurs outils pour démanteler, cette fois de manière beaucoup plus importante et de façon concomitante, les installations en fin de vie.

Quels sont les enjeux liés à ces démantèlements massifs ?

La principale question concerne la gestion des déchets. Pour les déchets les plus nocifs, présentant des enjeux de sûreté très forts – je pense aux combustibles usés –, les choses sont connues et les quantités limitées. Cela renvoie notamment au développement du projet Cigéo, sur lequel les discussions sont en cours. À l'opposé du spectre, nous avons des déchets de très faible activité, qui présentent réellement peu de danger, même s'ils sont radioactifs, mais qui seront produits en quantité beaucoup plus importante. Actuellement, la politique retenue en matière de gestion de ces déchets consiste à les stocker dans des installations spécialisées et centralisées. On peut se demander s'il est vraiment pertinent de leur faire traverser la moitié de la France pour rejoindre ce stockage centralisé ou s'il ne vaut mieux pas imaginer des centres locaux, toujours spécialisés. D'autant qu'il ne s'agit pas d'installations complexes, comme Cigéo, mais d'installations « quasi-classiques » très proches de celles qui gèrent traditionnellement les gravats. C'est à la fois une question de sûreté, mais aussi d'aménagement du territoire, d'environnement. C'est pourquoi nous appelons à un débat public sur cette question.

On évoque également la possibilité de recycler ces déchets. Quelle est la position de l'ASN sur ce sujet ?

La politique de gestion des déchets en France est très claire. Elle a été adoptée au début des années 1990 avec l'idée que le fait de banaliser des déchets radioactifs introduit un risque de les retrouver absolument n'importe où. Plusieurs affaires médiatiques à la fin des années 1980 ont d'ailleurs porté sur la découverte de déchets faiblement radioactifs dans des décharges classiques. Cela a soulevé à l'époque des questions sur l'origine de ces déchets et sur la possibilité d'en trouver d'autres, beaucoup plus radioactifs, avec de réels risques pour la santé publique. À la suite de ce constat, la France a adopté le principe de non-banalisation des déchets radioactifs. Cela consiste à considérer qu'un déchet, dès lors qu'il a été produit dans une zone considérée comme potentiellement radioactive, doit être géré comme tel, dans des installations nucléaires adaptées. Ces installations ne sont pas forcément très sophistiquées, mais il s'agit de s'assurer que des déchets, même très faiblement radioactifs, sont placés sous contrôle.

Le recyclage en tant que tel est une bonne chose. Cependant, en application de la philosophie générale française, nous estimons qu'il faut privilégier un recyclage au sein de la filière nucléaire, de manière à garder une capacité de contrôle.

Quels sont le rôle et l'action de l'ASN sur cette thématique du démantèlement ?

Nous avons mis en place depuis une dizaine d'années un groupe de travail sur la gestion des matières et déchets radioactifs, qui traite également de la question du démantèlement. Ce groupe de travail ouvert, dont j'assume la co-présidence avec la Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC), rassemble l'ensemble des parties prenantes. Tous les trois ans, nous établissons un rapport, qui est public, et que nous transmettons à l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST) puis au Gouvernement. Celui-ci s'appuie sur ces réflexions pour prescrire un certain nombre d'études et d'actions à mener par les uns et les autres dans le cadre du Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR).

Nous estimons à l'ASN que plus un sujet est compliqué et sensible, plus il faut en discuter publiquement, de manière ouverte,

avec l'ensemble des parties prenantes. C'est en application de ce principe que nous avons mis en place ce groupe de travail sur la question des déchets, mais aussi sur d'autres sujets, comme la gestion des suites d'un accident, avec le Comité directeur post-accidentel (Codirpa), créé bien avant Fukushima, ou encore les facteurs sociaux, organisationnels et humains. Parce qu'il s'agit de sujets complexes et que nous avons choisi de les traiter en mode ouvert, il faut aussi admettre que cela prenne un certain temps pour trouver des solutions définitives et admises par tous.

Cette perspective de démantèlements massifs a-t-elle aussi des conséquences sur les moyens de l'ASN ?

L'analyse d'un dossier de démantèlement implique plusieurs années de discussions techniques et publiques. Nous en avons plusieurs en cours, mais le pic de charge reste à venir. Nous avons déjà des personnes spécialisées sur ces thématiques. Mais de la même manière que nous demandons aux exploitants d'établir leur dossier de démantèlement avec les personnes qui ont connu l'installation en fonctionnement, nous devons veiller à ce que les personnes qui les ont inspectées transmettent les informations nécessaires à ceux qui auront à suivre et contrôler les opérations de déconstruction. C'est un sujet d'organisation interne qui n'est pas du tout insurmontable, mais que nous devons nous attacher à traiter correctement. ❖

© N. GOHIER/ABAC/ASN



LE DÉMANTÈLEMENT DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES DE BASE: LE POINT DE VUE DE L'ASN

Par Fabien Schilz, directeur des déchets, des installations de recherche et du cycle à l'ASN



L'essentiel

Les opérations de démantèlement présentent des enjeux importants en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection. La stratégie adoptée en France, en accord avec la recommandation de l'AIEA, est celle du démantèlement immédiat. L'objectif est double : ne pas faire porter le poids du démantèlement sur les générations futures et bénéficier des connaissances des équipes présentes pendant le fonctionnement de l'installation pour la démanteler.

L'exploitant est tenu de prendre en compte le démantèlement de son installation dès sa conception. Pour cela, il doit établir un plan de démantèlement dès la demande d'autorisation de création de l'installation, plan qui doit ensuite être mis à jour tout au long de la vie de l'installation.

Les opérations de démantèlement sont strictement encadrées. Après instruction du dossier de démantèlement par l'ASN, un décret autorise le démantèlement. Ce décret fixe ses principales étapes, la date de fin et l'état final à atteindre. Certaines étapes peuvent faire l'objet d'autorisations spécifiques de l'ASN. À l'issue de ce processus, le déclassement de l'installation ne peut intervenir qu'après justification de l'atteinte de l'état final visé et éventuellement l'institution de servitudes d'utilité publique.

La gestion des déchets issus du démantèlement est un point crucial. Ces derniers doivent en effet être caractérisés, conditionnés et évacués par l'exploitant. Cela nécessite la disponibilité de filières de gestion de ces déchets (stockage ou entreposage) ainsi qu'une anticipation des flux de déchets.

Les installations nucléaires, à l'issue de leur période de fonctionnement, font l'objet d'opérations de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement, préalablement à une réutilisation de leur site d'implantation pour une autre activité. Ainsi, le terme de démantèlement, de façon générale, couvre l'ensemble des activités réalisées après l'arrêt d'une installation, afin d'atteindre un état final prédéfini. Celles-ci comprennent notamment le démontage des équipements, l'assainissement des locaux, la destruction éventuelle du génie civil, l'assainissement des sols, le tri, la caractérisation, le conditionnement, l'évacuation et l'élimination des déchets produits (radioactifs ou non). L'ensemble de ces opérations est réalisé dans des conditions garantissant la protection des intérêts visés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement (sécurité, santé et salubrité publique, protection de la nature et de l'environnement). À l'issue de son démantèlement, et sous certaines conditions, une installation nucléaire de base (INB) est déclassée. En 2015, une trentaine d'installations nucléaires de tout type (réacteurs de production d'électricité ou de recherche, laboratoires, usine de retraitement de combustible, installations de traitement de déchets, etc.) étaient arrêtées ou en cours de démantèlement en France (voir la carte page ci-contre).

Des enjeux importants de sûreté nucléaire et de radioprotection

Les opérations de démantèlement sont le plus souvent des opérations longues, constituant des défis pour les exploitants en matière de gestion de projets,

de maintien des compétences et de coordination des différents travaux qui font souvent intervenir de nombreuses entreprises spécialisées. Les risques liés à la sûreté nucléaire et à la radioprotection doivent être considérés avec la rigueur nécessaire, de même que les risques classiques liés à tout chantier de déconstruction, ainsi que les risques liés à la perte de mémoire de conception et d'exploitation du fait de la durée importante de cette phase qui prend souvent plus d'une décennie.

Les risques présentés par l'installation lors de son fonctionnement évoluent au fur et à mesure de son démantèlement. Si certains risques peuvent disparaître rapidement, comme le risque de criticité, d'autres, comme ceux liés à la radioprotection ou à la sécurité des travailleurs (co-activité¹, chutes de charges, travail en hauteur...), deviennent progressivement prépondérants. Il en est de même pour les risques d'incendie ou d'explosion (en raison de l'utilisation de techniques de découpe des structures par « point chaud », c'est-à-dire génératrices de chaleur, d'étincelles ou de flammes). Le démantèlement d'une installation conduit à une production de déchets importante et à la nécessité d'en maîtriser la gestion pour limiter les risques, qui ont trait à la sûreté nucléaire ou à la radioprotection.

Enfin, l'évolution parfois rapide de l'état physique de l'installation et des risques qu'elle présente pose la question de l'adéquation, à chaque instant, des moyens de surveillance mis en place. Il est souvent nécessaire de substituer, de façon transitoire ou pérenne, aux moyens de surveillance d'exploitation centralisés, d'autres moyens de surveillance plus adaptés.

1. Activités distinctes de plusieurs salariés qui ont lieu simultanément dans un temps contraint et dans un même espace.



Le choix du démantèlement « immédiat »

En 2014, l'AIEA a reconnu deux stratégies possibles de démantèlement des installations nucléaires, après leur arrêt définitif :

- le démantèlement différé : les parties de l'installation contenant des substances radioactives sont maintenues ou placées dans un état sûr pendant plusieurs décennies avant que les opérations de démantèlement ne commencent (les parties « conventionnelles » de l'installation peuvent être démantelées dès l'arrêt de l'installation) ;
- le démantèlement immédiat : le démantèlement est engagé dès l'arrêt de l'installation, sans période d'attente, les opérations de démantèlement pouvant toutefois s'étendre sur une longue période.

Aujourd'hui, en accord avec la recommandation de l'AIEA, la politique française vise à ce que les exploitants des INB adoptent une stratégie de démantèlement immédiat.

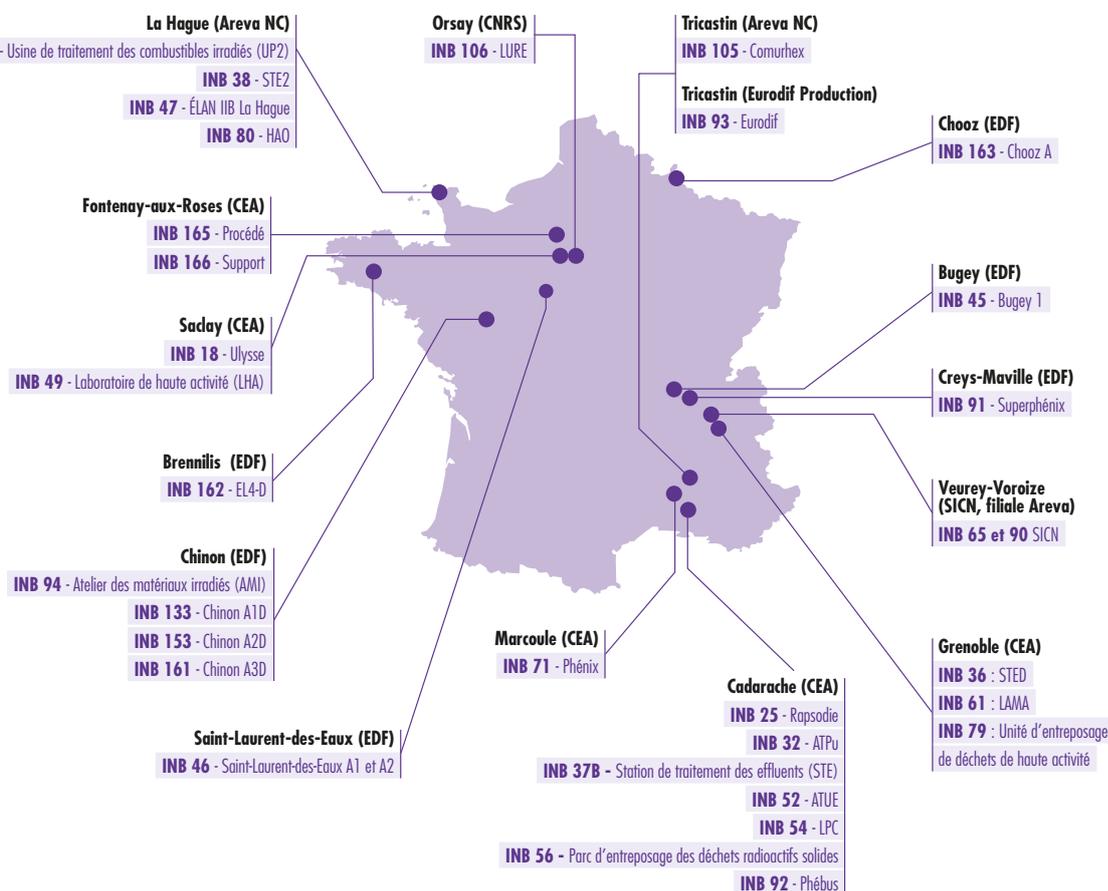
Ce principe figure actuellement dans la réglementation applicable aux INB (arrêté du 7 février 2012). Il était inclus, depuis 2009, dans la doctrine établie par l'ASN en matière de démantèlement et de déclassement des INB et vient d'être repris au niveau législatif dans la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte. Cette stratégie permet notamment de ne pas faire porter le poids du démantèlement sur les générations futures, sur les plans technique et financier. Elle permet également de bénéficier des connaissances et compétences des équipes présentes pendant le fonctionnement de l'installation, indispensables notamment lors des premières opérations de démantèlement.

La stratégie adoptée en France vise à ce que :

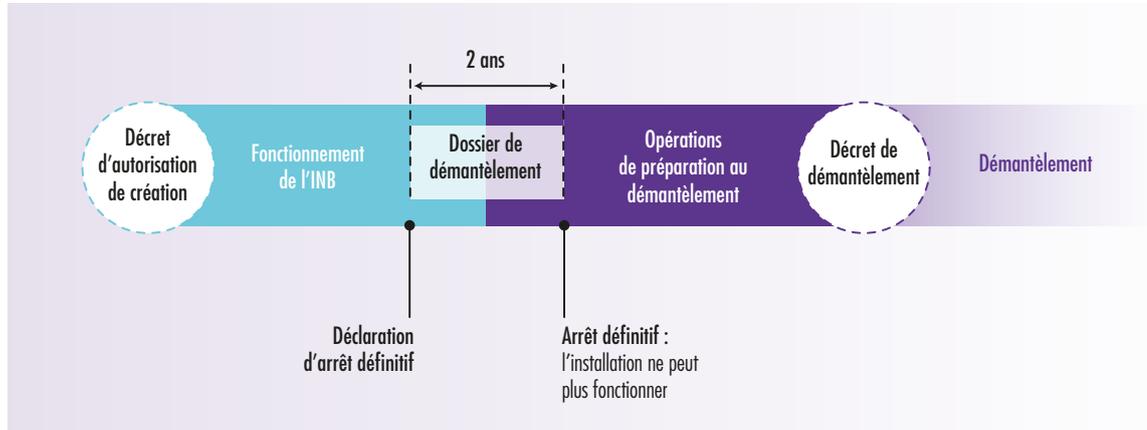
- l'exploitant prépare le démantèlement de son installation dès la conception de celle-ci ;
- l'exploitant anticipe le démantèlement avant l'arrêt de fonctionnement de son installation et envoie le dossier de demande d'autorisation de démantèlement avant l'arrêt de son installation ;
- les opérations de démantèlement se déroulent « dans un délai aussi court que possible » après l'arrêt de l'installation, délai qui peut varier de quelques années à quelques décennies selon la complexité de l'installation.

Par ailleurs, afin de s'assurer que les fonds nécessaires seront disponibles pour le futur démantèlement de chaque INB, le code de l'environnement a mis en place un dispositif relatif à la sécurisation des charges liées ➤➤

Installations définitivement arrêtées et en cours de démantèlement en 2015 ou en cours d'opérations préparatoires au démantèlement (carte au 15 octobre 2015).



Les phases de vie d'une INB.



au démantèlement des installations nucléaires, à la gestion des combustibles usés et à la gestion des déchets radioactifs.

Le provisionnement se fait sous contrôle direct de l'État, qui analyse la situation des exploitants et peut prescrire les mesures nécessaires en cas de constat d'insuffisance ou d'inadéquation. Il est réévalué tous les trois ans et mis à jour annuellement.

Le plan de démantèlement : un outil clé pour le démantèlement immédiat

Tout exploitant d'une INB doit établir un plan de démantèlement dès la demande d'autorisation de création de cette installation. Cela permet de s'assurer que

la conception de l'installation prenne en compte les futures opérations de démantèlement, ce qui n'a pas été le cas sur les installations les plus anciennes. Ce plan doit ensuite être mis à jour régulièrement au cours de la vie de l'installation (mise en service, modifications importantes de l'installation, réexamens de sûreté, deux ans avant l'arrêt définitif).

Ce plan de démantèlement :

- présente les modalités envisagées pour le démantèlement de l'INB considérée et précise, le cas échéant, les modalités envisagées pour la réhabilitation et la surveillance du site sur lequel l'INB est implantée ;
- mentionne et justifie la stratégie de démantèlement retenue par

l'exploitant et par conséquent précise le délai envisagé, aussi court que possible, entre l'arrêt définitif de fonctionnement de l'installation et la fin du démantèlement de celle-ci ;

- définit et justifie l'état de l'installation au moment de son arrêt définitif et avant le début des opérations de démantèlement (état initial). Il justifie l'état visé du site après le démantèlement de l'installation ;
- décrit les dispositions prises par l'exploitant afin de garantir la conservation de l'historique de l'installation, et notamment les éléments pertinents en vue de son démantèlement ultérieur (substances radioactives et dangereuses mises en œuvre, cartographies radiologiques, événements, etc.). Les dispositions permettant de garantir l'accessibilité à ces informations sont également décrites ;
- prend en compte les spécificités de l'installation concernée même si certaines parties peuvent être génériques à plusieurs INB sous le contrôle du même exploitant.

Les opérations préparatoires au démantèlement

La phase de démantèlement peut être précédée d'une étape de préparation au démantèlement (dite « OP DEM »), réalisée dans le cadre de l'autorisation d'exploitation initiale. Cette phase préparatoire permet notamment l'évacuation d'une partie des substances radioactives et chimiques, ainsi que la préparation des opérations de démantèlement (aménagement de locaux, préparation de chantiers, formation des équipes, etc.). C'est également lors de cette phase préparatoire que peuvent être réalisées les opérations de caractérisation de l'installation : réalisation de cartographies radiologiques, collecte d'éléments pertinents (historique de l'exploitation) en vue du démantèlement. Par exemple, le combustible d'un réacteur nucléaire peut être évacué lors de cette phase.

L'ASN est attentive à ce qu'aucune opération de démantèlement ne soit réalisée pendant cette phase et que la durée de cette phase soit limitée à quelques années. L'ASN recommande que l'exploitant informe la commission locale d'information des opérations envisagées dans le cadre des opérations de préparation au démantèlement, qu'il informe régulièrement celle-ci du déroulement des opérations et lui présente le résultat à l'issue de leur réalisation.

L'encadrement des opérations de démantèlement : des opérations préparatoires au démantèlement au déclassé

Dès lors qu'une INB est mise à l'arrêt définitif en vue de son démantèlement, celle-ci change de destination, par rapport à ce pour quoi sa création a été autorisée, le décret d'autorisation de création spécifiant notamment les conditions de fonctionnement de l'installation. Par ailleurs, les opérations de démantèlement impliquent une évolution des risques



présentés par l'installation. Par conséquent, ces opérations ne peuvent être réalisées dans le cadre fixé par le décret d'autorisation de création. Le démantèlement d'une installation nucléaire est prescrit par un nouveau décret, pris après avis de l'ASN. Ce décret fixe, entre autres, les principales étapes du démantèlement, la date de fin du démantèlement et l'état final à atteindre (voir schéma ci-contre). Afin d'éviter le fractionnement des projets de démantèlement et d'améliorer leur cohérence d'ensemble, le dossier de démantèlement doit décrire explicitement l'ensemble des travaux envisagés, depuis la mise à l'arrêt définitif jusqu'à l'atteinte de l'état final visé, et expliciter, pour chaque étape, la nature et l'ampleur des risques présentés par l'installation ainsi que les moyens mis en œuvre pour les maîtriser. Ce dossier fait l'objet d'une enquête publique.

Compte tenu du fait que les opérations de démantèlement des installations complexes sont souvent très longues, le décret de démantèlement peut prévoir qu'un certain nombre d'étapes feront l'objet, le moment venu, d'une autorisation de l'ASN sur la base de dossiers de sûreté spécifiques. Ce sont les « points d'arrêts ».

Par ailleurs, le code de l'environnement prévoit que la sûreté d'une installation en phase de démantèlement, comme celle de toutes les autres INB, soit réexaminée périodiquement, en général tous les dix ans. L'objectif de l'ASN est de s'assurer par ces réexamens que le niveau de sûreté de l'installation soit le plus élevé possible dans des conditions technico-économiques acceptables jusqu'à la fin

des opérations de démantèlement.

Enfin, à l'issue de son démantèlement, une INB peut être déclassée sur décision de l'ASN homologuée par le ministre en charge de la sûreté nucléaire.

L'ASN a publié en 2015 la mise à jour de son guide n° 6 relatif aux procédures réglementaires de démantèlement des INB. Elle travaille à la mise à jour de son guide n° 14 relatif à l'assainissement des structures et à la création du guide n° 24 relatif à la gestion des sols pollués par des substances radioactives en INB. Ces deux projets de guides seront soumis à la consultation du public.

Focus sur le déclassé et l'état final

Le déclassé est une opération administrative consistant à retirer l'installation de la liste des « installations nucléaires de base ». L'installation n'est dès lors plus soumise au régime juridique et administratif des INB. Le déclassé permet la levée des contrôles réglementaires auxquels est soumise une INB. Le déclassé ne peut intervenir qu'après la réalisation des travaux de démantèlement, la justification de l'atteinte de l'état final visé et éventuellement l'institution de servitudes d'utilité publique (SUP). En fonction de l'état final atteint, l'ASN peut conditionner le déclassé d'une INB à la mise en place de SUP. Celles-ci peuvent fixer un certain nombre de restrictions d'usage du site et des bâtiments ou de mesures de précaution (mesures radiologiques en cas d'affouillement, etc.). Le dossier de demande de déclassé est soumis à la consultation de

la commission locale d'information, du préfet, des communes environnantes et du public. L'institution de SUP fait quant à elle l'objet d'une enquête publique.

Conformément aux dispositions de l'article 8.3.2 de l'arrêté du 7 février 2012, « l'état final atteint à l'issue du démantèlement doit être tel qu'il permet de prévenir les risques ou inconvénients que peut présenter le site pour les intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement, compte tenu notamment des prévisions de réutilisation du site ou des bâtiments et des meilleures méthodes et techniques d'assainissement et de démantèlement disponibles dans des conditions économiques acceptables ».

La gestion des déchets produits par les opérations de démantèlement est un enjeu majeur

L'ASN considère que la gestion des déchets issus des opérations de démantèlement constitue un point crucial pour le bon déroulement des programmes de démantèlement. En effet, le démantèlement produit des déchets, radioactifs et conventionnels, que l'exploitant doit caractériser, conditionner et évacuer de son installation. Cela nécessite la disponibilité de filières de gestion de ces déchets (stockage ou entreposage) ainsi qu'une anticipation des flux de déchets.

La France ne dispose pas aujourd'hui de filières de stockage pour les déchets de faible activité à vie longue (FA-VL), de moyenne activité à vie longue (MA-VL) et de haute activité (HA). Conformément à la loi et aux orientations fixées par le PNGMDR, l'Andra mène ➤➤

STRATÉGIE DE DÉMANTÈLEMENT ET DE GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS: LES « GRANDS » EXPLOITANTS NUCLÉAIRES PRÉSENTENT LEUR COPIE À L'ASN

En plus du contrôle qu'elle réalise sur chaque installation, l'ASN demande aux « grands » exploitants nucléaires – Areva, CEA, EDF – leur stratégie globale de démantèlement et de gestion de leurs déchets radioactifs pour l'ensemble de leurs installations. Ces stratégies sont mises à jour régulièrement et instruites par l'ASN. Cela lui permet d'avoir une vision globale et prospective à plus de 10 ans des stratégies des exploitants, de s'assurer de la cohérence de ces stratégies et de l'anticipation par les exploitants des actions à mener. Cette vision est indispensable afin notamment d'anticiper les besoins de création d'installations d'entreposage de déchets radioactifs (ex : Iceda), de développement de nouveaux types de conditionnement ou de conteneurs de transports...

L'ASN examine en 2015 les stratégies de gestion des déchets radioactifs et de démantèlement d'EDF et recevra l'année prochaine les stratégies d'Areva et du CEA.



Les changements apportés par la loi n° 2015-992 relative à la transition énergétique pour la croissance verte

- L'exploitant, lorsqu'il prévoit d'arrêter définitivement le fonctionnement de son installation ou d'une partie seulement, doit le déclarer au ministre chargé de la sûreté nucléaire et à l'ASN au moins deux ans avant la date d'arrêt prévue ou dans les meilleurs délais si cet arrêt est effectué avec un préavis plus court pour des raisons que l'exploitant justifie. Cette déclaration est portée à la connaissance de la commission locale d'information et mise à la disposition du public.
- L'exploitant n'est plus autorisé à faire fonctionner l'installation à compter de l'arrêt définitif de l'installation.
- L'exploitant est tenu de déposer son dossier de démantèlement au plus tard deux ans après avoir déclaré son intention d'arrêter définitivement son installation.
- Toute installation à l'arrêt depuis au moins deux ans est considérée comme arrêtée définitivement et doit être démantelée (le délai pouvant cependant être étendu à cinq ans en cas de circonstances particulières).
- L'ASN contribue aux travaux en cours de mise à jour du décret du 2 novembre 2007 relatif aux procédures de démantèlement des INB.

des recherches et des travaux en vue d'ouvrir de telles filières. Le démarrage d'opérations de démantèlement étant conditionné par la disponibilité de filières de gestion adaptées à l'ensemble des déchets susceptibles d'être produits et dans l'attente de l'ouverture de filières de stockage pour tous les déchets, l'ASN considère que les exploitants doivent mettre en place des solutions d'entreposage pour ne pas retarder significativement les opérations de démantèlement.

Les opérations de démantèlement vont prendre de l'ampleur dans les prochaines années

De nombreuses installations nucléaires civiles françaises ont été construites dans les années 1960. Nombre d'entre elles arrivent ou vont arriver en fin de fonctionnement et devront donc être démantelées et assainies dans les prochaines années, ce qui conduira à une augmentation importante du nombre d'installations en démantèlement en France.

Par ailleurs, les orientations décidées en termes de politique énergétique pourront conduire à l'arrêt définitif de réacteurs à eau pressurisée qui devront donc être démantelés. Par conséquent, les opérations de démantèlement à venir des installations nucléaires françaises représentent un enjeu majeur à la fois pour les exploitants et les industriels mais aussi pour l'ASN et l'IRSN. ❖

LA DOCTRINE DE L'ASN EN TERME D'ASSAINISSEMENT

L'ASN recommande que les exploitants mettent en œuvre des pratiques d'assainissement et de démantèlement tenant compte des meilleures connaissances scientifiques et techniques du moment et dans des conditions économiques acceptables, visant à atteindre un état final pour lequel la totalité des substances dangereuses et radioactives a été évacuée de l'INB. C'est la démarche de référence selon l'ASN.

Dans l'hypothèse où, en fonction des caractéristiques de la pollution, cette démarche poserait des difficultés de mise en œuvre, l'ASN considère que l'exploitant doit aller aussi loin que raisonnablement possible dans le processus d'assainissement. Il doit en tout état de cause apporter les éléments, d'ordre technique ou économique, justifiant que la démarche de référence ne peut être mise en œuvre et que les opérations d'assainissement ne peuvent être davantage poussées avec les meilleures méthodes et techniques d'assainissement et de démantèlement disponibles dans des conditions économiques acceptables.

Conformément aux principes généraux de radioprotection, l'impact dosimétrique du site sur les travailleurs et le public après démantèlement doit être le plus faible possible. L'ASN considère qu'il n'est pas envisageable de définir des seuils *a priori*. En particulier, l'atteinte d'un seuil avec une exposition conduisant à une dose annuelle de 300 µSv pour les travailleurs ou le public ne constitue pas un objectif acceptable *a priori*.



DÉCONSTRUCTION DU PARC DES RÉACTEURS À EAU PRESSURISÉE EN EXPLOITATION : EDF PRÉPARE L'AVENIR

Par Jean-Marie Rondeau, chef de projet déconstruction REP 900 à EDF



L'essentiel

Engagé depuis les années 1990 dans la déconstruction des neuf réacteurs de première génération, EDF n'en prépare pas moins l'avenir : des forces d'ingénierie sont mobilisées pour étudier le démantèlement des réacteurs à eau pressurisée (REP) actuellement en exploitation. Des études qui portent sur trois grands volets : la conservation de la mémoire des installations par le biais d'un programme de conservation des documents utiles à leur démantèlement, la mise en place d'outils facilitant l'estimation du volume de déchets produits par ces opérations, et enfin le choix d'une stratégie de déconstruction en s'appuyant sur le retour d'expérience des réacteurs de première génération, mais également sur les chantiers similaires menés à l'étranger.

Le démantèlement d'une installation nucléaire est une opération industrielle longue et complexe, qui nécessite de s'y préparer bien avant l'arrêt effectif de production d'électricité. EDF s'est dotée de compétences d'ingénierie dédiées au démantèlement des neuf réacteurs de première génération (dont Chooz A, premier réacteur à eau pressurisée de 305 MWe). Une équipe projet « REP 900 » a également été créée pour préparer la déconstruction des réacteurs REP actuellement en exploitation. Les opérations de démantèlement réalisées sur les premières installations EDF ainsi que les relations fructueuses entretenues avec d'autres exploitants à l'international, comme Enresa à Zorita (Espagne) et Energy Solutions à Zion (États-Unis), ont contribué à un retour d'expérience riche dont le programme de démantèlement des REP va bénéficier.

Maîtriser les impacts environnementaux et la radioprotection constitue les enjeux majeurs des études menées pour déterminer les procédés de déconstruction.

Deux grands principes caractérisent les projets de démantèlement et la planification des activités :

- la réduction progressive des risques qui commence dès l'arrêt de production effectif d'électricité. L'exploitant procède au déchargement du combustible, à la décontamination des circuits nucléaires les plus contaminés et à la suppression des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) lorsque c'est possible (stockage gaz, station déminéralisation...). Cette étape permet d'évacuer 99,9 % de la radioactivité présente sur le site ;
- la sécurisation des flux d'évacuation des déchets par une anticipation de la disponibilité des filières de prise en charge des déchets qu'ils soient nucléaires ou conventionnels.

La clef du succès réside donc dans une parfaite maîtrise de la connaissance de l'installation, de ses risques et des matériels ou matériaux qui seront par la suite orientés vers les filières d'élimination, de valorisation ou de stockage adéquat.

Préserver la mémoire et s'approprier les tranches en exploitation

En lien avec les équipes en charge de l'exploitation et de l'ingénierie du parc, EDF a mis en place, il y a trois ans, pour l'ensemble des centrales REP en fonctionnement, un programme de conservation des documents utiles à leur démantèlement. Ce programme, appelé DOC à DEC, permet d'identifier les documents pertinents parmi les 200 000 documents stockés dans chaque centrale.

Ce travail se poursuit par une appropriation progressive de bases de données des matériels des centrales qui serviront à terme à construire l'inventaire radiologique et physico-chimique. Cet inventaire permet d'estimer les quantités de déchets qui seront produits lors des opérations de démantèlement et leur niveau d'activité.

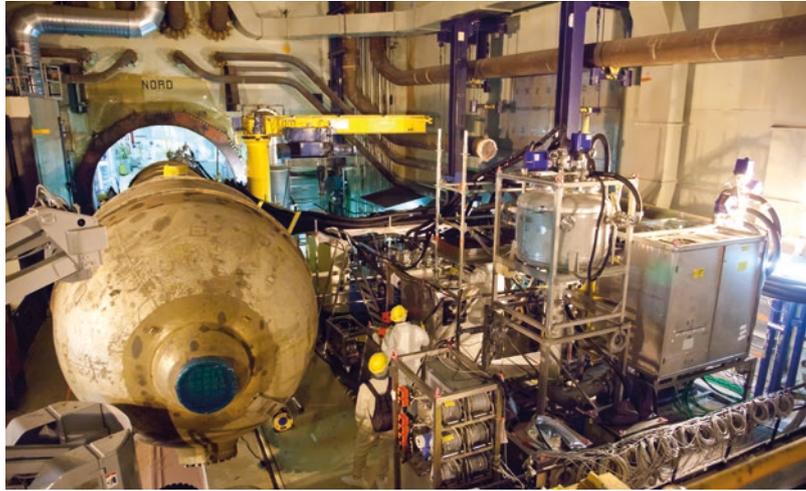
Cette démarche vise aussi à conforter le dossier de connaissance des installations pour évaluer notamment les conditions d'intervention.

Par ailleurs, il est envisagé de gérer dans un progiciel l'ensemble de ces données en les liant à un modèle 3D et à des photos panoramiques, comme cela se fait dans l'industrie aéronautique (démarche *Product Lifecycle Management*). Ce système permet la création et le maintien ➤➤

Financer la déconstruction

L'estimation des coûts de déconstruction des 58 réacteurs actuellement en service en France est aujourd'hui fondée sur une étude approfondie et régulièrement actualisée du cas du site de Dampierre. Dans son rapport de 2014, la Cour des Comptes réaffirme l'intérêt de cette méthode jugée robuste et adaptable. Ce coût est pris en compte dans le prix de vente du kWh fourni au client. La provision correspondante est aujourd'hui de 11,4 Mds €.

Chooz A en déconstruction.



© SYLVAIN CONSEIL

de l'inventaire physique, au fur et à mesure des travaux. Il permet également l'étude de scénarios de démantèlement dans un cadre collaboratif pouvant associer les industriels partenaires. Dans cette base de données chaque matériel/matériau sera affecté à sa filière de traitement.

Estimer le volume de déchets produits

La caractérisation des déchets radioactifs est la première étape incontournable. Elle permet de prévoir le dimensionnement et la disponibilité des filières de traitement et de stockage nécessaires. EDF va notamment utiliser les échantillons

métallurgiques des cuves et des structures internes du parc 900 qui ont été conservés depuis l'origine. En s'appuyant sur le retour d'expérience de Chooz A, l'analyse chimique de ces échantillons sera couplée aux calculs d'activation pour évaluer les zones fortement irradiées. Ces études permettront de confirmer le volume estimé des déchets de moyenne activité à vie longue.

Pour les déchets de moindre activité, des études d'évolution du zonage (délimitation des zones à production de déchets) sont en cours et pourraient participer à une meilleure gestion des déchets.

Quelle stratégie de déconstruction ?

Pour améliorer autant que possible les pratiques en matière de déconstruction, EDF s'appuie sur le retour d'expérience des réacteurs de première génération, mais également sur les chantiers similaires menés à l'étranger. Plusieurs centrales nucléaires REP ont notamment été totalement déconstruites aux États-Unis. En matière de déconstruction, plusieurs scénarios sont possibles. Pour l'instant, le scénario privilégié par EDF ne donne pas la priorité au démantèlement de la cuve et des structures internes, qui intervient après le démantèlement des autres gros composants des circuits nucléaires (générateur de vapeur, pressuriseur...). Les échanges internationaux montrent que d'autres scénarios sont possibles, comme le démantèlement sous eau de la cuve dès la fin de la période d'exploitation. Cette stratégie est à l'étude par EDF. EDF étudie également d'autres pratiques :

- la redistribution électrique des installations (suppression des circuits d'alimentation d'origine au profit d'un nouveau réseau dédié aux opérations de déconstruction facilement identifiable et repérable pour les intervenants) ;
- la centralisation du conditionnement des déchets.

En conclusion, le lancement réussi d'un projet de démantèlement passe par une phase intense et minutieuse de collecte de données d'entrée, d'analyse du retour d'expérience des opérations déjà réalisées et l'élaboration sans tarder d'une stratégie de gestion des déchets. Ce sont des facteurs clés de succès pour le démantèlement des installations. ❖

L'expérience de Chooz A : premier réacteur à eau pressurisée d'EDF en déconstruction

Chooz A, dans les Ardennes, en bord de Meuse, est le premier réacteur à eau pressurisée en France en cours de déconstruction. D'une puissance de 305 MWe il dispose de quatre boucles primaires. La particularité de Chooz A est d'avoir son réacteur ainsi que ses auxiliaires nucléaires principaux installés dans des cavernes rocheuses, à flanc de colline. Le réacteur a été arrêté en 1991 puis l'INB a été transformée en INB d'entreposage dans l'attente d'un démantèlement différé lors d'une phase de cessation définitive d'activités qui a consisté principalement en l'évacuation du combustible, la vidange des circuits et leur décalorifugeage.

À la suite du choix fait par EDF en 2001 d'une déconstruction aussi rapide que possible et à la publication du décret de démantèlement complet de l'installation en 2007, les opérations se sont enchaînées avec :

- la démolition de la salle des machines et des installations situées en haut de la colline ;
- la préparation des principales fonctions support au démantèlement (ventilation, aire d'entreposage des déchets) ;
- le démantèlement des installations nucléaires les moins actives (caverne combustible et auxiliaires nucléaires) vers les plus actives (démantèlement du circuit primaire – hors cuve) ;
- la préparation du démantèlement sous eau de la cuve est en cours.

Les principaux enseignements retirés de l'expérience de Chooz A sont :

- la démonstration de la faisabilité technique du démantèlement d'une centrale REP, y compris dans un environnement défavorable (caverne) et après une période d'attente et de mise à l'arrêt des matériels de 10 ans ;
- la capacité de réaliser la décontamination des gros composants et circuits les plus dosants pour réduction de la dosimétrie des interventions (retour d'expérience de la décontamination du circuit primaire de Chooz) ;
- l'importance de la conservation de la mémoire des matériels et documents d'exploitation pour la conduite du démantèlement ;
- la confirmation que le démantèlement doit être conduit par la stratégie déchets (existence des filières et agréments avant démantèlement).



LE DÉMANTÈLEMENT DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES À LA DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE DU CEA

Par Laurence Piketty, directrice de l'assainissement et du démantèlement nucléaire à la Direction de l'énergie nucléaire du CEA



L'essentiel

La Direction de l'énergie nucléaire (DEN) pilote le démantèlement de vingt-deux installations nucléaires civiles du CEA, soit près des deux tiers des installations françaises en cours de démantèlement. Du fait de la grande variété d'installations exploitées (réacteurs expérimentaux, laboratoires de chimie, stations de traitement d'effluents et de déchets...) chaque chantier est un cas particulier. Une diversité qui confère au CEA/DEN une expertise unique en matière de management de projet, de gestion optimisée des déchets, mais également de R&D, que ce soit pour évaluer l'état radiologique des installations et des sols, pour effectuer les interventions en milieu hostile, pour décontaminer des structures et des sols ou pour caractériser les déchets.

Les activités d'assainissement et de démantèlement des installations nucléaires en fin de vie constituent pour la filière nucléaire un enjeu majeur dont le bon déroulement confortera sa crédibilité dans sa capacité à mener à bien l'ensemble du cycle de vie des installations nucléaires. Le démantèlement représente également un enjeu technique, industriel et financier considérable.

Le démantèlement couvre la réalisation des activités techniques et administratives pour atteindre un état final prédéfini. Ces activités comprennent notamment des opérations de démontage d'équipements, d'assainissement des locaux et des sols, de démantèlement de structures de génie civil, de traitement, de conditionnement, d'évacuation et d'entreposage de déchets radioactifs. L'objectif prioritaire pour mener à bien ces opérations de démantèlement consiste à les piloter dans le respect des règles de sûreté et de minimisation de l'impact sur l'environnement, dans une optique de développement durable, et dans une logique de maîtrise des coûts à terminaison et de tenue des délais, en tirant sur ce dernier point le bénéfice du retour d'expérience des opérations déjà réalisées.

Ces opérations recouvrent :

- le démantèlement des installations nucléaires arrêtées ;
- la reprise et le conditionnement des déchets (RCD), des effluents anciens et des combustibles usés ;
- l'évacuation des déchets vers les exutoires ou l'entreposage sur sites en attente du stockage définitif.

En France, de nombreuses installations nucléaires (réacteurs de production d'électricité ou de recherche, installations du cycle du combustible, laboratoires, installations de traitement d'effluents

ou de déchets radioactifs...) ont été construites depuis les années 1950. Les plus anciennes sont progressivement arrêtées, puis démantelées.

De nombreuses opérations en cours

La DEN est aujourd'hui responsable sur les centres civils du CEA de l'assainissement et du démantèlement de vingt-deux installations nucléaires sur un total de quarante-trois, ce qui représente près des deux tiers des installations françaises en cours de démantèlement. L'ensemble de ces opérations (assainissement/démantèlement, gestion des déchets...) représente en tout pour le CEA/DEN, plus de cent projets, de granulométrie différente, menés de front, avec une priorité donnée aux opérations de démantèlement conduites sur le site CEA de Marcoule, notamment sur l'ancienne usine de retraitement UPI, et sur le site CEA de Fontenay-aux-Roses, ainsi qu'aux opérations de RCD menées à Marcoule et à Cadarache. Ces activités mobilisent plus de 850 salariés du CEA et entre 2 000 et 2 500 salariés d'entreprises extérieures, selon les années.

En parallèle, la Direction des applications militaires (DAM) du CEA conduit elle aussi des chantiers d'assainissement et de démantèlement sur les installations du CEA relevant de sa responsabilité.

La spécificité du CEA/DEN réside dans la grande variété d'installations qu'il exploite : réacteurs expérimentaux, laboratoires de chimie, stations de traitement d'effluents et de déchets... Le démantèlement de chaque installation est un cas particulier et il n'y a pas « d'effet de série ». Les opérations qui peuvent présenter un risque radiologique pour les opérateurs sont effectuées à distance au moyen d'engins ➤➤

ANALYSE

Les enjeux du démantèlement

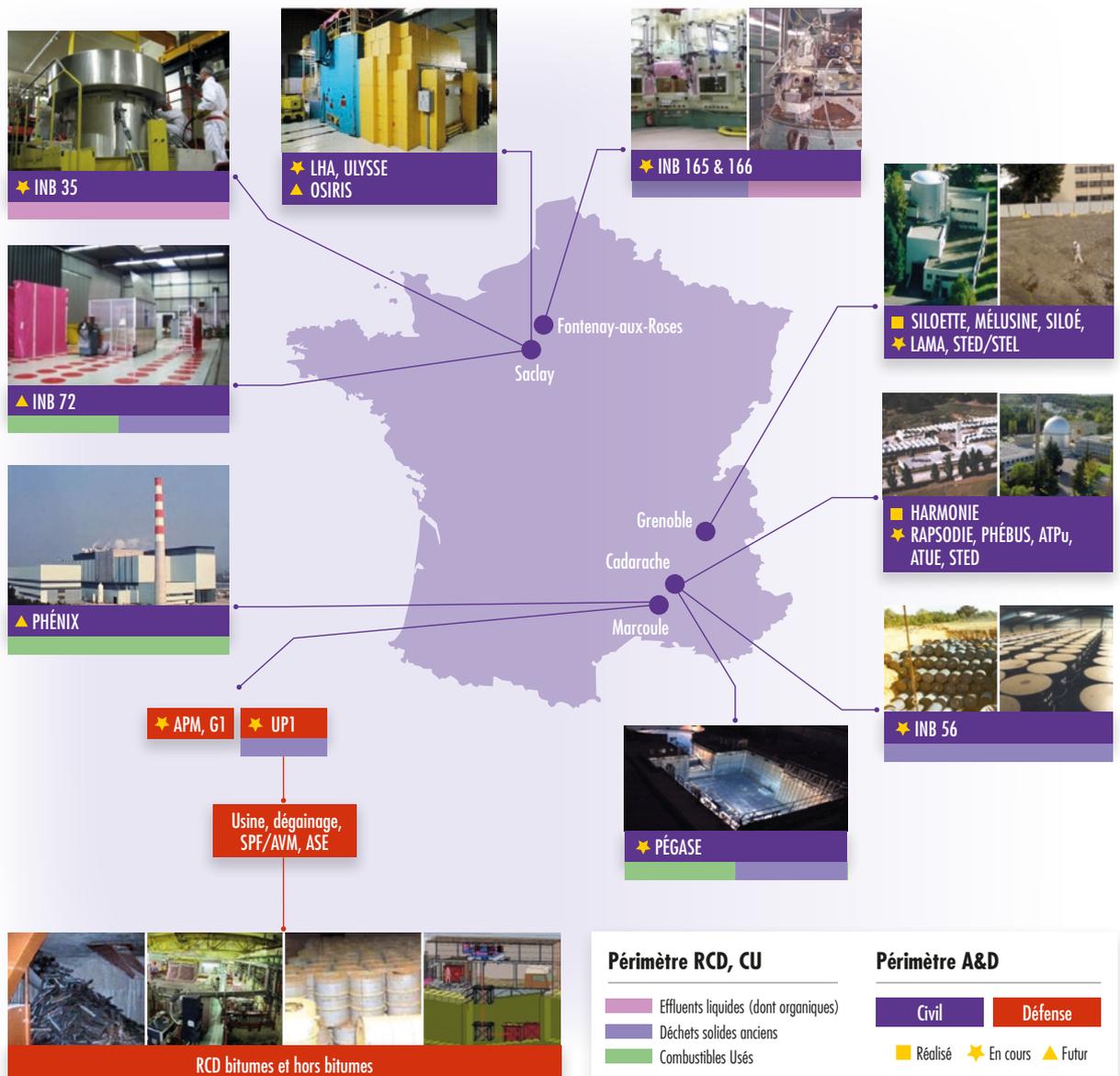
robotisés, souvent développés au sein même du CEA. La complexité de ces chantiers est encore accrue par l'ancienneté des installations à démanteler, dont certaines ont été mises en service dans les années 1960, pour lesquelles la traçabilité des activités n'a pas toujours été conservée. Par ailleurs, les évolutions réglementaires successives rendent inévitables les évolutions des scénarios de démantèlement, à plus forte raison pour des chantiers de long terme, dont certains peuvent durer plus de 30 ans.

Un financement dédié

Le financement est assuré de manière pluriannuelle à travers un financement dédié : le CEA se conforme à l'article 20 de la loi n° 2006-739 du 28 juin 2006 de programme relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs, qui impose aux exploitants d'évaluer de manière prudente les charges de démantèlement de leurs installations et celles de la gestion des combustibles usés et déchets radioactifs, de constituer les provisions afférentes et d'affecter à titre

exclusif à la couverture de ces provisions les actifs nécessaires. Pour répondre à ces obligations, le CEA et l'État ont mis en place des modalités de gestion de fonds dédiés et des procédures associées : le financement de ces fonds est régi par une convention cadre État/CEA. Des incertitudes subsistent au niveau de l'évaluation des charges, susceptibles de conduire à réévaluer les scénarios des opérations et par voie de conséquence les coûts à terminaison des projets. Ces incertitudes sont surtout liées à la connaissance

Périmètre de l'assainissement et du démantèlement et de la reprise et conditionnement des déchets à la direction de l'énergie nucléaire (source : CEA - octobre 2015).



insuffisante de l'état initial et aux évolutions des exigences réglementaires, mais aussi à l'évolution des filières de gestion des déchets (coûts de stockage, spécifications d'acceptation et catégorisation des déchets)¹.

Une stratégie conforme aux recommandations des autorités de sûreté

La stratégie du CEA est conforme aux recommandations des autorités de sûreté : démantèlement immédiat, chaque fois que cela est réalisable, afin de diminuer les risques le plus rapidement possible. Dans un contexte budgétaire contraint, et devant l'augmentation progressive des installations à l'arrêt, le CEA priorise le démantèlement des installations présentant les risques radiologiques les plus importants.

La stratégie de démantèlement du CEA repose, pour l'état final recherché à l'issue des opérations de démantèlement, sur une installation assainie. Si, pour des raisons techniques, toute la radioactivité ajoutée ne pouvait être enlevée, la contamination résiduelle serait caractérisée (étendue et niveau), fixée et des mesures spécifiques de surveillance seraient définies.

L'installation pourrait être réutilisée pour des activités industrielles à caractère nucléaire ou non nucléaire. Cela sous-tend que l'état radiologique de l'installation soit compatible avec cette réutilisation, en particulier qu'il n'y ait aucun risque de contamination et que l'exposition aux rayonnements soit aussi faible que raisonnablement possible.

L'ensemble des actions du CEA s'inscrit dans un cadre législatif national, complété par un ensemble de réglementations spécifiques. Toutes les étapes du chantier de démantèlement, administratives et opérationnelles, sont suivies par les autorités de sûreté, avec l'expertise technique de l'IRSN.

Une organisation bien rodée

Le CEA/DEN assure la maîtrise d'ouvrage et le pilotage opérationnel de l'ensemble de ses programmes.

La Direction de l'assainissement et du démantèlement nucléaire de la DEN établit la stratégie et fixe les objectifs des projets (performance, coût, délais),

les règles de management, affecte les moyens financiers et définit les effectifs CEA afférents.

Elle s'appuie sur le Département des projets d'assainissement et démantèlement, en charge de l'exécution de l'ensemble des projets, et qui garantit ainsi la capitalisation du retour d'expérience. Elle bénéficie également de la R&D de pointe menée au CEA pour contribuer à améliorer la sûreté des opérations et à réduire les coûts, les délais et les déchets.

Les opérations d'assainissement et de démantèlement elles-mêmes sont confiées à des entreprises, aussi bien des grands groupes que des PME locales. Les entreprises doivent être habilitées par la Commission d'acceptation des entreprises en assainissement radioactif et démantèlement d'installations nucléaires (CAEAR) du CEA pour pouvoir être consultables sur un marché nucléaire d'assainissement-démantèlement.

Les chantiers d'assainissement-démantèlement nucléaire et de RCD ont un impact économique en termes d'emploi, par le savoir-faire et les technologies requises (parfois valorisables dans d'autres secteurs). Ils génèrent par ailleurs une activité stable sur des durées longues et sont appelés à se développer, en France et à l'international.

La grande diversité de ces opérations confère au CEA/DEN une expertise unique dans les domaines :

- du management de projet, de la conception et de la conduite d'opérations de démantèlement ;
- de la gestion optimisée des déchets ;
- de la R&D (évaluation de l'état radiologique des installations et des sols, réalisation d'opérations en milieu hostile, décontamination des structures et des sols, caractérisation des déchets...).

En conclusion

Les installations du CEA en cours de démantèlement sont les installations pionnières de la filière nucléaire. Mener à bien ces opérations complexes est une garantie de la bonne maîtrise de l'ensemble du cycle du nucléaire. Le CEA a l'objectif constant de mener à bien ces projets, intégrant la maîtrise de la sûreté, de la radioprotection, de la sécurité et

de la protection de l'environnement, ceci dans le respect des délais et des coûts, malgré les difficultés inhérentes à ce domaine, liées notamment à la connaissance insuffisante de l'état initial de ces installations historiques et à leur diversité.

Néanmoins, les méthodes et les technologies de démantèlement sont maintenant opérationnelles et bénéficient de l'apport continu de la R&D menée par le CEA, ainsi que du retour d'expérience accumulé pour améliorer encore davantage la réalisation des chantiers et en optimiser le coût. Ce domaine, dont l'impact économique continuera à être fort dans les années qui viennent, est maintenant mature, comme en témoigne le retour d'expérience du CEA/Grenoble, premier grand chantier à l'échelle d'un site qui se termine, après le démantèlement et l'assainissement de l'ensemble des installations de recherche comprenant trois réacteurs expérimentaux, un laboratoire de moyenne activité et des installations de gestion de déchets et d'effluents radioactifs.

Le CEA va poursuivre dans les années futures les nombreuses opérations d'assainissement et de démantèlement de ses installations nucléaires à l'arrêt, tout en les priorisant en fonction des risques radiologiques et des impératifs de sûreté. ♦

1. Quelques exemples d'incertitude : incertitudes sur les états radiologiques, notamment pour les équipements inaccessibles (cuves, sous-sols) et les déchets, qui nécessitent des caractérisations complémentaires ; retard dans l'instruction des dossiers ou décalage de l'enquête publique ; impact nouvelle réglementation (par ex. : amiante) ; impact des décalages d'accueil des déchets dans les stockages futurs.

LE DÉMANTÈLEMENT DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES DE BASE SECRÈTES : LE POINT DE VUE DE L'AUTORITÉ DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE DE DÉFENSE (ASND)

Par Bernard Dupraz, délégué à la sûreté nucléaire de défense et Dorothée Conte, chargée d'affaires à l'ASND



L'essentiel

Construites pour la quasi-totalité dans les années 1950 et 1960, bon nombre des installations individuelles des installations nucléaires de base secrètes (INBS) ont été mises à l'arrêt à la fin des années 1990, en particulier les usines de production des matières nucléaires pour la défense. Leur programme de démantèlement, engagé dès l'arrêt des installations, dispose désormais d'un retour d'expérience de plus de 15 ans ; ses succès doivent être salués, ses points forts consolidés et ses faiblesses corrigées de façon à mener ces opérations à leur terme dans des délais acceptables et dans les meilleures conditions de sûreté et de radioprotection.

Un cadre réglementaire adapté aux enjeux du démantèlement des INBS

Comme pour les INB, le cadre réglementaire du démantèlement des INBS est constitué principalement par :

- la loi relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire du 13 juin 2006 (dite « loi TSN ») et ses décrets d'application codifiés dans le code de la défense ;
- la loi de programme relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs du 28 juin 2006 et ses décrets d'application.

Face à la mise à l'arrêt, à la fin des années 1990, des grandes usines « historiques » de production des matières nucléaires nécessaires à la défense (notamment plutonium à Marcoule et uranium enrichi à Pierrelatte), le CEA, principal exploitant des INBS, a adopté, à juste titre, une stratégie de démantèlement immédiat des installations arrêtées. Ce choix a été soutenu par l'État avec la mise en place des moyens financiers de cette stratégie, et notamment la création de deux fonds dédiés (un fonds « civil » et un fonds « défense ») alimentés initialement par les soultes versées par EDF et Areva. À ce jour, sur un budget total (INB et INBS) de l'ordre de 750 M€/an, que le CEA consacre au démantèlement et à la gestion des déchets, la part correspondant aux INBS est de l'ordre de 55 %.

En accompagnement de ce programme industriel, le cadre réglementaire apporté par la loi de 2006 et ses textes d'application a principalement permis :

- d'une part, de renforcer, au profit

de tous les acteurs, la visibilité sur les programmes, au travers du réexamen triennal des charges ;

- d'autre part, au travers du PNGMDR révisé, lui aussi, tous les trois ans, de mieux organiser les études et travaux nécessaires à la mise en place des filières et exutoires de gestion et de stockage des déchets.

Examen des quatre principaux ensembles d'installations en démantèlement : un bilan contrasté

Assainissement des installations de retraitement de l'usine UP1 et de l'atelier APM à Marcoule : des opérations plus complexes et plus longues que prévu

Les installations de l'usine UP1, mises en service à partir de 1958, ont été mises à l'arrêt en 1997 ; elles comprennent une soixantaine de bâtiments regroupés en cinq ensembles principaux :

- les ateliers de « dégainage » (G1, G2/G3, et MAR 400) utilisés pour le dégainage et le stockage des déchets ; les fosses de ces ateliers contiennent 2 300 tonnes de déchets de structure de combustibles non conditionnés, notamment de magnésium et de graphite ;
- l'usine elle-même, dans laquelle étaient réalisées les opérations de dissolution des combustibles, la séparation des éléments, U, Pu, et déchets ainsi que leur transformation ;
- l'installation « stockages des produits de fission liquides » ;

- l'atelier de vitrification et d'entreposage des verres (AVM), qui a fonctionné jusqu'en 2012, et dans le stockage duquel (SVM) sont entreposés notamment les conteneurs des verres de déchets de haute et moyenne activités à vie longue (HA-MA VL) destinés à être stockés dans le centre Cigéo ;
- diverses installations supports dont la station de traitement des effluents liquides dans le périmètre de laquelle sont encore entreposés en casemates un peu plus de 50 000 fûts de bitumes, destinés à être stockés, pour partie dans Cigéo, pour partie dans le futur centre de stockage des déchets de faible activité à vie longue (FA-VL).

Compte tenu de la taille et de la complexité de ces installations, les travaux de démantèlement d'UPI constituent un projet dont les coûts traduisent l'ampleur et la durée ; depuis l'arrêt de l'usine et jusqu'à aujourd'hui, les opérations réalisées se montent à plus de 2 Mds € (surveillance et travaux) ; les travaux qui restent à mener sont aujourd'hui évalués à plus de 5 Mds € et vont nécessiter plus de 20 ans.

Ces opérations, initialement (1997-2006) à la charge d'un GIE CEA-EDF-Areva dénommé Codem, sont désormais menées par le CEA, exploitant nucléaire et maître d'ouvrage (depuis 2006), ainsi que maître d'œuvre (depuis 2010/2011). Ce dernier confie l'exploitation des installations principalement à Areva et les travaux d'assainissement à diverses entreprises spécialisées.

À l'issue de 15 ans de travaux, le démantèlement des équipements de procédés a franchi des étapes significatives et environ 80 % de la radioactivité présente à l'arrêt des installations a été évacuée ou conditionnée. Pour autant, il reste encore des quantités très importantes de déchets non conditionnés (« terme-source mobilisable ») dont la reprise nécessitera encore plus de 20 ans de travaux. La complexité de ces opérations n'est pas une surprise. Elle est due notamment à une mauvaise connaissance, lors de leur mise à l'arrêt, de l'état initial des installations, dont la construction est très ancienne (années 1950) et peu documentée ; à cela s'ajoutent des niveaux élevés de contamination radioactive, résultant des résidus d'exploitation normale ainsi que d'incidents survenus dans la phase de fonctionnement des installations.

Formation d'opérateurs aux techniques de démantèlement au contact, à l'Institut national des sciences et techniques nucléaires de Marcoule.



© B. GEMINNY/CEA

Cette situation a conduit le CEA, à plusieurs reprises ces dernières années, à devoir décaler, de plus de 10 ans, l'échéance initiale d'achèvement du démantèlement.

Par ailleurs, la situation des fûts de bitume entreposés dans des casemates (voir ci-dessus) mérite une vigilance particulière. À ce jour, environ 10 000 fûts ont fait l'objet d'une reprise, d'un reconditionnement et d'un entreposage plus sûr. Désormais, d'ici l'horizon 2030/2035 (échéance fixée par la loi de 2006), ce sont 50 000 fûts qui restent à conditionner en 15 ans. Cela implique d'une part une accélération considérable du rythme des opérations de reprise des fûts (plus de 4 000 fûts/an dès 2020 versus 400 fûts/an à ce jour). D'autre part, cela impose au CEA de construire plusieurs installations d'entreposage temporaire des fûts sur le site de Marcoule, dans l'attente de la mise à disposition des filières de stockage dans Cigéo et dans le futur centre pour déchets FA-VL. Enfin, outre UPI, le site de Marcoule comprend un atelier pilote de retraitement

(APM) ; cet atelier mis en service en 1962 et mis à l'arrêt en 1997 avait pour mission la mise au point des procédés sur des pilotes avant leur déploiement dans les usines de production. Si cette installation est, par nature, moins étendue que l'ensemble UP1, elle contient cependant des quantités significatives de déchets radioactifs. Après avoir régulièrement différé les opérations de démantèlement de cet APM depuis 15 ans, le CEA prévoit aujourd'hui de les engager en 2016 ; l'ASND y sera particulièrement attentive.

Réacteurs G1, G2 et G3 (Marcoule) : un démantèlement tributaire de la mise en place d'un centre de stockage des déchets FA-VL

Les réacteurs G1, G2 et G3, mis en service entre 1955 et 1959, ont produit le plutonium nécessaire à la défense ; ils ont été mis à l'arrêt respectivement en 1968, 1980 et 1984, puis ont fait l'objet, dans les années 1990, d'un démantèlement partiel, à l'issue duquel l'essentiel du terme-source résiduel demeure désormais dans les empilements ➤➤

de graphite contenus dans les caissons en béton précontraint des blocs-réacteurs. Depuis lors, les réacteurs sont en phase de surveillance (Senex – Surveillance, ENTretien, EXploitation), dans l'attente d'une filière de stockage des déchets de graphite. À ce jour, la reprise du démantèlement est prévue à l'horizon 2030 pour une durée de 20 ans (2030-2050). Faute de mise en place en temps utile d'un centre de stockage des déchets FA-VL, et face à une durée de service des caissons s'approchant du siècle, le CEA pourrait devoir mettre en place un entreposage des déchets graphite pour permettre l'engagement de la seconde phase du démantèlement.

Installations tritigènes de Marcoule : pas de difficultés particulières, démantèlement achevé à l'horizon 2050

La production du tritium pour les besoins de la défense a été assurée à compter de 1967 par les installations tritigènes de Marcoule exploitées par Areva au profit du CEA, et qui comprenaient principalement deux réacteurs à eau lourde, dénommés « Célestins », qui irradièrent les cibles de lithium (mis à l'arrêt en 2009), ainsi qu'un atelier qui assurait l'extraction du tritium produit dans les cibles (mis à l'arrêt en 2011). Dès l'arrêt des installations ont été engagées :

- d'une part, l'évacuation du combustible (qui s'est achevée en 2014) et celles des fluides radioactifs ;
- d'autre part, une première phase de démantèlement prévue d'être achevée vers 2025.

À ce jour, le CEA prévoit une phase de surveillance entre 2025 et 2035 pour reprendre les travaux vers 2035 (lorsque l'exutoire pour les déchets permettra de les accueillir) et les mener à terme à l'horizon 2050. Compte tenu de la relative simplicité des réacteurs à eau par rapport aux installations de traitement du combustible, ou même aux réacteurs graphite-gaz, peu de difficultés particulières semblent à prévoir.

Usine d'enrichissement de Pierrelatte : la première phase de démantèlement a été menée à bien, reste la question de l'état final des installations

La production de l'uranium enrichi nécessaire aux besoins de la défense a été assurée par « l'usine militaire » de Pierrelatte exploitée par Areva au profit

du CEA. Cet ensemble d'usines de diffusion gazeuse (UDG) mis en service en 1964 a été mis à l'arrêt en 1996.

La première phase de démantèlement, engagée dès l'arrêt des installations, a consisté à démanteler tous les équipements de procédés (barrières de diffusion, compresseurs, tuyauteries, etc.) pour les conditionner en déchets de très faible activité (TFA) (environ 20 000 m³). Cette phase s'est achevée en 2011. Depuis lors, le CEA et Areva préparent la phase d'assainissement final des structures des usines (génie civil, bardages...) dont l'engagement est prévu à l'horizon 2020. Pour ce faire, un chantier pilote a été réalisé sur un des bâtiments de l'usine pour définir l'état final visé et la méthodologie pour atteindre cet état.

Et demain ? Des risques de décalage à anticiper

Ainsi, après quinze ans de retour d'expérience, le programme de démantèlement des INBS se confirme constituer un programme de grande ampleur et de longue haleine qui va s'étaler jusqu'à l'horizon 2050. En outre, si certaines opérations, relativement simples, se déroulent sans difficultés majeures, d'autres s'avèrent plus complexes et plus longues qu'initialement prévu. C'est principalement le cas des installations de retraitement de Marcoule (UP1 et APM), qui contiennent l'essentiel du « terme-source mobilisable » des installations à l'arrêt dans les INB et INBS du CEA ; pour autant, en budget annuel, elles ne représentent aujourd'hui que le tiers du budget total consacré par le CEA au démantèlement. Au total, et compte tenu du nombre des installations et de leur diversité, le risque du programme est celui d'une dispersion des efforts et d'une maîtrise insuffisante du calendrier des opérations, et notamment des travaux les plus urgents. En effet, en matière de sûreté nucléaire, l'urgence des opérations s'avère très différenciée selon les installations : très élevée pour la reprise et le conditionnement des déchets, certains n'étant pas conditionnés (comme ceux contenus dans les fosses des ateliers de dégainage d'UP1) ou ne disposant que d'un conditionnement très ancien (comme les fûts de bitume de Marcoule) ; moindre pour l'assainissement des structures et l'atteinte de l'état final, autorisant le déclassement, après que l'essentiel du terme-source a été retiré.

Il est aujourd'hui essentiel de maîtriser ce risque de décalages successifs des opérations et d'en limiter les conséquences pour la sûreté ; pour ce faire, l'ASND, conjointement avec l'ASN, a demandé au CEA de procéder à un réexamen de son programme de démantèlement (INB et INBS), notamment de son échéancier et des ressources qui y sont consacrées. En matière de planning d'abord, le CEA doit focaliser ses ressources et ses efforts dans les quinze prochaines années en priorité sur la reprise des déchets anciens afin de respecter l'objectif de 2030 fixé à cet égard par la loi de 2006. Pour ce faire, la notion de « terme-source mobilisable » doit constituer le principal fil directeur de la priorisation des opérations.

En matière de ressources ensuite, le CEA doit, avec le soutien de l'État, fixer à un niveau adapté aux objectifs calendaires retenus, l'effort budgétaire consacré aux opérations de démantèlement et de reprise des déchets, ceci malgré l'augmentation à venir des montants consacrés à la gestion des déchets (en particulier avec l'entrée en phase de réalisation du projet Cigéo). Il doit également renforcer ses moyens d'ingénierie du démantèlement, en particulier dans le pilotage de projet.

Enfin, l'ASND attire l'attention de tous les acteurs concernés sur le fait que la mise en place dans les délais prévus des centres de stockage Cigéo et FA-VL est un facteur essentiel pour le respect du calendrier de démantèlement, dans la mesure où tout retard viendrait inéluctablement augmenter les besoins en capacités supplémentaires d'entreposage provisoire, réduisant d'autant – à ressources annuelles données – l'effort consacré aux opérations d'assainissement elles-mêmes. ❖



STRATÉGIE DE DÉMANTÈLEMENT DE L'USINE GEORGES BESSE D'EURODIF ET ENJEUX ASSOCIÉS

Par Michel Duguey, responsable sûreté démantèlement de l'usine Georges Besse chez Areva

L'essentiel

L'usine Georges Besse a interrompu sa production en 2012. Depuis cet arrêt, des opérations de préparation à la mise à l'arrêt définitif, préalable au démantèlement de l'installation, ont fait l'objet d'un programme spécifique. Ce dernier vise à réduire la quantité de matières nucléaires et chimiques dans l'installation afin de diminuer les risques pendant la phase de démantèlement. Parallèlement, une étude a été menée sur la gestion des quelque 900 000 m³ de déchets de faible activité issus de cette opération et plusieurs scénarios de démantèlement des équipements et d'assainissement des bâtiments ont été définis.

Depuis 1979, l'usine Georges Besse exploitée par Eurodif (INB 93), filiale d'Areva, a enrichi de l'uranium afin de répondre au besoin des compagnies de production d'électricité. Cette usine utilisait le procédé de diffusion gazeuse à travers une cascade de diffuseurs. Elle a été remplacée par une nouvelle usine appelée Georges Besse II (également implantée sur le site du Tricastin), qui utilise le procédé de centrifugation beaucoup moins consommateur en électricité. À la suite de l'arrêt de la production en 2012, des opérations de préparation à la mise à l'arrêt définitif sont réalisées préalablement à son démantèlement. Ces opérations, nommées **Prisme^a**, consistent d'une part à effectuer un rinçage intensif de la cascade par introduction de trifluorure de chlore (ClF₃) permettant d'extraire l'essentiel de l'uranium restant dans les équipements, d'autre part à injecter de l'air humide dans les circuits de procédé pour provoquer

a. Prisme : Programme de Rinçage Intensif Suivi d'une Mise à l'air d'Eurodif et du développement durable.

une réaction chimique d'hydrolyse dans le but d'extraire les effluents gazeux. Le programme Prisme est une étape clé. Il permet de réduire de manière significative la quantité de matières nucléaires et chimiques dans l'installation et ainsi de diminuer les risques pendant la phase de démantèlement.

Le choix du démantèlement immédiat

Areva a retenu la stratégie de démantèlement immédiat définie par l'AIEA (démantèlement de l'installation engagé dès la fin de l'exploitation, sans période d'attente à l'issue de la publication du décret d'autorisation de démantèlement). Ce choix s'appuie notamment sur :

- ▶ la présence sur le site du Tricastin de personnel compétent et qualifié disposant de la connaissance de l'installation et de ses activités passées ;
- ▶ l'absence de bénéfice, du point de vue de la radioprotection, à attendre la décroissance des substances radioactives résiduelles, essentiellement constituées des isotopes naturels de l'uranium ;
- ▶ les coûts de surveillance et de maintenance significatifs en cas de démantèlement différé.

L'étude de solutions de gestion des déchets

Les déchets sont composés pour l'essentiel de matériaux non dangereux tels que la céramique (barrières de diffusion) et des métaux ferreux et non ferreux. Prisme a permis de réduire l'uranium résiduel contenu dans les équipements du procédé à environ 15 tonnes pour une masse initiale estimée à 250 tonnes.

Du fait de la taille de l'installation, le démantèlement de l'INB 93 va nécessiter le traitement de l'ordre de 200 000 tonnes de matériels, faiblement contaminés. Ces matériels représentent un volume brut avant dépose et traitement d'environ 900 000 m³.

La réglementation française (arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux INB) implique de considérer spécifiquement les déchets radioactifs issus des INB. Cette exigence est exclusivement rattachée à la provenance des déchets, quel que soit leur niveau de radioactivité. Elle limite les possibilités de valorisation et la recherche de nouvelles filières de gestion.

Quatre options de filière ont été étudiées pour l'élimination des aciers : le stockage sur le site du Tricastin, le stockage après réduction de volume par fusion, le recyclage après décontamination par fusion des métaux, et la mise en stockage sur un site de l'Andra. Ces options sont détaillées ci-après :

• Stockage sur site

L'étude d'un stockage sur le site (création d'un ouvrage spécifique) se justifie par la possibilité d'éviter des transports vers un centre de stockage. Des études d'opportunité et de faisabilité ont été réalisées en collaboration avec l'Andra. Les impacts technico-économiques liés aux caractéristiques du site et à la nature des déchets ne permettent pas de retenir cette solution.

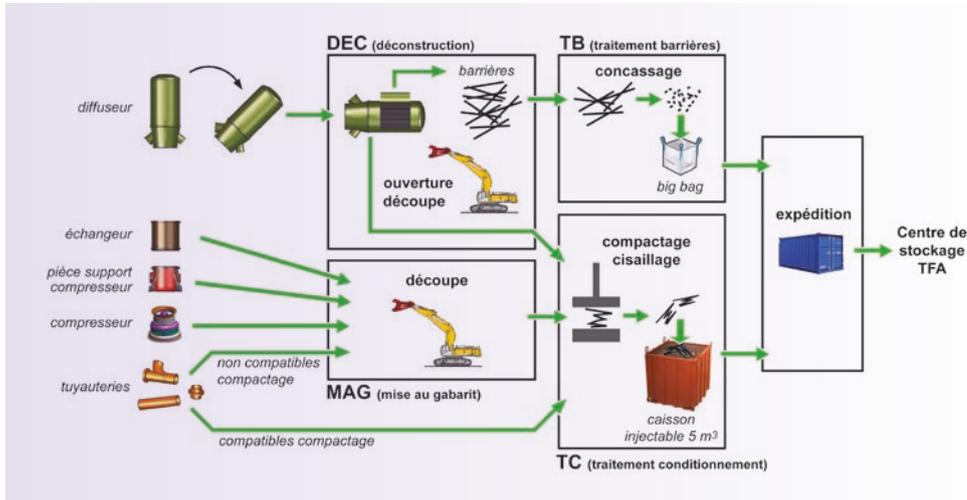
• Stockage après réduction de volume par fusion

Au-delà de son coût élevé, cette filière présente un impact environnemental important. La consommation en ressources naturelles nécessaire à la réalisation, l'exploitation et au démantèlement du four ne compense pas le gain du volume du stockage des aciers que permettrait la fusion. Cette filière n'est donc pas retenue.

• Fusion « décontaminante » suivie d'un recyclage

Cette filière, répondant au concept de l'économie circulaire, se justifie par la préservation des ressources de stockage et par la valorisation des aciers de bonne qualité. Le recyclage ➤➤

Logigramme de traitement.



permet de réduire d'environ de moitié le volume total de stockage des déchets. Le caractère décontaminant du procédé de fusion pour les ferrailles contaminées par de l'uranium est bien connu. Il est considéré comme particulièrement adapté et efficace pour les déchets métalliques de l'INB 93. Compte tenu des faibles flux en jeu, en comparaison de ceux de l'industrie sidérurgique, la valorisation des aciers par le recyclage dans des installations spécifiques pour la fabrication d'équipements uniquement dédiés à l'industrie nucléaire n'est pas viable économiquement. Un groupe de travail pluraliste, mené par l'ASN, s'est penché sur les conditions envisageables pour un recyclage des métaux très faiblement contaminés provenant des installations nucléaires, incluant la possibilité d'une utilisation des aciers décontaminés par des industries conventionnelles. L'objectif de ce groupe de travail est également de préciser le cadre réglementaire dans lequel cette filière trouverait sa place. Les conclusions de ce groupe pré-sagent la mise en place d'une telle filière. Celle-ci n'est pas opérationnelle actuellement (voir l'entretien avec A. Dorison page 25, ndlr).

• Stockage sur un site de l'Andra

Cette filière est une option répondant aux obligations réglementaires, diminuant l'impact radiologique des déchets à travers le programme Prisme et mettant en œuvre de moyens de densification du volume final des déchets. À l'échéance du démantèlement de l'usine, il est considéré qu'il existera une solution de stockage

disposant d'une capacité suffisante pour les déchets très faiblement actifs (TFA) provenant du démantèlement de l'usine Georges Besse. Cette option est celle actuellement retenue.

La définition des scénarios de démantèlement

Le principal objectif du démantèlement de l'INB 93 est l'élimination de l'activité radiologique dans les différents bâtiments nucléaires. Les enjeux portent en priorité sur la sûreté, la protection de l'environnement, le respect du planning et des coûts associés. La fiabilité des outils, la limitation des déchets sont donc les éléments clés de la définition des scénarios de démantèlement. Les opérations de démantèlement consistent à :

- déposer et manutentionner les équipements ;
- les découper, les traiter, optimiser leur volume ;
- les conditionner en conteneurs de déchets ;
- assainir le génie civil.

Le démantèlement des équipements de procédé concerne principalement les 1 400 diffuseurs de la cascade. Une fois déposés, les équipements font l'objet d'opérations visant à séparer leurs différents constituants et réduire le volume final des déchets. Pour cela, des unités de traitement seront mises en place dans les bâtiments existants. Les outils mis en œuvre dans ces unités de traitement sont des équipements industriels fiables bénéficiant d'un large retour d'expérience, tels que des pelles et broyeurs mécaniques

associés à des moyens de découpe des métaux. Des essais ont par ailleurs confirmé la capacité du matériel à effectuer les opérations répétitives nécessaires au démantèlement de l'INB 93.

Dans un souci permanent de limiter les déchets, il a été choisi d'implanter les unités de traitement à l'intérieur même des locaux plutôt que dans de nouveaux bâtiments. L'analyse de sûreté de bâtiments concernés doit donc être réévaluée au regard des dernières exigences de conception des installations neuves. L'étude d'impact montre que ce démantèlement n'engendre pas de nuisance particulière pouvant porter atteinte à la santé, à la sûreté, à l'environnement naturel ou socio-économique du site et de la région.

Qu'en est-il de l'assainissement des bâtiments ?

Au cours de l'exploitation, il a été considéré sur la base d'une approche très prudente qu'une contamination par vecteur gazeux pouvait avoir un impact sur les sols, les murs et plafonds de l'usine. Cette hypothèse a conduit à classer un grand nombre de locaux en zone à déchets nucléaires (ZDN) et à considérer toutes ces surfaces comme potentiellement contaminées. Du fait de la dimension de l'INB Eurodif (de l'ordre de 250 000 m²), l'assainissement systématique de l'ensemble de toutes ces surfaces conduirait à un volume de déchets considérable. L'expérience acquise par Areva, lors du démantèlement de l'usine de diffusion gazeuse militaire du Tricastin, démontre que concernant l'état radiologique des ZDN, seul 1 % des surfaces présente une contamination et donc que 99 % des surfaces restantes ne nécessitent pas de décontamination préalable au déclassement. Ainsi, on pourrait donc envisager une démarche basée sur une cartographie complémentaire de l'état radiologique réel des surfaces permettant de redéfinir les zones à traiter.

Dès à présent, l'achèvement des opérations Prisme dans les prochains mois va permettre de réduire de manière significative les risques liés au démantèlement futur. Les opérations menées dans le cadre de Prisme, la stratégie de démantèlement immédiat, d'implantation des ateliers de traitement dans les bâtiments existants et d'assainissement s'inscrivent dans la volonté de réaliser les opérations en toute sûreté tout en réduisant au maximum le volume de déchets. ♦



LES ENJEUX DU DÉMANTÈLEMENT POUR LES POUVOIRS PUBLICS

Par Charles-Antoine Louët, sous-directeur de l'industrie nucléaire, Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC), ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie

L'essentiel

Le démantèlement des installations nucléaires est porteur de plusieurs enjeux pour les pouvoirs publics. Le premier consiste à apprécier l'objectif du démantèlement en regard de son coût.

Est-ce toujours pertinent de débarrasser totalement le site de la moindre trace radioactive, générant ainsi le déplacement de quantités importantes de gravats venant saturer le stockage de déchets TFA (très faible activité)? Ne vaut-il pas mieux opter pour des stockages *in situ*? La DGEC a demandé qu'une réflexion soit ouverte sur ce sujet et que les exploitants fassent de premières propositions sur la base d'exemples concrets.

Le deuxième enjeu est celui de la gestion des déchets radioactifs issus du démantèlement. En effet, la quantité de déchets TFA produits à l'issue du démantèlement du parc actuel excédera largement la capacité du centre de stockage existant. Outre la réflexion sur la création de nouvelles capacités de stockage, il convient d'étudier l'intérêt et la faisabilité du recyclage et de développer des procédés de caractérisation, de tri et de traitement pour réduire le volume de déchets produits et optimiser leur gestion. La DGEC sera dans ce cadre attentive à la mise en place d'une collaboration plus étroite entre les exploitants et l'Andra.

Enfin, un dernier enjeu est celui du financement des opérations de démantèlement. La DGEC a fait réaliser un audit du devis proposé par EDF pour provisionner les charges de démantèlement du parc nucléaire actuel. D'autres audits de ce type seront menés auprès des différents exploitants.

La France a déjà une certaine expérience du démantèlement. Certains chantiers se sont achevés avec succès, tandis que d'autres sont en cours et n'ont pas fini de nous révéler toute leur complexité. Leur traitement avec les compétences et les outils techniques et réglementaires du moment a permis de mettre en lumière un certain nombre d'enjeux pour l'avenir. Les grands enjeux sont devant nous : nous sommes à la charnière entre l'achèvement de chantiers-pilotes, et l'industrialisation et la massification qui doivent être préparées dans les dix à vingt années à venir. Comment la filière nucléaire abordera-t-elle le démantèlement massif des installations actuelles? Au-delà de l'évolution régulière des normes et des techniques, l'organisation du démantèlement devra donner lieu à une réflexion propre pour répondre à des problématiques spécifiques. Cette réflexion ne pourra se passer d'une implication plus forte des parties prenantes.

Démanteler : jusqu'à quel point et à quel coût ?

Le premier enjeu qui se pose aux pouvoirs publics est celui de l'objectif du démantèlement, qui s'apprécie en regard de son coût. Le code de l'environnement reste assez général sur cette question, et ne propose d'ailleurs pas de définition du démantèlement. Il est présenté comme un processus dont l'aboutissement est la sortie du régime des installations nucléaires de base, et qui doit être conduit sans mettre en cause la sécurité, la santé et la salubrité publiques ou la protection de la nature et de l'environnement. C'est l'arrêté du 7 février 2012, dit « arrêté INB », qui pose le problème :

« L'état final atteint à l'issue du démantèlement doit être tel qu'il permet de prévenir les risques ou inconvénients que peut présenter le site [...], compte tenu

notamment des prévisions de réutilisation du site ou des bâtiments et des meilleures méthodes et techniques d'assainissement et de démantèlement disponibles dans des conditions économiques acceptables. »

Trouver le point d'équilibre est un défi tant pour les exploitants que pour les pouvoirs publics. Cela est d'autant plus difficile que l'état final du site est prescrit dans le décret de démantèlement, mais ne peut être totalement connu qu'après le démantèlement. L'objectif doit donc être fixé en situation d'incertitude. L'ASN, dans son guide n° 6, considère que face à cette incertitude, l'objectif de référence doit être de retirer la totalité des substances radioactives, ce qui n'est évidemment pas toujours possible. Les exploitants quant à eux aimeraient pouvoir s'arrêter avec certitude une fois un certain niveau de démantèlement ou d'impact atteint, alors que le principe d'optimisation imposerait de continuer tant que cela reste raisonnable.

Ce sont deux visions de l'avenir d'une installation nucléaire, qu'on peut caricaturer ainsi : d'un côté un trou béant, ayant donné lieu au déplacement de quantités vraisemblables de gravats qui viennent saturer la filière de stockage des déchets de très faible activité (TFA), de l'autre un bâtiment vidé des matières les plus dangereuses, mais pas de toute sa radioactivité, et qui reste sur pied en attendant de s'effondrer.

La réflexion sur ce sujet a abouti à une solution intermédiaire, présentée dans le guide n° 6 ainsi que dans le PNGMDR : combler le trou béant avec les gravats qu'on vient de retirer ! Autrement dit, faire un stockage de déchets sur place ; on a alors remplacé l'installation nucléaire par une installation de stockage, vraisemblablement une installation classée pour la protection de l'environnement (ICPE), et mis en sécurité les déchets radioactifs (ou

potentiellement radioactifs), sans recourir au transport. Mais cela pose plusieurs questions :

- ▶ pourquoi dans ce cas assainir méticuleusement ? Ne serait-il pas plus expédient de tout démolir en vue d'un stockage *in situ* ?
- ▶ cette solution est-elle acceptable si on souhaite dénucléariser totalement un site, comme le CEA l'a fait à Grenoble ? Et si *a contrario* on souhaite conserver la vocation nucléaire du site, le maintien sur pied et la réutilisation de bâtiments, avec un suivi des pollutions éventuelles, n'est-il pas plus raisonnable ?

Les réponses à ces questions ne peuvent provenir que d'un examen au cas par cas, dans le cadre fixé par l'arrêté INB. Pour l'ASN, cet examen est effectué au moment de l'instruction du dossier de démantèlement. Mais le code de l'environnement impose une première réponse dès maintenant, car il faut constituer des provisions comptables et mettre de côté les sommes nécessaires pour le démantèlement. Il n'est raisonnable ni de provisionner un assainissement jusqu'au dernier becquetel de l'ensemble des sites nucléaires, ni de ne prévoir qu'un démantèlement minimum dans l'attente d'un arbitrage. Dans le cadre de son action de contrôle sur le financement des charges de long terme, la DGEC a donc demandé qu'une réflexion soit ouverte sur ce sujet et que les exploitants fassent de premières propositions sur la base d'exemples concrets. La question de l'objectif du démantèlement en regard de son coût pourrait utilement être débattue par la suite au sein du groupe de travail du PNGMDR, même si le démantèlement excède formellement son mandat.

Gestion des déchets radioactifs : stocker, recycler et innover

Le deuxième enjeu est celui de la gestion des déchets radioactifs issus du démantèlement. L'inventaire national de l'Andra met en évidence, à l'horizon de la fin du démantèlement du parc nucléaire actuel, une prévision de production de déchets TFA de 2,2 millions de mètres cubes, excédant largement la capacité du centre actuel qui est de 650 000 m³. La situation serait aggravée par la production de grandes quantités de déchets si les hypothèses les plus pénalisantes étaient retenues en matière de volumes excavés lors de l'assainissement.

Le groupe de travail du PNGMDR a consacré une partie importante de ses travaux à cette question, et met en évidence le besoin d'un nouveau centre de stockage à l'horizon 2030, ainsi que l'intérêt d'une réflexion à ouvrir sur le recyclage. La DGEC et l'ASN, assurant la coprésidence du groupe de travail du PNGMDR, ont proposé la mise en place d'un sous-groupe consacré aux conditions d'un tel recyclage, sous la présidence d'Alain Dorison. Les conclusions ont été remises à l'été 2015. Les discussions ont été particulièrement ouvertes et constructives. Elles ont révélé qu'un seuil de libération n'était pas nécessaire lorsque la connaissance de l'historique des déchets, de leurs procédés de traitement et de l'usage des matières recyclées fournissait une ligne de défense suffisamment robuste en plus de celle que constitue la mesure. En résumé, garder la maîtrise de ce qui est fait est la clef du progrès sur la question du recyclage des déchets. La prochaine étape consiste pour les candidats au recyclage à convaincre les parties prenantes que cette condition est remplie.

Le PNGMDR met en avant la nécessité, également, de réduire les volumes et d'optimiser la gestion des déchets radioactifs issus du démantèlement. Cela appelle le développement de procédés de caractérisation, de tri et de traitement : Ségolène Royal a annoncé le 15 septembre 2015 la sélection de douze projets innovants dans la gestion des déchets radioactifs issus du démantèlement des installations nucléaires, d'un montant total de 40 M€, dont 18 M€ sont financés par le Programme d'investissements d'avenir, à l'issue d'un appel à projets lancé par l'Andra en coopération avec l'Agence nationale de la recherche. Cela conduit également la DGEC à être attentive à la mise en place d'une coopération plus étroite entre les exploitants nucléaires responsables du démantèlement et l'Andra qui stocke les déchets, afin d'optimiser globalement le processus, de la décision de produire le déchet jusqu'au stockage.

Financement : s'assurer que les dispositions prises par les exploitants sont suffisantes

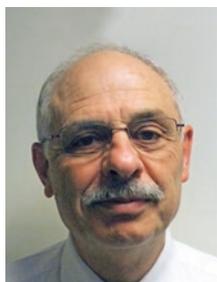
Un autre enjeu encore est celui du financement des opérations de démantèlement. Le code de l'environnement fixe l'obligation d'une évaluation prudente des coûts du démantèlement en vue de constituer des provisions comptables, mais également la constitution d'actifs dédiés au financement des opérations, qui doivent être gérés « en bon père de famille » pour

faire face aux décaissements lointains. Il s'agit de limiter le transfert vers les générations futures des charges occasionnées par l'usage du nucléaire que fait notre génération. La totalité de ces charges est évaluée à 80 Mds€, dont 40 Mds€ correspondent au démantèlement.

La DGEC est chargée, avec la direction générale du Trésor, d'exercer le contrôle administratif sur la bonne application de ces dispositions introduites en 2006. Dans ce cadre, la DGEC a fait réaliser pour la première fois un audit technique externe du devis utilisé par l'entreprise EDF pour justifier les provisions comptables correspondant aux charges de démantèlement du parc nucléaire actuellement en exploitation.

Le contrôle de la bonne gestion des actifs dédiés a également connu un progrès significatif grâce à la loi du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte, qui prévoit la possibilité pour l'autorité administrative de saisir pour avis l'autorité de contrôle prudentiel et de résolution, autorité administrative indépendante qui concentre la compétence technique sur ces questions, qui se posent notamment, avec des ordres de grandeur bien supérieurs, dans le domaine des assurances.

Tels sont les enjeux principaux, pour les pouvoirs publics, du démantèlement. Chacun de ces sujets appelle une réponse à la mesure non pas des premiers démantèlements qui sont derrière nous, mais de ce qui sera l'un des grands défis industriels de la France dans les prochaines décennies. ♦



LA VALORISATION DES DÉCHETS DE TRÈS FAIBLE ACTIVITÉ EN DEHORS DE LA FILIÈRE NUCLÉAIRE EST ENVISAGEABLE, MAIS ELLE NÉCESSITERAIT DES PRÉCAUTIONS PARTICULIÈRES

Entretien avec Alain Dorison, président du groupe de travail sur le recyclage des déchets radioactifs métalliques dans le cadre du Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR)

Contrôle : quel était l'objectif de ce groupe de travail ?

Alain Dorison : le démantèlement des installations nucléaires de base (INB) va engendrer la production de déchets, notamment des déchets de très faible activité (TFA) qui seront produits en grande quantité. L'inventaire national prévoit que ces derniers représenteront en 2030 le double de la capacité actuelle du Cires¹, l'installation exploitée par l'Andra où ils sont stockés actuellement. Ce constat a conduit à la création par l'ASN et la Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC), en mars 2014, d'un groupe de travail chargé d'étudier des moyens de les valoriser différemment. Cette démarche s'inscrit dans le cadre de la politique générale de gestion des déchets, qui vise en priorité à éviter d'en produire, ensuite à les valoriser, et enfin à les stocker. Constitué d'une trentaine de membres, ce groupe de travail pluraliste a rassemblé des représentants des administrations (ASN, ASN Défense, DGEC, Mission sûreté nucléaire et radioprotection – MSNR), des exploitants (CEA, Areva, EDF), plusieurs experts, ainsi que des membres d'associations et de commissions locales d'information.

Quelle est la particularité de ces déchets TFA ?

Les déchets sont classifiés suivant deux modalités indépendantes. La première, qui est celle du code de l'environnement, se réfère au niveau d'activité radiologique pour déterminer si un déchet est radioactif (et nécessite de ce fait un traitement particulier) ou non. Une deuxième classification, mise en place spécifiquement pour les INB, repose sur le principe du zonage des

déchets : ceux issus des zones à production possible de déchets radioactifs sont de fait considérés comme radioactifs quel que soit leur niveau de radioactivité et doivent donc être traités comme tels ; les autres déchets ne provenant pas de ces zones ne sont pas soumis à cette contrainte. Il existe donc au sein des INB des déchets considérés comme radioactifs parce qu'ils proviennent de zones de déchets nucléaires alors qu'ils ne sont pas radioactifs au sens du code de l'environnement. C'est sur ces déchets-là, très faiblement radioactifs, produits en grosse quantité et composés pour l'essentiel de gravats de bâtiments et de matériaux métalliques, qu'a porté notre réflexion.

Comment avez-vous travaillé ?

Nous avons auditionné les exploitants ainsi que des industriels du recyclage et deux experts, un Belge et un Allemand. Nous avons également travaillé sur la base d'exposés techniques et de documents fournis par les exploitants pour élaborer nos recommandations, qui ont fait l'objet d'un rapport remis au groupe de travail du PNGMDR en septembre 2015.

Notre travail a consisté dans un premier temps à dresser l'inventaire des déchets en question et à demander aux exploitants de nous faire part des volumes concernés. Nous avons regardé en parallèle ce qui se faisait en France et à l'étranger en matière de valorisation et de recyclage. En France, il y a eu plusieurs expériences de recyclage, exclusivement au sein de l'industrie nucléaire. La première, menée sur le site Centraco à Marcoule, consiste à recycler des matériaux métalliques pour la fabrication de colis de déchets radioactifs.

Une autre filière, toujours à Marcoule, aujourd'hui arrêtée, a porté sur le recyclage du plomb. La mise en place de deux autres filières a été abandonnée. Nous nous sommes aussi intéressés au procédé mis en œuvre par l'entreprise Studsvik en Suède et au Royaume-Uni. Celle-ci récupère des ferrailles légèrement contaminées, les fait fondre et, après écrémage de la couche superficielle qui concentre la radioactivité résiduelle, recoule des lingots métalliques dont le seuil de radioactivité est inférieur au dixième du seuil de libération (voir encadré page suivante) des pays concernés. Ces derniers sont alors réintégrés, après contrôle, dans l'industrie classique.

Cet examen nous a permis de conclure qu'il existe aujourd'hui des filières qui fonctionnent de manière tout à fait satisfaisante. S'il est évident que la manière la plus simple de valoriser ces matériaux est de faire en sorte qu'ils ne sortent pas de l'industrie nucléaire, il apparaît cependant que le marché de l'industrie nucléaire ne sera pas suffisant pour valoriser les 900 000 tonnes de déchets métalliques concernés. Nous nous sommes donc interrogés sur les conditions à mettre en œuvre, au cas où on accepterait que des matériaux recyclés puissent sortir de l'industrie nucléaire.

Quelles sont les recommandations du groupe de travail ?

Elles sont de plusieurs ordres. Nous avons d'abord recommandé que cette valorisation soit menée sur des grands lots homogènes, dont les caractéristiques sont connues et vérifiables. En matière de technologie applicable, il nous semble à ce



1. Cires : Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage situé sur les communes de Morvilliers et de Lachaise dans l'Aube.



stade que la fusion est le procédé le plus pertinent pour obtenir des caractéristiques radiologiques favorables à la valorisation des déchets métalliques. Concernant le type d'installations susceptibles de réaliser ce traitement, nous estimons que celles-ci doivent être, autant que possible, dédiées à des flux provenant exclusivement d'installations nucléaires. Dans le cas où une étape de traitement devrait être effectuée dans une installation conventionnelle, des précautions particulières devront être prises. Des modalités de traçabilité des matériaux devront être déterminées pour chaque étape de la filière de valorisation. En cas de réutilisation en dehors de l'industrie nucléaire, les caractéristiques des matériaux doivent être telles que, même en cas de perte de traçabilité, leur utilisation ne risque en aucun cas de porter atteinte à la santé et à l'environnement. Nous estimons en outre que toute décision de réutilisation de ces matériaux en dehors de la filière nucléaire doit être justifiée, sur la base d'une analyse du cycle de vie et de critères à la fois techniques, économiques, sociétaux, sanitaires, environnementaux et énergétiques. En d'autres termes, il faut démontrer un avantage global pour la société, qui ne soit pas uniquement économique.

Nous avons également mis l'accent sur la transparence, que ce soit pour l'étude puis la mise en œuvre de filière de traitement et de valorisation. Une transparence qui doit se jouer aussi bien au sein des entreprises elles-mêmes, y compris les sous-traitantes, qu'aux niveaux local (avec les commissions locales d'information) et

national. Le sujet des déchets TFA mérite lui aussi d'être débattu, même s'il est naturellement très différent de celui des déchets de haute activité.

Enfin, sur le plan de la réglementation, le code de la santé publique offre des possibilités de dérogations qui pourraient permettre l'utilisation de ces matériaux en dehors de la filière nucléaire, sur la base de dossiers très étayés étudiés au cas par cas.

Quoi qu'il en soit, accepter de recycler ces déchets en dehors de la filière nucléaire est une décision politique qui n'est pas du ressort de ce groupe de travail. Notre rôle consiste simplement à dire : « si vous voulez le faire, voilà comment il faudrait procéder, et voilà quelles seraient les précautions à prendre ». ♦

Seuil de libération

En application de la directive 2013/59/Euratom du 5 décembre 2013 fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire contre les dangers résultant de l'exposition aux rayonnements ionisants, qui autorise la mise en place d'une approche intégrant le concept de libération, ce qui correspond à la sortie d'un matériau du domaine réglementé, certains pays mettent en œuvre des seuils de libération, exprimés en activité massique (Bq/g), qui sont soit universels (quels que soient le matériau, son origine et sa destination), soit dépendant du matériau, de son origine et de sa destination. La réglementation française ne prévoit pas de libérer les déchets de très faible activité de cette obligation mais de faire reposer la distinction des déchets radioactifs et des déchets « conventionnels » issus d'une activité nucléaire sur la base d'un zonage géographique des lieux où ils sont produits, fondé sur une analyse du fonctionnement de l'installation et non sur une mesure de radioactivité.



OPTIMISER GLOBALEMENT LA GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS DE DÉMANTÈLEMENT

Par Michel Dutzer, directeur industriel adjoint de l'Andra

L'essentiel

D'ici 2030, on estime que plus de 700 000 m³ de déchets radioactifs seront produits par le démantèlement des installations nucléaires. En tant qu'agence chargée de proposer des solutions de stockage pour l'ensemble des déchets radioactifs, l'Andra a un rôle important à jouer ; que ce soit pour adapter ses conditions de prise en charge aux spécificités du démantèlement, pour étudier des solutions de valorisation de certains déchets radioactifs afin de préserver l'espace de stockage, ou encore pour sécuriser les scénarios de démantèlement. Une démarche qui ne peut se faire qu'en étroite collaboration avec les autres acteurs du démantèlement (exploitants, opérateurs, transporteurs), pour mettre en place les outils et l'organisation les plus pertinents, et optimiser de façon globale la gestion des déchets.

En matière de déchets radioactifs, un démantèlement réussi est un démantèlement pour lequel une optimisation globale de la gestion des déchets radioactifs aura été recherchée, de leur production, à leur stockage en passant par leur caractérisation, leur traitement, leur conditionnement et leur transport. La démarche d'optimisation consiste à chercher simultanément à exposer le moins possible les intervenants aux rayonnements ionisants, à minimiser les coûts, à limiter la production de déchets et à utiliser au mieux les capacités des centres de stockage de déchets. Et l'enjeu est significatif : on estime que d'ici 2030, plus de 700 000 m³ de déchets radioactifs seront produits par les démantèlements des installations nucléaires.

a. Uranium-Naturel
Graphite-Gaz
(ancienne filière
de réacteurs).

Parce que sa mission est d'offrir des solutions de gestion à long terme, dont le stockage, pour tous les déchets radioactifs et parce que les conditions de prise en charge de ces déchets conditionnent toutes les étapes amont du stockage, l'Andra est elle-même actrice du démantèlement. Elle doit coordonner ses actions avec celles de tous les autres acteurs du démantèlement, exploitants nucléaires responsables du devenir de leurs installations, opérateurs intervenant sur les sites, industriels disposant d'outils de traitement des déchets et transporteurs.

Garantir les exutoires

Le rôle de l'Andra est bien sûr de mettre en place les solutions de stockage nécessaires et notamment celles qui manquent :

- le stockage Cigéo pour les déchets de haute activité et les déchets de moyenne activité à vie longue (dont une faible quantité proviendra de démantèlements) ;
- le stockage pour les déchets de faible activité à vie longue, qui permettra la prise en charge des déchets de graphite produits par le démantèlement des réacteurs de la filière UNGG^a.

Ces stockages seront opérationnels à l'horizon 2030 (*sous réserve des autorisations adéquates, ndlr*). D'ici là, la concertation étroite entre l'Andra et les producteurs est nécessaire.

Pour les stockages opérationnels, l'Andra veille à garantir la continuité de son service de prise en charge :

- au centre de stockage de l'Aube (CSA), dédié aux déchets de faible et moyenne activité à vie courte, la capacité d'un million de mètres cubes de colis de déchets devrait être atteinte à l'horizon 2060. Moyennant des efforts de densification, ce centre pourra absorber l'ensemble des déchets produits par le

fonctionnement et le démantèlement des installations nucléaires existantes ou dont la création est autorisée. Une attention particulière sera cependant portée sur le contenu des déchets en radioéléments à vie longue dont les quantités sont limitées au CSA ;

- au Cires, conçu pour les déchets de très faible activité, le flux de déchets prévu par les démantèlements dans les prochaines années devrait conduire à une saturation de sa capacité réglementaire à l'horizon 2025. L'optimisation technique des alvéoles de stockage pourrait repousser cette saturation au-delà de 2030, sous réserve d'une autorisation. Il sera ensuite nécessaire de créer une nouvelle installation de stockage.

Adapter les conditions de prise en charge aux déchets de démantèlement

Un enjeu : dialoguer efficacement avec les producteurs de déchets pour l'acceptation de leurs colis en stockage. La procédure d'agrément des colis pour le CSA a été développée pour des déchets issus du fonctionnement des installations nucléaires, qui présentent un caractère répétitif. Ce n'est pas le cas des déchets de démantèlement pour lesquels cette procédure est souvent mal adaptée. Elle doit être revue pour apporter une réponse industrielle aux besoins des chantiers. Une expérimentation est menée avec le CEA pour le démantèlement de Marcoule, qui pourra bénéficier ensuite aux autres chantiers.

Exploiter la flexibilité des centres de stockage pour simplifier les opérations de démontage et de découpe, et ainsi réduire doses et coûts. Ainsi, le CSA a pu prendre en charge des colis dits « hors normes », comme les couvercles de cuves de réacteurs ou les protections neutroniques latérales de Superphénix. ➤➤ Au Cires, l'Andra a accueilli et

stocké dans des conditions spécifiquement adaptées les quatre générateurs de vapeur du réacteur de Chooz A. Une alvéole spéciale dotée de moyens de manutention lourds sera mise en service au Cires en 2017 pour faciliter la prise en charge de tels déchets.

D'autres pistes d'optimisation seront explorées. L'utilisation de « big bags » de grande contenance supérieure à celle des colis utilisés au Cires actuellement pourra par exemple être envisagée pour la prise en charge de terres contaminées, voire le stockage de ces terres directement dans les alvéoles.

Valoriser les déchets radioactifs

Pour utiliser au mieux les ressources rares que constituent les centres de stockage, les possibilités de valorisation des déchets ont fait l'objet d'études dans le cadre du PNGMDR avec les autorités et les producteurs de déchets.

Plus de 10 000 tonnes de déchets métalliques de très faible activité (TFA) provenant des chantiers de démantèlement pourraient être réutilisées annuellement sans contrainte radiologique (plus d'un tiers du tonnage reçu). Des débouchés hors industrie nucléaire devront être envisagés. L'Andra a pour sa part examiné l'intérêt d'utiliser au CSA des colis en fonte en métal recyclé en remplacement de colis en béton. Mais l'équilibre économique d'une fonderie est difficile en comparaison avec le coût du stockage au Cires, et ceci malgré la compensation par la réduction du volume stocké au CSA. De plus cette substitution nécessite des aménagements lourds dans les installations qui produisent les colis. L'Andra

poursuit cependant ses travaux, tant pour les colis destinés au CSA que pour des colis destinés au stockage géologique. De même environ 2 000 tonnes par an de bétons TFA pourraient, après concassage, remplacer une partie du sable utilisé pour remplir les vides dans les alvéoles du Cires. Elles permettraient d'augmenter la quantité de déchets stockés dans les alvéoles. Cela est particulièrement vrai pour le remplissage des vides intérieurs aux colis puisque les volumes de matériaux de comblement consommeraient une capacité nulle de volume d'alvéole.

Sécuriser les scénarios de démantèlement en renforçant les synergies avec les producteurs de déchets et leurs opérateurs

Les scénarios de démantèlement, et donc les options de gestion des déchets, se préparent bien avant le début des opérations sur le terrain. Ils débouchent sur des investissements dans des outils de traitement et de conditionnement; ils structurent des marchés entre exploitants nucléaires et opérateurs. Ces investissements, ces marchés doivent être sécurisés en stabilisant autant que possible les conditions de prise en charge des déchets en stockage, ou, à défaut, en anticipant les éventuelles évolutions pour identifier les dispositions permettant de s'y adapter. L'intervention de l'Andra dans le cadre de prestations d'études dès le début des projets de démantèlement pourra apporter des garanties, pointer les risques. Elle pourra faire bénéficier de toute la flexibilité offerte par les centres de stockage. Bien se comprendre pour mieux travailler ensemble est une des clés d'une meilleure

collaboration tout au long du processus de démantèlement. Vis-à-vis du stockage, l'Andra a mis en place une offre de formation pour sensibiliser ceux qui ont à conditionner les déchets aux enjeux de sûreté traduits dans les spécifications d'acceptation des déchets en stockage. Elle vise notamment à assurer la qualité des colis produits par les chantiers.

La réalité des chantiers montre que, malgré le travail de préparation, des déchets imprévus peuvent apparaître au fil des travaux, perturber l'organisation et augmenter les coûts. Il faut alors être capable de réagir rapidement pour traiter ces déchets et les orienter vers l'exutoire pertinent.

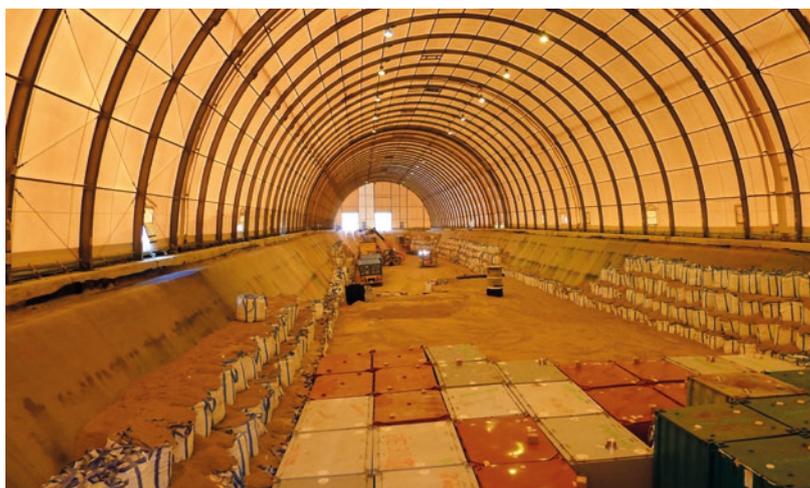
Travailler en « plateau » en associant l'ensemble des acteurs pour définir les stratégies et accompagner les travaux, telle est l'offre que l'Andra souhaite développer en synergie avec les exploitants nucléaires, responsables du démantèlement de leurs installations.

Stimuler l'innovation

Le démantèlement est devenu une activité économique à part entière amenée à se développer dans les décennies à venir. Mais sa seule source de financement provient des provisions constituées pendant le fonctionnement des installations. L'optimisation de l'utilisation de ces fonds est cruciale. L'innovation doit préparer l'avenir.

Pour accompagner les efforts de R&D des producteurs de déchets et de leurs opérateurs dans les technologies de démantèlement, l'Andra a sollicité la communauté académique et le tissu de PME françaises pour lancer des projets fortement collaboratifs. Monté en coordination avec l'Agence nationale pour la recherche, l'appel à projets vise à transposer à la gestion des déchets radioactifs des technologies et savoir-faire existants ou en développement dans d'autres domaines d'application. Il porte sur quatre thématiques : la caractérisation des déchets, les méthodes de traitement des déchets, les matériaux innovants pour le stockage et un volet de sciences humaines et sociales sur l'innovation et la société. Une première série de projets a été sélectionnée en août 2015. ♦

Des bétons de très faible activité pourraient être utilisés, après broyage, pour remplir les vides à l'intérieur de colis de déchets et entre les colis.





OPÉRATIONS DE DÉCOUPE D'INTERNES DE RÉACTEURS ET ASPECTS SÛRETÉ

Par Joseph Boucau, directeur, D&D Business Development chez Westinghouse Electric Company



L'essentiel

Westinghouse a acquis une vaste expérience en termes de découpe d'internes de réacteur, indépendamment du type de réacteur et des conditions sur site. Aujourd'hui, cette expérience continue à être appliquée dans le cadre de projets en cours d'exécution tant en Europe qu'aux États-Unis. Ce retour d'expérience a permis à Westinghouse de déterminer les techniques de coupes optimales. La protection du personnel figure, avec celle de l'environnement, parmi les enjeux essentiels des chantiers de découpe d'internes de réacteurs et doit faire l'objet d'une attention particulière durant la préparation des opérations sur site.

Gâce à plus de 30 ans d'expérience dans le développement des technologies de découpe et de colisage d'internes de réacteurs^a, Westinghouse a acquis de vastes connaissances dans le domaine du démantèlement et a élaboré plusieurs méthodes sûres et fiables pour la découpe des internes de réacteurs. Le choix de chaque technique dépend des contraintes spécifiques à chaque projet telles que la configuration de la cuve, l'environnement, le volume de déchets, les exigences de planning et de sûreté. La réussite du projet dépend du processus de découpe et de conteneurisation des internes, comprenant la planification, la méthodologie, l'équipement, la gestion des déchets et la stratégie de colisage. Westinghouse a réalisé des interventions sur tous types de réacteurs dans le monde et continue à appliquer actuellement son retour d'expérience sur d'autres

cuves de réacteurs en France (Chooz A), Suède (Barsebäck 1 & 2) et Allemagne (Philippsburg 1 et Neckarwestheim 1) dont les projets seront terminés d'ici 2019.

Processus de découpe

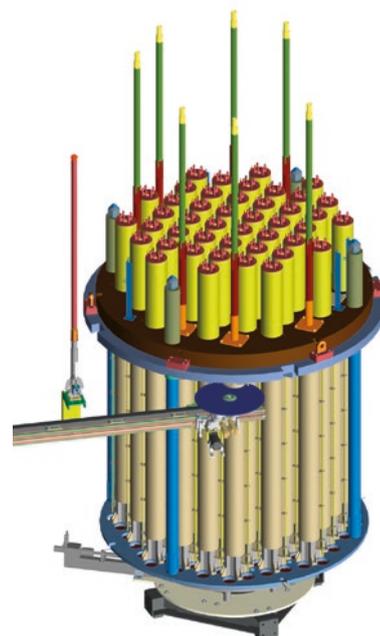
Un planning détaillé est un élément clé de la réussite d'un projet de découpe d'internes de réacteur, et en règle générale un « plan de découpe et de colisage » doit être préparé à cet effet. La méthode habituelle consiste à commencer par la fin du procédé, c'est-à-dire étudier la manutention des conteneurs et les exigences relatives au transport et au stockage des déchets, évaluer les types et les dimensions des conteneurs disponibles pour les différentes options de stockage, puis à remonter les étapes et choisir la méthode de découpe appropriée, et enfin la géométrie de découpe requise. Les logiciels de CAO 3D avancés sont de rigueur pour modéliser ce processus (voir schéma ci-contre). Ces modélisations peuvent inclure des données intelligentes, telles que le poids, le centre de gravité, le niveau de radioactivité, etc., pour chaque pièce découpée, ce qui s'avère très utile pour comparer les diverses options de découpe, manutention et colisage. Un autre domaine dans lequel la modélisation s'est révélée un atout majeur est le placement et le déplacement du composant dans la piscine de rechargement, cette zone étant généralement très encombrée lorsque les internes sont hors de la cuve au cours des différentes étapes de découpe.

Le plan de découpe et de colisage vise principalement à établir la stratégie de séparation entre les déchets à très haute activité (HA) et les déchets à plus faible activité (TFA, FMA), pour assurer un stockage le plus rentable possible. Dès lors que la version préliminaire du plan de colisage est établie, la méthode de découpe peut être définie. Toutes les

méthodes de découpe (torche plasma, jet d'eau abrasif, mécanique) génèrent plus ou moins de déchets secondaires, qui doivent être contrôlés, collectés et conditionnés en vue de leur stockage. La méthodologie et l'équipement utilisés à cette fin dépendent du procédé de découpe retenu.

Un autre élément clé du plan de découpe et de colisage est le plan de manutention. La plupart des pièces à découper et conditionner devra faire l'objet d'opérations d'elingage et de manutention afin d'être positionnées dans les conteneurs de stockage. Étant donné que beaucoup de ces pièces pourraient produire une dose létale de radiations si elles étaient extraites de l'eau par inadvertance, des dispositifs de sécurité doivent être mis en place pour éliminer ce risque. ➤➤

Principe de découpe des colonnes supports à Chooz A.

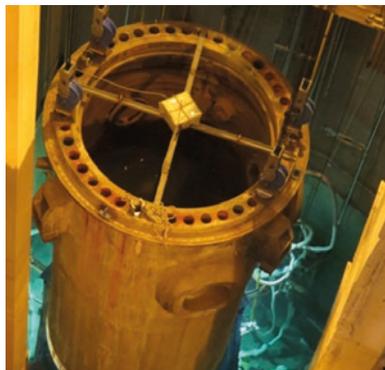


a. Principaux composants des équipements internes :

- Les équipements internes supérieurs :
 - guides de grappes,
 - plaque-support supérieure,
 - plaque supérieure de cœur.
- Les équipements internes inférieurs :
 - enveloppe et plaque inférieure de cœur.
- Le réflecteur lourd (écran thermique circonferentiel).



Découpe de la virole du cœur à José Cabrera (Zorita, Espagne).



Manutention de la cuve à José Cabrera (Zorita, Espagne).

la chute des pièces découpées, qui viendrait endommager le liner de la piscine du réacteur ou tout autre équipement critique. Des procédures détaillées et des équipements d'élingage dédiés ont été développés pour garantir la mise en place de ces dispositifs de sécurité.

Avant les opérations sur site, des essais et la qualification sont réalisés sur des maquettes à pleine échelle, dans une piscine spécialement conçue pour la découpe des internes (voir schéma page précédente).

Les opérations réalisées dans ce cadre incluent la préparation, la découpe, et la manutention des internes du réacteur conformément aux procédures et au plan de découpe; le conditionnement des pièces découpées dans les conteneurs conformément aux plans de colisage et de stockage des déchets; la manutention des conteneurs; et finalement la restauration de la piscine à son état initial.

Westinghouse a eu recours à diverses méthodes pour la découpe des internes de réacteur et autres gros composants. Il convient donc d'analyser la courbe d'apprentissage qui s'est dessinée au fil des différents projets sur les réacteurs nucléaires.

Découpe mécanique

Durant les quinze dernières années, Westinghouse a essentiellement utilisé la découpe mécanique sous eau sur base d'un retour d'expérience probant. Cette technique garantit la radioprotection des travailleurs ainsi qu'une excellente visibilité lors des opérations de découpe.

Westinghouse a récemment terminé avec succès un vaste projet de découpe en Espagne, à la centrale nucléaire de José Cabrera (Zorita). Le périmètre du contrat couvrait le démantèlement et la découpe des internes de réacteur et des déchets d'exploitation, mais également les études d'ingénierie préalables. Il intégrait en outre

les modifications à apporter à la centrale, la fourniture des matériels et le chargement des déchets primaires et secondaires dans les conteneurs blindés pour les déchets à très haute activité, et dans des conteneurs dédiés pour les déchets TFA et FMA-VC. Des outils et des procédés de découpe spécifiques ont dû être développés pour certains composants. La photo ci-dessus à gauche montre la découpe de la virole du cœur et le colisage des internes découpés. En juin 2013, Westinghouse a en outre obtenu un nouveau contrat pour la découpe de la cuve du réacteur. La photo ci-dessus à droite présente la levée de la cuve et son installation sur le stand de découpe.

Toutes les technologies et méthodes de découpe appliquées à José Cabrera seront utilisées par Westinghouse pour le projet de découpe de la cuve et des internes de Chooz A en France. Les opérations de démantèlement de la cuve et de ses internes seront également réalisées sous eau, dans la piscine du réacteur, au moyen d'outils télé-opérés depuis une passerelle qui sera implantée au-dessus de la piscine du réacteur. Les déchets produits en fond de

piscine seront transférés dans une cellule, construite spécifiquement pour ces opérations par notre partenaire Nuvia, pour séchage, caractérisation radiologique et conditionnement. De nouveaux sas rigides de grandes dimensions seront également implantés dans le but de réaliser des opérations de caractérisation, de conditionnement et de maintenance de l'outillage contaminé.

Démarche sûreté

Les opérations de découpe d'internes de réacteurs nécessitent la maîtrise complète de la sécurité et de la radioprotection des opérateurs, du risque environnemental et des filières d'élimination des déchets.

Pour ce faire, l'ensemble des risques liés à la sûreté de l'installation ou à la sécurité des personnes sont étudiés pour chaque projet sous l'angle des risques internes d'origine nucléaire, risques internes d'origine non nucléaire et risques d'origine externe. Les résultats de cette étude de risques conditionnent le scénario de démantèlement choisi. Des parades techniques sont identifiées pour faire face aux aléas éventuels. La gestion des effluents et des déchets produits fait également l'objet d'une attention particulière en conformité avec les exigences relatives au stockage et entreposage. À Zorita, chaque pièce interne découpée a fait l'objet de mesures radiologiques (gamma) et massiques pour permettre de cartographier le contenu de chaque colis de déchets avant son stockage. Une approche similaire sera mise en œuvre à Chooz A. ❖

Principaux jalons du projet de démantèlement de la cuve de Chooz A

- Émission de l'appel d'offres : 2007
- Attribution du contrat : décembre 2009
- Avant-projet détaillé : fin 2011
- Fin des études d'installation : décembre 2014
- Fin des études d'exécution : mi-2016
- Début d'installation sur site : décembre 2014
- Fin du repli chantier : fin 2020

LE DÉMANTÈLEMENT : UN ENJEU POUR LA SÛRETÉ ET LE DEVENIR DES TERRITOIRES

Entretien avec Michel Eimer et Dominique Boutin, pilotes du groupe permanent « démantèlement » de l'Association nationale des comités et commissions locales d'information (Anccli), et respectivement vice-président de la CLI de la centrale de Saint-Laurent-des-Eaux et membre de la CLI de la centrale de Chinon



Contrôle: quelles sont les attentes des CLI en matière de démantèlement ?

Michel Eimer : quand on fait le tour des secteurs de l'industrie nucléaire, on constate qu'il y a déjà un bon nombre d'installations arrêtées, en démantèlement ou en attente de démantèlement, que ce soit chez EDF, Areva ou au CEA. Nous avons besoin d'en savoir un peu plus sur ce qui se passe autour de chez nous, et sur ce que cela implique pour les territoires. Les CLI seront de plus en plus souvent sollicitées pour donner leur avis sur des mises à l'arrêt définitif d'installation et leur démantèlement. Il s'agit donc de réfléchir à la manière d'élaborer ces avis: comment faut-il aborder ces dossiers, quels sont les points de vigilance, comment s'approprier ces chantiers nouveaux, avec des situations qui sont à chaque fois singulières, et pour lesquelles on ne bénéficie pas de retour d'expérience ?

Dominique Boutin : le démantèlement est une filière industrielle assez méconnue, qui souffre d'une connotation négative. Il s'agit pourtant de chantiers énormes, amenés à se multiplier dans les années à venir: À Fessenheim, on parle surtout de fermeture d'usine, de perte d'emplois, alors que l'on peut aussi voir dans un démantèlement la mise en place d'une nouvelle filière industrielle, créatrice d'emplois et d'activité économique pour le territoire. À Marcoule par exemple, un groupement d'entreprise a été créé autour du dossier de démantèlement de Phénix. Il y a une véritable stratégie industrielle à mettre en place autour de chaque dossier de démantèlement. Les CLI ont un rôle à jouer pour informer et s'assurer que les stratégies d'entreprises mises en œuvre s'accordent avec le territoire.

En tant que membre de la CLI de Chinon, qui dispose de trois réacteurs UNGG arrêtés, j'ai été convié le 16 juin 2014 à

participer à une réunion entre l'IRSN et l'Anccli sur le démantèlement. À l'issue de cette journée, il est apparu que les attentes d'information sur ce sujet étaient importantes au sein des CLI et qu'il était nécessaire que l'Anccli se saisisse de ce sujet. Un groupe de travail a donc été mis en place sur ce thème dès le lendemain.

Quels sont les objectifs de ce groupe de travail ?

M. Eimer : son but est de fournir aux CLI un outil pour les aider à anticiper la fin de vie des installations et à prendre en compte suffisamment tôt les questions concernant la sûreté des opérations de démantèlement et leur suivi, mais aussi le devenir du territoire. Cet outil prendra la forme d'un livre blanc. Un comité de pilotage réunissant des élus, des représentants d'associations et d'organisations syndicales, et des acteurs économiques pilote son élaboration.

D. Boutin : cette pluralité de points de vue est essentielle. Car un démantèlement est une opération complexe. Ce n'est pas simplement une usine qui ferme dans un coin. Outre les aspects purement techniques, cela pose des questions concernant les ressources financières pour le territoire, l'emploi, les conditions de travail des personnes qui vont effectuer les opérations de démantèlement, ou encore les risques environnementaux, qui, du fait des transports de matières, sont plus importants que lors du fonctionnement de l'installation. Il faut donc mettre tout ça sur la table de manière intelligente et en discuter sereinement. Sans compter que nous n'avons pas tous le même niveau de connaissance du sujet. D'où la nécessité de bâtir dans un premier temps un référentiel commun sur lequel nous pourrions nous appuyer pour faire monter en compétences l'ensemble de nos membres.

Quels sont les principaux points de vigilance des CLI sur ce thème ?

D. Boutin : un premier débat a porté sur le démantèlement immédiat ou différé. L'ASN a tranché en faveur de la première option, et l'ensemble des CLI est en accord avec cette position qui consiste à dire qu'il ne faut pas perdre de temps pour démanteler afin de ne pas perdre les compétences. Il reste cependant un certain nombre de points qui ne sont pas résolus, comme la destination des déchets de démantèlement, ou encore la possibilité de recycler une partie de ces déchets, ce qui pose la question des seuils de libération. Ce sont des sujets sur lesquels nous serons particulièrement vigilants. Nous avons aussi des inquiétudes sur la pérennité des financements des opérations de démantèlement, qui sont très coûteuses, notamment au vu de la situation du groupe Areva...

M. Eimer : nous sommes confrontés aujourd'hui à des installations dont le démantèlement n'a pas du tout été pris en compte lors de leur construction. Par exemple, certains réacteurs graphite gaz sont confinés dans une coque en béton de 5 à 7 mètres d'épaisseur, qu'il va falloir « épilucher » de l'intérieur. Cela implique des interventions délicates, qui auraient pu être évitées si on avait opté pour un béton multicouche. Aujourd'hui, fort de ce type d'expérience, il faut avoir à l'esprit qu'une installation n'est pas éternelle. L'obligation pour les exploitants de définir un plan de démantèlement dès la conception de leur installation est dans ce cadre une excellente chose. Il faudra veiller à ce qu'il ne s'agisse pas seulement d'un document de façade. ❖

© CSN



LE DÉMANTÈLEMENT DES CENTRALES ESPAGNOLES

Par José Luis Revilla, chef du secteur installations du cycle et démantèlement du Consejo de Seguridad Nuclear (Espagne)

Depuis 1999, le cadre juridique des activités d'inspection et de contrôle du CSN pendant les opérations de démantèlement des installations nucléaires est établi par le règlement des installations nucléaires et radioactives, qui définit la procédure administrative autorisant la dernière phase d'activité des installations nucléaires. Une fois la phase d'exploitation de ces installations arrivée à son terme, une autorisation spécifique est nécessaire pour pouvoir entamer les activités de démantèlement. Cette autorisation prend fin avec la déclaration de fermeture qui exonère l'ancien exploitant de toute responsabilité concernant la sûreté de ces installations.

Des autorisations successives pour chaque étape de démantèlement

Le démantèlement des installations peut comporter des étapes actives suivies de périodes d'attentes; c'est le cas de la centrale nucléaire de Vandellòs 1, actuellement en période de latence ou d'attente. L'autorisation, ou les autorisations successives correspondant aux différentes

phases de démantèlement, est accordée sur la base d'une série de documents officiels qui établissent les critères de sécurité et de radioprotection concernant les activités autorisées. La fonction principale du CSN est précisément de contrôler le respect des obligations figurant dans les documents officiels d'autorisation pour s'assurer que le démantèlement des installations s'effectue dans les conditions de sûreté requises. À cet effet, le CSN évalue les documents officiels et leurs modifications, contrôle les activités en fonction des divers rapports périodiques et réalise régulièrement des inspections pour vérifier l'avancement des activités de démantèlement. Dans le cas des centrales nucléaires, les inspections sont réalisées en permanence par les inspecteurs résidents. Il est nécessaire de souligner qu'en Espagne, à la différence d'autres pays, la responsabilité de l'exécution du démantèlement des centrales nucléaires incombe à l'agence gouvernementale chargée de la gestion des déchets nucléaires, Enresa (*Empresa Nacional de Residuos Radiactivos*). En conséquence, les centrales nucléaires passent sous la responsabilité de cet organisme lorsque leur démantèlement est autorisé.

Démantèlement en cours pour la centrale José Cabrera

La deuxième centrale nucléaire en train d'être démantelée en Espagne par Enresa est celle de José Cabrera. Cette centrale, avec son réacteur à eau pressurisée d'une puissance de 160 MWe, a été la première construite en Espagne. Après son arrêt en avril 2006, la responsabilité d'exploitant nucléaire a été transférée à Enresa en 2010, année de début de son démantèlement. Auparavant, l'exploitant de la centrale a dû construire un entrepôt de stockage temporaire individuel¹ pour entreposer à sec, dans des conteneurs de béton

Hi-STORM-HOLTEC, les combustibles usés évacués de la piscine.

Le démantèlement a débuté par l'aménagement de certains systèmes existants (protection contre les incendies, ventilation, etc.) pour permettre leur réutilisation et par la construction et l'aménagement des bâtiments et systèmes nécessaires à la gestion des déchets ainsi produits. Il faut mentionner également la mise au point des méthodologies de déclassement des matériaux et des parois ou revêtements des bâtiments. Il convient de mentionner, parmi les activités récentes les plus significatives, la découpe sous eau des parties internes de la cuve du réacteur et leur traitement et conditionnement dans des conteneurs similaires à ceux qui sont utilisés pour l'entreposage des combustibles usés ainsi que la découpe, également sous l'eau, de la cuve elle-même du réacteur. Une autre activité importante, qui est presque achevée, est la découpe du générateur de vapeur.

Lorsque les activités de démontage et de segmentation des systèmes et des équipements seront achevées, en principe à la fin de l'année 2015, il restera à effectuer les tâches de démolition des structures et des bâtiments ainsi que la restauration et l'assainissement du site de la centrale, lesquelles nécessiteront la construction d'une usine de lessivage des terres et des sols.

La dernière étape du démantèlement, prévue pour 2018, consistera en un contrôle radiologique du site pour le déclasser. Pendant cette étape, le CSN jouera un rôle final important dans la mesure où, pour obtenir du ministère la déclaration de fermeture, le CSN devra établir un rapport sur le respect de la réglementation en vigueur pour le plan de restauration du site ainsi que des autres obligations techniques figurant dans le programme de démantèlement. ♦

Centrale nucléaire José Cabrera.



© CSN

1. Almacén temporal individualizado - ATI.

LE DÉMANTÈLEMENT DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES AU ROYAUME-UNI

Par Dr Mina Golshan, directrice du programme *Decommissioning, Fuel and Waste* et Dr Gavin Smith, *Superintending Inspector*, Office for Nuclear Regulation (Grande-Bretagne)



La politique nucléaire du Royaume-Uni fixée par le gouvernement, prévoit que le démantèlement des installations nucléaires soit entrepris dès que possible après l'arrêt définitif de l'installation, en tenant compte des enjeux sociaux, économiques et environnementaux.

Le *Nuclear Decommissioning Authority* (NDA) est responsable de la mise en œuvre des programmes d'assainissement des sites nucléaires dont il devient le propriétaire. Cela concerne à ce jour les anciennes centrales nucléaires de type Magnox et différentes installations de recherche et du cycle du combustible, en particulier le site de Sellafield. Le NDA établit des contrats avec des sociétés privées, appelées *Parent Body Organisations* (PBOs), qui ont un rôle de donneur d'ordres auprès des exploitants (*Site Licence Companies - SLCs*)^a.

Les principaux sites en cours de démantèlement au Royaume-Uni sont les dix réacteurs Magnox. Ils sont contrôlés sur la base de permis d'exploitation (*Licence Conditions* ou LC) délivrés par l'ONR. L'ONR dispose de nombreux guides détaillant ses attentes pour le respect de ces LC en adoptant une approche proportionnée aux enjeux. La LC n° 35 exige que l'exploitant définisse et mette en œuvre des dispositions appropriées pour démanteler chacune de ses installations. Elle lui demande de préparer les éléments nécessaires à la définition et la réalisation de programmes de démantèlement. Elle veille ainsi à ce que :

- les risques nucléaires soient réduits de manière progressive et systématique ;
- les filières existantes pour le traitement des déchets radioactifs soient pleinement utilisées ;
- les substances radioactives, incluant les déchets radioactifs récupérés, soient entreposées dans un état où la sûreté est assurée de manière passive, c'est-à-dire sans dispositions actives en termes de ventilation, refroidissement...

Surveillance dans le temps

Les dispositions actuelles encadrant l'arrêt définitif des réacteurs Magnox au Royaume-Uni prévoient, dans un premier temps, le retrait du combustible usé. Opération suivie de la dépose de certains équipements associés au réacteur (tuyauteries, instrumentation électrique, etc.) et du traitement des déchets évacuables ainsi que ceux de plus haute activité. Une fois cette phase accomplie, le démantèlement est suspendu pendant une période d'attente de 75 ans, pour permettre une décroissance radioactive, à l'issue de laquelle le site n'est plus soumis au contrôle réglementaire exigé par des LC. Durant cette période, le réacteur, les bâtiments et le reste de l'installation sont vulnérables aux conditions climatiques extrêmes et aux infiltrations d'eau. L'exploitant doit donc démontrer qu'il a identifié les dispositions nécessaires ainsi que leurs programmes de mise en œuvre pour s'assurer que ces derniers restent intègres. Il doit, en particulier, disposer d'équipements pour détecter de possibles infiltrations d'eau.

Du début du démantèlement à la fin de la période d'attente, l'exploitant tient à jour un rapport de sûreté qui identifie les éléments requis pour assurer la sûreté et les dispositions relatives à leur inspection et maintenance. Ces dispositions sont contrôlées par l'ONR au travers de la LC n° 28 (*Examination, inspection, maintenance and testing*).

L'ONR réalise périodiquement des inspections spécifiques pour vérifier si les équipements importants pour la sûreté sont adaptés, fonctionnels et conformes au rapport de sûreté.

Lorsqu'un équipement ou une installation n'est plus requis dans le rapport de sûreté, l'ONR vérifie les justifications fournies par l'exploitant qui procède ensuite à son retrait. Si toutefois le retrait était différé, l'exploitant devrait alors prendre des dispositions particulières pour prévenir tout risque, en particulier sur la sécurité des travailleurs.

Contrôle de la filière des déchets

Sur l'ensemble des sites en démantèlement à l'exception de celui de Sellafield, les déchets produits sont de faible ou de moyenne activité. Les déchets de faible activité sont pour la plupart envoyés sur un site de stockage dédié (près de Drigg, région de Cumbria). Du fait de leurs caractéristiques, certains sont incinérés ou stockés dans des décharges adaptées de déchets conventionnels.

Les déchets de moyenne activité sont traités, emballés et placés dans des installations d'entreposage adaptées, sûres et sécurisées en attendant l'ouverture du centre de stockage géologique profond des déchets radioactifs (pour l'Angleterre et le Pays de Galles) ou restent en entreposage de longue durée (pour l'Écosse). Le retrait, le traitement et l'immobilisation des déchets de moyenne activité sont actuellement entrepris sur les sites Magnox en démantèlement. Sellafield dispose aussi d'un programme significatif de conditionnement pour ce type de déchets.

Les déchets de haute activité se caractérisent par une température susceptible d'augmenter significativement du fait de la radioactivité. Un paramètre qui doit être pris en compte dans la conception des installations d'entreposage et de stockage. Sellafield est le seul site qui entrepose ce type de déchets, dans l'attente de la mise en service du centre de stockage géologique profond.

La gestion des déchets radioactifs est contrôlée par l'ONR à travers les LCs en application de la loi de 1965 sur les installations nucléaires. Les filières d'élimination sont contrôlées par les agences de l'environnement à travers un régime de permis de rejets en Angleterre et au Pays de Galles (*Environmental Permit Regulations 2010*) et par un système d'autorisations en Écosse (*Radioactive Substances Act 1993*). ♦

a. À titre d'exemple, pour les réacteurs de type Magnox, le SLC est Magnox Ltd et le PBO associé est Cavendish Fluor. Les installations exploitées par les SLCs sont contrôlées par l'ONR et les autorités environnementales compétentes.



EN QUESTION

Mise à jour des normes de base en radioprotection



La nouvelle directive 2013/59/Euratom sur les normes de bases relatives à la protection sanitaire contre les dangers résultant de l'exposition aux rayonnements ionisants, dénommée « directive BSS » pour *Basic Safety Standards* a été publiée le 17 janvier 2014 au Journal officiel de l'Union européenne. À partir de cette date, la France dispose, comme les autres États membres, d'un délai de quatre ans pour la transposer dans son droit national, soit au plus tard le 6 février 2018.

Mobilisée dès l'élaboration de la directive au niveau européen, l'ASN a été chargée d'animer les travaux de transposition, en appui des ministères de l'environnement, de la santé et du travail. Le programme est vaste, puisque ces nouvelles normes de base couvrent désormais toutes les sources de rayonnement, y compris les sources naturelles (radon, rayonnements cosmiques et matières radioactives naturelles – NORM). *Contrôle* revient sur les enjeux et l'avancement des travaux de transposition.

35

L'ASN, contributeur actif aux travaux de transposition de la nouvelle directive

Euratom définissant les normes de base en radioprotection (BSS)

Par Jean-Luc Godet, directeur des rayonnements ionisants et de la santé à l'ASN

42

L'impact de l'extension du régime des activités nucléaires aux activités mettant en œuvre la radioactivité naturelle

Par Benoît Bettinelli, chef de la Mission de la sûreté nucléaire et de la radioprotection (MSNR)

45

La transposition de la directive européenne dans d'autres pays européens

Regards croisés : Annie Vanderlinck, expert senior – sûreté nucléaire au Département réglementation, affaires internationales & développement de l'Agence fédérale de contrôle nucléaire belge (AFCN)

39

Quels sont les enjeux et les défis de la nouvelle directive Euratom sur les normes de base ?

Par Stefan Mundigl, chef de secteur BSS, unité radioprotection de la Direction générale de l'énergie à la Commission européenne

43

Réduire l'exposition de la population au radon : une priorité de santé publique

Par Joëlle Carmes, sous-directrice de la prévention des risques liés à l'environnement et à l'alimentation et Bérengère Ledunois, chargée du dossier radon à la Direction générale de la santé (DGS)

Plan d'action d'HERCA sur la transposition et la mise en œuvre de la nouvelle directive BSS Sigurdur Magnússon, directeur de l'Institut islandais de protection radiologique et président d'HERCA

Salome Ryf, chef de projet à la division radioprotection, et Sébastien Baechler, chef de la division radioprotection à l'Office fédéral de la santé publique suisse (OFSP)

41

Le pilotage du processus de transposition par la Direction générale de la prévention des risques

Par Jérôme Goellner, chef du service des ressources technologiques à la Direction générale de la prévention des risques (DGPR)

44

Les BSS, un levier pour la mise en place de statut pour les médecins médicaux et les dosimétristes

Par Guy Boudet, chef du bureau RH2 « exercice, déontologie et développement professionnel continu des professions de santé » à la Direction générale de l'offre de soins (DGOS)

49

Un rappel à l'ordre et à la raison pour les États membres

Par Charlotte Nithart et Jacky Bonnemains, de l'association Robin des Bois



L'ASN, CONTRIBUTEUR ACTIF AUX TRAVAUX DE TRANSPOSITION DE LA NOUVELLE DIRECTIVE EURATOM DÉFINISSANT LES NORMES DE BASE EN RADIOPROTECTION (BSS)

Par Jean-Luc Godet, *directeur des rayonnements ionisants et de la santé à l'ASN*

L'essentiel

L'ASN participe à partir de 2008 à la préparation de la nouvelle directive 2013/59/Euratom. C'est elle qui orchestre, dès 2010, la consultation des parties prenantes sur la base du projet de directive publié par la Commission européenne. Elle apporte, entre 2011 et 2013, un appui d'expert au Gouvernement dans le cadre des négociations au niveau européen. Celles-ci s'achèvent fin 2013 avec l'adoption de la nouvelle directive 2013/59/Euratom du 5 décembre 2013, dénommée « directive BSS » (pour *Basic Safety Standards*). La France dispose désormais d'un délai de quatre ans pour transposer cette nouvelle directive en droit national, soit au plus tard le 6 février 2018. L'ASN a été chargée, en appui des ministères de l'environnement, de la santé et du travail, de mettre en place et d'animer le comité de transposition des BSS. Un projet d'ordonnance est en cours de finalisation. Présenté dans le cadre du projet de loi sur la transition énergétique, il comporte des enjeux importants pour d'une part renforcer, étendre et graduer le dispositif de contrôle existant, d'autre part développer une stratégie d'information des risques liés au radon en direction des élus et de la population. Ce projet doit également permettre de clarifier la question de la prise en compte de la radioprotection des travailleurs dans les intérêts protégés par le régime des installations nucléaires de base (INB) et des activités nucléaires de proximité. Les travaux de transposition devraient conduire à préciser, voire compléter ou même réformer le cadre réglementaire actuel.

Dès 2008 : l'ASN aux prémices de la nouvelle directive 2013/59/Euratom

Dans le prolongement des travaux menés par la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) pour mettre à jour ses recommandations dans le domaine de la radioprotection et de ceux menés par l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) pour réviser les normes de base internationales (voir encadré ci-dessous), la Commission européenne engage à son tour, à partir de 2008, les travaux de mise à jour des directives Euratom existantes.

Ces travaux de préparation se sont achevés avec la publication sur le site de la Commission d'un projet de directive (février 2010) qui sera soumis et approuvé en Conseil des ministres européens en septembre 2011, pour devenir alors une proposition de directive du Conseil.

2010 : les parties prenantes consultées sur le projet de directive

En rupture avec le processus antérieur de préparation des directives précédentes, l'ASN a souhaité introduire une consultation des parties prenantes avant que ne commencent les négociations sur la proposition de directive adoptée par le Conseil européen. Pour cela, elle a organisé plusieurs réunions avec les exploitants, les associations et les administrations, et sollicité l'avis des groupes permanents en radioprotection et du Conseil d'orientation sur les conditions de travail (COCT), en lien avec la Direction générale du travail. À partir des éléments recueillis et de sa propre analyse, l'ASN a transmis un avis au Secrétaire général des affaires européennes (SGAE), en soulignant les forces et faiblesses de cette directive. Les résultats de cette consultation et les différents avis dont celui de l'ASN (délibération du collège de l'ASN) sont disponibles sur le site Internet de l'ASN.



Les dernières directives « normes de bases »

- La publication de la CIPR 60 est à l'origine de la mise à jour de la directive Euratom définissant les normes de base en radioprotection — en particulier les directives 96/29/Euratom du 13 mai 1996 et 97/43/Euratom du 30 juin 1997 notamment et les normes de base n° 115 de l'AIEA (1996).
- La publication de la CIPR 103 (fin 2007) initie une mise à jour des cinq directives existantes (89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom et 2003/122/Euratom) avec la publication de la directive 2013/59, et des normes de base de l'AIEA (juillet 2014).

EN QUESTION

Mise à jour des normes de base en radioprotection

2011-2013 : l'expertise de l'ASN en appui du Gouvernement pour préparer et défendre les positions françaises

Les négociations entre les États membres et la Commission démarrent en novembre 2011 et s'achèveront en juin 2013. Dans ce cadre, l'ASN apporte un appui au Comité technique Euratom (CTE) et au SGAE afin de finaliser les positions françaises, et participe auprès de la représentation permanente française aux réunions du groupe des questions atomiques. L'avis initial établi par l'ASN constituera un document de référence pour la préparation des positions françaises par le CTE et le SGAE. Le processus de préparation et de négociation s'achève fin 2013 avec l'adoption de la nouvelle directive 2013/59/Euratom du 5 décembre 2013, ci-après dénommée BSS, puis sa publication au Journal officiel de l'Union européenne (JOUE). À compter de sa date d'entrée en vigueur, la France dispose d'un délai de quatre ans pour transposer cette nouvelle directive en droit national, soit au plus tard le 6 février 2018.

Fin 2013 : mise en place d'un comité de transposition des BSS

Du fait de son implication dans le processus d'élaboration de la directive et de son domaine de compétences qui s'étend sur l'ensemble des domaines couverts par la directive, en accord avec les principales administrations concernées (DGPR/MSNR, DGS et DGT) et après concertation avec le SGAE/CTE, l'ASN met en

place, dès novembre 2013, un comité de transposition dont elle assure le secrétariat technique et l'animation, le ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (DGPR/MSNR) ayant été désigné responsable de la transposition par le Gouvernement.

Les travaux de transposition vont être immédiatement engagés sur les aspects législatifs, essentiellement sur la partie législative du code de la santé publique mais aussi sur les parties législatives du code du travail et du code de l'environnement. Deux projets d'ordonnance sont en cours de préparation.

Courant 2014, plusieurs groupes de travail interministériels sont par ailleurs constitués (protection du public, gestion des sources radioactives et régime administratif des activités nucléaires, radioactivité naturelle, radon, radioprotection des patients et radioprotection des travailleurs) afin d'identifier les besoins de transposition au niveau réglementaire (parties réglementaires des codes précités) et préparer les modifications nécessaires.

Dans le prolongement de la démarche engagée par l'ASN dès 2010 en vue de sensibiliser les parties prenantes nationales aux évolutions des normes internationales et européennes en cours, une première information générale a été réalisée en juin 2014 lors d'une journée organisée par la Société française de radioprotection (SFRP) et en novembre 2014 lors des journées SFRP/PCR. Elle a été poursuivie en mars 2015 lors d'une demi-journée ouverte à toutes les parties prenantes

organisée par l'ASN et la Mission de la sûreté nucléaire et de la radioprotection (MSNR). Le processus de consultation des parties prenantes a été initié sur les aspects législatifs en juillet 2015 et, pour les aspects réglementaires, devrait débuter début 2016.

Un projet d'ordonnance pour renforcer, étendre et graduer le dispositif de contrôle existant...

La loi n° 2015-992 relative à la transition énergétique pour la croissance verte permettra de transposer par ordonnance trois directives Euratom :

- ▶ directive 2014/87/Euratom du Conseil, du 8 juillet 2014, modifiant la directive 2009/71/Euratom établissant un cadre communautaire pour la sûreté nucléaire des installations nucléaires ;
- ▶ directive 2013/59/Euratom du Conseil, du 5 décembre 2013, fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire contre les dangers résultant de l'exposition aux rayonnements ionisants et abrogeant les directives 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom et 2003/122/Euratom ;
- ▶ directive 2011/70/Euratom du Conseil, du 19 juillet 2011, établissant un cadre communautaire pour la gestion responsable et sûre du combustible usé et des déchets radioactifs.

Cette loi étend la mission de contrôle de l'ASN à la protection des sources contre les actes de malveillance (obligation pour les responsables d'activités nucléaires de prendre des mesures de suivi et de protection physique des sources de rayonnements ionisants lors de leur entreposage, utilisation et transport). La prise en compte de la radioprotection des travailleurs dans les intérêts protégés par le régime des INB et des activités nucléaires de proximité, au même titre que la protection de la santé publique, de la salubrité, de la sécurité des sources et de l'environnement, permettra de consolider les pratiques actuelles de l'ASN. Elle permettra en effet de faire peser sur l'exploitant, une responsabilité en matière d'optimisation des doses reçues par les travailleurs, y compris ceux des entreprises extérieures, lors de la conception, de l'exploitation et du démantèlement des installations.

LA CONTRIBUTION DE L'ASN AUX GROUPES DE TRAVAIL EURATOM SUR LES NORMES DE RADIOPROTECTION

Le comité de l'article 31 est un des groupes de travail du Traité Euratom. Il rassemble des experts chargés d'élaborer les normes de bases en radioprotection. Jean-Luc Godet, de l'ASN, a été animateur du groupe de travail chargé de proposer des nouvelles prescriptions pour les rayonnements ionisants d'origine naturelle (radon, NORM, matériaux de construction). Il a aussi fait partie du groupe de travail chargé de proposer une mise à jour des exigences relatives aux expositions médicales, puis a été membre du groupe chargé de la rédaction de la directive. Le comité article 31 a émis un avis, le 24 février 2010, sur ce projet de directive disponible sur le site Internet de la commission.

Actuellement ciblé sur les utilisations des radionucléides pour leurs propriétés radioactives, fissiles ou fertiles, le champ du contrôle réglementaire doit être étendu à l'ensemble des activités engendrant un risque d'exposition aux rayonnements ionisants d'origine naturelle. Ainsi, les industries utilisant des matériaux contenant des radionucléides naturels non utilisés pour leurs propriétés radioactives dites « NORM » (ex. extraction de terres rares), actuellement régies par un dispositif de surveillance spécifique, devront entrer dans le champ du contrôle des activités nucléaires, avec notamment l'application des principes de radioprotection (justification, optimisation, limitation).

Le dispositif actuel du code de la santé publique repose sur deux régimes administratifs, la déclaration et l'autorisation, avec des seuils d'exemption pour certaines activités nucléaires. Les BSS renforcent la notion d'approche graduée du contrôle réglementaire. La directive conduit donc à faire évoluer le régime existant vers un dispositif plus progressif intégrant, outre la déclaration et l'autorisation actuelles, des niveaux intermédiaires sur la base d'autorisation générale à une pratique ou d'autorisation individuelle simplifiée.

Le projet d'ordonnance comporte d'autres dispositions qui, en suivant les recommandations de la CIPR 103 reprises dans les BSS (Euratom et AIEA), permettent de mettre à jour les énoncés des principes de radioprotection figurant dans le code de la santé publique et mieux différencier les différentes situations d'exposition aux rayonnements ionisants. Sans nécessairement reprendre la terminologie des BSS, seront différenciées les expositions liées aux activités nucléaires (« situations d'exposition planifiée » selon les BSS), sous la responsabilité de l'exploitant et/ou de l'employeur, de celles résultant d'une situation d'urgence radiologique (« situation d'exposition d'urgence » selon les BSS), d'une contamination de l'environnement ou de produits ou de rayonnements ionisants d'origine naturelle, radon et rayonnements gamma issus des matériaux de construction notamment (« situations d'exposition existante » selon les BSS).

Ces avancées de nature conceptuelle conduiront par exemple à introduire aussi la notion de « niveau de référence »

dans la démarche d'optimisation spécifique à la gestion des situations d'exposition existantes et d'urgence radiologique.

... et mieux informer les élus et la population sur les risques liés au radon

Les BSS offrent l'occasion d'établir une stratégie d'information de la population sur les risques liés au radon. En concertation étroite avec les ministères de la Santé et de l'Environnement, l'ASN milite pour introduire dans le code de l'environnement une disposition nouvelle visant à considérer le radon comme faisant partie des risques naturels. En pratique, cette disposition conduirait à rendre obligatoire l'information sur les risques liés au radon dans les zones à potentiel radon (voir le *Rapport de l'ASN sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France en 2014* et *Contrôle n° 198*) lors de l'acquisition de biens immobiliers voire pour le logement locatif.

Ce dispositif constituerait pour le troisième plan national radon, en cours de préparation, une référence solide pour engager des campagnes d'information pour sensibiliser les élus et les populations à ce risque, avec l'objectif de développer le dépistage du radon dans l'habitat soit par des campagnes locales soutenues par les collectivités soit de façon volontaire par les propriétaires. À noter qu'à cette mesure nouvelle, devrait être ajoutée une disposition introduite, par amendement, dans le projet de loi relative à la stratégie nationale de santé, actuellement en discussion au Parlement, visant à considérer le radon comme un paramètre de qualité de l'air intérieur; cela sous-entend que les actions visant à réduire la concentration en radon dans les bâtiments doivent s'inscrire dans une stratégie globale de maintien de la qualité de l'air intérieur, au même titre que les autres contaminants (ex: formaldéhyde...)



L'examen du projet de directive par le Secrétariat général des affaires européennes (SGAE)

L'examen d'un projet de directive au Conseil de l'Union européenne nécessite de mener un important travail d'instruction coordonné au niveau national par le SGAE avec l'appui, pour les textes relevant du traité instituant la Communauté européenne de l'énergie atomique (dit *Traité Euratom*), du Comité technique Euratom (CTE). L'objectif est d'être en capacité de bien identifier les enjeux associés à un dossier, de vérifier la cohérence avec les réflexions dans d'autres enceintes internationales et d'être force de proposition pour construire la réglementation européenne sur la base d'une initiative de la Commission européenne.

La directive sur les normes de base a été élaborée en prenant pour assise juridique le *Traité Euratom* dont le chapitre III est dédié à la protection sanitaire. Cette directive est révisée à intervalles réguliers depuis 1962 pour apporter une protection toujours plus efficace et opérationnelle à la population, aux travailleurs et aux patients. En 2011, les objectifs affichés par la Commission européenne étaient très ambitieux et visaient à inclure des domaines nouveaux comme la protection de l'environnement. Au cours de l'instruction du dossier, le SGAE et le CTE, se sont régulièrement appuyés sur les analyses de l'ASN qui a également été force de proposition pour la préparation des amendements sur la base du texte initié par la Commission. La représentation permanente de la France auprès de l'Union européenne, responsable de la négociation au Conseil, a ainsi disposé des éléments d'analyse permettant de contribuer efficacement aux travaux à Bruxelles.

En termes pratiques, les équipes de l'ASN, et en particulier celles de la direction des rayonnements ionisants et de la santé, ont fait preuve d'une disponibilité constante, fournissant l'expertise scientifique nécessaire à l'avancement des négociations. À l'échelle nationale, l'ASN a activement participé à l'ensemble des réunions organisées par le CTE. Elle a fourni, à l'échelle européenne, les experts idoines lors des nombreux groupes techniques organisés en amont des réunions du Groupe des questions atomiques du Conseil. En conclusion, la bonne coopération entre les différents acteurs français qui a prévalu lors de l'instruction du dossier a permis à la France de tenir des positions fortes et d'aboutir à un texte ambitieux. Cette bonne coopération devrait également faciliter l'exercice de transposition qui s'est mis en place et auquel l'ASN contribue activement.



EN QUESTION

Mise à jour des normes de base en radioprotection



La transposition des BSS offre également l'occasion de créer un statut pour les médecins médicaux et de reconnaître le métier de dosimétriste. Les travaux en cours de préparation sous l'égide de la Direction générale de l'offre de soins (DGOS), avec un objectif de clarification des responsabilités associées depuis longtemps demandé par l'ASN et les professionnels, doivent permettre une avancée importante.

L'ASN a par ailleurs proposé que cette ordonnance soit l'occasion de clarifier la situation des professionnels qui manipulent ces appareils sans y être autorisés, notamment les infirmiers qui interviennent dans les blocs opératoires où sont utilisés les appareils émetteurs de rayons X pour les actes radioguidés.

Les impacts sur le cadre réglementaire actuel

De nombreux articles de la partie réglementaire du code de la santé publique devront être mis à jour du fait des évolutions rédactionnelles des exigences portées par la nouvelle directive, sans nécessairement en modifier le fond. Des compléments sont aussi à prévoir pour permettre une déclinaison plus opérationnelle du principe de justification (dans le domaine médical notamment), pour prendre en compte les radionucléides naturels dans le régime d'interdiction d'ajout de substances radioactives dans les biens de consommation, pour introduire un cadre réglementaire approprié spécifique à la radioactivité naturelle des matériaux de construction, pour décliner les nouveaux régimes administratifs et pour introduire les valeurs des niveaux de référence applicables dans le cas de situations d'exposition d'urgence et de situations d'exposition existante (dont le radon).

La partie réglementaire du code du travail devrait, à l'initiative du ministère du Travail, être revisitée afin de prendre en compte les réflexions menées dernièrement sur la délimitation des zones réglementées (voir avis des groupes permanents : évolutions souhaitables pour la délimitation et l'accès aux zones réglementées, projet européen du passeport de dose proposé par le groupe HERCA (*Heads of the European Radiological protection Competent Authorities*), évolutions souhaitables pour les fonctions et la formation des personnes compétentes en

radioprotection) et la publication d'un livre blanc sur la surveillance dosimétrique des travailleurs. Les nouvelles dispositions de la directive concernant le RPE (*Radiation Protection Expert*) et le RPO (*Radiation Protection Officer*), en lieu et place de l'ancien *Qualified Expert*, devraient conduire également à remettre à plat, tout en les confortant, le rôle et les missions de la personne compétente en radioprotection (PCR), la place et la qualification de la PCR externe mais aussi les missions confiées aux organismes de contrôle technique agréés par l'ASN. L'approche graduée des risques et la spécificité de certains domaines (les installations nucléaires de base – INB – notamment) sous-tendent la réforme à venir.

À noter enfin que la nouvelle directive prévoit l'abaissement de la dose équivalente pour le cristallin et l'introduction de la dose dans la gestion du risque lié au radon en milieu de travail (et non plus la seule valeur de la concentration mesurée), dispositions qui devront également faire l'objet d'une déclinaison réglementaire dans le code du travail.

Conclusion

Les mises à jour du cadre législatif et réglementaire sont réalisées périodiquement (environ tous les 15 ans), suivant le cycle de révision et de mise à jour des recommandations et normes internationales, en particulier les BSS. De par les compétences acquises dans le cadre de son activité de contrôle, dans tous les domaines couverts par les BSS et pour tout type d'installation du domaine civil, l'ASN intervient le plus en amont possible dans le processus réglementaire, en participant activement aux travaux portés par l'AIEA et la Commission européenne, et apporte ensuite un appui au Gouvernement lors des travaux de transposition. Cette implication forte dans le processus réglementaire, dans la durée, repose sur une mobilisation de nombreux agents appartenant à des directions différentes et une coordination étroite pour veiller à la cohérence des positions défendues par l'ASN.

Au final, l'ASN adoptera et publiera des avis sur les textes de transposition dont la rédaction finale appartient au Gouvernement. Elle pourra également être amenée, dans ce cadre, à réviser certaines de ces décisions pour les mettre en

cohérence avec le nouveau droit européen, ou encore être amenée à élaborer et publier de nouvelles décisions techniques appelées par les codes mis à jour. ♦



QUELS SONT LES ENJEUX ET LES DÉFIS DE LA NOUVELLE DIRECTIVE EURATOM SUR LES NORMES DE BASE ?

Par Stefan Mundigl, chef de secteur BSS, unité radioprotection de la Direction générale de l'énergie à la Commission européenne

L'essentiel

Avec la publication de la nouvelle directive sur les normes de base, la Communauté européenne modernise et consolide la législation européenne en matière de radioprotection. Cette nouvelle directive permet d'offrir, dans un document unique et cohérent, des normes de base pour la protection contre les dangers résultant de l'exposition aux rayonnements ionisants qui tiennent compte de l'état de la science et de la technologie. Ces nouvelles normes de base couvrent toutes les sources de rayonnement pertinentes, y compris les sources naturelles (radon, rayonnements cosmiques et matières radioactives naturelles – NORM). Elles intègrent la protection des travailleurs, de la population, des patients et de l'environnement, et couvrent toutes les situations d'exposition planifiée, existante ou d'urgence. Elles harmonisent les valeurs numériques avec les valeurs standards internationales. Les États membres de l'Union européenne doivent à présent transposer et mettre en œuvre cette législation étendue avant le 6 février 2018.

Quel est le fondement juridique de cette directive ?

Les articles 2 et 30 du Traité Euratom habilite la Communauté à instituer des normes de base uniformes pour la protection sanitaire de la population et des travailleurs contre les dangers résultant des rayonnements ionisants. L'article 31 du traité en précise la procédure d'élaboration, qui comprend la consultation d'un groupe d'experts scientifiques en matière de santé publique. La première directive Euratom sur les normes de base a été adoptée dès 1959. Elle a depuis été régulièrement amendée en fonction des découvertes scientifiques et des recommandations. La révision la plus récente de la directive sur les normes de base a été publiée en janvier 2014.

Pourquoi de nouvelles normes de base ?

Les progrès scientifiques en radioprotection, le développement technologique et le retour d'expérience avec les exigences actuelles ont amené la Commission européenne à réviser la législation européenne sur la radioprotection. Le principal élément à l'origine de cette révision fut la publication des Recommandations 2007 de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) ou « publication 103 de la CIPR ».

Dans cette publication, la CIPR modifie son approche conceptuelle de la radioprotection et propose de classer les situations d'expositions en situations d'exposition planifiée, d'exposition existante et d'exposition d'urgence, tout en maintenant et en renforçant l'ensemble des principes de radioprotection, de justification de l'exposition, d'optimisation de la protection et de limitation des doses.

La CIPR recommande aussi une prise en compte harmonisée des sources naturelles de rayonnement dans le système de radioprotection. Les nouvelles normes de base suivent, dans la mesure du possible, cette nouvelle approche conceptuelle.

Parallèlement, la Commission a entrepris de consolider le *corpus* législatif Euratom existant sur la radioprotection en regroupant en un seul texte législatif cinq directives – la directive sur les normes de base, la directive sur les expositions médicales, la directive sur la protection des travailleurs extérieurs, celle sur l'information à la population et celle sur le contrôle des sources radioactives scellées de haute activité – et une recommandation sur l'exposition au radon à l'intérieur des bâtiments.

Quelles sont les nouveautés de ces normes de base ?

Conformément aux nouvelles orientations de la CIPR, la nouvelle directive sur les normes de base s'applique à toute situation d'exposition planifiée, d'exposition existante ou d'exposition d'urgence comportant un risque résultant de l'exposition à des rayonnements ionisants qui ne peut être négligé du point de vue de la radioprotection. Dès lors, les normes de base introduites par la nouvelle directive s'appliquent à toutes les sources pertinentes de rayonnement, y compris radon, rayonnements cosmiques et matières radioactives naturelles (NORM), sans distinction entre les rayonnements artificiels et les rayonnements naturels. Le défi majeur de cette nouvelle approche est l'application cohérente des normes de base aux sources naturelles de rayonnement, en particulier au radon dans les bâtiments et sur les lieux de travail et aux secteurs industriels faisant appel à des matières radioactives naturelles.

La directive introduit une approche graduée pour le contrôle réglementaire des pratiques, par voie de notification et d'autorisation et *via* des inspections appropriées, le contrôle devant être proportionné à l'ampleur et à la probabilité des expositions résultant de la pratique concernée, et à l'impact que peut avoir ce contrôle réglementaire sur la réduction de ces expositions ou sur l'amélioration de la sûreté radiologique. Les pratiques justifiées, si elles ne sont pas exemptées, doivent être notifiées avant leur commencement et leur autorisation suppose une décision en ce sens. L'autorisation peut prendre la forme d'un enregistrement ou de l'octroi d'une licence. Conformément aux orientations mentionnées précédemment, à présent, le système de contrôle réglementaire ➤➤



EN QUESTION

Mise à jour des normes de base en radioprotection



s'applique aussi aux activités impliquant des matières radioactives naturelles. La première étape consiste, pour les États membres, à recenser, à partir d'une liste indicative donnée par la directive, les secteurs industriels qui font appel à des matières radioactives naturelles et pouvant entraîner, pour les travailleurs ou les personnes du public, une exposition ne pouvant être négligée du point de vue de la radioprotection. Pour les secteurs identifiés, une approche graduée s'applique, introduisant des niveaux d'exemption et des critères de décision tels que les doses reçues par les travailleurs et les rejets d'effluents dans l'environnement.

Les nouvelles dispositions sur l'exposition au radon à l'intérieur des bâtiments et au radon sur les lieux de travail constituent également un défi. La directive prévoit l'établissement d'un plan d'action national pour faire face aux risques à long terme dus à l'exposition au radon dans les bâtiments et sur les lieux de travail, pour toutes les formes d'entrée du radon, que ce dernier provienne du sol, des matériaux de construction ou de l'eau. Les États membres doivent définir un niveau national de référence inférieur à 300 Bq/m³ pour les concentrations de radon à l'intérieur des bâtiments. Pour le radon dans les logements, l'objectif principal est d'identifier les logements dont les concentrations en radon dépassent le niveau de référence, de fournir des informations sur le radon, et d'encourager la mise en place de mesures de réduction du radon. Les lieux de travail dont les concentrations en radon dépasseront le niveau de référence devront être notifiés aux autorités compétentes et les exigences pertinentes en matière de radioprotection professionnelle pourront s'appliquer.

Une autre nouveauté relative à l'exposition à des rayonnements naturels est l'introduction d'un niveau de référence de 1 millisievert par an (mSv/an) pour l'exposition externe au rayonnement gamma provenant de matériaux de construction à l'intérieur des bâtiments.

Dans le domaine médical, la nouvelle directive introduit des obligations renforcées destinées à assurer une meilleure protection aux patients. L'accent est en particulier mis sur la justification des expositions médicales, sur la culture de la sécurité dans le domaine médical et sur les mesures destinées à réduire la

probabilité et l'ampleur des expositions accidentelles ou non intentionnelles. Dans ce dernier cas, la directive impose la réalisation d'analyses des risques en radiothérapie, l'enregistrement et l'évaluation des événements significatifs, et la mise en place d'un système pour informer les autorités compétentes, le praticien prescripteur, le radiologue et le patient des événements ayant une incidence clinique. La nouvelle directive prévoit donc qu'avant toute exposition à des fins de diagnostic ou de traitement, les patients reçoivent des informations adéquates sur les avantages et les risques liés à la dose de rayonnement résultant de l'exposition à des fins médicales.

Les informations scientifiques récentes sur la sensibilité du cristallin aux rayonnements ont rendu nécessaire un abaissement significatif de la dose limite pour cet organe particulier, qui passe de 150 mSv/an à 20 mSv/an. Si l'abaissement de la dose limite pour le cristallin sera pour ainsi dire sans impact sur la majorité des lieux de travail, il n'en reste pas moins vrai que certaines catégories professionnelles du domaine médical, par exemple en cardiologie interventionnelle, reçoivent des doses importantes sur le cristallin et qu'elles mériteront dorénavant une plus grande attention.

La nouvelle directive est bien plus explicite sur les rôles des services et des experts ainsi que sur les modalités de reconnaissance les concernant. En particulier, les rôles et responsabilités des experts en radioprotection (RPE – *Radiation Protection Expert*), des experts en physique médicale (MPE – *Medical Physics Expert*) et des responsables de la radioprotection (RPO – *Radiation Protection Officer*) sont à présent clairement définis.

Les exigences de la nouvelle directive relatives à la préparation aux situations et interventions d'urgence sont renforcées, en particulier au regard des leçons tirées de l'accident de Fukushima. Les États membres sont invités à veiller à ce qu'il soit tenu compte du fait que des urgences peuvent survenir à l'intérieur de leur territoire et qu'ils peuvent être confrontés à des urgences survenant à l'extérieur de leur territoire. La directive requiert la mise en place d'un système de gestion des urgences proportionné aux résultats d'une évaluation des situations d'exposition d'urgence potentielles. Des plans

d'urgence doivent être établis à l'avance pour faire face aux différents types d'urgences mis en évidence par l'évaluation mentionnée ci-dessus. Les plans doivent faire régulièrement l'objet d'exercices, de réexamens et, le cas échéant, de modifications, en tenant compte des enseignements tirés de situations d'urgence passées et des exercices d'alerte en situation d'urgence, aux niveaux national et international. Les entreprises doivent notifier immédiatement à l'autorité compétente toute urgence liée aux pratiques dont elles ont la responsabilité et prendre toutes les mesures appropriées pour en atténuer les conséquences. Les autres obligations concernent les mesures protectrices à prendre. Enfin, la directive définit l'information à fournir, de façon préventive ou si une urgence survient, aux personnes du public susceptibles d'être affectées.

Quelles seront les prochaines étapes ?

Durant les prochaines années, la transition et la mise en œuvre de ce texte très complet constitueront un défi majeur pour le législateur et les autorités de régulation des États membres (la date limite de transposition est le 6 février 2018). La Commission entend suivre la transposition de la directive dans le droit interne de ces derniers et apporter un soutien à sa mise en œuvre. La détection des problèmes, l'échange des premières expériences et l'identification des bonnes pratiques devraient ainsi pouvoir débiter dès les premières phases. Une fois les dispositions de droit interne adoptées, une autre évaluation devra être organisée pour analyser la conformité desdites dispositions avec la nouvelle directive sur les nouvelles normes de base de radioprotection. ♦



LE PILOTAGE DU PROCESSUS DE TRANSPOSITION PAR LA DIRECTION GÉNÉRALE DE LA PRÉVENTION DES RISQUES

Par Jérôme Goellner, chef du service des ressources technologiques à la Direction générale de la prévention des risques (DGPR)

Au sein du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (MEDDE), la Direction générale de la prévention des risques (DGPR) a pour mission de proposer, en lien avec l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), la politique du Gouvernement en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection. À ce titre, la DGPR est placée à la fois sous l'autorité des ministres en charge de l'environnement et de la santé pour ce qui est des problématiques liées à la radioprotection.

En raison de ce positionnement transverse, les services du Premier ministre ont attribué à la DGPR le pilotage du processus de transposition de la directive 2013/59 relative à la protection sanitaire contre les dangers résultant de l'exposition aux rayonnements ionisants, dite directive BSS.

Une organisation en mode projet

Bien que la directive fixe un délai de transposition de quatre ans, en raison de l'ampleur et de la complexité de cette directive, il a été décidé de s'organiser selon un mode projet, avec les ministères du Travail et de la Santé en appui et l'ASN assurant l'animation technique pour l'ensemble des travaux. Les travaux sont supervisés par un comité de pilotage qui comprend en plus les autres ministères concernés et l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) pour apporter son expertise sur les thématiques abordées.

Les retours d'expérience de la transposition des directives précédentes montrent que l'implémentation rapide des mesures législatives constitue un des points clés pour respecter les délais de transposition. Nous avons donc décidé de concentrer le gros de nos efforts sur les dispositions législatives durant les premières années de la transposition. En parallèle

de la rédaction de ces dispositions, il était indispensable de trouver le véhicule législatif adapté.

Le choix de légiférer par ordonnance

La directive BSS apporte des nouveautés en matière de radioprotection, par exemple sur les sujets de la protection contre les rayonnements naturels, la prise en compte des risques liés au radon, ou une approche plus graduée pour encadrer les activités mettant en œuvre des sources de rayonnements ionisants. Cependant, elle ne remet pas fondamentalement en cause les principes de la radioprotection tels qu'ils sont mis en œuvre en France. C'est pourquoi le choix de légiférer par ordonnance a semblé le plus judicieux. Bien que nombreuses et variées, les mesures sont plutôt d'ordre technique que politique. Le choix d'une habilitation par l'intermédiaire de la loi n° 2015-992 relative à la transition énergétique pour une croissance verte est très cohérent car elle porte également une habilitation pour transposer la directive 2011/70 relative à la gestion sûre des déchets radioactifs ainsi que pour la protection des sources radioactives contre les actes de malveillance qui concernent les mêmes articles législatifs. Grouper ces trois habilitations dans la même ordonnance permet de ne modifier le code de la santé publique qu'une fois et de manière cohérente, permettant ainsi de répondre à l'objectif du gouvernement en matière de stabilité et de simplification du droit. Cette transposition est d'ailleurs l'occasion de faire le bilan du fonctionnement des dispositifs mis en place depuis 15 ans en matière de radioprotection afin de préserver ce qui fonctionne et d'améliorer les dispositions moins performantes. ♦



EN QUESTION

Mise à jour des normes de base en radioprotection



© MSNR



L'IMPACT DE L'EXTENSION DU RÉGIME DES ACTIVITÉS NUCLÉAIRES AUX ACTIVITÉS METTANT EN ŒUVRE LA RADIOACTIVITÉ NATURELLE

Par **Benoît Bettinelli**, chef de la Mission de la sûreté nucléaire et de la radioprotection (MSNR)

Actuellement, toutes les activités mettant en œuvre des substances ou des appareils émettant des rayonnements pour leurs propriétés radioactives, fissiles ou fertiles, sont considérées comme des activités nucléaires et sont soumises aux dispositions du code de la santé publique. Les activités mettant en œuvre des sources de rayonnement d'origine naturelle ne sont pas des activités nucléaires et font l'objet d'une réglementation spécifique.

Un changement radical de philosophie...

La directive 2013/59 modifie fondamentalement la philosophie de la protection contre les rayonnements d'origine naturelle. En effet, elle considère que si des activités mettant en œuvre des substances contenant des radionucléides d'origine naturelle (chaînes de l'uranium 238 et du thorium 232, potassium 40) génèrent des expositions qui ne peuvent être négligées du point de vue de la radioprotection, alors elles doivent être considérées comme des activités nucléaires. Par ailleurs, la directive demande que les États membres se préoccupent des rayonnements issus des matériaux de construction. En effet, l'utilisation de matériaux naturellement riches en radionucléides d'origine naturelle peut augmenter l'exposition subie à l'intérieur de ces bâtiments.

Pour transposer ces exigences au niveau législatif, il est prévu de considérer les activités mettant en œuvre des radionucléides d'origine naturelle comme des activités nucléaires. Le système réglementaire pour encadrer ces activités doit donc être établi. La majorité des activités mettant en œuvre des radionucléides naturels sont également soumises à la

réglementation des installations classées pour leur activité principale. Ainsi, le pilotage des travaux réglementaires a été confié à la Mission de la sûreté nucléaire et de la radioprotection (MSNR) de la Direction générale de la prévention des risques (DGPR).

... qui nécessite la mise en place de critères d'exemption ou de libération...

La MSNR a mis en place dès 2014 un groupe de travail où tous les services concernés sont représentés afin de définir les grandes orientations relevant de cette question. Les travaux du groupe ont mis en évidence la nécessité de prendre en compte la problématique de la radioprotection le plus en amont possible et de manière intégrée.

En outre, il est apparu la nécessité de définir un critère pour être soumis à un contrôle de radioprotection et pour en sortir. En effet, la radioactivité naturelle étant présente partout, la définition de critères d'exemption pour les matières et de libération pour les déchets est indispensable. Afin de garder le plus de souplesse possible dans l'application de ce dispositif réglementaire, il est envisagé de permettre de déroger aux critères généraux sur la base de solides justifications.

... et un accompagnement des acteurs industriels et des professionnels du bâtiment

Certains industriels deviendront donc soumis aux dispositions du code de la santé publique en raison des substances qu'ils mettent en œuvre ou des déchets qu'ils produisent. Ces industriels, bien que familiers d'un contrôle réglementaire, devront néanmoins être accompagnés afin de faciliter la mise en place de ces nouvelles contraintes.

À l'instar de la problématique des activités mettant en œuvre des substances riches en radionucléides d'origine naturelle, la MSNR pilote également la transposition des dispositions relatives aux matériaux de construction. Le groupe de travail mis en place, et la consultation en amont des professionnels du secteur, a mis en évidence la nécessité d'appliquer les mêmes principes que ceux décrits précédemment. Les futures dispositions doivent conduire à s'en préoccuper le plus en amont possible afin que tous les acteurs concernés disposent d'une information suffisante sur la radioactivité des matériaux et puissent prendre les mesures adaptées. En outre, l'objectif est de permettre de la souplesse dans le dispositif afin de pouvoir adapter les contraintes à chaque situation le cas échéant. ♡

RÉDUIRE L'EXPOSITION DE LA POPULATION AU RADON : UNE PRIORITÉ DE SANTÉ PUBLIQUE

Par Joëlle Carmes, sous-directrice de la prévention des risques liés à l'environnement et à l'alimentation et Bérengère Ledunois, chargée du dossier radon à la Direction générale de la santé (DGS)



Les exigences de la directive Euratom sur le radon

Alors qu'il n'existait jusqu'alors, au niveau européen, qu'une recommandation incitant les États membres à répondre à la problématique du radon, la directive BSS a introduit de nouvelles obligations avec notamment :

- la fixation d'un niveau de référence à 300 Bq/m³ pour tout type de construction (habitats, établissements ouverts au public et lieux de travail) ;
- un encouragement au recensement des logements dépassant le niveau de référence et la détermination des zones où un nombre important de bâtiments devrait dépasser ce niveau ;
- la mise à disposition d'informations sur l'exposition au radon, les risques sanitaires associés, l'importance de la mesure et les moyens techniques permettant d'abaisser les concentrations ;
- la mise en place d'une nouvelle stratégie de gestion du risque radon en milieu de travail ;
- la prévention de l'entrée du radon dans les bâtiments neufs ;
- et pour finir, l'obligation de disposer d'un plan national d'action pour faire face aux risques à longs termes dus à l'exposition au radon.

De nouvelles dispositions à introduire dans la réglementation

Le ministère chargé de la santé souhaite poursuivre la construction d'une politique intégrée pour la gestion du risque lié au radon dans les zones à risques afin de garantir un niveau faible d'exposition des personnes. Le dispositif réglementaire français actuel prévoit d'ores et déjà la surveillance du radon dans certains établissements recevant du public (ERP) et lieux de travail situés dans trente et un départements prioritaires. Celui-ci doit

être complété dans le cadre de la transposition de la directive Euratom avec :

- l'introduction du principe de niveau de référence dans le code de la santé publique et sa définition par décret ;
- l'intégration du radon dans le dispositif de la qualité de l'air intérieur en modifiant le code de l'environnement. En effet, selon l'Organisation mondiale de la santé, le succès d'une politique sur le radon repose notamment sur une bonne coordination avec les autres politiques de santé publique et notamment celle sur la qualité de l'air intérieur ;
- l'amélioration de la connaissance du public sur la présence et les risques associés à l'exposition au radon grâce à l'information préventive des futurs acheteurs et locataires des biens situés dans les zones prioritaires vis-à-vis du radon ;
- le recueil des données de mesure du radon dans l'habitat afin d'améliorer le niveau de connaissance sur l'exposition au radon. Cette disposition est d'ores et déjà effective pour les mesures réalisées par des organismes agréés dans les ERP via le système d'information en santé environnement dans les ERP du ministère chargé de la santé (SISE-ERP).

Des modifications réglementaires sont également envisagées avec la parution d'un décret sur la surveillance du radon visant à construire une politique de gestion du risque lié au radon dans l'habitat et avec la révision de la cartographie des zones prioritaires afin de cibler ces zones à l'échelle de la commune et non plus du département (sur la base des travaux de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire – IRSN).

Le futur plan national de gestion des risques liés au radon : un autre levier d'action

Outre la réglementation qui a toute sa place dans une stratégie globale de réduction de l'exposition de la population au radon, le futur plan national, actuellement en préparation, doit également être un levier pour porter activement la politique du gouvernement sur le radon. Parmi les axes forts du prochain plan, il s'agira d'améliorer la connaissance du public, des collectivités et des professionnels de santé et du bâtiment sur le radon avec la promotion d'initiatives locales portées notamment dans le cadre de contrats locaux de santé et le lancement de campagnes d'information ciblées avec l'Institut national de prévention et d'éducation pour la santé (INPES). L'effet combiné du tabac et du radon sur le risque de développer un cancer du poumon devra être rappelé à cette occasion.

L'approche « Bâtiments » devra également être renforcée afin de porter une attention toute particulière, d'une part aux logements neufs, afin de limiter autant que possible l'entrée du radon dans ces bâtiments, d'autre part sur l'impact de la rénovation énergétique sur la qualité de l'air intérieur et notamment les niveaux de radon. Il s'agira également de poursuivre la montée en compétence des professionnels du bâtiment, aujourd'hui encore peu nombreux pour proposer et mettre en œuvre des techniques de remédiation du radon dans les bâtiments. ♦



EN QUESTION

Mise à jour des normes de base en radioprotection



© GÉOFFROY USINE



LES BSS, UN LEVIER POUR LA MISE EN PLACE DE STATUT POUR LES PHYSICIENS MÉDICAUX ET LES DOSIMÉTRISTES

Par Guy Boudet, chef du bureau RH2 « exercice, déontologie et développement professionnel continu des professions de santé », à la Direction générale de l'offre de soins (DGOS)

La directive 2013/59/Euratom du Conseil du 5 décembre 2013 préconise de mieux reconnaître la profession de physicien médical, « l'expert en physique médicale », de définir précisément son champ d'intervention et ses responsabilités. Il s'agit d'un véritable levier car cette directive implique une meilleure reconnaissance de la profession de physicien médical en droit français. C'est pourquoi cette profession a vocation à être reconnue comme profession de santé dans le code de la santé publique.

La reconnaissance de deux métiers distincts

Dès lors, en relation avec les travaux menés dans le cadre du plan cancer 2014-2019, deux métiers qui contribuent de façon déterminante à la prise en charge des patients atteints de cancer vont être reconnus. D'une part, la profession de physicien médical sera inscrite comme profession de santé dans le code de la santé publique, dans le cadre du projet de loi de modernisation de notre système de santé, d'autre part, la profession de dosimétriste sera créée par voie réglementaire et constituera une spécialité du métier de manipulateur d'électroradiologie médicale.

Des groupes de travail ont été mis en place depuis le printemps 2014, associant notamment l'ensemble des représentants des professions concernées, les partenaires institutionnels (Institut national du cancer – INCa, ASN) et les différentes fédérations d'employeurs (Fédération de l'hospitalisation privée – FHP, Fédération hospitalière de France – FHF, Fédération des établissements hospitaliers et d'aide à la personne – Fehap), afin de définir les modalités permettant la reconnaissance effective de ces deux métiers. Les référentiels d'activités et de

compétences sont en cours de finalisation pour ces deux professions. L'élaboration des référentiels de formation débutera en septembre 2015 pour déterminer les contenus, les méthodes pédagogiques et les modalités d'accès à ces formations.

Des responsabilités clairement définies

En parallèle, les travaux sur les décrets d'actes respectifs de ces professions vont être menés. Ainsi, ces BSS permettent de veiller à ce que tous les professionnels intervenant dans le champ des rayonnements ionisants possèdent un niveau de compétences élevé et à ce que leurs actes et responsabilités soient clairement définis. Dans ce sens, la Direction générale de l'offre de soins (DGOS) répond à cette nécessité en menant concomitamment ces travaux sur d'autres professions médico-techniques (des travaux sont en cours sur le champ d'exercice des manipulateurs d'électroradiologie médicale). La DGOS est également vigilante aux sujets liés aux responsabilités des différents professionnels de santé intervenant dans le domaine des rayonnements ionisants (article 57 de la directive 2013/59/Euratom). ♦

Regards croisés

LA TRANSPOSITION DE LA DIRECTIVE EUROPÉENNE DANS D'AUTRES PAYS EUROPÉENS

Tous les États membres de l'Union européenne devront avoir transposé la nouvelle directive dans leur réglementation nationale pour le 6 février 2018. Focus sur l'avancement des travaux de transposition en Belgique et en Suisse.

Si la réglementation belge avait déjà anticipé le renforcement de certaines prescriptions, un certain nombre de points sont encore à l'étude, qui feront l'objet d'une consultation avec les différents partenaires impliqués. Bien que ne faisant pas partie de l'Union européenne, la Suisse a elle aussi engagé la révision de son cadre réglementaire.

« La coordination des travaux réglementaires est faite au travers de la gestion de projet à l'AFCN qui organise la consultation de différents partenaires impliqués »

Annie Vanderlinck, expert senior – sûreté nucléaire au Département réglementation, affaires internationales & développement de l'Agence fédérale de contrôle nucléaire belge (AFCN).



Deuxième étape, consulter les partenaires impliqués

L'actualité politique en Belgique voit une redistribution de certaines compétences du fédéral au régional, cette actualité doit également guider nos réflexions afin de ne pas perdre le niveau de radioprotection des travailleurs, de la population en Belgique.

La coordination des travaux réglementaires est faite au travers de la gestion de projet à l'AFCN qui organise pendant une année la consultation de différents partenaires impliqués.

En effet, la directive BSS a un vaste champ d'application et présente de nombreuses interfaces qui imposent de contacter des acteurs nationaux et régionaux dans le cadre du travail de transposition. Il s'agit des représentants des institutions fédérales et régionales, des exploitants/entreprises, de BelV, la filiale de l'AFCN, des organismes agréés, des universités, du monde professionnel, du Conseil scientifique, du Conseil supérieur de la santé, de sociétés scientifiques...

Le mouvement d'harmonisation concernant les normes pousse les États membres de l'Union européenne à adopter une position commune. La Belgique, en particulier l'AFCN, tient à se positionner comme un acteur officiel et pertinent au plan international, notamment en participant activement aux réunions du groupe HERCA, EACA^c. Au travers des relations bilatérales avec la France, le Grand-Duché du Luxembourg et les Pays-Bas, l'AFCN promeut une interprétation commune des exigences de BSS au sein des États membres. De même, la participation active de l'AFCN aux groupes de radioprotection créés par l'ASN contribue aux développements utiles en matière de protection des patients, des travailleurs et de la population. ➔

La directive des normes de base présente une avancée significative au niveau européen pour la protection de la santé et du public. Il s'agit d'un document consolidant en droit communautaire cinq autres directives^a actuellement en vigueur et déjà intégrées en législation nationale belge. La nouvelle directive promeut la protection des personnes vis-à-vis des rayonnements ionisants, elle requiert une application du principe de justification pour les nouvelles pratiques et envisage un processus de révision de cette justification au vu des évolutions technologiques. Elle requiert la prise en compte de l'approche graduée des risques liés à l'utilisation des rayonnements ionisants dans la réglementation et prévoit la protection de la population vis-à-vis des sources naturelles de rayonnements ionisants.

La réglementation belge avait déjà anticipé le renforcement de certaines prescriptions, en particulier dans le domaine des applications médicales, de la gestion des sources radioactives non scellées, dans la gestion des urgences nucléaires

et dans la gestion de la problématique du radon. Toute la difficulté de cette transposition est l'interprétation d'un texte qui laisse une large marge à l'État membre.

Première étape, définir les thèmes à aborder en priorité

En Belgique, une première analyse a permis de définir plusieurs thèmes qui demandaient plus d'attention: celui de la planification d'urgence, l'intégration des notions d'experts en radioprotection et de personne chargée de la radioprotection, l'exposition des travailleurs professionnels, en particulier la protection du travailleur intervenant en situation d'urgence, la protection des « expositions délibérées de personnes à des fins d'imagerie non médicale »^b et la problématique des patients asymptomatiques et enfin la nouvelle référence RS-GS-1.7 de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) à utiliser pour définir les niveaux d'exemption et de libération.

L'approche graduée et la simplification administrative restent des objectifs primordiaux de la transposition des BSS au niveau national.

a. Les directives 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom et 2003/122/Euratom.

b. Définition des BSS: « exposition à des fins d'imagerie non médicale »: toute exposition délibérée de personnes à des fins d'imagerie où la finalité principale de l'exposition n'est pas d'apporter un bénéfice sanitaire à la personne exposée.

c. HERCA: Heads of the European Radiological protection Competent Authorities; EACA: European Association of Competent Authorities (transport safety).

EN QUESTION

Mise à jour des normes de base en radioprotection

Trois niveaux d'avancement selon les sujets

On peut classer l'état des travaux de transpositions en trois catégories :

- les nouvelles exigences d'ores et déjà implémentées en Belgique : la protection vis-à-vis des sources naturelles de rayonnements ionisants, NORM^d et radon, le contrôle et la recherche des sources orphelines, la dosimétrie du travailleur exposé, les niveaux de références diagnostiques pour le patient, l'organisation de la formation de base et continue des radiophysiciens, l'organisation d'audits cliniques, la justification et le contrôle des produits de consommation contenant une faible quantité de matière radioactive, la protection de la femme enceinte ;
- les points à améliorer quant aux prescriptions réglementaires : la protection concernant les matériaux de construction, l'organisation de la protection du patient asymptomatique, la protection lors d'exposition dans le cadre médico-légal, l'organisation de la protection des personnes dans

le cadre de l'imagerie non médicale, un partage clair des responsabilités entre le praticien et le prescripteur de procédures radiologiques médicales, la protection et la formation de l'intervenant en situation d'urgence ;

- et enfin les sujets encore en discussion : comment assurer la répartition claire des responsabilités incombant à l'organisation de la radioprotection au sein des différents types d'installations nucléaires en particulier les missions de l'expert en radioprotection de la personne chargée de la radioprotection et le cas échéant les relations avec les radiophysiciens, l'implication des nouvelles références pour les niveaux de libération et d'exemption en Belgique.

Les prochaines échéances

Après une première phase de consultations des parties prenantes, l'AFCN a précisé les besoins réglementaires. L'orientation législative choisie est de modifier le règlement général. Ce dernier est un arrêté royal qui a été établi en respectant la structure des normes de base précédentes (les directives 96/29/Euratom et 97/43/Euratom). Depuis

2001, cet arrêté royal a été modifié entre autres à l'aide de chapitres consacrés à des secteurs d'activité spécifique tels que la production de produits radiopharmaceutiques, les applications médicales, le transport, etc. Les précisions techniques se rapportant à la radioprotection et à l'assurance de qualité seront faites à l'aide d'arrêtés de l'AFCN (exemples : critères d'acceptabilité pour appareils médicaux, conditions d'éliminations de détecteurs de fumée, agrément des services de dosimétries, procédures de détection et gestion de la découverte des sources orphelines, plan radon, activités NORM...).

La dernière phase comprend la rédaction du projet de modification de l'arrêté royal et la soumission aux avis d'organes et aux parlementaires.

L'option de l'AFCN est autant que possible de défendre une interprétation des normes de base commune à plusieurs états membres de la Communauté européenne. Afin de respecter la date de transposition (6 février 2018) la phase de consultation officielle est prévue dès juin 2017. ♦

d. NORM : industries utilisant des matériaux contenant des radionucléides naturels non utilisés pour leurs propriétés radioactives.

a. Actuellement, HERCA regroupe 53 autorités de radioprotection issues de 31 pays européens – dont les 28 États membres de l'Union européenne – l'Islande, la Norvège et la Suisse.

Plan d'action d'HERCA sur la transposition et la mise en œuvre de la nouvelle directive BSS

Par Sigurdur Magnússon, directeur de l'Institut islandais de protection radiologique et président d'HERCA

HERCA est une association volontaire au sein de laquelle les responsables des autorités européennes compétentes en radioprotection^a travaillent ensemble afin d'identifier des enjeux communs et de proposer des solutions pratiques à ces enjeux. Si elle n'a pas de rôle officiel dans le processus de transposition de la directive BSS, HERCA peut y contribuer efficacement. Son action ne vise pas à une transposition ou une application uniforme de la directive dans tous les États membres, lesquels restent évidemment libres de décider dans quelle mesure ils utilisent les travaux de l'association pour transposer la directive dans leur législation nationale.

Lors de sa 14^e réunion (à Stockholm, les 21 et 22 octobre 2014), HERCA a approuvé un Plan d'action sur la transposition et l'application de la nouvelle directive BSS (Directive 2013/59/Euratom du Conseil, disponible sur le site www.herca.org).

Le Plan d'action approuvé porte sur les points suivants :

- définition du rôle d'HERCA dans la transposition de la directive BSS dans les réglementations nationales spécifiées ;
- choix des actions à mener par HERCA en relations avec la transposition des BSS ;
- coordination entre HERCA et la Commission européenne dans le cadre des actions considérées.

Le rôle d'HERCA dans la transposition des BSS, tel qu'il est défini, consiste notamment à :

- servir de plateforme de collaboration permettant d'identifier et d'analyser les problèmes techniques et pratiques touchant à la réglementation, d'échanger sur les approches nationales, ainsi que de présenter les études prévues concernant l'application des BSS et leurs résultats ;
- rechercher un consensus sur les nouvelles exigences ainsi que des approches communes et définir des orientations lorsque cela est possible et approprié ;
- fournir des informations pour le processus de transposition par un partage de l'expérience en matière de réglementation et mettre des renseignements à la disposition des autorités compétentes ;
- jouer un rôle actif auprès de la Commission européenne afin que les autorités européennes chargées de la radioprotection se fassent entendre dans le cadre de l'élaboration des politiques de radioprotection et des orientations relatives aux BSS ;
- contribuer de manière sensible à la transposition et à l'application des BSS, en s'attachant tout particulièrement aux domaines dans lesquels des processus transfrontaliers sont mis en place.

Les actions à mener portent sur les domaines suivants :

- préparation et réponse aux situations d'urgence :
 - coopération internationale ;
 - intervenants en situation d'urgence ;
 - valeurs de référence des niveaux d'exposition du public en cas de situation d'urgence ;
- expositions médicales :
 - équipements médicaux ;
 - justification (niveau 2) ;
 - éducation et formation ;
 - déclaration des événements significatifs ;
- radon ;
- exposition à des fins d'imagerie non médicale ;
- éducation et formation : RPE/RPO (expert en radioprotection/personne chargée de la radioprotection) ;
- échanges d'informations en général.

Le Plan d'action a été élaboré par un groupe de travail mis en place par HERCA en juin 2014 et dirigé par Tom Ryan, du bureau de radioprotection de l'Agence irlandaise de protection de l'environnement (*Office of Radiological protection/Environmental Protection Agency*). Tom Ryan a dirigé le groupe de travail « Questions atomiques » dans le cadre de la présidence irlandaise de l'Union européenne en 2013.

Actuellement, certaines des activités en cours au sein d'HERCA incluent l'intégration des actions définies dans les différents plans d'action de ses groupes de travail ainsi qu'à organiser des ateliers de travail, notamment celui sur l'exposition au radon sur les lieux de travail devant se tenir à Genève du 12 au 14 octobre 2015 et celui sur la création des rôles d'expert en radioprotection (RPE) et de personne chargée de la radioprotection (RPO) prévu à Montrouge du 6 au 8 juillet 2015.

“ Bien que ne faisant pas partie de l'Union européenne et n'étant donc pas tenue de transposer la directive dans sa législation, la Suisse a néanmoins engagé la révision de son cadre réglementaire ”

Salome Ryf, chef de projet à la division radioprotection à l'Office fédéral de la santé publique suisse (OFSP)

Sébastien Baechler, chef de la division radioprotection à l'Office fédéral de la santé publique suisse (OFSP)

La législation suisse en radioprotection est en cours de révision avec pour objectif de prendre en compte les dernières recommandations et directives internationales, en particulier la directive 2013/59/Euratom fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire contre les dangers résultant de l'exposition aux rayonnements ionisants. Ne faisant pas partie de l'Union européenne, la Suisse n'est pas tenue d'appliquer cette directive. Cependant, en tant que membre de l'Association des responsables des Autorités compétentes en radioprotection en Europe (HERCA – *Heads of the European Radiological protection Competent Authorities*), la Suisse

se doit de garantir un niveau de radioprotection élevé, analogue à celui des autres pays européens. La mise en œuvre de la directive 2013/59/Euratom tient toutefois compte des particularités suisses, et les éléments éprouvés sont conservés dans la mesure du possible.

Principales nouveautés et adaptations

Conformément aux recommandations et directives internationales, le nouveau système de radioprotection comprenant trois situations d'exposition (planifiées, d'urgence et existantes), qui recouvrent toutes les situations d'exposition que l'on peut rencontrer, sera introduit. Son

implémentation dans l'Ordonnance sur la radioprotection (ORaP) permet de prévoir, pour chaque situation, des objectifs et des mesures adaptés, et de les mettre ensuite en œuvre de manière cohérente. Les limites de libération seront adaptées à celles de la directive européenne. Cela est important si l'on veut éviter que de telles substances ne posent des problèmes lors du franchissement d'une frontière. Pour certains radionucléides, les nouvelles limites seront plus élevées que dans l'ORaP actuelle, alors qu'elles seront plus basses pour d'autres. Cette modification aura une incidence sur les quantités de déchets radioactifs, notamment ceux liés à la désaffectation des centrales nucléaires.





EN QUESTION

Mise à jour des normes de base
en radioprotection



Afin de garantir le respect de la limite de dose de 1 milliSievert par an (mSv/an) pour la population, des limites d'émission détermineront les concentrations maximales de radioactivité admissibles dans l'eau et l'air. De plus, des seuils d'investigation seront mis en place pour garantir une surveillance de l'environnement et engager des mesures d'optimisation si nécessaire. Les exigences fixées dans la directive 2013/51/Euratom concernant les substances radioactives dans les eaux destinées à la consommation humaine seront reprises dans une large mesure pour les radionucléides naturels alors que des exigences plus strictes sont prévues pour les radionucléides artificiels.

En ce qui concerne les expositions dans le cadre professionnel, les limites de dose de la directive européenne seront reprises. Dans certains domaines, la limite de dose réduite à 20 mSv par an pour le cristal lin représentera un défi. Par ailleurs, les catégories de travailleurs A et B seront introduites. Une surveillance dosimétrique individuelle sera toutefois maintenue pour ces deux catégories.

Les sources radioactives naturelles seront désormais davantage prises en compte, notamment en ce qui concerne les expositions professionnelles. Cela concerne les postes de travail fortement exposés au radon et les industries travaillant avec des matières radioactives naturelles. Ces entreprises auront besoin d'une autorisation et devront surveiller l'exposition de leurs employés.

Le personnel navigant sera désormais considéré comme professionnellement exposé aux radiations, et la dose sera déterminée individuellement. Toutefois, aucune réglementation n'est prévue pour les vols spatiaux, étant donné que les astronautes suisses sont employés par l'Agence spatiale européenne, laquelle est soumise au droit français.

Les entreprises de ferrailage et les usines d'incinération des ordures ménagères pourront être contraintes à s'équiper d'une installation de mesure afin de détecter d'éventuelles sources radioactives orphelines. Des contrôles par sondage seront également effectués aux postes de douane, à l'aide d'installations mobiles, afin de détecter la présence de sources radioactives orphelines ou de métaux contaminés.

Dans le domaine de la médecine, des audits cliniques seront introduits afin de minimiser le nombre des examens et des traitements injustifiés utilisant des rayonnements ionisants, et d'optimiser les processus et les ressources. Par ailleurs, des guides devront être élaborés à l'attention des médecins prescrivant des examens radiologiques.

Pour les situations d'exposition d'urgence, des niveaux de référence seront introduits. En ce qui concerne l'exposition de la population, un niveau de référence générique de 100 mSv durant la première année suite à l'accident devra s'appliquer, avec la possibilité pour le Conseil fédéral de fixer une valeur plus contraignante en regard de la situation spécifique. Pour l'exposition des professionnels, le niveau de référence sera fixé à 250 mSv lorsqu'il s'agit de sauver des vies humaines ou d'éviter des catastrophes.

Pour les situations d'exposition existantes, le niveau de référence sera fixé par défaut à 1 mSv par an avec la possibilité de l'augmenter à 20 mSv par an, notamment pour une exposition à une contamination résiduelle faisant suite à une situation d'urgence. De nouvelles dispositions sont prévues concernant les héritages radiologiques. Les contaminations au radium produites jusqu'au début des années soixante par l'industrie horlogère en sont un exemple très actuel en Suisse.

Le niveau de référence du radon dans les bâtiments sera abaissé à 300 Bq/m³, conformément à la directive européenne. En Suisse, cette nouvelle valeur s'appliquera avant tout, pour des raisons de proportionnalité, aux nouveaux bâtiments.

Finalement, des compétences ont été définies afin de garantir une formation adéquate des acteurs dans tous les domaines de la radioprotection. Afin de maintenir et d'actualiser les compétences acquises lors des formations de base, une formation continue régulière sera également rendue obligatoire.

Conclusions et perspectives

Le projet de révision de la législation suisse sur la radioprotection est mené par l'OFSP, en collaboration avec les deux autres autorités de surveillance, à savoir l'IFSN (Inspection fédérale de la sécurité nucléaire) et la Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents, ainsi que des experts externes issus de

divers instituts spécialisés. Ce projet permet à l'OFSP de réfléchir sur ses propres activités en matière d'autorisation et de surveillance, d'intégrer les enseignements acquis et de prendre en compte les derniers développements techniques. Le paquet révisé comprend deux ordonnances fédérales et huit ordonnances techniques.

La consultation publique, prévue pour l'automne 2015, montrera comment les milieux concernés accueillent les nouveautés et les adaptations prévues. La nouvelle législation devrait entrer en vigueur début 2017. ♦

UN RAPPEL À L'ORDRE ET À LA RAISON POUR LES ÉTATS MEMBRES

Par Charlotte Nihart et Jacky Bonnemains, de l'association Robin des Bois



La directive 2013/59/Euratom est un rappel à l'ordre et à la raison pour les États membres. L'autorité nationale en charge de la protection sanitaire vis-à-vis des dangers de toutes les typologies de radioactivité doit se voir accorder, au titre de l'article 76, les ressources humaines et financières nécessaires. En conséquence, le 6 février 2018, date limite de la transposition de la directive, les effectifs et les moyens de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) et d'autres autorités équivalentes dans l'Union européenne pourraient être déclarés insuffisants. Il y a là un levier que la société civile aurait tort de considérer comme négligeable au cas où les ressources attribuées par chaque État à ses autorités compétentes ne seraient pas proportionnées à l'accomplissement de toutes leurs responsabilités. Ces responsabilités fixées par la directive sont multiples, complexes et chevauchantes pour certaines d'entre elles, et peu connues du grand public et des experts en radioprotection. C'est le cas en particulier du recensement, de l'encadrement et de la surveillance des secteurs industriels qui mobilisent ou ont mobilisé des minerais et d'autres ressources géologiques dont l'une des propriétés est d'être radioactifs. Les éléments radioactifs naturels intégrés à la croûte terrestre accèdent à la biosphère par le monte-charge des activités extractives. Ils étaient confinés dans la géosphère, ils deviennent disponibles pour tous les organismes vivants et se répandent ou se concentrent dans les segments successifs de séparation, d'épuration, d'agglomération, de transformation, de production et de distribution, dans les déchets et dans certains équipements et vecteurs de transport.

Une définition détaillée des activités mettant en œuvre de la radioactivité naturelle

La directive Euratom 96/29 aujourd'hui abrogée faisait le premier pas vers la reconnaissance de la radioactivité naturelle dite renforcée. « *Les États membres, disait-elle, doivent prendre des mesures appropriées de protection pour les activités professionnelles impliquant l'emploi ou le stockage de matières et la production de résidus non considérés habituellement comme radioactifs mais qui contiennent des radionucléides provoquant une augmentation notable de l'exposition des personnes du public et le cas échéant des travailleurs.* » La nouvelle directive est descriptive. Elle cite seize branches industrielles dont la production gazière et pétrolière, la production de dioxyde de titane, les installations de filtration des eaux souterraines, la production d'énergie géothermique, la production de ciment et les fonderies d'étain, de plomb et de cuivre.

Des prescriptions plus claires et plus précises

Les installations mettant en œuvre des matières radioactives naturelles et des pratiques qui perturbent la croûte terrestre auront à notifier à l'ASN ou à ses homologues européens des informations spécifiques, une sorte – même si le nom n'est pas prononcé – d'étude d'impact radiologique couvrant toutes les étapes du procédé industriel. Seront notamment soumises à notification les installations susceptibles de nuire radiologiquement à la qualité des eaux potables ou d'exposer les populations à une contamination par d'autres voies de transfert que l'eau. Dans le même domaine vaste et historique des industries conventionnelles, la directive veut éclairer et réduire l'angle mort du recyclage des stériles, déchets et résidus de combustion dans les matériaux

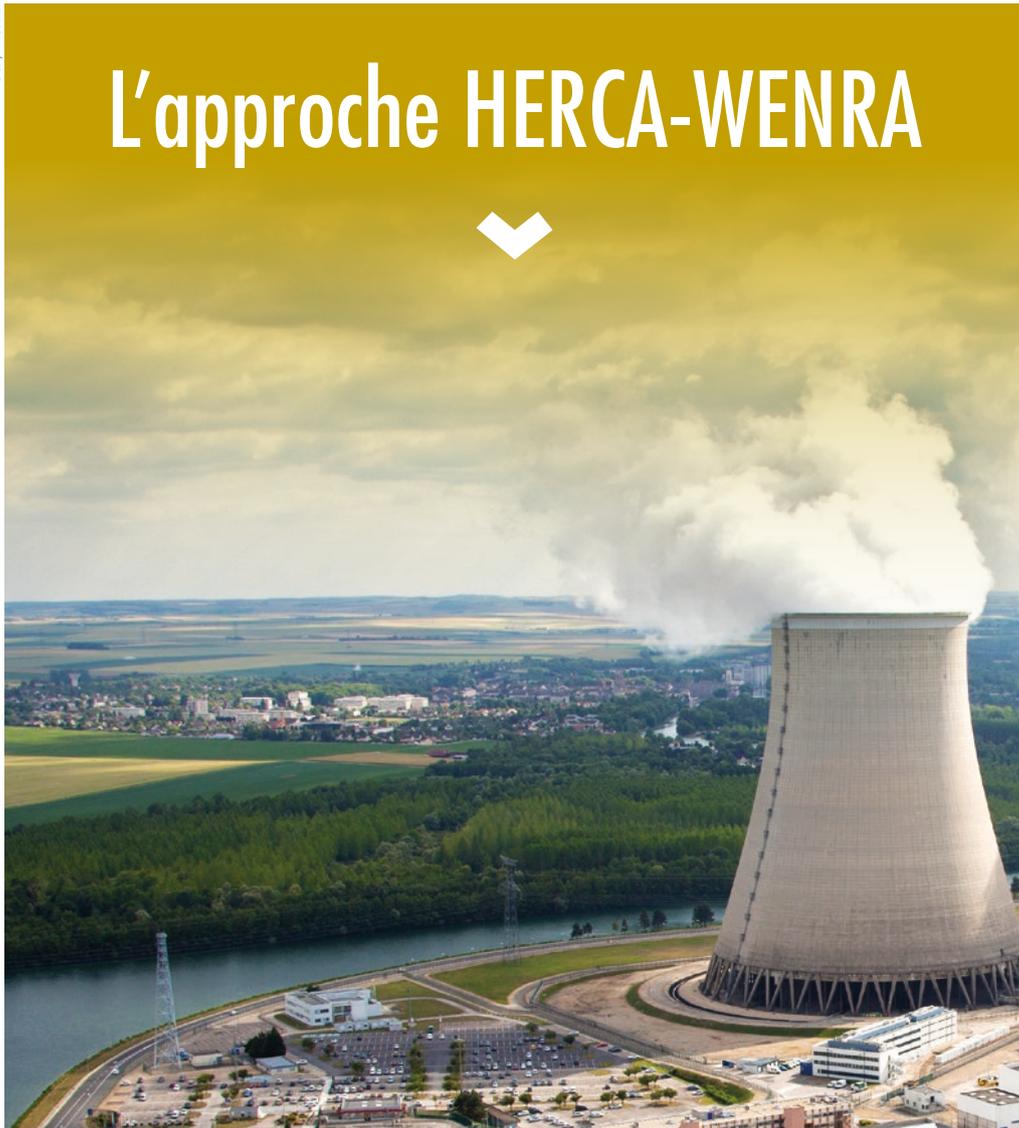
de construction. C'est une rupture avec le flou et l'obscur des pratiques anciennes et courantes. Robin des Bois l'avait souhaité dans ses travaux de la décennie précédente sur la radioactivité naturelle renforcée. La directive produit en ce sens une liste qualifiée indicative, qui ne prétend donc pas à l'exhaustivité, d'éventuels matériaux de construction préoccupants sur le plan de la radioprotection. Parmi eux, les cendres volantes venues de la combustion du charbon dans les centrales thermiques à flamme et utilisées dans tous les pays d'Europe par l'industrie cimentière, les boues rouges résidus du traitement de la bauxite et de la filière aluminium et les boues jaunes ou phosphogypse résidus de l'industrie des engrais. Les États membres pourront si nécessaire « *inclure des exigences spécifiques dans les codes de construction ou des restrictions particulières à l'usage envisagé de tels matériaux* ».

La bataille de la transposition promet évidemment d'être rude face aux troupes alliées des producteurs et utilisateurs existants ou potentiels de déchets renforcés par les adeptes de l'économie circulaire. En bref, et sans vouloir explorer ici même tous ses champs de compétence, la directive est un texte éclairé et apaisant dont la sagesse est toutefois menacée par un fouillis d'exemptions et de liberté d'interprétations par chacun des États membres. À suivre de très près pour autant que des ONG et d'autres institutions soient associées au processus de transposition. ❖



RETOUR D'EXPÉRIENCE

L'approche HERCA-WENRA



51

L'approche HERCA-WENRA :

améliorer la coordination transfrontalière des actions de protection des populations en situation d'urgence en Europe

Par **Bénédicte Genthon**, directrice de l'environnement et des situations d'urgence à l'ASN

54

Amener la question de la coordination en situation d'urgence à un niveau politique

Entretien avec **Patrick Majerus**, chef de la division de la radioprotection au ministère de la Santé du Grand-Duché de Luxembourg, ancien président du groupe de travail sur l'urgence (Working Group on Emergencies – WGE) d'HERCA

56

Mise en pratique de l'approche HERCA-WENRA : ne pas rester au stade du document

Entretien avec **Georges Piller**, directeur Radioprotection, Inspection fédérale de la sûreté nucléaire (IFSN) de Suisse, président du groupe de travail sur l'urgence (Working Group on Emergencies – WGE) d'HERCA

Si une crise nucléaire venait à se déclencher dans un pays d'Europe, serions-nous prêts à y faire face ? L'État concerné saurait-il mettre en place, immédiatement et en cohérence avec ses voisins, des actions capables d'assurer une protection optimale des populations, de chaque côté de la frontière ? Oui, mais il reste cependant des différences notables entre les plans nationaux de gestion de crise ; seules une harmonisation et une coordination des actions sont à même d'assurer une protection efficace et cohérente des populations et de l'environnement en cas d'accident.

C'est tout l'enjeu des réflexions menées par différentes instances européennes depuis une décennie. En 2011, elles ont connu un coup d'accélérateur grâce à l'engagement conjoint des associations HERCA (qui réunit les responsables des autorités de contrôle de la radioprotection) et WENRA (autorités de sûreté). Ensemble, elles poursuivent le dialogue, font émerger des recommandations partagées... qui aboutissent à l'approche HERCA-WENRA, adoptée à Stockholm, en octobre 2014. Reste maintenant à décliner les différentes propositions sur le terrain. Les autorités de sûreté et de radioprotection sont appelées à engager la discussion avec les autorités de protection civile. Le Luxembourg, fer de lance de la question et qui préside le Conseil de l'Union européenne jusqu'en décembre, espère permettre aux États de dépasser leurs résistances pour faire avancer la question sur le champ politique.



L'APPROCHE HERCA-WENRA : AMÉLIORER LA COORDINATION TRANSFRONTALIÈRE DES ACTIONS DE PROTECTION DES POPULATIONS EN SITUATION D'URGENCE EN EUROPE

Par Bénédicte Genthon, directrice de l'environnement et des situations d'urgence à l'ASN



L'essentiel

Pour accélérer la réflexion sur le thème délicat de la gestion de crise en Europe, les associations européennes HERCA et WENRA ont formé des groupes de travail qui sont parvenus à formuler une position commune validée en 2014. Comprenant deux approches – coopération transfrontalière avec alignement des mesures sur celles des pays touchés en cas d'accident ; schémas simplifiés de décisions sur lesquels s'appuyer en cas d'accident majeur avec possibilité de fusion du cœur, lorsque très peu d'informations sont disponibles –, elle formule également des recommandations sur un niveau minimal de préparation des États aux situations d'urgence (évacuation, mise à l'abri et distribution de comprimés d'iode), avec possibilité d'étendre ces périmètres le cas échéant. Des mesures que les pays membres sont aujourd'hui invités à décliner sous forme de stratégies nationales.

Les dispositifs nationaux de préparation et de gestion des situations d'urgence existants sont régulièrement testés depuis de nombreuses années. Cependant, ils présentent des différences significatives entre pays européens¹. Même si un accident aux conséquences aussi graves que celui de Fukushima est estimé très improbable, il ne peut être exclu et pourrait entraîner des conséquences au-delà des frontières du pays où il se produirait. En appliquant les approches nationales existantes, des mesures de protection différentes seraient recommandées dans les pays frontaliers, ce qui serait incompréhensible par les populations, qui se sentiraient inégalement protégées. Les décisions des autorités seraient décrédibilisées et la crise deviendrait rapidement ingérable.

Une meilleure coordination des dispositifs de gestion de crise au niveau européen est incontournable

Au niveau européen, des tentatives d'harmonisation des dispositifs de gestion des situations d'urgence nationaux ont été conduites mais ont montré la difficulté à aboutir à un mode de gestion qui serait applicable à l'ensemble des pays. Face à ce constat, des travaux sont conduits depuis 2011 par le groupe de

travail chargé des urgences (*Working Group Emergencies*) d'HERCA^a, présidé par Patrick Majerus, chef de la division de la radioprotection au ministère de la Santé du Grand-Duché de Luxembourg. Un autre groupe de travail réunissant des représentants de HERCA et de WENRA, présidé par Philippe Jamet, commissaire de l'ASN, s'est réuni entre mars et septembre 2014. Tenant compte des approches européennes existantes (approches NERDA², nor-dique et HERCA) ainsi que des recommandations de l'AIEA, ces travaux ont abouti le 21 octobre 2014 à l'adoption par HERCA et WENRA^b d'une position commune qui constitue une étape importante pour l'amélioration de la coordination transfrontalière des actions de protection des populations. Cette approche appelée « HERCA-WENRA » vise à mieux harmoniser les mesures de protection durant les premières heures d'un accident nucléaire, et comporte deux volets : une approche générale et une approche spécifique applicable en cas de manque d'information. L'approche générale a pour principe essentiel de recommander un alignement des mesures de protection des pays frontaliers sur celles décidées par le pays où s'est produit l'accident. L'approche spécifique vise à définir des « mesures réflexes » ➤➤

a. Heads of the European Radiological protection Competent Authorities.

b. Western European Nuclear Regulators Association.

1. Ces différences apparaissent notamment dans le rapport *Review of Current Off-site Nuclear Emergency Preparedness and Response Arrangements in EU Member States and Neighbouring Countries*, pp. 84 et suivantes de l'annexe : https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2014_nep_epr_review_2012-474_append.pdf.

2. L'approche NERDA (*Nuclear Emergency Response Decision Approach*) a été élaborée par l'Allemagne afin de prédéfinir les mesures de protection des populations à prendre dans les cas où l'état de la centrale est incertain et où peu d'informations sont disponibles sur les rejets radioactifs, ce qui rend inopérant le recours aux modèles permettant d'établir un pronostic.



RETOUR D'EXPÉRIENCE

L'approche HERCA-WENRA



harmonisées lorsque des décisions doivent être prises très rapidement et qu'il n'est pas possible d'appliquer l'approche générale. Outre des méthodes pour harmoniser les mesures à prendre en cas d'accident, cette approche formule des recommandations en termes de préparation aux situations d'urgence. Elle offre par ailleurs un cadre permettant de répondre aux dispositions de l'article 99³ de la directive dite « BSS » du 5 décembre 2013⁴, relatif à l'importance de la coopération internationale en situation d'urgence.

Une approche générale préconisant un alignement des mesures sur celles du pays où s'est produit l'accident

L'approche générale est fondée sur les principes du partage de l'analyse technique, de la coordination et de la confiance mutuelle. Elle ne propose pas de cadre uniforme transfrontalier mais vise à assurer une cohérence des actions de protection des populations entre pays voisins. Ainsi, en l'absence d'accident, l'approche préconise de développer la connaissance mutuelle des approches nationales, notamment par l'établissement de fiches pays, le partage de données, etc. En cas d'accident, l'approche distingue deux phases : durant les premières heures suivant un accident, elle préconise, grâce à des échanges rapides d'information entre pays, un alignement des actions de protection des pays voisins sur celles décidées par le pays accidenté. Dans un deuxième temps, une évaluation partagée de la situation dite « rapport de situation commun » doit permettre de prendre des mesures de protection coordonnées. Cette approche a été testée et validée notamment grâce à un atelier organisé en septembre 2013, qui a montré que la plupart des pays seraient en mesure de recommander à leurs décideurs de suivre les conseils du pays accidenté au cours des premières heures.

Des mesures réflexes en cas de manque d'information

L'approche HERCA-WENRA a été complétée par une approche spécifique applicable si une fusion du cœur est estimée possible et que des mesures doivent être prises très rapidement mais que très peu d'informations sont disponibles. Trois critères de décision ont été retenus : le risque de fusion du cœur, l'intégrité de l'enceinte de confinement et la direction du vent. Ces critères sont évalués par un avis d'expert basé notamment sur la nature de l'événement à l'origine de

l'accident (tremblement de terre, inondation, accident d'avion...). En tant que première étape d'une approche globale, l'approche HERCA-WENRA ne prend en compte que trois mesures de protection des populations : l'évacuation, la mise à l'abri et l'ingestion de comprimés d'iode stable.

Dans ces conditions, l'approche HERCA-WENRA préconise, si l'intégrité du confinement est conservée, une évacuation de la population sur un rayon de 5 km autour de la centrale, ainsi qu'une mise à l'abri des personnes

Les points clés de l'approche

La position commune HERCA-WENRA comprend des préconisations sur trois points clés de la coopération transfrontalière :

- **Avant tout accident :**
 - respect d'un niveau minimal de préparation dans les plans nationaux de gestion de crise : évacuation sur 5 km, mise à l'abri et distribution d'iode sur 20 km ;
 - une stratégie générale devrait être définie en vue d'étendre l'évacuation jusqu'à 20 km et la mise à l'abri et l'ingestion d'iode stable jusqu'à 100 km ;
 - développement d'une confiance mutuelle entre pays et d'une connaissance réciproque des approches nationales.
- **En phase d'urgence :**
 - en phase initiale (premières heures) : transmission rapide des informations nécessaires à la compréhension de la situation par le pays accidenté
→ vérification par les pays frontaliers que les actions de protection décidées par ce pays sont cohérentes → alignement de leurs actions de protection sur celles du pays accidenté ;
 - sur le moyen terme (après les premières heures) : développement d'une évaluation partagée de la situation et mise en place de mesures de protection harmonisées.
- **En cas d'accident grave (fusion possible du cœur) sans informations disponibles, schéma simplifié de décision à appliquer en phase initiale (premières heures) :**
 - intégrité du confinement : évacuation sur 5 km, mise à l'abri et distribution d'iode sur 20 km ;
 - perte de confinement : extension de l'évacuation à 20 km et de la mise à l'abri et distribution d'iode à 100 km.

3. Article 99 : 1) Les États membres coopèrent avec les autres États membres et avec les pays tiers en cas de situation d'urgence susceptible de survenir sur son territoire et de porter atteinte à d'autres États membres ou à des pays tiers afin de faciliter l'organisation de la radioprotection dans ces États membres ou pays tiers. 2) En cas d'urgence survenant sur son territoire ou risquant d'avoir des conséquences radiologiques sur son territoire, chaque État membre établit rapidement des contacts avec tous les autres États membres et avec les pays tiers qui pourraient être concernés ou qui sont susceptibles d'être touchés en vue de partager leurs évaluations de la situation d'exposition et de coordonner les mesures de protection et l'information du public en utilisant, le cas échéant, des systèmes bilatéraux ou internationaux d'échange et de coordination des informations. Ces activités de coordination n'empêchent ni ne retardent les mesures qu'il est nécessaire de prendre au niveau national.

4. Directive 2013/59/Euratom du Conseil du 5 décembre 2013 fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire contre les dangers résultant de l'exposition aux rayonnements ionisants et abrogeant les directives 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom et 2003/122/Euratom.

et une ingestion de comprimés d'iode sur 20 km. En cas de perte du confinement, des mesures plus étendues devront être envisagées, telles qu'une évacuation jusqu'à 20 km et une mise à l'abri et une prise de comprimés d'iode jusqu'à 100 km. L'étendue précise des zones dans lesquelles il est recommandé d'appliquer ces mesures de protection est également adaptée en fonction de la démographie, de la vitesse du vent et de sa stabilité. Ainsi, si le vent est suffisamment stable, les actions de protection peuvent être restreintes à un nombre limité de secteurs autour de la centrale. Ce n'est que durant la phase initiale de l'accident que ces schémas simplifiés de prise de décision ont vocation à être utilisés. Dès que le pays où s'est produit l'accident est en mesure d'évaluer de façon plus élaborée l'état de la centrale et l'impact attendu à l'extérieur du site, les dispositifs nationaux de gestion de crise et l'approche générale décrite ci-dessus prennent le relais.

Un niveau de préparation harmonisé est indispensable en Europe

Outre cette méthodologie visant à recommander, en termes de réponse à un accident, des mesures de protection des populations harmonisées, l'approche HERCA-WENRA propose un niveau commun minimal de préparation sans lequel leur mise en œuvre serait irréaliste. Ainsi, cette approche considère qu'en Europe, l'évacuation doit être préparée sur un rayon allant jusqu'à 5 km autour des centrales, et la mise à l'abri et l'ingestion de comprimés d'iode sur un rayon allant jusqu'à 20 km.

Fukushima a démontré qu'il n'est pas possible d'exclure totalement qu'un accident nucléaire grave se produise dans le monde, y compris en Europe. Même si la probabilité d'un tel accident peut être considérée comme très faible, des dispositifs de gestion de crise adaptés doivent être envisagés. Un

accident nucléaire comparable à celui de Fukushima exigerait des mesures de protection telles qu'une évacuation sur un rayon de 20 km ainsi qu'une mise à l'abri et l'administration d'iode stable jusqu'à environ 100 km.

Ainsi, l'approche HERCA-WENRA recommande qu'une stratégie générale soit définie afin d'être en mesure d'étendre l'évacuation jusqu'à 20 km, et la mise à l'abri et la prise d'iode jusqu'à 100 km.

Enfin, l'approche préconise que les autorités de sûreté nucléaire et de radioprotection européennes poursuivent leurs efforts pour promouvoir la mise en place de dispositifs d'intervention et de stratégies de protection des populations compatibles entre pays européens.

Conclusion et perspectives

Les enjeux posés par la géographie européenne, où un nombre important de réacteurs est situé près des frontières, et l'étendue des conséquences potentielles d'un accident grave, rendent incontournable la mise en œuvre au niveau européen de mesures d'harmonisation des dispositifs de crise. Les seuls accords bilatéraux ne paraissent pas suffisants pour répondre à ces enjeux, tandis que l'approche HERCA-WENRA propose une méthodologie permettant d'avancer.

Lors de la présentation de cette approche à l'ENSREG^c en janvier 2015, il a été décidé que les positions des différents pays soient présentées à l'ENSREG à l'été 2016. En France, le plan national de réponse « *Accident nucléaire ou radiologique majeur* » a été publié en février 2014. Sa déclinaison territoriale est en cours ainsi que des travaux portant sur l'articulation des mesures en situation d'urgence et leurs périmètres d'application. Dans les travaux menés en France, l'ASN s'attache à promouvoir l'approche HERCA-WENRA qui marque une avancée pour la gestion de crise. ♦

c. European Nuclear Safety Regulators Group.



RETOUR D'EXPÉRIENCE

L'approche HERCA-WENRA



© ASN/IR

AMENER LA QUESTION DE LA COORDINATION EN SITUATION D'URGENCE À UN NIVEAU POLITIQUE

Entretien avec Patrick Majerus, chef de la division de la radioprotection au ministère de la Santé du Grand-Duché du Luxembourg, ancien président du groupe de travail sur l'urgence (Working Group on Emergencies – WGE) d'HERCA

Contrôle : dans le passé, des pays européens ont tenté de mettre en place des dispositions pour une meilleure coordination. Quelles sont les raisons pour lesquelles ces tentatives se sont d'abord avérées infructueuses ?

Patrick Majerus : lorsque nous avons découvert, à l'occasion des exercices de crise, que nous n'étions pas coordonnés et qu'il nous fallait par conséquent adopter les mêmes niveaux d'intervention, les mêmes logiciels de calcul..., de nombreuses initiatives ont été lancées et de nombreux groupes de travail mis sur pied. Ainsi, dès le début des années 2000, la Commission européenne avait mis en place une réflexion sur l'harmonisation des plans d'urgence en cas d'accident nucléaire. En 2007 déjà, HERCA avait défini comme prioritaire la question de l'urgence. Un groupe de travail s'était alors constitué, comprenant l'Allemagne, la France, la Suisse, la Belgique et le Luxembourg. Il a pu définir quelques principes harmonisés, mais leur mise en pratique, sur le terrain, s'est toujours avérée difficile... Pourquoi ? Il y avait plusieurs points de blocage. D'une part, des spécificités culturelles ou géographiques (climat, aménagement, densité de population autour des centrales...) rendaient l'harmonisation difficile. Changer ne serait-ce qu'un seul point dans un plan d'action national obligeait souvent à modifier un autre élément, à remettre en question des valeurs ou principes considérés comme inaliénables... Surtout, il a toujours été difficile d'amener la question de l'urgence nucléaire au niveau politique.

Quels sont les facteurs clés à l'origine de ce consensus entre pays européens ?

Bien sûr, la catastrophe de Fukushima, en 2011, a accéléré la prise de conscience des États membres. Dans un premier temps,

les Européens se sont rendu compte que leurs actions au Japon étaient insuffisamment coordonnées et que cela créait des problèmes. Ils ont donc commencé par se réunir pour mieux organiser et améliorer leurs interventions sur place. Cela a eu pour effet d'instaurer un dialogue, une confiance entre partenaires autour du problème moins « délicat » de l'accident lointain. En parallèle, devant l'ampleur du drame, la nécessité d'être en mesure de faire face à une catastrophe nucléaire de grande ampleur en Europe s'est imposée. Les pays de l'Union ont donc décidé de réfléchir à la question de l'harmonisation européenne, mais en changeant d'approche et de méthodologie. Ils ont reconnu que l'harmonisation des critères individuels n'était pas réaliste et ont commencé à aborder le sujet sous un angle nouveau : au sein d'HERCA, nous nous sommes mis d'accord sur le fait qu'il était désormais nécessaire de pouvoir nous coordonner en phase de préparation aux situations d'urgence comme en cas d'urgence nucléaire, et d'adopter pour cela une attitude cohérente qui implique d'ignorer les différences des plans nationaux. Nous avons alors pu réfléchir à ce qu'il faudrait faire si jamais un accident majeur se produisait dans la région. Ainsi, en 2012, les discussions européennes ont connu un véritable coup d'accélérateur.

Certaines personnalités ont œuvré, dès 2007, à l'accélération de la prise de conscience au niveau européen. Je pense par exemple à André-Claude Lacoste, alors président de l'ASN. Celui-ci a beaucoup insisté sur la création d'HERCA, sur l'importance de traiter l'urgence nucléaire et sur la nécessité d'une harmonisation et d'une coordination entre pays, car il y voyait un problème très sérieux. Il est parvenu à imposer le sujet à l'ordre du jour, et à convaincre ses homologues de le suivre dans cette démarche. Bien sûr, cela a été plus facile pour certains, comme le

Luxembourg ou la Belgique, et plus complexe pour d'autres... Mais tous les pays se sont, peu à peu, joints à la démarche. En 2010, le groupe de travail dédié au sujet au sein d'HERCA était réorganisé, doté d'une nouvelle orientation et d'un nouveau mandat.

L'approche HERCA-WENRA porte l'adjectif « européen ». Combien de pays ont participé à son élaboration et son approbation ?

L'approche HERCA-WENRA comporte deux parties, qui ont été évoquées dans deux groupes de travail. Pour la partie « approche générale », abordée par HERCA et qui concerne la préparation à l'urgence et la coordination entre pays, 17 États étaient représentés dans le groupe de travail. L'approche « spécifique », abordée par HERCA et WENRA et explorant le cas d'un « accident nucléaire de grande ampleur avec nécessité d'agir rapidement sans possibilité de réaliser une analyse détaillée de la situation », 15 pays étaient représentés. Au total, 19 pays se sont engagés dans l'élaboration de l'approche HERCA-WENRA qui, au final, a été approuvée par les régulateurs de 31 pays lors de la présentation de l'accord à Stockholm, le 21 octobre 2014.

Cette approche pourrait-elle être appliquée dans d'autres régions du monde ?

Elle a été possible en Europe car les frontières y sont très proches les unes des autres et certains sites nucléaires à proximité immédiate des pays limitrophes. C'est le cas notamment de Fessenheim, Chooz, Cattenom (France) ou de Leibstadt (Suisse). Je pense que nous sommes, par nécessité, l'une des régions du monde où la coordination en matière d'urgence nucléaire est la plus

avancée – derrière les pays nordiques, qui nous devancent en matière d'harmonisation. À mon sens, le problème se pose différemment pour de grands pays ou régions, où l'on compte des centaines de kilomètres jusqu'à la frontière, tels que les États-Unis, l'Amérique du Sud... Cela ne veut pas dire que l'approche HERCA-WENRA ne pourrait pas s'appliquer ailleurs, tout du moins en partie. Aux États-Unis, par exemple, la situation à l'intérieur du pays est finalement assez similaire à l'Europe, avec quelque cinquante États indépendants les uns des autres en matière de gestion d'urgence nucléaire. De même, d'autres régions du monde pourraient certainement utilement s'inspirer de l'approche HERCA-WENRA, ou tout du moins de certaines recommandations. C'est pourquoi nous avons voulu la présenter au reste du monde lors de la Conférence générale de l'AIEA, qui s'est tenue à Vienne, du 14 au 18 septembre 2015.

L'approche HERCA-WENRA a-t-elle été testée ?

Si oui, pourriez-vous nous parler des résultats de ces tests ?

Oui, elle l'a été avant d'être validée. C'était l'une des volontés des responsables d'HERCA. Ainsi, nous avons organisé un workshop, en 2012, au cours duquel 18 participants ont simulé une crise nucléaire. Nous avons pour cela choisi trois sites de réacteurs proches d'une frontière (Loviisa 1, Cattenom, Emsland), avec des scénarios d'accidents potentiellement pénalisants pour l'exploitant. Nous avons simulé et analysé les échanges d'informations entre pays, les réactions des pays membres en cas d'accident... Nous en avons tiré certains enseignements.

Ainsi, il est apparu qu'une bonne connaissance mutuelle des approches nationales entre pays, mais aussi du fonctionnement du réacteur dans le pays voisin, facilitait l'instauration d'une relation de confiance et rendait plus facile la compréhension du dispositif mis en place en cas d'accident ainsi que l'alignement sur les recommandations de protection de la population du pays touché. Les résultats sont réellement plus probants lorsqu'un pays connaît bien son voisin.

Le retour d'expérience de l'atelier nous a également permis d'affiner certains points: la nécessité d'échanger des

informations et de les mettre à jour régulièrement, de renforcer les accords bilatéraux pour permettre des échanges plus rapides, plus complets et améliorer la coordination, ou encore d'assouplir les systèmes réglementaires. On constate en effet que plus les différences réglementaires entre pays sont importantes, plus la coordination est difficile – comme c'est par exemple le cas entre la Belgique et les Pays-Bas, où les différences de niveaux d'intervention pour la distribution de comprimés d'iode sont très élevées¹. Une plus grande souplesse apporterait davantage de marge de manœuvre aux décideurs, pour leur permettre de prendre les décisions adéquates en situation, en ne se basant pas uniquement sur le facteur radiologique mais en prenant par exemple en compte les paramètres climatiques. Nous espérons profiter de la transposition de la directive européenne BSS pour réduire les différences réglementaires entre les pays et assouplir les systèmes les plus rigides.

Vous avez présidé WGE, le groupe de travail sur les urgences d'HERCA. Que pouvez-vous nous dire de cette présidence ? À quels challenges avez-vous été confronté ?

Lorsque l'on parle d'urgence nucléaire, le principal challenge, selon moi, est de maintenir le sujet à l'ordre du jour dans les réunions. Il y a encore cinq ans, l'ENSREG, tout comme de nombreux pays, ne voulait même pas discuter de ce thème. En très peu de temps, grâce à notre persévérance et à celle de nombreux chefs des autorités de sûreté et de radioprotection, nous avons réussi à produire un rapport et des recommandations pratiques solides sur l'urgence, avec une approche complètement différente de ce qui existait auparavant. Malgré les difficultés que nous avons rencontrées, c'est donc un beau succès.

Néanmoins, nous ne devons pas en rester là: il revient désormais à chaque pays d'implémenter l'approche HERCA-WENRA. C'est seulement à l'épreuve des faits que nous pourrions dire que l'Europe est plus avancée que le reste du monde. Il y a toujours des réticences politiques à aborder la question de l'urgence nucléaire sur la scène politique européenne. Il n'est pas facile d'inscrire cette question

à l'agenda politique. Or, il faut pouvoir accepter qu'un accident est possible; si nous ne le faisons pas, nous n'avancerons pas.

Le Luxembourg assure, jusqu'en décembre 2015, la présidence du Conseil de l'Union européenne et vous présidez le Groupe des questions atomiques (GQA). Dans ce contexte, votre pays a pris l'initiative d'aborder la question de la préparation aux situations d'urgence... Quelles conclusions du Conseil souhaiteriez-vous proposer sur ce thème pour appuyer l'approche HERCA-WENRA ?

Nous avons en effet proposé un projet de conclusions du Conseil européen, et sommes en train de discuter le texte. Nous y avons inscrit des axes prioritaires de l'approche: le renforcement des accords bilatéraux, l'alignement ou la coordination entre pays, ou encore – c'est là un point très contesté par les États membres – la mise en place d'un système d'exercices et de revues par les pairs sur la gestion de crise. Notre objectif est d'inciter les États membres à réellement réfléchir à la mise en pratique de l'approche HERCA-WENRA. Car, à l'heure actuelle, l'accord n'engage que les régulateurs des pays concernés: il s'agit d'un consensus entre autorités de sûreté et de radioprotection, et non entre États.

En amenant le sujet devant le Conseil, nous souhaitons donc élever la question à un niveau politique, et non plus seulement technique. Nous souhaitons obliger les différentes autorités nationales – protection civile, ministères de la santé, de l'intérieur... – à se retrouver autour de la table pour évoquer, ensemble, la question de l'urgence nucléaire. Si nous obtenons un engagement des États membres sur l'application de l'approche HERCA-WENRA, même si cet engagement sera formulé de manière très prudente, les autorités autres que de sûreté et de radioprotection devront en tenir compte.

Clairement, nous ne pouvons pas nous contenter d'un beau rapport bien ficelé, qui ne serait appliqué que par certains acteurs. Il faut faire preuve de persévérance, et forcer la discussion. ♦

1. Fixé à 10 mSv en Belgique, le seuil de dose pour l'ingestion de comprimés d'iode par les mineurs est établi à 1 000 mSv aux Pays-Bas.



RETOUR D'EXPÉRIENCE

L'approche HERCA-WENRA



© JIMAS JUSCHER



MISE EN PRATIQUE DE L'APPROCHE HERCA-WENRA : NE PAS EN RESTER AU STADE DU DOCUMENT

Entretien avec Georges Piller, directeur Radioprotection, Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN) de Suisse, président du groupe de travail sur l'urgence (Working Group on Emergencies – WGE) d'HERCA

Contrôle : que pouvez-vous nous dire de votre mission en tant que président du groupe de travail sur l'urgence d'HERCA ? À quels challenges êtes-vous confronté ?

Georges Piller : je préside WGE, depuis octobre 2014 et jusqu'à mi-2017. C'est un groupe qui bénéficie d'une vraie dynamique, car de nombreux pays y participent. Nous sommes actuellement 45 représentants, nous nous réunissons deux fois par an, sans compter les réunions des sous-groupes. Sur la base de nos discussions, je présente, deux fois par an, un rapport au conseil d'administration d'HERCA (Board of Heads) qui approuve ou non nos propositions. Nous sommes aujourd'hui confrontés à plusieurs défis. Le premier d'entre eux est la mise en œuvre de la directive Euratom fixant les normes de bases en radioprotection, les fameux Basic Safety Standards (BSS), dans les pays de l'Union européenne. Ces derniers ont jusqu'au 6 février 2018 pour y parvenir, ce qui représente un délai très court. Même si nous ne travaillons que sur la partie concernant l'urgence, cela représente beaucoup de travail.

Pouvez-vous nous parler de la collaboration entre HERCA et WENRA, qui a conduit à l'élaboration de l'approche commune ?

HERCA travaillait depuis longtemps sur le thème de l'urgence. Son groupe de travail, le WGE, avait déjà commencé à se pencher sur les accidents à longue distance, pour explorer ce que les pays européens pouvaient faire en cas d'accident se produisant dans un pays éloigné. Ensuite, le WGE s'est penché sur le scénario d'un accident se produisant dans

un pays voisin, et rédigé une approche sur ce thème.

Dès début 2014, HERCA et WENRA ont souhaité unir leurs réflexions et leurs moyens, et s'engager dans une collaboration ponctuelle pour travailler sur une nouvelle approche de la gestion de crise, impliquant une procédure très spécifique. Ces deux « clubs » ont décidé de fonder un groupe de travail conjoint, présidé par Philippe Jamet, commissaire de l'ASN, chargé de se pencher sur le scénario d'un accident considéré comme très grave, mais sur lequel très peu d'informations seraient disponibles.

En peu de temps, ce groupe a produit une approche complémentaire. Associée à la première approche produite par HERCA, le groupe est parvenu à une approche dite « HERCA-WENRA ».

Jusqu'à présent, nous nous appuyons sur les outils utilisés par les acteurs concernés, avec des séries d'estimations, calculs de dispersion, mesures de l'environnement... Dans ce cas particulier d'accident majeur sans informations disponibles, ni le pays accidenté, ni les pays voisins, ne peuvent employer leurs outils d'évaluation traditionnels.

Les discussions n'ont pas toujours été faciles. Ainsi, lorsqu'a été évoquée la question de l'évacuation de la population à 20 km autour du site, cela a soulevé des problèmes, certains participants entrevoyant cette mesure avec beaucoup de difficultés....

De même, la stratégie générale de l'approche HERCA-WENRA, impliquant l'élargissement du périmètre d'intervention à 20 km voire 100 km, a créé des problèmes pour certains pays. Les petits pays, en particulier, où les centrales sont proches des frontières, ne voyaient pas comment, concrètement, mettre en pratique les mesures évoquées...

Les situations d'urgence sont des situations complexes impliquant un grand nombre d'acteurs. Dans quelle mesure les différentes parties prenantes ont-elles été impliquées dans l'élaboration de cette approche, voire informées de son développement ?

Les parties prenantes n'ont pas été impliquées directement dans l'élaboration de l'approche. Elles ont pris connaissance de l'approche lorsqu'elle a été publiée sur les sites Internet d'HERCA et de WENRA. En effet, l'idée de départ, pour les deux associations, était d'avancer rapidement sur un sujet sensible, en discutant entre autorités de sûreté nucléaire et de radioprotection. Or, nous connaissions mal ces parties prenantes et nous souhaitions parvenir rapidement à un accord, contenant des éléments concrets, pour ensuite impliquer et persuader la protection civile au sein des pays concernés.

Le cas de la Suisse, que je représente, est assez spécifique. En effet, dans notre Confédération, l'organisation institutionnelle fait que les autorités de sûreté nucléaire ont une collaboration étroite avec les autorités de protection civile. La Suisse est donc déjà très engagée dans la question de la gestion d'urgence.

C'est pourquoi il nous a semblé tout naturel d'inclure une représentante de la Centrale nationale d'alarme (organe de la Confédération suisse rattaché à l'office fédéral de la protection de la population et spécialisé dans la gestion d'événements extraordinaires, ndlr).

Il en va autrement de la plupart des autres pays membres, où les relations entre autorités paraissent parfois plus compliquées...

Entre ces parties prenantes, les organisations internationales, telles que la Commission européenne, l'Agence de l'énergie nucléaire de l'OCDE (AEN), l'AIEA... ont également un rôle. Quelles relations ont été établies avec elles ?

Seuls des membres des associations HERCA et WENRA ont participé au groupe de travail conjoint l'an dernier. En revanche, des instances internationales sont présentes en tant qu'observateurs aux réunions du groupe WGE d'HERCA: des membres de la Commission européenne, de l'AIEA et de l'OMS sont invités à faire part de leur actualité et de travaux respectifs sur l'urgence nucléaire.

Nous n'avons pas encore de représentant de l'AEN au sein de WGE. Il faut dire que celle-ci dispose de son propre groupe de travail sur l'urgence. Certes, des membres de ce groupe sont également membres de WGE: même si elles ne sont pas engagées dans une relation formelle, les deux instances échangent régulièrement. Néanmoins, il est tout à fait envisageable que l'AEN soit bientôt représentée au sein de WGE, via la présence d'un observateur.

Vous avez présenté l'approche HERCA-WENRA dans différentes instances internationales. Que reprenez-vous des questions et débats qui ont suivi ?

En effet, je présente régulièrement cette approche à des organisations ou des associations, dans le monde entier. À l'issue de la présentation, nous recevons toujours beaucoup de questions: les personnes présentes sont très intéressées par le sujet et nous proposent parfois de venir présenter cette approche lors de conférences ou de réunions. Globalement, la démarche est très bien perçue. On sent un fort besoin

d'information de la part des organismes proches de la sûreté nucléaire, de la radioprotection et de l'urgence.

Il manque encore, selon moi, une implication des représentants de la protection civile. Elle est directement concernée car c'est elle qui sera chargée d'orchestrer une évacuation des populations.

Quelles sont les prochaines étapes dans le développement de l'approche HERCA-WENRA, et quelles actions sont envisagées pour une bonne mise en œuvre de cette approche ?

Depuis son approbation à Stockholm en octobre 2014, les 31 pays représentés dans HERCA et WENRA ont pour mission d'approcher leurs autorités de protection civile pour engager avec elles une discussion et les impliquer dans la mise en œuvre de l'approche. Un état des lieux des actions nationales devrait être présenté devant l'ENSREG mi-2016 probablement. Les résultats concrets ne sont pas encore visibles. Notre objectif, à travers ce dispositif, est d'encourager les pays à rester actifs. Il est très important que l'approche HERCA-WENRA soit mise en œuvre, et n'en reste pas au stade du document. D'autant que tout n'est pas encore réglé: certains points restent à préciser, certaines actions à tester... Il y a encore beaucoup de travail à faire.

En particulier au niveau transfrontalier où il faudra, par exemple, intensifier les exercices de crise entre la Suisse et l'Allemagne, entre la Belgique et la France ou encore entre la Belgique et l'Allemagne, pour ne citer que ces pays... C'est d'ailleurs dans ce sens que WGE développe actuellement un guide pratique pour la coordination transfrontalière, proposant ce que chaque pays devrait faire avant un accident, afin d'être prêt si celui-ci venait à se produire.

Aujourd'hui, voyez-vous des facteurs particuliers qui pourraient freiner la mise en œuvre de l'approche HERCA-WENRA ?

Oui, la question du coût et de la faisabilité revient le plus souvent. Pour préparer une évacuation sur 20 km ou distribuer des comprimés d'iode sur 100 km, en particulier, il faut effectuer des analyses détaillées et prendre en compte une multitude de paramètres. C'est d'autant plus le cas au niveau transfrontalier: si un pays doit financer la mise en place de mesures dans un autre pays, cela devient très compliqué...

D'autre part, de nombreuses difficultés sont liées aux modes d'organisation nationale entre autorités de sûreté nucléaire et de radioprotection et autorités de protection civile. En général, la sécurité civile n'est pas rattachée au même département ou à la même direction que la sûreté nucléaire ou la radioprotection. Les relations ne sont pas toujours suffisamment établies entre les différentes parties prenantes. Cela rend plus complexe l'échange d'information et la coordination des actions et peut poser problème en situation d'urgence.

Mais je note aussi des facteurs favorables au développement de l'approche HERCA-WENRA. Il y a, aujourd'hui, une vraie demande d'information, et cela contribue à faire avancer les choses. ♡

A NOS LECTEURS

Retrouvez l'ensemble des numéros de la revue **Contrôle** sur www.asn.fr - rubrique Publications.
Ils sont également consultables au Centre d'information du public de l'ASN :
15, rue Louis Lejeune - 92541 Montrouge Cedex – Tél. : 33 (0)1 46 16 41 54

La revue CONTRÔLE

100/101	La communication (07.1994)
102	Les déchets faiblement et très faiblement radioactifs (12.1994)
103	Le rapport d'activité 1994 de la DSIN (02.1995)
104	Les commissions locales d'information (04.1995)
105	La sûreté des réacteurs du futur, le projet EPR (06.1995)
106	L'organisation du contrôle de la sûreté et de la radioprotection (08.1995)
107	Les réacteurs en construction – le palier N4 (10.1995)
108	La crise nucléaire (12.1995)
109	L'activité en 1995 de la DSIN (02.1996)
110	Le retour d'expérience des accidents nucléaires (04.1996)
111	Les rejets des installations nucléaires (06.1996)
112	Les exercices de crise (08.1996)
113	Déchets radioactifs: les laboratoires souterrains de recherche (10.1996)
114	La communication sur les incidents nucléaires (12.1996)
115	L'activité de la DSIN en 1996 (02.1997)
116	La sûreté du cycle du combustible 1re partie (04.1997)
117	La sûreté du cycle du combustible 2e partie (06.1997)
118	La gestion des déchets très faiblement radioactifs (08.1997)
119	Le démantèlement des installations nucléaires (10.1997)
120	Le transport des matières radioactives (12.1997)
121	L'activité de la DSIN en 1997 (02.1998)
122	Le contrôle de la construction des chaudières nucléaires (04.1998)
123	Radioprotection et INB (06.1998)
124	Les relations internationales bilatérales (08.1998) 
125	25 ans de contrôle de la sûreté nucléaire (11.1998) 
126	La gestion des matières radioactives et son contrôle (12.1998)
127	La sûreté nucléaire en 1998 (03.1999)
128	Les réacteurs expérimentaux et de recherche (04.1999)
129	Le vieillissement des installations nucléaires (06.1999)
130	Sites contaminés et déchets anciens (08.1999)
131	Les systèmes informatiques dans l'industrie nucléaire (10.1999)
132	Le retour d'expérience des exercices de crise nucléaire (01.2000)
133	La sûreté nucléaire en 1999 (03.2000)
134	La gestion des déchets radioactifs: l'état des recherches début 2000 (04.2000)
135	Les relations internationales multilatérales (06.2000) 
136	Le risque d'incendie dans les installations nucléaires (09.2000)
137	Les rejets des installations nucléaires (11.2000)
138	Le plutonium (01.2001)
139	Rapport sur la sûreté nucléaire en France en 2000 (03.2001)
140	L'homme, les organisations et la sûreté (05.2001)
141	Sûreté nucléaire et transparence (07.2001)
142	La protection contre les risques externes (09.2001)
143	Le contrôle de l'utilisation des rayonnements ionisants (11.2001)
144	L'inspection des installations nucléaires (01.2002)
145	Rapport sur la sûreté nucléaire en France en 2001 (03.2002)
146	Transport des matières radioactives (05.2002)
147	Les réexamens de la sûreté des installations nucléaires (07.2002)
148	La radioprotection des patients (10.2002)
149	La surveillance radiologique de l'environnement (11.2002)
150	Sûreté et compétitivité (01.2003)
151	La sûreté nucléaire et la radioprotection en France en 2002 (03.2003) 
152	Le démantèlement des installations nucléaires: le nouveau panorama (05.2003)
153	Le radon: évaluation et gestion du risque (06.2003)
154	Les enjeux de la maintenance (09.2003)
155	Les études probabilistes de sûreté (11.2003)
156	Épidémiologie et rayonnements ionisants (01.2004)
157	Rapport de l'ASN sur la sûreté nucléaire et la radioprotection en France en 2003: extraits (03.2004)

158	La radioprotection des travailleurs (05.2004)
159	L'harmonisation de la sûreté nucléaire en Europe (07.2004)
160	La recherche en sûreté nucléaire et en radioprotection (09.2004)
161	Contamination radioactive: quelles actions pour les sites pollués? (11.2004)
162	La sûreté du cycle du combustible (01.2005)
163	Rapport de l'ASN sur la sûreté nucléaire et la radioprotection en France en 2004: extraits (03.2005) 
164	Le réacteur EPR (05.2005)
165	La gestion des déchets radioactifs en France (07.2005)
166	Contrôler la sûreté nucléaire et la radioprotection (09.2005)
167	La radioprotection internationale: les acteurs internationaux (12.2005)
168	Le risque (02.2006)
169	Rapport de l'ASN sur la sûreté nucléaire et la radioprotection en France en 2005: extraits (03.2006) 
170	La radioprotection internationale: les Autorités nationales de radioprotection (05.2006) 
171	Protéger la population en situation d'urgence (07.2006)
172	La radioprotection des patients: pour une meilleure prise en compte de la radioprotection des patients dans les pratiques médicales (09.2006)
173	L'utilisation de sources radioactives dans l'industrie et la recherche (12.2006)
174	La sûreté des transports des matières radioactives (02.2007)
175	Rapport de l'ASN sur la sûreté nucléaire et la radioprotection en France en 2006: extraits (04.2007) 
176	Les réacteurs expérimentaux et leur contrôle (07.2007)
177	Les rejets radioactifs en France (11.2007)
178	Les relations entre l'ASN et les différents acteurs, un an après la loi TSN (01.2008) version sur www.asn.fr
179	Rapport de l'ASN sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France en 2007: extraits (04.2008) 
180	La gestion post-accidentelle d'un accident nucléaire (07.2008)
181	Le démantèlement des installations nucléaires de base (11.2008)
182	Contrôle du nucléaire: l'inspection par l'ASN (02.2009)
183	Rapport de l'ASN sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France en 2008: extraits (04.2009) 
184	La poursuite d'exploitation des centrales nucléaires (07.2009)
185	La sécurité des traitements en radiothérapie externe (12.2009) 
186	Le contrôle des équipements sous pression des réacteurs nucléaires (02.2010)
187	Extraits du Rapport de l'ASN sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France en 2009 (04.2010) 
188	La surveillance de la radioactivité de l'environnement (06.2010)
189	La construction d'un pôle européen de la sûreté nucléaire et de la radioprotection (11.2010) 
190	La gestion des déchets radioactifs: avancées et perspectives (02.2011) 
191	Extraits du Rapport de l'ASN sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France en 2010 (04.2011) 
192	Imagerie médicale: maîtriser les expositions aux rayonnements ionisants (07.2011) 
193	La sûreté des transports de substances radioactives (03.2012) 
194	Extraits du Rapport de l'ASN sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France en 2011 (06.2012) 
195	La gestion des sites et sols pollués par de la radioactivité (11.2012) 
196	Extraits du Rapport de l'ASN sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France en 2012 (04.2013) 
197	La nouvelle réglementation pour les INB, la protection des INB contre les inondations externes et la dose au patient (03.2014)
198	La poursuite de fonctionnement des centrales nucléaires, la maîtrise du risque incendie et la gestion du risque lié au radon (11.2014)

 numéro disponible en version anglaise.

Contrôle

LA REVUE TECHNIQUE DE LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE ET DE LA RADIOPROTECTION

15, rue Louis Lejeune, 92120 Montrouge
Diffusion : Tél. : 33 (0)1 46 16 41 54 – E-mail : info@asn.fr

Directeur de la publication : **Pierre-Franck CHEVET**, président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Directeur de publication délégué : **Alain DELMESTRE**

Rédactrice en chef : **Marie-Christine BARDET**

Secrétaire de rédaction : **Fabienne COVARD**

Ont collaboré à ce numéro : **Cécile COUTURIER, Élodie SEGHERS**

Réalisation de la couverture : Rouge Vif/photos : bâtiment réacteur Bugey 1 en démantèlement © ASN/N. Robin ; Drapeaux européens à Bruxelles © Istock/Jorisvo ;
Vue de la centrale nucléaire de Nogent-sur-Seine © EDF/Marc Didier – ISSN : 1254-8146 – Commission paritaire : 1294 AD – Réalisation : Rouge Vif - 23865 –
Imprimerie : Fabrègue, 87500 Saint-Yrieix-la-Perche.

UNE EXPOSITION ASN/IRSN

RADIO-
ACTIVITÉ

Des centaines
de questions,
une exposition

PROGRAMME DES RENCONTRES

Mardi 20 septembre 2015

« La durée de vie des centrales nucléaires »

Jeudi 8 octobre 2015

« 30 ans après Tchernobyl, 3 ans après Fukushima, quelles sont les leçons retenues ? »

Dimanche 11 octobre toute la journée

ANIMATIONS lors du film « Le nucléaire »

Mardi 27 octobre 2015

« Dispositif d'alerte et de protection des populations »

Jeudi 19 novembre 2015

« Des rayons pour soigner »

Questions
subsidiaries

RADIO- ACTIVITÉ

Qu'est-ce que la radioactivité ?

Quel est ce phénomène naturel ?

Comment s'en sert-on ?

Comment fonctionne une centrale ?

Quels sont les risques ?

Comment s'en protège-t-on ?



CONFÉRENCE - DÉBAT

« Des rayons pour soigner »

Jeudi 19 novembre 2015 à 19 h 30



EXPOSITION GRATUITE

JUSQU'AU 21 DÉCEMBRE 2015

au Palais de l'Univers et des Sciences de Cappelle-la-grande (près de Dunkerque)

Du mardi au vendredi de 9h à 18h30 / Le samedi et dimanche de 14h à 19h