

Comment gérer tous les déchets radioactifs de façon sûre, claire et exhaustive

How to manage all radioactive waste safely, transparently and comprehensively

par **Philippe Bodénez**, Sous-direction des installations nucléaires de recherche, démantèlement, sites pollués et déchets radioactifs – Autorité de sûreté nucléaire (ASN)

Les activités nucléaires ont produit et vont produire des déchets radioactifs pour lesquels des solutions de gestion à long terme doivent être disponibles. Ces solutions de gestion doivent être développées en limitant la charge pour les générations futures tout en bénéficiant d'un niveau élevé de sûreté et de l'assentiment du public.

Les déchets radioactifs sont classés en fonction de leur niveau d'activité et de leur période radioactive. La classification des déchets est donc basée sur les propriétés des déchets, mais aussi selon les filières de gestion, disponibles ou à l'état de projet. En France, la classification des déchets s'établit de la manière suivante :

Filières d'élimination existantes ou à venir pour les principaux déchets solides radioactifs

activité	période	très courte durée de vie (période < 100 jours)	courte durée de vie (VC) (période < 30 ans)	longue durée de vie (VL)
très faible activité (TFA)		gestion par décroissance radioactive	stockage dédié en surface filières de recyclage	
faible activité (FA)			stockage en surface (Centre de stockage de l'Aube) sauf déchets tritiés, sources scellées (à l'étude)	stockage dédié en subsurface à l'étude
moyenne activité (MA)				filières à l'étude dans le cadre de l'article L.542 du code de l'environnement (loi du 30 décembre 1991)
haute activité (HA)			filières à l'étude dans le cadre de l'article L.542 du code de l'environnement (loi du 30 décembre 1991)	

Les déchets radioactifs à durée de vie très courte sont produits par des activités de recherche biomédicales, pour le marquage de molécules par exemple, ou par les services de médecine nucléaire pour des activités de diagnostic ou thérapeutiques. Ils sont entreposés dans l'attente de leur décroissance radioactive puis traités dans des filières de gestion conventionnelles.

Les déchets de très faible activité sont principalement issus de l'exploitation et du démantèlement des installations nucléaires. L'ANDRA dispose pour ces déchets d'un centre de stockage opérationnel depuis 2003 à Morvilliers (Aube), le centre de stockage des déchets de très faible activité (TFA).

Les déchets de faible et moyenne activité à vie courte sont principalement issus de l'exploitation des installations nucléaires et sont stockés au centre de stockage des déchets de l'ANDRA de

Soulaines, après un éventuel traitement visant à réduire leur volume (incinération ou fusion pour les métaux).

Executive Summary

Nuclear activities produce waste that has to be managed in such a way to preserve the environment and to limit the burden for future generations. The Nuclear Safety Authority (ASN) draws up the radioactive waste management regulations and monitors the application of these regulations in radioactive waste management facilities, primarily ANDRA's waste repositories. The ASN is concerned that there is no operational solution for the management of certain types of radioactive waste. As a result of the preparatory work for the National Plan for Radioactive Waste Management and Recoverable Materials (PNGDR-MV), it has become apparent that by 2012, a repository for low-level, long-lived waste will have to be provided. Likewise, final management solutions for sealed sources need to be implemented as a matter of urgency. Recognition needs to be given to ANDRA's public service mission that consists of taking on board waste on behalf of producers who have defaulted financially. Lastly, Parliament needs to adjudicate on the solutions for managing all forms of radioactive waste by the deadline of 2006.

Les déchets de faible activité à vie longue sont principalement constitués des déchets de graphite qui seront produits lors du démantèlement des centrales nucléaires utilisant la technologie uranium naturel graphite gaz (UNGG), et de déchets radifères issus du traitement de minerais chargés en radium (monazite, terres rares, uranium...).

Les déchets de moyenne activité à vie longue et les déchets de haute activité sont principalement issus du traitement des combustibles irradiés du secteur électronucléaire. Ces déchets sont également produits par certaines installations nucléaires de recherche.

La classification ci-dessus ne prend pas en compte l'existence des **déchets à radioactivité naturelle renforcée**, produits par des industries n'utilisant pas les propriétés radioactives des matériaux, mais ayant tendance à reconcentrer la radioactivité naturelle présente dans ces matériaux dans les déchets. Il convient également de citer le cas des **résidus miniers des activités de traitement du minerai d'uranium** qui, s'ils présentent des activités très faibles, représentent un volume important au regard des autres types de déchets.

Le rôle de l'Autorité de sûreté nucléaire

Pour sa part, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), chargée du contrôle de la sûreté des installations nucléaires de base, et chargée du contrôle de la radioprotection pour l'ensemble des installations et activités nucléaires, élabore, en cohérence avec la réglementation générale applicable aux déchets, la réglementation relative à la gestion des déchets radioactifs. Elle contrôle directement l'organisation générale mise en place par l'ANDRA pour la conception et l'exploitation des centres de stockage ainsi que pour l'acceptation des déchets des producteurs dans ces centres. Elle apprécie la politique et les pratiques de gestion des déchets mises en œuvre dans l'ensemble des activités nucléaires.

L'ASN a trois préoccupations :

- la sûreté de chacune des étapes de la gestion des déchets radioactifs (production, traitement, conditionnement, entreposage, transport et élimination des déchets) ;
- la sûreté de la stratégie globale de gestion des déchets radioactifs, en veillant à la cohérence d'ensemble ;
- le développement de filières de gestion adaptées

à chaque catégorie de déchets, tout retard dans la recherche de solutions d'élimination des déchets conduisant à multiplier le volume et la taille des entreposages sur site.

Certains déchets ne disposent pas d'une filière de gestion opérationnelle

Certains déchets radioactifs ne disposent pas de filière de gestion à long terme. C'est pourquoi, reprenant une recommandation de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, l'ASN a proposé en 2003 d'étudier la faisabilité d'un Plan national de gestion des déchets radioactifs. La ministre de l'écologie et du développement durable a annoncé le lancement du plan en Conseil des ministres le 4 juin 2003. L'ASN a piloté l'élaboration, pour les pouvoirs publics, du Plan national de gestion des déchets radioactifs et des matières valorisables. Le Plan national des déchets radioactifs et des matières valorisables sera mis en ligne sur le site internet de l'ASN à l'été aux fins de consultation du public. Une version définitive du plan devrait être disponible en fin d'année 2005.

Une première conclusion du projet de PNGDR-MV porte sur la nécessité de disposer à l'horizon 2012 d'une filière de gestion à long terme pour les déchets de faible activité à vie longue, constitués principalement des déchets de graphite qui seront produits par le démantèlement des réacteurs uranium graphite gaz et des déchets radifères issus du traitement de terres rares et des minerais d'uranium ou de zircon. A cet égard, le projet de Plan national de gestion des déchets radioactifs et des matières valorisables recommande la recherche d'un site pour que l'ANDRA poursuive les études de sûreté relatives au projet de stockage des déchets de faible activité à vie longue.

Une autre conclusion porte sur la nécessité de déterminer des filières de gestion appropriées pour les sources radioactives scellées usagées, pour lesquelles la procédure de retour vers le fournisseur et leur fabricant conduit à entreposer des dizaines de milliers de sources en attendant une solution de gestion définitive. Même si elles représentent un volume relativement faible, leur caractère potentiellement attractif, le maintien de leur intégrité dans le temps et, pour certaines, leur longue durée de vie (période radioactive supérieure à 30 ans) limitent les possibilités de les prendre en charge dans les stockages de surface du type du Centre de stockage

des déchets de faible et de moyenne activité de l'Aube. L'ASN devra rester vigilante quant au devenir des sources scellées usagées en l'absence de filière de stockage définitif, tout en veillant à ce que les solutions proposées présentent toutes les garanties suffisantes en matière de sûreté et de radioprotection.

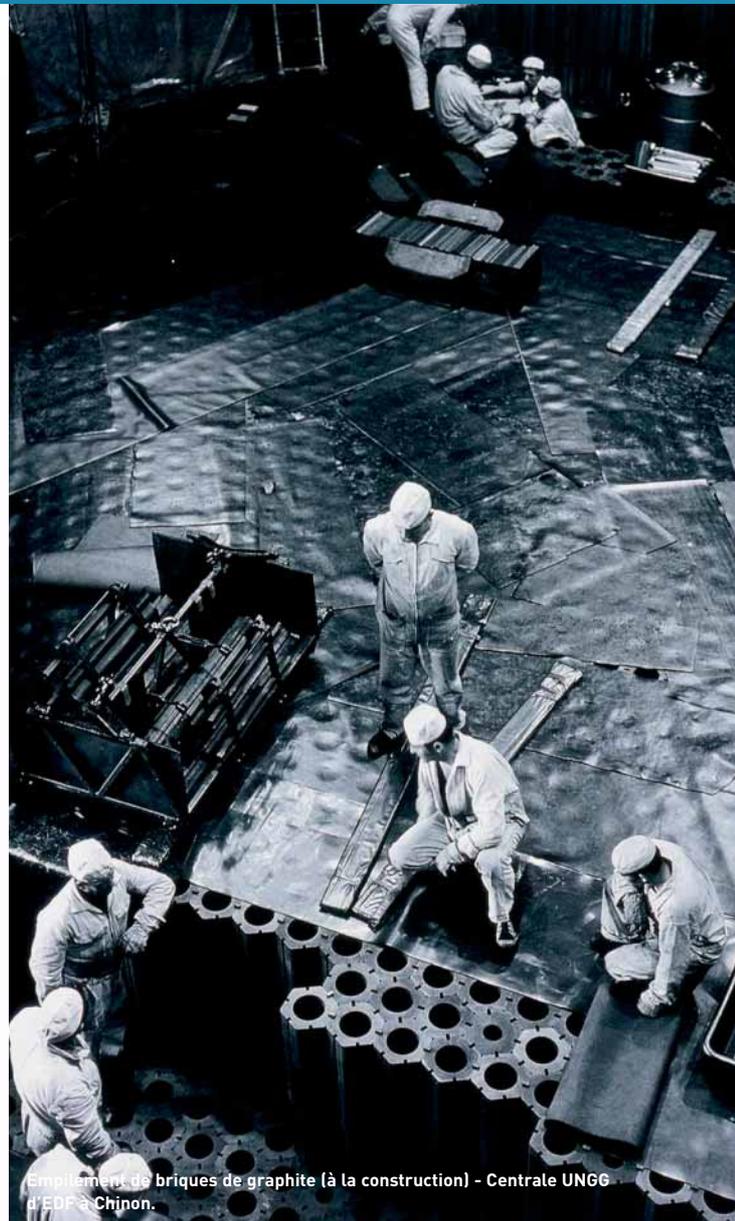
Enfin, le projet de plan propose que la mission de service public de l'ANDRA soit reconnue de façon que tous les types de déchets radioactifs, y compris les déchets à responsable défaillant, puissent être gérés à long terme de manière sûre. En effet, il existe des objets radioactifs (paratonnerres au radium ou à l'américium...) pour lesquels le coût de la gestion dans une filière dédiée peut être un obstacle à leur prise en charge par l'ANDRA, y compris quand il existe des solutions techniques d'entreposage. Sont également concernés les déchets issus du traitement de sites pollués par des substances radioactives. Les conditions de transfert de responsabilité de ce type de déchets à l'ANDRA devront être étudiées. De même, la reconnaissance de cette mission passe par la possibilité de faire appel, si nécessaire, à un financement public.

Le cadre pour la gestion des déchets de haute activité et à vie longue

La loi du 30 décembre 1991, votée à l'initiative de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, prévoit que des recherches soient engagées sur 3 axes : la séparation et la transmutation des radionucléides à vie longue, le stockage en formation géologique profonde et l'entreposage de longue durée.

A l'issue du délai fixé par la loi, les acteurs de la recherche sont au rendez-vous et remettront en juin 2005 une première version de leur rapport final, permettant aux évaluateurs de rendre un avis au début de l'année 2006 sur les travaux entrepris. L'ASN remettra au début de l'année 2006 un rapport sur la sûreté et la radioprotection des différentes solutions de gestion proposées.

Il faut garder en tête que le rendez-vous de 2006 au Parlement n'est pas la fin d'un processus. Il doit permettre de préparer l'avenir. Si, comme le propose l'Office Parlementaire, le Parlement prend des décisions de principe sur la transmutation, le stockage géologique et l'entreposage de longue durée, l'ASN aura à se prononcer sur les demandes d'autorisation qui en résulteront.



Empilement de briques de graphite (à la construction) - Centrale UNGG d'EDF à Chinon.

Ainsi, s'agissant du stockage géologique, l'ASN aurait à instruire un dossier déposé par l'ANDRA vers 2011. Mais des questions demeurent. Par exemple, que signifie exactement le concept de réversibilité appliqué à un stockage souterrain : quels rendez-vous ? quelles durées ? pour répondre à quels besoins et à quelles aspirations ? la réversibilité peut-elle être éternelle, au point de remettre en cause la notion et, peut-être à long terme, la sûreté d'un stockage souterrain ?

D'autres aspects méritent également d'être discutés, comme le financement de la gestion à long terme des déchets et les mécanismes permettant de garantir, le moment venu, la disponibilité des fonds. De même, la prise en compte des attentes des citoyens, notamment des habitants vivant à proximité des installations de gestion à long terme des déchets radioactifs, doit être débattue.

Perspectives

Il importe que le Parlement puisse se prononcer en 2006 sur la gestion des déchets de haute activité et à vie longue. Afin de ne pas limiter l'intervention du Parlement aux seuls déchets de haute activité et à vie longue, le Plan national de gestion des déchets radioactifs et des matières valorisables (PNGDR-MV) pourrait être annexé au projet de loi et être visé par un article qui en approuverait les orientations. Ce plan doit constituer un élément essentiel pour une gestion sûre, claire et exhaustive pour l'ensemble des déchets radioactifs. ■

Méthodologie de l'inventaire national et principaux résultats

National inventory methodology and main findings

par **François Jacq**, directeur général et **Arnaud Grevoz**, directeur sûreté, qualité et environnement –
Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (ANDRA)

La loi du 30 décembre 1991, en créant l'ANDRA en tant qu'établissement public autonome, lui a confié la mission de "répertorier l'état et la localisation de tous les déchets radioactifs se trouvant sur le territoire national". Depuis lors, l'Agence publiait périodiquement un recensement des déchets présents en France. Le "rapport de l'Observatoire" de l'ANDRA est devenu au fil des ans la publication de référence dans le domaine de l'inventaire des déchets radioactifs, mise à la disposition du plus large public. Il présentait les différents sites détenant des déchets, de toute nature, et s'était progressivement enrichi au fur et à mesure des années en incluant de nouvelles thématiques.

Une première édition accessible à un large public

A la suite des conclusions de la mission confiée à Yves Le Bars, le gouvernement a demandé en 2002 à l'ANDRA d'enrichir ce travail, et de constituer un Inventaire national de référence, intégrant une dimension comptable et prospective. Une subvention pluri-annuelle a été accordée à l'Agence pour en assurer le financement. Les travaux ont dès lors pu commencer, sous la conduite d'un comité de pilotage réunissant des représentants des pouvoirs publics (ministères en charge de l'industrie et de l'environnement, Autorité de sûreté nucléaire), des représentants de producteurs de déchets de l'industrie électronucléaire ou non (CEA, COGEMA, EDF, Rhodia), l'ANDRA et, à titre d'observateurs, des représentants de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques et de la Commission nationale d'évaluation.

Les travaux ont nécessité d'interroger les producteurs de déchets de toute origine (y compris les producteurs de petite taille, issus du monde hospitalo-universitaire ou de l'industrie) sur les stocks de déchets qu'ils détenaient le 31 décembre 2002, mais également sur le devenir prévu pour ces déchets et sur les modes de conditionnement envisagés. L'ensemble de ces données ont été recoupées entre les différentes sources disponibles, et intro-

duites dans une base de données centralisée. Par ailleurs, un groupe de travail associant les producteurs et l'ANDRA a permis d'établir des prévisions de production de déchets pour les années 2010, 2020, mais également pour les déchets de démantèlement des installations actuelles, ainsi que pour les combustibles usés déchargés des centrales après 2020.

La première édition de l'Inventaire national des déchets radioactifs et des matières valorisables, qui succède désormais au rapport de l'Observatoire, est parue le 22 novembre 2004. Elle a été présentée à la presse par le ministre délégué à l'industrie, qui a marqué à cette occasion son attachement à ce que cette démarche soit poursuivie.

L'Inventaire se présente sous forme de différents fascicules, adaptés à des niveaux de lecture différents : un résumé destiné à un large public, un rapport de synthèse ayant les données détaillées, un volume présentant les déchets par famille présentant des caractéristiques communes (de niveau de radioactivité, de conditionnement, d'origine) et des brochures présentant les sites comportant des déchets et l'inventaire associé. Une volonté de clarté et de pédagogie a présidé à la rédaction de l'ensemble de ces rapports. Un cédérom rassemble le tout. Les documents sont disponibles sur simple

Executive Summary

Since ANDRA was set up as an independent public establishment in 1991, it has regularly published its "Observatory report", its survey of the radioactive waste held on French territory. In 2002 the Government asked ANDRA to draw up a reference inventory that would include both accounting and forward-looking approaches. The first edition of this inventory was published in November 2004. The inventory classifies the waste into one hundred or so families by characteristics, counting the waste in equivalent conditioned volume. This inventory has revealed that as it stands, 84% of the radioactive waste produced can be dealt with by an operational management process, and that the other waste essentially derives from the research provided for by the act of 30 December 1991. The next version of the national radioactive waste and recoverable material inventory will be published in 2006.

demande, par écrit ou sur le site internet de l'ANDRA (www.andra.fr). Ils sont également téléchargeables sous format électronique.

La première édition de l'Inventaire national des déchets radioactifs et des matières valorisables, édition 2004, présente pour la première fois un panorama complet des déchets radioactifs sous plusieurs angles complémentaires : recensement par site, par types de déchets, par activité productrice. Elle comporte des évaluations à caractère prospectif, à la fois sur les volumes de déchets produits dans l'avenir mais également sur les procédés industriels de traitement et de conditionnement que les producteurs comptent mettre en œuvre. Aucun document ne réunissait jusqu'ici l'ensemble de ces données sous une forme accessible à un large public.

Résultats du recensement

Les résultats du recensement montrent que, malgré une variété certaine dans leur niveau de radioactivité et leur mode de conditionnement, les déchets peuvent être classés dans un nombre maîtrisé de familles présentant des caractéristiques homogènes (une centaine). Ces familles peuvent être rattachées en règle générale à une filière de gestion, existante ou en projet. Seuls quelques cas particuliers (déchets "mixtes" mêlant toxiques chimiques et radionucléides, solvants organiques contaminés, etc.) n'ont pu être associés à une filière définie. Ils sont en général de faible ou très faible activité et représentent moins d'un millième du volume total des déchets.

Les déchets sont bien connus dans leur ensemble, la déclaration et le traitement des données pour les principaux volumes ne soulevant pas de difficulté particulière. Certains déchets anciens, issus des premières générations d'installations nucléaires, présentent cependant un niveau de caractérisation moindre qui s'améliorera au fur et à mesure des opérations de reprise et conditionnement dont ils doivent faire l'objet. Ces opérations sont présentées dans l'Inventaire, et les volumes de déchets correspondants pris en compte.

Le recensement a fait ces dernières années des progrès importants pour mieux identifier les producteurs du monde hospitalo-universitaire et de la recherche, répartis sur l'ensemble du territoire national et ne disposant pas d'une structure centralisée permettant de les comptabiliser dans leur globalité. Rappelons que l'ANDRA ne dispose pas de

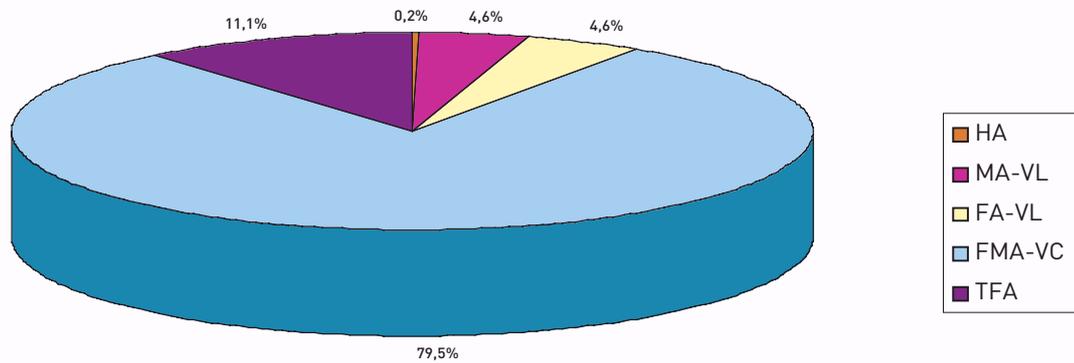
prérogatives réglementaires et s'appuie sur la déclaration de ces producteurs ainsi que sur ses propres investigations. L'Inventaire présente la liste de ceux qui ont été recensés par un patient travail de recoupement des données, ainsi que les radionucléides qu'ils manipulent ; ceux-ci sont souvent de vie très courte.

Difficultés soulevées par le recensement

Les principales difficultés soulevées par le recensement renvoient à des objets particuliers, souvent anciens. Un premier cas est celui des sources radioactives usagées, dont les détenteurs sont multiples ; elles doivent en principe être reprises par leur fournisseur mais une partie est d'ores et déjà identifiée comme étant des déchets. Les objets radioactifs installés chez des particuliers – paratonnerres, détecteurs de fumée – ne présentent pas de risque sanitaire mais sont difficiles à recenser de manière parfaitement exhaustive. D'autres déchets, tels que les anciens objets au radium à usage médical, ont été collectés dans le cadre de campagnes organisées par l'OPRI et l'ANDRA ; leur inventaire global est donc bien connu, mais des objets isolés, ayant échappé aux opérations passées, sont toujours susceptibles d'apparaître. Enfin, la liste des sites pollués par la radioactivité et identifiés par les pouvoirs publics est présentée dans l'Inventaire ; la liste des quarante-neuf sites recensés, dont certains sont déjà assainis, peut également évoluer si de nouveaux cas sont identifiés à l'avenir.

L'Inventaire recense les déchets en volume équivalent conditionné, c'est-à-dire en prenant en compte le volume du colis dans lequel le producteur les intègre ou prévoit de les intégrer. Cela permet de disposer d'une unité de compte homogène pour l'ensemble des déchets, autorisant des totalisations. Le volume total des déchets présents sur le territoire national et relevant d'une gestion française, c'est-à-dire en excluant ceux destinés à un retour à leur propriétaires étrangers, s'élève à fin décembre 2002 à 979 000 m³. Le graphique ci-dessous présente leur répartition par catégorie d'activité. Les déchets étrangers entreposés à La Hague, destinés à un retour aux clients de COGEMA, ne sont pas oubliés dans le rapport mais présentés séparément.

Les déchets qui disposent dès à présent d'une filière industrielle opérationnelle (Centres de stockage TFA et FMA de l'Aube) représentent 84 % du total. Hormis les cas marginaux déjà mentionnés,



Répartition des déchets radioactifs produits jusqu'en 2002, selon leur classification

les 16 % restants sont soit pris en compte dans le cadre des travaux de recherche prévus par la loi du 30 décembre 1991, soit inclus dans le projet de stockage destiné aux déchets radifères et graphites, soit font ou ont fait l'objet d'études de l'ANDRA visant à évaluer s'ils peuvent être pris en charge dans les filières existantes.

Le recensement est également présenté par activité industrielle et par secteur économique. La première notion renvoie à l'industriel qui produit ou qui détient, selon le cas, les déchets : industries du cycle du combustible, centrales de production

d'électricité, établissements de recherche publics (dont le CEA) ou privés, hôpitaux, industries diverses, centres d'études ou de production de la force de dissuasion, armées, entreposages et stockages. L'ensemble de ces activités représente 856 sites, sachant que l'essentiel de la radioactivité est concentré sur les deux sites de La Hague et Marcoule. La deuxième notion, le "secteur économique" associe chaque déchet à un besoin industriel ayant conduit à sa production ; quatre secteurs sont définis : électronucléaire, recherche (y compris pour l'électronucléaire) et médecine, défense nationale, industrie non électronucléaire.

Déchets de démantèlement postérieurs à 2020

	Installations AREVA	Installations EDF (parc actuel de centrales)	Installations CEA Civil (démantèlements jusqu'à 2050)	Installations de la Défense
MA-VL	1 000 à 3 000	5 000	1 000	0
FA-VL	0	2 500	0	5 100
FMA-VC	55 000	260 000	24 000	25 500
TFA	71 000	220 000	120 000	68 000

État des stocks de déchets

	Volumes existants 2002 stockés ou entreposés	Volumes prévisionnels 2010 stockés ou entreposés	Volumes prévisionnels 2020 stockés ou entreposés
HA	1 639	2 521	3 621
MA-VL	45 359	50 207	54 509
FA-VL	44 559	46 581	87 431
FMA-VC	778 322	913 900	1 196 880
TFA	108 219	247 981	515 991

En m³ équivalent conditionné



Vue aérienne du centre de stockage de l'Aube.

Une nouveauté : les évaluations prospectives

Les études prospectives sont un volet nouveau de l'Inventaire. Des prévisions de stocks détaillées ont été établies pour 2010 et 2020. Elles se fondent sur des scénarios prospectifs qui supposent une continuité des pratiques industrielles actuelles, sans rupture, en intégrant le cas échéant les évolutions déjà prévues. Au-delà de 2020, il est apparu délicat de formuler des hypothèses sur l'avenir de la filière électronucléaire ; l'Inventaire présente cependant les tonnes de combustibles usés déchargés par les réacteurs actuels, jusqu'à la fin de vie de chacun d'eux. Une première évaluation, globale, des déchets de démantèlement engendrés au-delà de 2020 a également été présentée ; elle nécessitera d'être affinée au fil des éditions futures.

Les résultats des évaluations prospectives montrent que la progression des volumes de déchets est maîtrisée, et d'un rythme globalement plus faible que par le passé. Cela est dû aux efforts de réduction des volumes entrepris par les producteurs dans les années 1990, particulièrement pour les déchets de faible et moyenne activité, à vie

courte ou longue. La seule augmentation significative à l'avenir est due au démantèlement des installations anciennes (premiers réacteurs électronucléaires et de défense, anciens laboratoires et usines du cycle du combustible), qui engendrera des volumes importants de déchets TFA.

L'Inventaire présente également les stocks et des prévisions pour les matières valorisables détenues par les principaux producteurs : uranium appauvri, uranium de traitement, uranium enrichi, combustibles neufs et usés, plutonium à usage civil, thorium. La plupart de ces matières, dites "nucléaires", sont déjà recensées par les pouvoirs publics de manière très précise, installation par installation, au titre du contrôle de la non prolifération. L'objectif n'est pas de constituer un doublon de cette comptabilité, qui a un caractère confidentiel. L'ANDRA a souhaité présenter une information synthétique, concernant uniquement les matières à usage civil dont le recensement n'est pas classifié, afin de compléter l'information sur les stocks de substance radioactive, au-delà des seuls déchets. Ceci constitue une nouveauté dans un document mis à la disposition du public.

L'Inventaire sera à nouveau publié début 2006, puis ultérieurement sur un rythme triennal. Un séminaire de discussion avec un large public a été organisé le 7 mars 2005, afin de recueillir les avis des lecteurs et de définir avec eux des pistes de progrès pour les éditions suivantes. Elle a été l'occasion de discuter des informations complémentaires à apporter dans l'Inventaire, portant notamment sur le rythme de reprise-conditionnement des déchets anciens, sur les démantèlements, sur les déchets du nucléaire diffus. Il a été souligné à cette occasion que l'Inventaire avait vocation à être un socle de connaissances sur les déchets, partagé par tous, et le support de l'action des pouvoirs publics dans ce domaine. ■

L'Inventaire national : un outil de référence

“L'Inventaire national des déchets radioactifs et des matières valorisables” associe deux approches complémentaires, le recensement géographique et l'inventaire comptable et prospectif. Doté de nombreux schémas et photographies, il se veut accessible à tous les publics. Véritable outil pour les professionnels du secteur, c'est aussi un instrument de gestion et d'aide à la décision pour les pouvoirs publics, et une source d'information pour les citoyens. Les institutionnels (parlementaires, collectivités, administrations, asso-

ciations...) ont reçu le document ; quant aux particuliers, ils peuvent le consulter et le commander gratuitement sur le site Internet de l'ANDRA : www.andra.fr.

Une nouvelle version paraîtra début 2006. Elle tiendra compte des commentaires et suggestions formulés par les professionnels, les associations et le public.

L'Inventaire sera ensuite actualisé tous les trois ans, comme la plupart des inventaires étrangers. ■



Les différents fascicules formant l'Inventaire.

Le moment est venu pour le Parlement de décider les principes d'une gestion durable des déchets radioactifs

The time has come for Parliament to decide on the principles to adopt for sustainable radioactive waste management

par **Christian Bataille**, député du Nord et **Claude Birraux**, député de Haute-Savoie, rapporteurs de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques

Après avoir joué un rôle clé depuis 1990 pour dynamiser les recherches sur la gestion des déchets radioactifs de haute activité à vie longue, le Parlement examinera, début 2006, un projet de loi fixant des orientations à long terme dans ce domaine. Comment le Parlement a-t-il suivi l'application de la loi de 1991 ? Comment se prépare-t-il à l'échéance de 2006 ? Que doit être son rôle dans la prise de décision ?

Notre rapport, adopté le 15 mars 2005 par l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, répond à ces questions et propose non seulement un cadre général de décision mais aussi les principes généraux d'une gestion durable des déchets radioactifs.

Le Parlement a déclenché l'effort de recherche indispensable

Étroitement inspirée du rapport de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques en décembre 1990, la loi du 30 décembre 1991 relative aux recherches sur la gestion des déchets radioactifs, a fixé un impératif de recherche sur une période de quinze ans avant toute décision sur la méthode retenue pour gérer les déchets radioactifs de haute activité à vie longue. Adoptée à la quasi-unani-

mité par les deux assemblées, la loi a également pris soin de spécifier les axes à explorer – séparation-transmutation (axe 1), stockage réversible ou irréversible dans des formations géologiques profondes (axe 2), conditionnement et entreposage de longue durée (axe 3) – afin de s'assurer qu'aucune solution ne serait laissée de côté.

Le rôle du Parlement ne s'est pas arrêté là, bien au contraire, puisqu'il a contrôlé l'application des dispositions votées en 1991.

Le Parlement a contrôlé l'application de la loi de 1991

Christian Bataille a assumé la mission prévue par la loi de 1991 de médiation sur l'implantation de laboratoires de recherche souterrains, à la demande du gouvernement de Pierre Bérégovoy, demande confirmée ensuite par le Gouvernement d'Edouard Balladur.

Pour sa part, l'Office parlementaire a suivi avec attention les recherches conduites en application de la loi, au travers de six rapports, adoptés de 1992 à 2001.

Réalisé pour répondre à la demande du Bureau de l'Assemblée nationale saisi par les présidents des quatre groupes parlementaires UMP, UDF, PS et CR, notre rapport intitulé "Pour s'inscrire dans la durée : une loi en 2006 sur la gestion durable des déchets radioactifs" adopté le 15 mars 2005 par l'Office parlementaire présente un ensemble de propositions fondées sur un travail de préparation commencé en septembre 2003. Avec cent quatre-vingt experts et responsables rencontrés dans six pays, soixante dix chercheurs auditionnés en France, plus de cinquante élus locaux rencontrés sur place et

Executive Summary

On the basis of their report adopted on 15 March 2005 by the Parliamentary Office for Scientific and Technological Choices Assessment, Mr Christian Bataille and Mr Claude Birraux, Members of Parliament present the conclusions which can be drawn from the main scientific results obtained during the 15 year period provided for by the Act of 30 December 1991 on the management of radioactive wastes.

The general principles of a sustainable management of radioactive wastes are then addressed which could be at the core of the Act to be adopted in 2006.

trois journées d'auditions publiques, notre rapport repose sur des sources originales, nombreuses et factuelles tant sur le plan scientifique que politique.

Les recherches conduites depuis 1992 démontrent la complémentarité de la séparation-transmutation, du stockage géologique réversible et de l'entreposage de longue durée

En 1991, le stockage définitif des déchets radioactifs avait la préférence de la filière nucléaire, tandis que les milieux de la recherche jugeaient possible en théorie la transmutation. Début 2005, les résultats de la recherche sont foisonnants, au point de se prêter à des interprétations contradictoires. Le rapport de l'Office déchire le voile et fournit des directions claires, assorties d'un calendrier de décision et de mise en œuvre.

Après la démonstration de sa faisabilité sur des quantités réduites, la transmutation des actinides mineurs s'impose comme l'objectif ultime - à l'horizon de 35-40 ans - de la gestion des déchets, puisqu'elle ramènera la période de radioactivité des résidus ultimes de plus de cent mille ans à moins de mille ans. Indispensable pour ne pas faire peser la charge de la gestion des déchets à vie longue sur les générations futures, le stockage géologique, qui peut être mis en service sous 20 ans en France, présente la meilleure sûreté pour les déchets HA-VL déjà conditionnés et les produits de fission issus

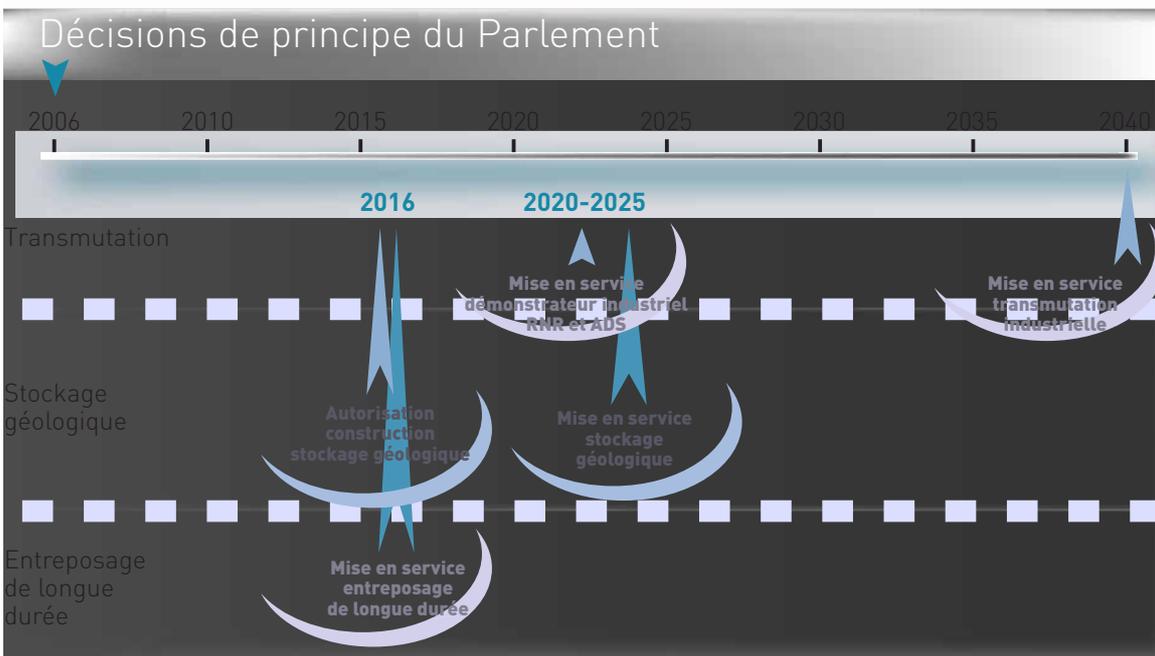
de la transmutation. Pouvant entrer en service sous 10 ans et donner la flexibilité au système de gestion, l'entreposage de longue durée est lui aussi indispensable pour les combustibles usés en attente de retraitement et les MOX usés, ainsi que pour les déchets de moyenne activité à vie longue MA-VL en attente d'une solution définitive.

L'Office parlementaire estime possible et indispensable la définition en 2006 des principes généraux de la gestion durable des déchets radioactifs

Ainsi que l'Office parlementaire l'a montré, la gestion des déchets radioactifs sera durable si elle inclut sept dimensions : information, recherche, valorisation, décisions de principe, logique d'ensemble, sécurisation du financement, renforcement de l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (ANDRA).

Premier élément, l'information sur les résultats de la recherche, totalement insuffisante, doit, d'urgence avant les débats publics, être améliorée en direction des élus et des populations.

Deuxième élément, les recherches devront être poursuivies. La transmutation exige la mise au point des réacteurs de Génération IV et des ADS. Les recherches sur le stockage géologique doivent se poursuivre à Bure, tandis que la construction d'un entreposage de longue durée permettra de tester les concepts mis au point.



Calendrier d'objectifs pour la loi de 2006



MM. Christian Bataille et Claude Birraux en mission aux États-Unis.

Troisième dimension, il est indispensable de valoriser, au plan national et local, les résultats déjà acquis ou futurs de la recherche par la création de pôles scientifiques et techniques à Bure et à Marcoule, en particulier, et d'engager une politique volontariste de création d'activités économiques dans les régions concernées par la gestion des déchets radioactifs.

Quatrième élément, il appartient au Parlement de prendre, par la loi de 2006, les décisions de principe selon lesquelles la France se fixe l'objectif de la transmutation à l'horizon 2040, recourt au stockage géologique avec l'objectif de sa mise en service en 2020-2025 et entreprend la construction d'un entreposage de longue durée pour 2016, l'application de ces décisions étant de la responsabilité du Gouvernement (voir calendrier, page précédente).

Cinquième élément, le Parlement doit valider par la loi le Plan national de gestion des déchets radioactifs et des matières valorisables (PNGDR-MV), qui assignera une filière à chaque type de déchets et assurera l'exhaustivité et la cohérence du système de gestion.

Mais l'ensemble de ces dispositions exige la garantie du financement à long terme de la recherche et de la gestion industrielle des déchets. C'est l'objet de la création – sixième dimension de la gestion durable – du Fonds de gestion des déchets radioactifs (FGDR), placé sous la responsabilité de l'État et alimenté par les producteurs de déchets.

Enfin, septième dimension de la gestion durable, l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (ANDRA) doit être renforcée dans ses structures, sa mission devant englober non seulement le stockage mais aussi l'entreposage à long terme de l'ensemble des déchets et des matières valorisables.

Il faut assumer nos responsabilités vis-à-vis des générations futures

Les orientations de notre rapport, adoptées par l'Office à l'unanimité moins une voix, ont reçu un excellent accueil à la Commission des affaires économiques de l'Assemblée nationale. Le ministre délégué à l'industrie a souligné pour sa part la grande qualité du travail de l'Office sur la gestion des déchets lors du débat en séance plénière du 13 avril au Sénat, suite à la question orale de notre collègue Henri Revol.

Constitué de dix-huit députés et dix-huit sénateurs désignés à la proportionnelle des groupes politiques, l'Office parlementaire n'est pas le Parlement mais sa vigie scientifique. Dépassant les clivages politiques et les enjeux à court terme, ses recommandations aux pouvoirs publics trouvent le plus souvent une traduction concrète dans la loi et les règlements.

Pour assumer nos responsabilités vis-à-vis des générations futures, l'Office parlementaire estime indispensables non seulement la poursuite de la recherche mais aussi la prise de décisions en 2006 et l'inscription de celles-ci dans la longue durée.

Dans le respect de la séparation des pouvoirs, il devrait revenir au Parlement de prendre des décisions de principe et au Gouvernement de les mettre en pratique, dans le cadre d'un calendrier d'objectifs figurant dans la loi.

Puisse notre pays définir ainsi, en 2006, la gestion durable des déchets radioactifs que la science et la technique nous permettent de mettre en place. ■

La préparation de la position du Gouvernement sur les déchets HAVL

Preparing the Government's position on HLLL waste

par **Cyrille Vincent**, chef du bureau politiques publiques et tutelle et **Arnaud Locufier**, adjoint au chef du bureau – Direction générale de l'énergie et des matières premières – DGEMP

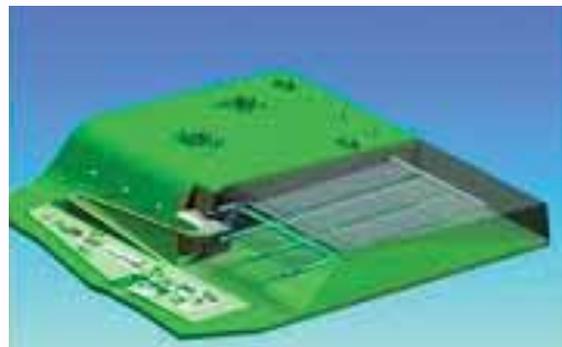
La loi du 30 décembre 1991 relative aux recherches sur la gestion des déchets radioactifs de haute activité à vie longue dispose qu'après quinze années de recherches, "le Gouvernement adressera au Parlement un rapport global d'évaluation de ces recherches accompagné d'un projet de loi". La loi de 1991 confie donc un rôle majeur au Parlement qui portera in fine la décision en 2006. Pour autant, il est de la responsabilité du Gouvernement de préparer un rapport synthèse explicitant sa position sur ce sujet accompagné d'un projet de loi. Pour ce faire, deux tâches successives doivent être menées : le Gouvernement doit d'abord s'assurer que tous les éléments nécessaires à sa décision et à celle du Parlement seront disponibles en temps utiles et formaliser ensuite sa position sous la forme d'un projet de loi.

S'assurer que tous les éléments nécessaires à une prise de position seront disponibles

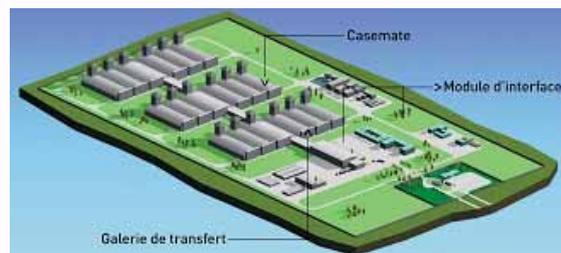
Un vaste programme de recherches sur les déchets de haute activité et de moyenne activité à vie longue a été initié par la loi de 1991 au travers de trois axes : la séparation poussée-transmutation, le stockage souterrain en couches géologiques profondes, l'entreposage de longue durée en surface. Près de 2,5 milliards d'euros ont ainsi été investis dans ces thématiques : 800 millions d'euros sur la transmutation, 1 milliard d'euros sur le stockage géologique, 700 millions d'euros sur l'entreposage de longue durée. Les résultats des recherches aujourd'hui disponibles constituent ainsi un socle de connaissances de tout premier ordre. Ils seront transmis au Gouvernement par les pilotes des axes, le Commissariat à l'énergie atomique (CEA) et l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (ANDRA), à l'occasion d'un colloque scientifique parrainé par les ministres de l'industrie et de la recherche fin juin 2005.

S'inspirant des grands principes établis par la loi du 30 décembre 1991, le Gouvernement souhaite par ailleurs que les résultats des recherches puissent

faire l'objet d'une évaluation scientifique de haut niveau et indépendante. Ainsi, la Commission nationale d'évaluation (CNE) remettra au Gouvernement début 2006 un rapport de synthèse, dressant le bilan des évaluations périodiques menées depuis le début des années 90. Par ailleurs, de façon à apporter une nécessaire vision internationale, les ministres de l'industrie et de la recherche ont demandé qu'une revue d'experts internationaux réunis sous l'égide de l'Agence pour l'énergie nu-



Vue d'ensemble d'un projet d'installation d'entreposage de longue durée en subsurface de déchets vitrifiés.



Vue d'ensemble d'un projet d'installation d'entreposage de longue durée en surface de combustibles usés.

Executive Summary

According to the Act of 30 December 1991 regarding research on the management of high-level, long-lived radioactive waste, "Before 30 December 2006, the Government will send Parliament a global report evaluating this research accompanied by a draft law". The Act of 1991 gives therefore a key role to the Parliament, who will take the decisions in the end. It is nonetheless the Government's duty to prepare the draft law. Two tasks are to complete to achieve this preparation: the Government shall ensure that all needed elements are available and then formalise its position in the draft law.



Niche expérimentale du laboratoire souterrain de l'ANDRA à Bure.

cléaire (AEN) de l'OCDE, puisse mener une expertise du dossier final de l'ANDRA. Enfin, au-delà de ces évaluations scientifiques, les résultats de recherche seront naturellement évalués par l'Autorité de sûreté nucléaire.

Au-delà, la thématique de la gestion des déchets radioactifs est un sujet important pour la santé publique et la protection de l'environnement, car les décisions qui seront prises sur ce sujet engagent la société pour de nombreuses années. Aussi est-il apparu indispensable au Gouvernement de compléter les éléments techniques disponibles par une synthèse des attentes et préoccupations de la société civile. Pour ce faire, les ministres en charge de l'industrie et de l'environnement ont saisi conjointement la Commission nationale du débat public (CNDP), autorité administrative indépendante, en février 2005. Celle-ci a accepté de mener une large consultation de la société civile sur ce sujet au dernier trimestre 2005 dont la synthèse sera réalisée début 2006 par le président de la CNDP. Dans ce cas précis, il ne s'agira pas d'un débat sur un projet particulier d'installation mais sur des options de politique générale, ainsi que le prévoit l'article L. 121-10 du Code de l'environnement.

Le rapport de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST)

L'implication de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST) sur le thème de la gestion des déchets radioactifs de haute activité, remonte à 1990 avec la publication du rapport de Christian Bataille qui a largement inspiré la loi du 30 décembre 1991, dont il fut également le rapporteur. Depuis, l'Office a publié plusieurs rapports consacrés à ce sujet dont le dernier présenté en mars 2005 s'intitule "Pour s'inscrire dans la durée : une loi en 2006 sur la gestion des déchets radioactifs". Celui-ci dresse une synthèse méticuleuse des résultats de recherche et l'éclaire par un panorama international très complet. Sur cette base, il propose un certain nombre de recommandations qui constituent autant d'éléments qui seront étudiés avec attention par le Gouvernement.

Préparer le projet de loi

De nombreux éléments scientifiques, techniques seront donc disponibles début 2006, complétés par les recommandations de l'Office parlementaire et les conclusions qui émergeront du débat public.

Sur la base de ces éléments, il reviendra au Gouvernement de définir les orientations qui seront retenues dans le cadre du projet de loi.

Au vu du nombre de ministères directement concernés par ce sujet (ministères de l'industrie, de la recherche et de l'environnement), un travail interministériel important sera préalable afin de définir le contenu exact de ce projet de loi. Dans l'attente des résultats des recherches, de leur évaluation ainsi que des conclusions du débat public, il n'est pas aujourd'hui possible de décrire de façon précise quelles pourront être les dispositions prévues dans ce projet de loi. En revanche, sa structure générale ainsi que les quelques grandes thématiques qu'il devrait aborder, peuvent d'ores et déjà être mentionnées en se fondant notamment sur les préconisations faites par l'Office parlementaire.

Le projet de loi devra tout d'abord permettre d'avancer dans la définition d'une solution de gestion sûre et pérenne pour les déchets de haute activité à vie longue :

– Il est en effet nécessaire de valoriser le socle important de connaissances obtenues à l'issue de la loi de 30 décembre 1991. Ces résultats permettent en particulier de bien mettre en évidence le degré de maturité des trois axes de recherche, leurs caractéristiques principales et l'apport qu'ils pourraient avoir au sein d'une stratégie de gestion des déchets de haute activité à vie longue. La séparation poussée-transmutation offre par exemple des perspectives séduisantes pour le futur mais ne permet pas de s'affranchir de la définition d'une solution de gestion pour les déchets déjà conditionnés ou à produire dans les prochaines décennies, et pour les déchets résiduels qui demeureraient après transmutation. Pour gérer ces déchets, une décision devra donc être prise à partir des résultats obtenus sur les axes 2 (stockage) et 3 (entreposage).

– Il conviendra par ailleurs de garder à l'esprit que pour certaines catégories de déchets, une très grande majorité d'entre eux a déjà été produite (par exemple pour les déchets de moyenne activité à vie longue) et qu'il convient donc d'avancer en ce qui les concerne de façon progressive mais déterminée vers une gestion pérenne.

– Enfin, ces propositions techniques devront être élaborées en s'appuyant sur les principes généraux déjà existants en matière de gestion des déchets, de protection de l'environnement et de sûreté, notamment en privilégiant la notion de réversibilité.

Cette dernière permet aux générations actuelles d'assumer leur responsabilité, qui est de mettre en œuvre les meilleures technologies disponibles, tout en réservant aux générations futures la possibilité de faire mieux si le progrès scientifique le leur permet. Une telle souplesse apparaît tout à fait nécessaire dans le cadre d'une prise de décision prudente, raisonnée et modeste ; elle a notamment été centrale lors des décisions intervenues en 2001 en Finlande et sera également un élément clé des discussions à venir en 2006 en France.

La loi de 1991 avait initié le processus décisionnel devant mener à la définition d'une solution de gestion pour les déchets radioactifs de haute activité et de moyenne activité à vie longue. Elle n'a cependant défini que la première étape en fixant un jalon en 2006. *Le projet de loi devra donc préciser la suite du processus, les jalons à venir et les responsabilités à chaque étape de chacun des acteurs de la décision* (Parlement, Gouvernement,...). La progressivité et la lisibilité de ce processus apparaissent d'ores et déjà comme un impératif garant de l'acceptation sociale d'une solution de gestion.



Puits auxiliaire d'accès au laboratoire souterrain de l'ANDRA à Bure.



Plateforme de forage sur le site de Bure.



Chevalement du puits principal du laboratoire souterrain de l'ANDRA à Bure.

Le devenir de structures mises en place par la loi de 1991 constitue également un thème qui sera abordé par le Gouvernement au sein du projet de loi. Ainsi, il semble nécessaire de pouvoir continuer à bénéficier d'une évaluation des recherches par une commission indépendante. Le principe de l'accompagnement économique des territoires accueillant un laboratoire souterrain de recherche devra également être repris au sein du projet de loi, s'agissant d'une attente forte des populations locales. Les missions et l'organisation du Comité local d'information et de suivi (CLIS) pourront enfin être redéfinies de façon à améliorer les modalités d'information et d'implication des populations concernées par l'implantation d'un laboratoire souterrain de recherches.

Enfin, les réflexions du Gouvernement devraient également porter sur la *définition des responsabilités des différents acteurs de la loi* dans l'objectif d'organiser au mieux les décisions qui seront prises quant à la gestion des déchets radioactifs de haute activité et de moyenne activité à vie longue. Ces réflexions devront notamment conduire à la définition de schémas de financement permettant de garantir que les ressources financières nécessaires pour la prise en charge des déchets seront disponibles le moment venu.

Sur la base des éléments rassemblés, la position du Gouvernement sera finalisée début 2006 et devrait être transmise au Parlement sous la forme d'un projet de loi au début du second trimestre 2006. Il sera alors de la responsabilité du Parlement de se prononcer sur ce projet de loi et les propositions qu'il contient. Il apparaît en tout état de cause très important que nous puissions nous diriger vers la définition et la mise en service de solutions de gestion sûres et pérennes. Rappelons nous à ce titre une phrase issue du rapport de Messieurs Birraux et Bataille, qui synthétise de manière admirable les enjeux de cette échéance : *"il nous appartient, après avoir bénéficié de l'électricité nucléaire, de mettre en place le plus vite possible des solutions opérationnelles correspondant à la sûreté maximale"*. Il est ainsi du devoir de notre génération de progresser vers la mise en œuvre de solutions de gestion ; nous devons toutefois le faire de façon prudente et modeste, en privilégiant la réversibilité et en laissant aux générations qui nous succéderont la capacité d'intervenir si elles le souhaitent.

Conduire le débat de 2005/2006, c'est donc en conclusion tout simplement respecter le processus qui a été initié par la loi du 30 décembre 1991 :

- respecter la démarche de recherche, accepter ses limites et ses incertitudes,
- respecter le fonctionnement démocratique et le rôle du Parlement qui est l'acteur central dans le processus. La loi de 1991 a été saluée par tous les politologues comme une innovation majeure avec son expérimentation scientifique et politique. Il faut préserver cet acquis,
- respecter le caractère progressif voulu par la loi en sachant trouver des solutions graduées où se reconnaîtra le public et en ouvrant des perspectives cohérentes pour le développement à venir des recherches. ■



Vue du site du laboratoire de l'ANDRA à Bure.



L'avancement des recherches sur les déchets HAVL

Research progress into HLLL waste

par **Bernard Tissot**, président de la Commission nationale d'évaluation - CNE

Au moment où approche le terme des recherches entreprises dans le cadre de la loi du 30 décembre 1991, la Commission nationale d'évaluation (CNE) est à même aujourd'hui de présenter une synthèse partielle de son évaluation sur les recherches et les

résultats obtenus par les acteurs de la loi sur la gestion des déchets de moyenne et haute activité à vie longue (MAVL et HAVL).

Le CEA, pilote des recherches sur les axes 1 et 3 de la loi, a diffusé en décembre 2004 deux rapports de synthèse exposant l'ensemble des résultats obtenus sur la séparation et la transmutation d'une part et sur le conditionnement des déchets et l'entreposage de longue durée d'autre part.

L'ANDRA, pilote de l'axe 2 de la loi, n'a pas encore diffusé son rapport de synthèse, attendu pour fin juin 2005, mais a fourni à la CNE de nombreux documents préparatoires et lui a exposé un grand nombre des résultats déjà obtenus. Néanmoins, les travaux continuant sur le site et le laboratoire de Bure, tous les résultats des expériences en cours ne seront pas disponibles à cette date.

Axe 1 : Séparation et transmutation

La séparation et la transmutation des actinides et des produits de fission forment un cycle global dont la mise en œuvre ne peut être dissociée et nécessi-

Executive Summary

With the end of the research done under the act of 30 December 1991, the National Assessment Committee (CNE) is now able to give a first synthesis of its assessment.

Concerning the first field of research, partitioning, the research has been innovative and can be installed.

However, transmutation still has a long way to go especially since the research is now linked with the research on the future reactors which are just at the concept stage.

Concerning the 2nd field of research, deep geological disposal, CNE is satisfied with the work done on the Bure site and laboratory, but more research must be done to reach real deep geological disposal.

Concerning the 3rd field of research, research on radioactive waste packages have progressed even if some technical issues remain, but CNE believes that long term storage would constitute a burden on future generations.

The reports submitted in 2006 on research on high-level long-lived waste should allow the Parliament to determine a comprehensive strategy for the management of radioactive waste and spent fuel.

terait des usines de séparation et de fabrication des composants et des systèmes de transmutation.

La faisabilité scientifique de la séparation poussée des actinides a été établie avec succès par le CEA mais la démonstration de sa faisabilité technique n'est pas à ce jour terminée. Les tests et expériences sont en cours et le CEA, confiant sur leurs aboutissements, n'attend néanmoins pas de résultats complets avant la mi 2006.

La séparation des principaux produits de fission à vie longue (iode, technétium et césium) a été testée mais les perspectives pour leur transmutation sont peu encourageantes.

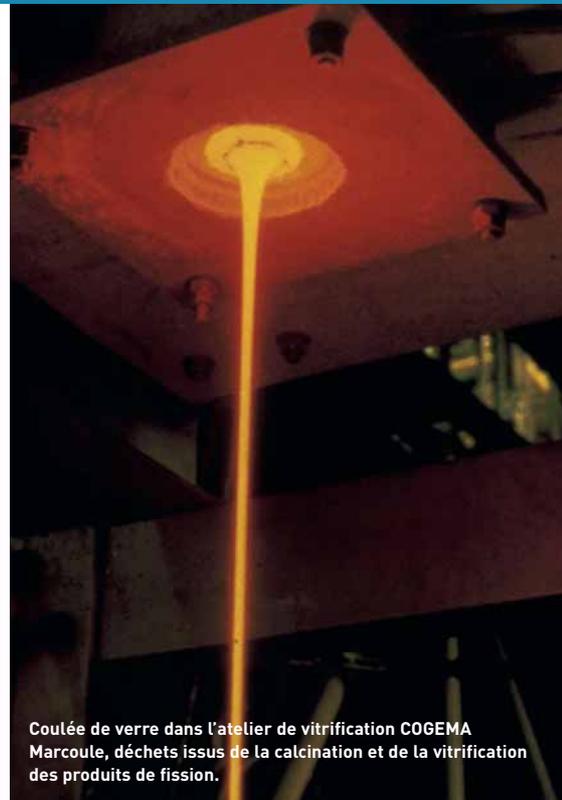
Globalement les recherches sur la séparation poussée ont été innovantes et se situent à un très bon niveau scientifique international. Bien qu'un long chemin reste à parcourir pour démontrer la faisabilité industrielle de la séparation, les recherches menées jusqu'alors ouvrent de vraies perspectives concrètes mais une mise en œuvre anticipée de la séparation poussée par rapport à l'échéance de la mise en œuvre de la transmutation poserait de réels problèmes, notamment d'entreposage des éléments séparés.

En ce qui concerne la transmutation, le multi-recyclage du plutonium et des actinides mineurs dans les réacteurs actuels à eau sous pression ou à neutrons thermiques est une opération techniquement très difficile et aux performances médiocres.

Deux types de systèmes sont à l'étude au niveau international : les réacteurs à neutrons rapides (RNR) et les systèmes pilotés par accélérateur de protons (ADS). Dans les deux cas, la faisabilité scientifique et technique de la transmutation est loin d'être établie pour tous les actinides (notamment le curium) même si quelques expériences positives ont été réalisées avec un RNR-sodium.

La gestion du curium, qui se forme en quantités importantes avec le recyclage du plutonium et des autres actinides, est un problème crucial qui reste entièrement à résoudre. De plus, la transmutation des actinides déjà vitrifiés (la reprise des colis de déchets HAVL) n'est certes pas totalement impossible mais guère envisageable.

La Commission considère donc qu'on ne dispose pas à ce jour d'un système dont la faisabilité en situation de transmutation est démontrée. La transmutation est un espoir qui repose sur des machines



Coulée de verre dans l'atelier de vitrification COGEMA Marcoule, déchets issus de la calcination et de la vitrification des produits de fission.

qui n'existent pas à ce jour, qu'elles appartiennent à la (aux) filière(s) des réacteurs de génération IV ou à celle des ADS.

Axe 2 : stockage en formation géologique profonde

Les évaluations de la Commission sur les recherches conduites pour l'axe 2 n'ont pas encore un caractère définitif dans la mesure où des investigations importantes dans le laboratoire de Bure sont en cours et des résultats également essentiels sont attendus suite à des expériences in situ qui ont débuté en janvier 2005. Par ailleurs, la Commission ne dispose pas encore des rapports finaux de l'ANDRA.

Les investigations et mesures déjà conduites sur le site de Bure lors de campagnes de géophysique, de forages directs et déviés, ou lors du creusement des puits, de la niche et des galeries de fond et les mesures déjà conduites sur les carottes de roches ou in situ mettent en évidence d'une part l'absence de signes faisant craindre des défauts rédhibitoires et d'autre part de nombreux caractères favorables de la couche d'argilite du Callovo-Oxfordien pour accueillir des installations de stockage géologique : continuité horizontale de la couche hôte, homogénéité, absence de fractures conductrices, faible perméabilité, forte capacité de rétention des argiles, milieu réducteur, tenue mécanique suffisante, faibles écarts de potentiels entre aquifères



Centrale de Phenix – EDF.

encadrant la couche, vitesse de l'eau très lente au sein de ces aquifères.

L'architecture modulaire et en arborescence proposée par l'ANDRA pour les installations d'un éventuel stockage est considérablement simplifiée par rapport à celle présentée dans le dossier 2001 Argile. Elle tient mieux compte des caractéristiques de la couche (épaisseur et résistance), n'envisage que deux grands types d'alvéoles et les contraintes liées aux besoins de la réversibilité sont correctement estimées et prises en compte dans l'architecture proposée.

Des essais sont en cours à Bure pour mieux étudier l'EDZ (zone endommagée par le creusement en périphérie des galeries) mais cette question importante ne pourra être totalement réglée en 2005 et son étude devrait être poursuivie après 2006. De même, la génération de l'hydrogène par corrosion, qui pourrait remettre en cause l'image admise jusqu'ici du fonctionnement d'un stockage après sa fermeture, fait actuellement l'objet de recherches très actives à l'ANDRA mais cet effort doit être poursuivi car il est encore un peu tôt pour que des conclusions solidement argumentées se dégagent.

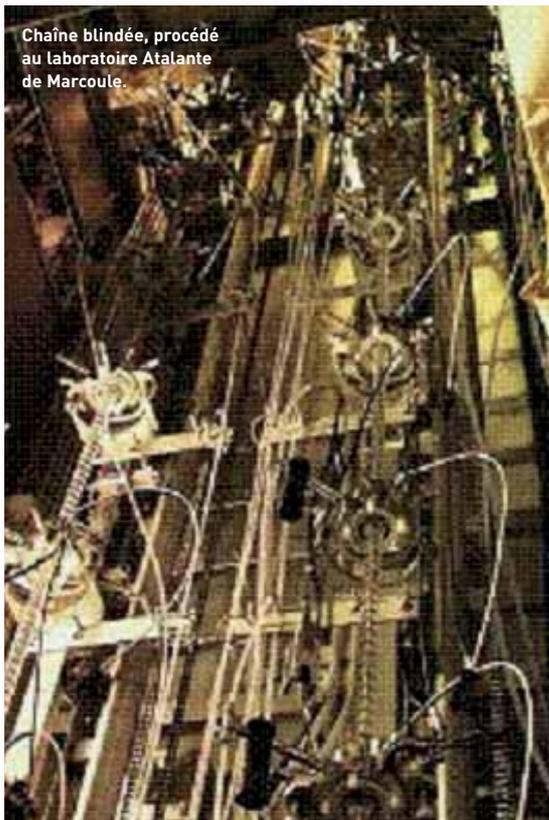
L'impression favorable donnée par les investigations déjà conduites sur le site de Bure doit encore être confirmée, d'une part en menant à son terme un programme de recherches dans le laboratoire souterrain et d'autre part en réalisant de nouveaux travaux de surface et de nouveaux puits qui permettront la reconnaissance par galeries d'une emprise suffisante pour un éventuel stockage.

La Commission estime toutefois que la probabilité pour que le processus de reconnaissance aille jusqu'à son terme est non négligeable au vu des connaissances déjà acquises.

Axe 3 : Conditionnement et entreposage de longue durée

Des progrès significatifs ont été faits dans la dernière décennie sur la minimisation de la production de déchets et sur le conditionnement en ligne des déchets du traitement du combustible usé. Le CEA, en coopération avec les industriels, a mené un remarquable programme de caractérisation de ces colis de déchets et d'étude du comportement du combustible usé UOX et MOX et des colis de déchets conditionnés sous forme de verre. Pour le

combustible usé, des modèles très prudents ont pu être proposés pour simuler son comportement en entreposage à sec et en stockage géologique. Néanmoins, l'étude des conséquences à long terme du dégagement d'hélium dans le combustible (surtout le MOX) doit impérativement être poursuivie. Pour les colis de déchets vitrifiés, un modèle opérationnel robuste de comportement en stockage géologique est utilisable pour les calculs de relâchement des radionucléides dans diverses conditions. L'étude des mécanismes d'altération à long terme doit néanmoins se poursuivre afin que ce modèle opérationnel soit consolidé (notamment pour tenir compte de l'environnement des colis). L'étude de verres davantage chargés en actinides mineurs, notamment en curium, devra être effectuée pour éviter l'augmentation du nombre de colis de type actuel lorsqu'on retraitera du combustible à haut taux de combustion ou du MOX. A cet égard, des développements technologiques visant la production de nouveaux verres à haute température sont en cours. Des conditionnements innovants ont été étudiés. Plusieurs matériaux céramiques pour un conditionnement des actinides mineurs et de certains produits de fission séparés ont été imaginés et produits au laboratoire dans une perspective de mise en œuvre de la séparation poussée. L'évaluation expérimentale de leurs propriétés est engagée. On est cependant



Chaîne blindée, procédé au laboratoire Atalante de Marcoule.

encore loin de la somme des connaissances acquises sur le verre.

L'entreposage de longue durée (ELD) des colis primaires de déchets ou du combustible usé, ou leur stockage en formation géologique demandent la réalisation de conteneurs durables. La conception de conteneurs de déchets MAVL et de combustible usé à usage mixte ELD/stockage et la réalisation de démonstrateurs technologiques ont été menées à bien par le CEA. Les résultats d'un programme d'essais (en cours) à caractère technologique sont attendus. La durabilité de ces conteneurs reste cependant encore à prouver.

Des modèles d'installations d'entreposage de longue durée (300 ans) en surface ou en sub-surface ont été proposés. Une simulation satisfaisante du refroidissement des colis thermiques reste à effectuer. Pour les ouvrages de génie civil des entrepôts, la durabilité ne peut être garantie (au sens "commercial") au-delà d'une centaine d'années. Cependant, l'étude de l'entreposage en surface ou en sub-surface est aujourd'hui conduite de façon générique et nécessiterait de prendre en compte les particularités du site d'application.

La commission note que l'entreposage industriel actuel des colis primaires de déchets pourrait si nécessaire être prolongé sur une durée de l'ordre du siècle. L'entreposage sur des durées plus longues, mêmes dans des entrepôts spécialement construits à cet effet et dont la faisabilité reste à établir, nécessiterait une surveillance permanente et de lourdes interventions de maintenance, voire une reconstruction périodique de l'entrepôt. L'entreposage, à lui seul, ne peut constituer une stratégie de gestion dans la longue durée ; il ferait peser une lourde charge sur les générations futures.

La commission considère donc à ce jour que les dossiers qui seront soumis en 2006 au Parlement par les acteurs de la loi, et tout particulièrement les rapports sur les recherches menées sur l'axe 2, devraient fournir au Législateur les éléments techniques lui permettant de choisir une stratégie globale de gestion des déchets et du combustible usé.

Elle tient cependant à souligner que des recherches scientifiques et techniques associées aux objectifs choisis par le Parlement seront nécessaires dans la durée et qu'elles devront être menées dans un cadre international, tout particulièrement européen. ■



Stockage de résidus de traitement de minerais d'uranium de Bellezane, après réaménagement.

Le Plan National de Gestion des Déchets Radioactifs et des Matières Valorisables : un outil de cohérence pour la gestion des déchets radioactifs

The National Plan for Radioactive Waste Management and recoverable materials: a coherence tool for managing radioactive waste

par **Philippe Bodénez**, Sous-direction des installations nucléaires de recherche, démantèlement, sites pollués et déchets radioactifs – Autorité de sûreté nucléaire (ASN)

Reprenant une demande de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, sur la base du rapport établi en 2000 par la députée de la Drôme Michèle Rivas, l'Autorité de sûreté nucléaire a proposé la réalisation d'un Plan

national de gestion des déchets radioactifs (PNGDR). La ministre de l'écologie et du développement durable a officialisé lors d'une communication au Conseil des ministres du 4 juin 2003 son intention d'élaborer un tel plan. L'ASN a conduit, pour le compte des pouvoirs publics, son élaboration.

Executive Summary

For 2 years the ASN has been supervising the drawing up of the National Plan for Radioactive Waste Management and Recoverable Materials (PNGDR-MV). The plan has checked the existence of long-term management processes and proposes that actions be undertaken whenever there is no appropriate operational solution for the management of certain types of radioactive waste. The consistency of the solutions between the various sectors is examined, be these solutions already operational or only at project stage.

Il apparaît nécessaire de disposer pour les déchets radioactifs d'un cadre global, qui permette de gérer de façon cohérente l'ensemble des déchets radioactifs afin de garantir la sûreté de leur gestion et les financements associés, notamment pour leur élimination, en déterminant les priorités en la matière. Il est apparu important de prendre en compte dans le plan les questions liées au devenir de certaines matières dites valorisables, comme le com-

bustible usé ou l'uranium, pour veiller notamment à assurer la cohérence avec le champ des matières et des déchets décrits dans l'Inventaire national des déchets radioactifs et des matières valorisables, publié par l'ANDRA en novembre 2004.

Sont invités à participer aux travaux du Plan national de gestion des déchets radioactifs et des matières valorisables (PNGDR-MV) les représentants des producteurs de déchets, des éliminateurs de l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs, des associations de protection de la nature, des élus, des directions des ministères concernées et des experts (CNE, IRSN).

Objectif : un cadre global pour la gestion des déchets radioactifs et des matières valorisables

Le Plan national de gestion des déchets radioactifs et des matières valorisables se base sur la connaissance des différents types de déchets développés notamment dans le document de référence "Inventaire national des déchets radioactifs et des matières valorisables" par l'ANDRA. Cet inventaire recense les déchets radioactifs quelle qu'en soit la provenance. Les objectifs du PNGDR-MV sont :

- la définition claire des déchets à considérer comme radioactifs, compte tenu de l'existence d'une radioactivité naturelle d'intensité variable et de certaines matières radioactives dont la réutilisation n'a pas été envisagée ;
- la recherche de solutions de gestion à long terme pour chaque catégorie de déchets radioactifs produits ;
- la prise en charge de déchets radioactifs anciens plus ou moins "oubliés" ;
- la prise en compte des préoccupations du public, inquiet du devenir des déchets radioactifs et de ses conséquences pour la santé et pour l'environnement ;
- la cohérence de l'ensemble du dispositif de gestion des déchets radioactifs, quelle qu'en soit le niveau de radioactivité ou la toxicité chimique ou infectieuse, en particulier pour les déchets à risque "mixte" ;
- sans préjudice de la responsabilité première du producteur du déchet, l'optimisation de la gestion des déchets chez les producteurs de déchets : industrie nucléaire, industries plus classiques (notamment celles utilisant des substances naturellement radioactives pour d'autres propriétés), activités utilisatrices de sources de radioéléments, secteur médical, terres issues de sites anciens pollués, industrie minière (en particulier, mines d'uranium) ;

- la cohérence des pratiques en matière de sites pollués et de méthodes de réhabilitation ;
- l'analyse des solutions de gestion à long terme mises en œuvre dans le passé, et l'examen de la justification éventuelle d'une intervention si des améliorations étaient nécessaires.

Le PNGDR-MV doit avant tout permettre d'identifier les filières de gestion à bâtir en priorité en fonction des besoins de producteurs et aider les pouvoirs publics à fonder leur décision en la matière. Il doit néanmoins veiller à ce que les filières mises en œuvre soient cohérentes du point de vue de la sûreté et de la radioprotection.

Vérifier la cohérence des gestions des déchets radioactifs

La plupart des déchets radioactifs produits en France disposent, soit de filières de gestion à long terme déjà opérationnelles, soit de filières à l'état de projet, faisant l'objet de recherche scientifique ou nécessitant un processus de sélection de site. Certaines catégories d'objets radioactifs, comme les sources scellées usagées par exemple, nécessitent toutefois des investigations complémentaires. Le PNGDR-MV doit permettre de vérifier périodiquement la cohérence des dispositifs de gestion disponibles ou à l'état de projet des déchets radioactifs ou des matières valorisables afin de vérifier que l'ensemble des contraintes de sûreté et de radioprotection ont bien été prises en compte.

La prise en compte de certaines matières radioactives non considérées comme des déchets par leurs propriétaires a été discutée au sein du groupe de travail chargé d'élaborer dans un premier temps le Plan national de gestion des déchets radioactifs (PNGDR). Ces matières sont principalement constituées de l'uranium appauvri issu des usines d'enrichissement isotopique, des combustibles usés déchargés des réacteurs nucléaires et des matières fissiles extraites du combustible irradié (uranium et plutonium) après retraitement. Elles sont pour partie actuellement valorisées dans des filières existantes ; une valorisation complète pourrait être envisagée notamment dans le cas du développement à l'échelle industrielle de nouvelles technologies de réacteurs.

L'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques a indiqué dans son rapport du 15 mars 2005, "Pour s'inscrire dans la durée : une loi en 2006 sur la gestion durable des déchets radioactifs", que le champ d'application du

Plan national de gestion des déchets radioactifs (PNGDR) devait être élargi aux matières valorisables afin de ne pas laisser de zones d'ombres dans la gestion des déchets radioactifs. Cette décision permet de rendre le PNGDR, désormais dénommé Plan national de gestion des déchets radioactifs et des matières valorisables (PNGDR-MV), conforme avec le champ couvert par l'Inventaire national des déchets radioactifs et des matières valorisables, publié par l'ANDRA en novembre 2004.

Certains membres du groupe de travail considèrent toutefois que ces matières devraient être considérées comme des déchets et prises en compte comme tels dans un PNGDR dont le champ serait limité aux déchets radioactifs.

Le projet de PNGDR-MV ne prend finalement pas parti sur le statut des matières valorisables, mais il tient compte de leur existence et préconise une approche prudente : des solutions de gestion à long terme doivent être étudiées dans le cas où ces matières ne seraient pas réutilisées. L'approche retenue permet de vérifier par ailleurs que ces matières sont entreposées dans des conditions de sûreté et de radioprotection satisfaisantes. Le devenir de ces matières devra être examiné périodiquement.

La deuxième question porte sur le fait de savoir si le déchet est suffisamment radioactif pour devoir

être réglementé en tant que tel. Selon la provenance des déchets, il peut être donné des définitions différentes. Sont considérés comme des déchets radioactifs :

- les déchets qui proviennent d'activités nucléaires réglementées et susceptibles d'avoir été contaminés du fait de la pratique ;
- les déchets provenant d'activités exemptées au sens de la réglementation mais comportant des concentrations significatives de radioactivité, ou qui sont en nombre très important, nécessitant de prendre des mesures spécifiques (cas des détecteurs ioniques de fumées) ;
- les déchets contenant de la radioactivité naturelle, éventuellement renforcée par une activité humaine n'utilisant pas les propriétés radioactives des matériaux, dont la concentration est telle qu'elle ne puisse être négligée du point de vue de la radioprotection.

Un déchet peut devoir être réglementé en tant que déchet radioactif selon l'activité humaine qui l'a produit ou selon l'impact qu'il est susceptible de provoquer dans l'installation dans laquelle il est traité. Il convient de veiller à terme à ce que cela ne crée pas d'incohérence notable en matière de gestion du risque. Cette préoccupation concerne notamment la gestion des déchets de très faible activité (TFA), déchets dont l'activité est de l'ordre de quelques Bq/g. En toute rigueur, une approche



Ancienne mine souterraine -
Société des Mines de Jouac (Haute-Vienne).

prudente conduira à estimer l'acceptabilité d'une filière en fonction du niveau de dose susceptible d'avoir été engendré par la pratique en question. Si l'application de ce principe paraît simple et cohérente pour les filières de gestion de déchets TFA, de récentes expériences visant à valoriser des déchets décontaminés provenant d'activité nucléaire ont rappelé l'absence de consensus sur la possibilité de valorisation de tels déchets, montrant la nécessité pour les pouvoirs publics de prendre en compte non seulement les aspects techniques, mais aussi les préoccupations sociétales en la matière.

D'autres questions de cohérence se posent aussi. Ainsi, il faut vérifier, entre les filières de stockage prenant en charge des déchets de très faible activité provenant des installations nucléaires de base et une éventuelle acceptation de déchets à radioactivité naturelle renforcée dans les filières de stockage de déchets conventionnels (Centres d'Enfouissement Technique), la cohérence des critères et des analyses d'impact dosimétrique, et plus généralement des études de sûreté fondant la justification de ces filières.

La cohérence entre les différentes filières de gestion des déchets radifères doit également être analysée. Les déchets radifères proviennent essentiellement du traitement de minerais comme les sables de monazite qui contiennent des terres rares, du zirconium, de la pechblende contenant de l'uranium... Ils proviennent également d'activités historiques de mise au point de procédés de concentration de minerai d'uranium du CEA, ainsi que de la réhabilitation de sites historiques contaminés par du radium. L'ANDRA a développé pour les déchets radifères un projet de stockage en subsurface (à 15 m de profondeur) dont la démonstration de sûreté comprend une analyse de sûreté à long terme, pour tenir compte de la période du radium (1600 ans).

Les activités minières ont également produit des déchets radifères qui sont stockés en surface par l'ancien exploitant COGEMA. S'il n'existe plus en France de mines d'uranium en activité, les 50 millions de tonnes de résidus miniers issus du traitement du minerai d'uranium sont principalement stockés dans 17 stockages dont les concentrations varient de quelques Bq par gramme à quelques dizaines de Bq par gramme.

Il convient de vérifier la cohérence des analyses d'impact à long terme pour les différents types de stockage de déchets radifères, notamment en ce

qui concerne la conception de la couverture vis-à-vis des risques d'intrusion et de la migration du radon. Ceci est en particulier vrai pour les 17 stockages de résidus miniers, qui doivent assurer sur le long terme une protection adéquate contre les risques de pollutions. Compte tenu de la période du radon (1600 ans), il est nécessaire de démontrer la stabilité géotechnique de l'ouvrage et le maintien de ses capacités de rétention du radon permettant sa décroissance avant son émission pendant une période d'au moins cet ordre de grandeur.

Perspectives

Le PNGDR-MV constitue un outil indispensable pour aider les pouvoirs publics à fonder leurs décisions en matière de gestion de déchets. Si l'un des objectifs du PNGDR-MV est de vérifier la disponibilité de filière de gestion pour les déchets radioactifs, il doit également permettre de vérifier périodiquement la cohérence des filières mises en place ou à l'état de projet. L'analyse des différents projets ne doit pas se limiter à des considérations techniques ou sanitaires ; d'autres aspects doivent également être pris en compte, comme les aspects économiques, sociaux et sociétaux. ■

Pour une gestion durable des déchets radioactifs : la question des responsabilités et du financement à long terme

Sustainable radioactive waste management: the issue of responsibilities and long-term funding

par **Bernard Dupraz**, directeur général adjoint – Production ingénierie, **Daniel Leroy**, directeur de la Division Combustible nucléaire et **Sylvain Granger**, chef du pôle aval du cycle et déchets de la Division Combustible nucléaire – EDF

Les déchets radioactifs du parc EDF et leur gestion actuelle

Le parc de production d'électricité d'origine nucléaire d'EDF compte aujourd'hui 58 réacteurs qui produisent chaque année 420 millions de mégawattheures (MWh), soit environ 78 % de la consommation française. La production de 1 MWh représente la consommation mensuelle de deux ménages et génère 11 grammes de déchets radioactifs, dont 90 % de déchets à vie courte et 10 % de déchets à vie longue.

Les déchets à vie courte perdent la moitié de leur activité tous les 30 ans au plus. De très faible, faible ou moyenne activité, ils proviennent des opérations d'exploitation et de maintenance des centrales (filtres, pièces usagées, outils, tenues ...). La déconstruction des centrales définitivement arrêtées produit également des déchets à vie courte (gravats et ferrailles issus de la démolition des bâtiments).

Les déchets à vie longue représentent l'essentiel de la radioactivité des déchets (99,9 %). Ils sont conte-

nus dans le combustible nucléaire extrait des réacteurs après usage. Les déchets de haute activité sont constitués des "cendres" de la combustion nucléaire (4 % de la matière nucléaire usée). L'enveloppe métallique du combustible usé représente un déchet de moyenne activité.

Tous ces déchets font l'objet d'une gestion industrielle destinée à éviter tout impact négatif sur l'homme ou l'environnement. Après tri, conditionnement avec ou sans traitement, les déchets à vie courte sont évacués dans des centres de stockage qui assurent leur gestion à long terme. Séparés des matières recyclables lors du traitement du combustible usé par COGEMA à l'usine de La Hague, les déchets à vie longue sont conditionnés et entreposés dans des installations spécifiques, propres à assurer leur isolement de l'homme et de l'environnement pendant au moins plusieurs décennies. La définition d'un mode de gestion à long terme à l'issue de cet entreposage est l'objet des recherches qui seront menées jusqu'en 2006 dans le cadre de la loi du 30 décembre 1991.

Les responsabilités dans la gestion des déchets radioactifs

Trois natures de responsabilités peuvent être distinguées : (i) la responsabilité politique, (ii) la responsabilité opérationnelle, (iii) la responsabilité financière.

La responsabilité politique est portée par l'État. En amont de la production des déchets radioactifs, le développement de nouvelles capacités de production nucléaire relève en premier lieu de la politique énergétique nationale. En aval de la production des déchets radioactifs, la loi du 30 décembre 1991 a fait de la gestion à long terme de ces déchets un objet de politique publique.

Executive Summary

Radioactive waste management involves three kind of responsibilities. The state is responsible for political decisions, from the energy policy to the long term management of radioactive wastes. Andra, a public corporation, has been given by the 1991 law the operational responsibility of radioactive waste long term management. EDF and the other waste producers are responsible for financing radioactive waste management, according to the polluter pays principle. To ensure the effective application of this principle at long term radioactive waste management financing, a reference and its valuation are needed for the long term management process. The state should be responsible for the choice of such a reference. Then, an efficient and secure savings system is needed together with the right incentives to the long term management operator to control costs. A clarification of the present long term financing system on this basis should be a progress toward an effectively sustainable management of radioactive wastes.



Centrale nucléaire de Saint-Laurent-des-Eaux.

La loi a ainsi confié la responsabilité opérationnelle de la gestion à long terme des déchets radioactifs à un établissement public, l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (ANDRA), placé sous la tutelle des ministres de l'industrie, de la recherche et de l'environnement. L'Agence développe et exploite les centres de stockage autorisés pour les déchets à vie courte. Pour les déchets à vie longue, elle est responsable des recherches relatives au stockage en couches géologiques profondes. Les producteurs des déchets ont la responsabilité opérationnelle de l'ensemble des opérations se situant en amont de la gestion à long terme : conditionnements des déchets à vie courte nécessaires à leur acceptation par l'ANDRA ; traitement du combustible utilisé, conditionnement et entreposage des déchets à vie longue en vue de leur prise en charge par un processus de gestion à long terme.

Dans les autres pays, l'opérateur responsable de la gestion à long terme des déchets radioactifs peut être soit un organisme public (États Unis, Belgique,

Espagne...), soit une filiale des producteurs de déchets (Finlande, Suède...). La responsabilité opérationnelle de l'opérateur en charge de la gestion à long terme comprend souvent l'entreposage des déchets à vie longue (Belgique, Finlande, Suède).

Les producteurs des déchets portent la responsabilité financière, en vertu du principe "pollueur – payeur". Ce principe d'équité et d'efficacité économique requiert de faire supporter au bénéficiaire actuel de l'activité produisant les déchets l'ensemble des charges, présentes et futures, relatives à leur gestion.

Son application ne pose pas de difficulté particulière pour les activités se traduisant par des dépenses effectives à court – moyen terme, comme le stockage des déchets à vie courte, le traitement du combustible utilisé ou les recherches menées dans le cadre de la loi du 30 décembre 1991. Il existe un ensemble de contrats ou de conventions de financement permettant de répondre à cette question.

En revanche, l'application du principe "pollueur – payeur" à la gestion à long terme des déchets radioactifs à vie longue pose une difficulté intrinsèque que plusieurs pays ont identifié dès les années 1980 et qu'ils se sont attachés depuis lors à surmonter en mettant en place des dispositifs adéquats. Les pays qui semblent avoir mené le plus loin cette réflexion sont aujourd'hui les Etats Unis, la Suède, la Finlande et la Belgique.

Le financement de la gestion à long terme des déchets radioactifs

La difficulté intrinsèque provient de la durée de plusieurs décennies qui sépare la production des déchets à vie longue (moment auquel le coût de leur gestion doit être imputé sur le prix de l'électricité d'origine nucléaire) de leur gestion à long terme (moment où le déchet est placé dans des conditions garantissant une sûreté de long terme). Pour pouvoir intégrer dans le prix payé par le client d'aujourd'hui l'ensemble des charges, présentes et futures, relatives à la gestion des déchets générés par la production d'électricité d'origine nucléaire, l'électricien doit ainsi disposer d'une évaluation raisonnablement prudente du coût de leur gestion à long terme, ce qui suppose de choisir préalablement un processus de gestion servant de base à cette évaluation.

En d'autres termes, il faut d'abord savoir ce que l'on va faire et combien cela va coûter. Il faut ensuite disposer d'un système d'épargne efficace et s'assurer contre toute dérive des coûts.

La Cour des Comptes a fait en 2004 un résumé de la situation française qui appelle clairement une clarification des références et des responsabilités : *"... alors que la loi de 1991 a laissé différentes options techniques ouvertes (...) à préciser à l'échéance de 2006, EDF se doit d'inscrire dès maintenant dans ses comptes la meilleure estimation des dépenses futures, traduisant le plus fidèlement possible les coûts complets de la filière électronucléaire. Pour ce faire, alors qu'elle ne dispose ni d'un cadre institutionnalisé offrant une solution de référence, ni de la maîtrise technique du développement de cette solution, ni de la maîtrise financière correspondante ou de quelque garantie que ce soit, en l'absence de tout engagement irrévocable de l'ANDRA, EDF doit choisir un scénario, le justifier et le chiffrer"*.

Pour évaluer les charges futures relatives à la gestion à long terme des déchets à vie longue, EDF a retenu l'hypothèse de la mise en œuvre d'un stoc-

kage géologique, après la phase d'entreposage actuelle des déchets conditionnés. AREVA et le CEA font de même. Cette approche peut d'ailleurs être considérée aujourd'hui comme une véritable référence internationale, adoptée notamment par les principaux électriciens étrangers concernés.

Un chiffrage du coût complet d'un stockage géologique produit par l'ANDRA sert ainsi de base pour constituer dans les comptes d'EDF, au fur et à mesure de la production d'électricité induisant les déchets à vie longue, des provisions pour le financement des charges futures relatives à la gestion à long terme de ces déchets. Les provisions ainsi constituées chaque année en fonction de la production d'électricité d'origine nucléaire s'élèvent à plusieurs centaines de millions d'euros.

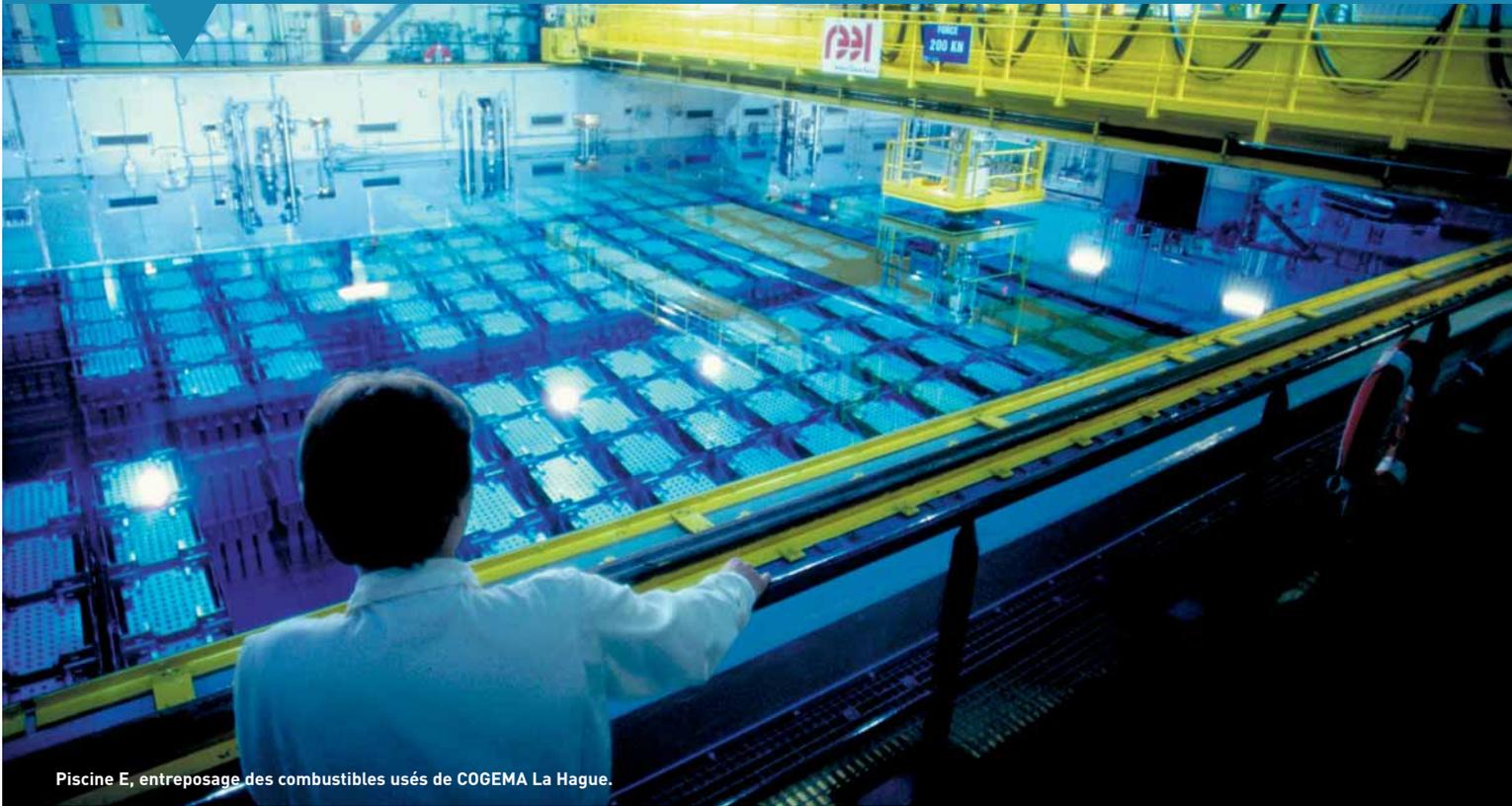
Une fois le processus de référence défini et son coût évalué, il reste à préciser comment les fonds collectés sur cette base, via les recettes d'aujourd'hui, seront placés pour assurer des liquidités suffisantes afin de faire face aux dépenses le moment venu. En termes financiers, le passif étant défini par le coût prévisionnel du processus de gestion traduit dans les provisions, il s'agit alors de choisir une allocation d'actifs efficiente et de la gérer dans le temps en fonction des besoins de liquidité. Le décalage temporel important qui existe entre la constatation des provisions et la matérialisation des dépenses (plusieurs décennies, si l'on considère par exemple un stockage ouvrant en 2025 exploité jusqu'à la fin du siècle) incite à la mise en place progressive de fonds dédiés, selon la pratique actuelle, en tant que stratégie d'allocation d'actifs adaptée pour gérer au mieux sur la durée le couple risque / rentabilité et les besoins de liquidité.

Compte tenu de ces temps longs du processus de gestion, l'État a, dans plusieurs pays, constitué un fonds financier géré sous sa responsabilité et alimenté par des versements des producteurs des déchets. Dans ce cas, deux conditions, essentielles pour assurer un système vertueux, sont toujours respectées :

- les versements au fonds sont basés sur une évaluation économique globale du processus de gestion à long terme pris comme référence ;
- en contrepartie de ces versements, l'État prend une responsabilité claire vis-à-vis des producteurs des déchets.

Concernant cette dernière condition, deux configurations peuvent être distinguées :

- lorsque les producteurs des déchets sont eux-



Piscine E, entreposage des combustibles usés de COGEMA La Hague.

mêmes responsables du développement technique du processus de gestion (Finlande, Suède), l'État s'engage à leur reverser le financement adéquat le moment venu ;

- lorsque c'est un organisme public qui est en charge du processus de gestion, l'État s'engage en contrepartie sur un service rendu aux producteurs des déchets :

- évacuation et prise en charge des déchets par l'État à une date prédéterminée (États-Unis) ;

- prise de la responsabilité des déchets par l'État après traitement, conditionnement et mise en entreposage par les producteurs des déchets (Belgique).

Ainsi, ces systèmes ne s'attachent-ils pas uniquement à mettre en place un dispositif d'épargne efficace et lisible. Leur véritable ambition est bien d'aboutir à une auto-régulation économique du processus en incitant notamment l'opérateur responsable à éviter toute dérive de ses coûts. Ceci est d'autant plus important que les échelles de temps sont longues et pourraient conduire à une dilution des responsabilités.

En Finlande et en Suède, les travaux étant in fine effectués par les producteurs des déchets également financeurs, ceux-ci ont naturellement intérêt à œuvrer dans le sens de l'intérêt collectif en recherchant une optimisation technico-économique dans le cadre d'un dialogue sain avec leurs autorités de

sûreté. Dans les pays où c'est un organisme public qui est en charge du processus de gestion, le transfert progressif de la responsabilité des déchets vers l'État, dans des conditions équitables et avec les capacités de financement associées, permet également d'inciter le responsable technique à optimiser les coûts supportés par la collectivité, dès les phases de développement de son projet.

Conclusions et perspectives pour l'après 2006

En 2006, 15 années de recherches s'achèveront. D'après différents observateurs et évaluateurs du processus, les résultats d'ores et déjà obtenus montrent que des solutions existent pour la gestion à long terme des déchets à vie longue. Il conviendra alors de les mettre en regard des besoins réels déduits de la pratique industrielle existante, pour définir de manière cohérente et responsable les principes d'une gestion durable des déchets radioactifs.

Il conviendra également de clarifier les responsabilités attachées à la mise en œuvre de cette gestion et de consolider en conséquence le dispositif de financement à long terme, en l'asseyant sur quatre piliers essentiels et interdépendants :

- la définition d'un processus de référence pour la gestion à long terme des déchets ultimes à vie longue ;

- l'évaluation prospective de son coût, afin de fonder les dispositions spécifiquement financières sur des bases propres à garantir le respect du principe "pollueur – payeur" ;
- un système financier sécurisant les placements issus des recettes d'aujourd'hui, de façon crédible sur la durée, jusqu'à la matérialisation de la dépense ;

- un mécanisme d'incitation de l'opérateur responsable qui garantisse à la collectivité, outre l'excellence technique, la maîtrise des coûts du processus de gestion à long terme, de sorte que le client du producteur d'électricité d'origine nucléaire soit assuré de payer une seule fois le juste coût social de la gestion à long terme des déchets radioactifs à vie longue. ■

La prise en charge des déchets des producteurs hors électronucléaire

Les déchets radioactifs provenant des activités hors du domaine électronucléaire représentent des volumes extrêmement limités mais de nature très variée. Parmi ceux-ci les déchets des secteurs hospitalo-universitaires et de recherche sont les plus nombreux tant en terme de quantité que de sites concernés ; ainsi plus de 700 sites en France produisent régulièrement des déchets radioactifs pour une quantité annuelle moyenne de l'ordre d'une centaine de tonnes.

La diversité et la faible quantité de ces déchets ainsi que la répartition des sites sur le territoire national ont nécessité de mettre en place une organisation adaptée pour assurer leur prise en charge.

Le guide d'enlèvement (disponible sur le site <http://www.andra.fr>) élaboré par l'ANDRA fixe le cadre technico-économique de cette prise en charge en précisant les caractéristiques physico-chimiques et radiologiques que doivent respecter les déchets pour pouvoir être pris en charge. Sur la

base de la demande d'enlèvement rédigée par le producteur, l'ANDRA procède à la collecte de ces déchets (ce qui représente un parcours de 140 000 kms par an) et dirige ces déchets vers un centre de tri et de conditionnement situé dans le sud de la France (SOCATRI) où elle réalise leur caractérisation avant envoi vers les filières adaptées. Les déchets solides sont conditionnés en colis qui sont dirigés vers l'unité de compactage du centre de l'Aube. Les déchets liquides sont analysés avant d'être envoyés vers l'incinérateur de SOCODEI, dont les déchets ultimes sont stockés sur le centre de l'Aube.

Cette organisation qui mutualise les moyens nécessaires au conditionnement évite aux producteurs de se doter d'installations démesurées par rapport à leur flux de déchets, tout en garantissant le respect des spécifications d'acceptation des filières de gestion concernées. ■

Francis Chastagner, directeur industriel de l'ANDRA

Les travaux de l'Agence Internationale de l'Énergie Atomique en matière de sûreté de la gestion des déchets radioactifs

The IAEA's work on safe management of radioactive waste

par **Tomihiro Taniguchi**, directeur général adjoint en charge de la sûreté et de la sécurité nucléaire et **Didier Louvat**, responsable du programme de gestion des déchets radioactifs à l'Agence Internationale de l'Énergie Atomique – AIEA

La structure et l'exécution des programmes de sûreté de l'Agence Internationale de l'Énergie Atomique (AIEA) reposent sur les fonctions que lui confère son statut d'établir dans le domaine de l'énergie atomique des normes de sûreté destinées à protéger la santé et à réduire au minimum les dangers auxquels sont exposés les personnes et les biens et de prendre des dispositions pour appliquer ces normes à la demande de ses États membres. Les normes de sûreté qui se décomposent en une série hiérarchique, fondements, prescriptions et guides de sûreté, sont obtenues par consensus entre les États membres. La construction de ce consensus implique la consultation des états membres, le travail de comités thématiques composés de représentants des États membres, le tout sous le contrôle de la commission sur les normes de sûreté (CSS), composée elle des chefs d'Autorité de sûreté d'États membres nommés par le directeur général de l'AIEA. L'AIEA étant le dépositaire d'accords juridiques dans le domaine de la sûreté nucléaire entre certains de ses États membres, les conventions de sûreté, les programmes de sûreté assurent également le secrétariat de ces conventions.

Le Programme de gestion des déchets radioactifs de l'AIEA regroupe les aspects liés à la sûreté et les aspects techniques et technologiques de la gestion des déchets nucléaires. Ce programme a été inclus au sein du programme principal de l'AIEA traitant de la sûreté et de la sécurité nucléaire, reflétant ainsi la volonté des États membres de l'AIEA de fixer comme objectif ultime à la gestion des déchets radioactifs la protection radiologique du public et de son environnement. Cette place au sein du programme principal sur la sûreté et la sécurité permet une approche intégrée avec les autres programmes de sûreté, sûreté des installations, protection radiologique et transport de matières nucléaires.

Le Programme de gestion de déchets radioactifs de l'AIEA inclut le développement d'une convention internationale et de normes de sûreté et de protection radiologique ainsi que la production de documents techniques apportant des solutions pratiques à l'application de ces normes. Les bénéficiaires de ce Programme sont les organisations des États membres de l'AIEA qui ont des responsabilités dans la gestion des déchets radioactifs et en particulier les autorités qui réglementent et contrôlent la sûreté de la gestion de ces déchets, les autorités qui réglementent et contrôlent les rejets d'effluents radioactifs dans l'environnement, les autorités sanitaires et les organisations qui ont la responsabilité de la gestion des déchets radioactifs ainsi que celles qui en produisent.

La collection des normes de sûreté de l'AIEA traitant de la gestion des déchets radioactifs a été entièrement révisée et actualisée au cours de ces dix dernières années. Les fondements de sûreté présentant les principes de gestion des déchets radioactifs sont maintenant, à la demande de la CSS, regroupés avec les autres fondements de sûreté, sûreté des installations nucléaires et protection radiologique, au sein d'un même document. Ce

Executive Summary

The IAEA programme on radioactive waste management addresses the development of standards on nuclear safety and radiation protection in this area and the technological development related to the implementation of these standards. The beneficiaries of the programme are national bodies charged with radioactive waste management responsibilities and in particular competent authorities for regulating and controlling the safety of radioactive waste management. Organizations and industry which are operating radioactive waste management facilities or generating radioactive waste are also beneficiaries. The IAEA hosts the secretariat of an international convention, the Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management and promotes this international legal instrument to its Member States.



Première réunion d'examen de la Convention commune - Vienne, novembre 2003.

projet de document établissant les principes fondamentaux des normes de sûreté de l'AIEA et qui reprend en quinze principes les quarante-cinq principes énoncés dans les trois précédents documents, sera examiné prochainement par la CSS. Les prescriptions et guides de sûreté relatifs à la gestion des déchets radioactifs se rangent dans quatre collections thématiques et une collection spécifique aux installations.

Dans les collections thématiques, la Protection radiologique inclut le document de prescriptions donnant les normes internationales de protection contre les rayonnements ionisant et de sûreté des sources de rayonnement (S.S. n° 115)¹, le guide de sûreté traitant de l'application des concepts d'exemption, d'exclusion et de libération des sources de radioactivité du contrôle réglementaire (RS-G-1.7) et le guide traitant de la surveillance des sources de radioactivité et de leur environnement pour la protection du public (RS-G-1.8). La Gestion des déchets radioactif comprend les prescriptions et les guides traitant des aspects liés à la classification, au traitement et à l'entreposage des déchets radioactifs ainsi qu'aux rejets d'effluents. Dans cette collection, deux développements importants sont en cours, d'une part une révision du système international de classification des déchets radioac-

tifs, d'autre part la production d'un guide de sûreté sur la gestion des matériaux dont la radioactivité est d'origine naturelle. La collection sur le "Démantèlement des installations incluant des sources de radioactivité" est constituée par un document de prescriptions et trois guides traitant chacun d'installations particulières, centrale nucléaires, réacteurs de recherche, installations industrielles. La collection sur la "Réhabilitation des Zones Contaminées" n'inclut qu'un document de prescriptions sur les principes de sûreté guidant la réhabilitation des zones contaminées par des pratiques ou des accidents passés et un guide de sûreté, en cours de publication, sur la mise en pratique des ces principes. Ce guide sera complété par plusieurs rapports de sûreté donnant des détails sur les critères de décision dans les processus de réhabilitation et sur la surveillance radiologique de ces zones pendant et après réhabilitation. Un de ces rapport existe déjà et traite de la surveillance des sites de résidus miniers d'Uranium et de Thorium (SRS-27).

La collection spécifique sur les "Installations de traitement et de stockage des déchets" est celle qui compte le plus grand nombre de documents. Cette collection reflète le consensus existant entre les états membres de l'AIEA qui considèrent le stoc-

kage définitif des déchets radioactifs dans la géosphère comme étant le concept le plus à même de protéger le public et son environnement. La collection comprend deux documents de prescriptions, un sur les installations de stockage de sub-surface (WS-R-1) et un sur les installations de stockage géologique (WS-R-4, en cours de publication). Ces deux documents s'accompagnent de plusieurs guides sur la conception et l'opération de différents types d'installations de conditionnement et de stockage des déchets radioactifs. Lorsque c'est nécessaire, les guides sont eux-même complétés par des rapports de sûreté (SRS) ou des publications techniques (TECDOC) qui rentrent en détail sur la mise en pratique des prescriptions et des guides de sûreté dans le fonctionnement de ces installations².

Les révisions et les évolutions des collections des normes de sûreté relatives aux déchets radioactifs se font au travers d'une révision systématique tous les cinq ans des documents de la collection par le Secrétariat de l'AIEA et les comités thématiques ainsi que par l'organisation de conférences internationales sur la sûreté de la gestion de déchets radioactifs. Les conclusions de ces conférences contiennent des recommandations importantes pour l'évolution des normes de sûreté de l'AIEA. Ainsi, les conclusions de la récente conférence sur "le stockage des déchets de faible activité" qui s'est tenue à Cordoue (Espagne) en décembre 2004, ont amené le Secrétariat à entamer la révision du guide de sûreté sur la classification des déchets radioactifs pour y incorporer, entre autres, la catégorie des déchets de très faible activité, et à amplifier l'élaboration de guides et de rapports de sûreté dans le domaine de la gestion des matériaux dont la radioactivité est d'origine naturelle. Une conférence sur la sûreté du stockage de déchets radioactifs se tiendra à Tokyo (Japon) en octobre 2005 et une autre sur le retour d'expérience dans la cessation d'une activité nucléaire et le démantèlement des installations est prévue en octobre 2006 à Athènes (Grèce).

Le Programme de l'AIEA sur la gestion des déchets radioactifs produit aussi un certain nombre de documents prospectifs sur des sujets qui ne sont pas encore d'actualité pour la sûreté comme le récent document sur les implications pour la gestion des déchets des programmes de séparation et de transmutation des actinides et produits de fission (TRS n° 435). Ces documents peuvent aussi servir de base de discussion entre les États membres de l'AIEA comme dans le cas du TECDOC publié en 2004 sur le développement d'installations multina-

tionales pour le stockage de déchets radioactifs, solution possible pour des groupes de pays ayant chacun peu de déchets à gérer (TECDOC 1413).

Le deuxième volet du programme de l'AIEA sur la gestion des déchets radioactifs concerne l'application des normes de sûreté dans ce domaine. Une application directe se fait au travers de programmes régionaux ou nationaux d'assistance technique qui visent à améliorer la sûreté de la gestion des déchets radioactifs des États membres qui en font la demande. Plusieurs dizaines de projets sont ainsi exécutés chaque année. Une autre application consiste à organiser, à sa demande, des missions d'évaluation vis-à-vis des normes de sûreté de tout ou partie du programme de gestion des déchets radioactifs d'un état membre. En 2004, le Secrétariat a organisé une mission internationale d'évaluation de la demande d'autorisation de création et d'opération d'un site de stockage en sub-surface en Australie. En 2005 des missions du même type seront organisées en Lituanie et en Corée du Sud.

En terme d'application des normes internationales de sûreté dans la gestion des déchets radioactifs, le Secrétariat considère la convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et la sûreté de la gestion des déchets radioactifs (La Convention commune³) comme un outil essentiel. Cette convention est un accord juridique qui lie entre eux des États membres de l'AIEA. Cette convention a pour objectif d'atteindre et maintenir un haut niveau de sûreté dans le monde entier en matière de gestion du combustible usé et des déchets radioactifs. Dans son préambule, cette convention fait explicitement référence à l'application des normes de sûreté internationales préparées et éditées à l'AIEA. L'amélioration du niveau de sûreté des pays qui sont parties contractantes de la Convention commune se fait par le biais de réunions d'examen au cours desquelles chaque partie soumet son programme de gestion des déchets nucléaires à l'évaluation critique des autres parties. Entre chaque réunion d'examen, chaque partie prend en compte les commentaires qui lui ont été faits pour améliorer son programme. Les réunions d'examen ont lieu tous les trois ans et la seule obligation des parties contractantes de la Convention commune est de préparer un rapport national pour ces réunions d'examen. Cette démarche volontaire n'a pour l'instant séduit que trente-quatre des États membres de l'AIEA alors que tous ont vocation à y adhérer, tous ayant des déchets radioactifs à gérer. En accord avec les parties contractantes, le

Secrétariat de l'AIEA prend une part active à la promotion de la Convention commune auprès de ces états membres. Il informe en toutes occasions ses États membres des avantages de la Convention commune et déjà certains sont entrés au niveau national dans le processus de ratification de cette Convention. Dans les mois qui viennent, le Secrétariat organisera des réunions régionales d'information sur cette Convention en Afrique et en Asie. Il est certain que la deuxième réunion d'examen qui se tiendra à Vienne en mai 2006 verra encore plus de pays soumettre leur programme de gestion des déchets radioactifs à la critique constructive de leurs pairs. ■

[1] Tous les documents de la collection des normes de sûreté de l'AIEA sont téléchargeables à partir du site Web de l'AIEA : <http://www.iaea.org>

[2] Un document reliant entre elles toutes ces publications à l'aide de liens hypertexte est disponible sur le site Web de l'AIEA, domaine du Comité sur les standards de sûreté des déchets (WASSC) : <http://www-ns.iaea.org/committees/wassc.asp>

[3] Site Web de la Convention commune : <http://www-ns.iaea.org/conventions/waste-jointconvention.htm>

Les déchets ne seront-ils pas toujours orphelins ?

Isn't waste destined to be orphan forever?

par Monique et Raymond Sené, Groupement de scientifiques pour l'information sur l'énergie nucléaire – GSIEN

Que signifie “déchets orphelins” ?

Ce sont des déchets “oubliés” :

- parce que l'entreprise, l'exploitant ou le propriétaire ignorait qu'il manipulait des produits radioactifs.
- parce que l'entreprise, l'exploitant ou le propriétaire a fermé les portes sans assainir son site.

Ils posent problème :

- parce qu'au moment de la fermeture de l'usine, il n'y avait aucune réglementation pour ces produits.
- parce que les normes ont changé entre la création du site et son délaissement.
- parce que les emballages n'étaient pas appropriés.

Probablement toutes les situations ont existé, existent, et existeront.

Inéluctablement, au fil des années, les emballages vont se détériorer et laisser échapper leur contenu. En conséquence si la mémoire du site est insuffisante, des problèmes apparaîtront un jour ou l'autre. Il est donc inévitable de devoir s'intéresser à ces fameux “déchets orphelins” et de se poser la question : comment transmettre leur souvenir.

Actuellement cette notion de “déchets orphelins” s'applique aux débuts de l'ère atomique et couvre une centaine d'années avec des origines variées : mines d'uranium, horlogerie, faïencerie, fonderie...

Ces déchets ne comportent pas de radioéléments artificiels lorsqu'ils ont été délaissés avant 1950. Ensuite tout est possible.

Après sa découverte (1896), la prise de conscience des problèmes liés à la radioactivité a été très rapide :

- 1896 : Premières brûlures.
- 1902 : La première norme de tolérance est proposée.
- 1925 : Cri d'alarme lancé à l'Académie de médecine par D'Arsonval, Béclère, Broca et Marie Curie.
- 1931 : Premier code de protection.
- 1936: Inauguration d'un monument à Hambourg avec 110 noms de pionniers utilisateurs des rayons X.

- 1955 : Après les radiologues, les techniciens, les chirurgiens et les médecins, voici les dentistes.
- 1958 : Pour finir, les vétérinaires.
- 1966 : Démarrage de l'usine de la Hague.
- 1974 : Démarrage du programme des 58 réacteurs en fonctionnement en 2005.

Depuis se sont succédé des recommandations internationales (CIPR, AIEA), puis des directives européennes pour réglementer et protéger les humains, les animaux et leur environnement.

Dans un premier temps, les quantités utilisées restaient faibles, les déchets ne semblaient pas impossibles à gérer. Comme il n'existait pas de véritables solutions, les fermetures de sites ne prévoyaient pas de décontamination donc aucune remise en état correcte. Ce fut la procédure suivie généralement entre les années 1965 et 1980.

C'est ce qui explique la litanie des sites contaminés par du radium : rue Cuvier, locaux du Collège de France à Nogent-sur-Marne et à Meudon, locaux d'Arcueil, Chemin du radium à Gif-sur-Yvette, école de Nogent-sur-Marne, les 180 sites de mines,..., ou ceux qui sont contaminés par de l'uranium : décharge de Solérieux, Le Bouchet, Miramas et, bien évidemment, les sites des mines d'uranium...

Ces sites sont connus maintenant, mais probablement d'autres existent qu'il faudra prendre en charge quand ils seront découverts.

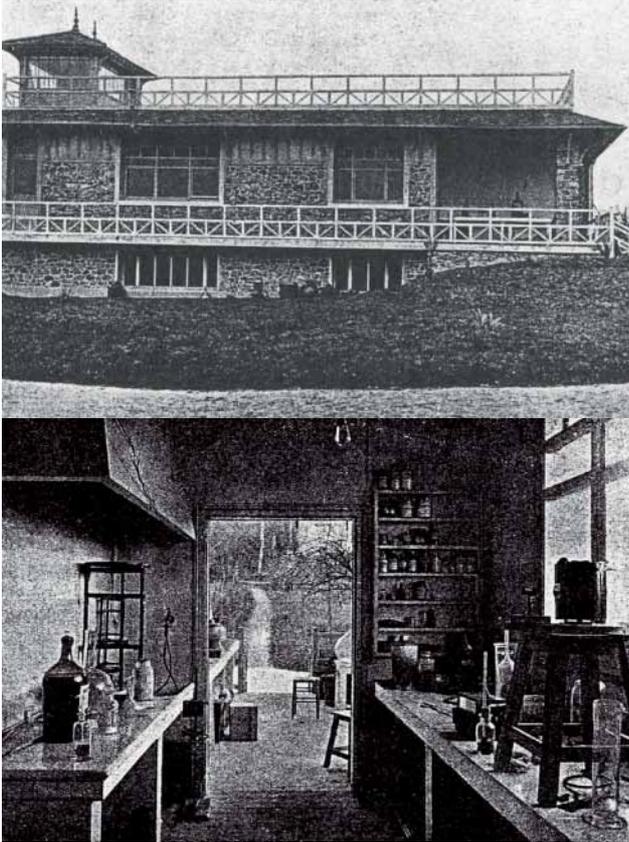
Executive Summary

This paper recalls what orphan radioactive waste is and what kinds of problems it poses.

This paper gives a historic review of the sources of pollution from past activities and analyses the perceptions from the public, professionals and authorities.

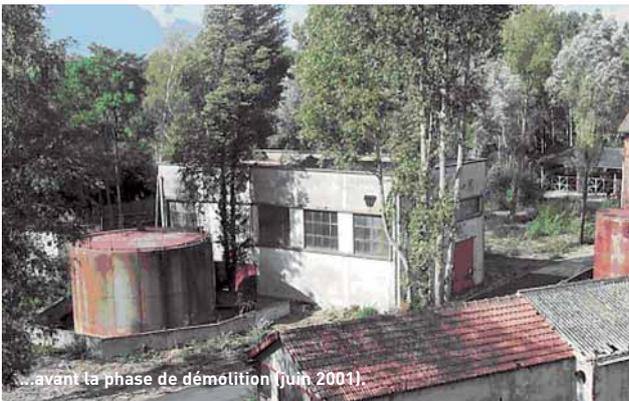
The authors consider it to be very important to conserve the memory of polluted sites, to establish precised inventories, to know how much waste will be produced in the future and to set deadlines.

In conclusion, the authors believe that the remediation of a polluted site is a major stake for the nuclear industry, and that national funding is necessary. Whatever the case, the State should create or manage a dedicated fund.



Ancien laboratoire de chimie de la Société Nouvelle de Radium (SNR) à Gif-sur-Yvette (Essonne) : exemple d'un site pollué lié à une activité industrielle historique.

Site de l'ancienne usine CEA du Bouchet (Essonne) : vue aérienne d'anciens bâtiments...



...après la phase de démolition (du 19 novembre 2001 au 8 mars 2002).

Le premier rapport public sur les déchets date de 1984 (2^e rapport Castaing). Puis, en 1990 le CSSIN se saisit du sujet et ce fut le rapport Desgraupes. Il est dommage que les recommandations des rapporteurs n'aient pas été suivies complètement. En effet, la loi de 1991, au demeurant fort importante, ne se rapporte malheureusement pas à ce type de déchets. **C'est pourquoi pour son réexamen en 2006 par les parlementaires, il serait judicieux de traiter TOUS les types de déchets radioactifs.**

La particularité du site dit "orphelin" est qu'il est en général sans propriétaire ou exploitant encore identifiable. Il se trouve très souvent dans une zone qui s'est urbanisée au fil des ans. Comme il est devenu une friche, on essaie de le récupérer pour un lotissement, pour une école, pour un centre aéré...

La logique industrielle ne comportait pas la remise en état ou la préservation de l'environnement lors de l'arrêt d'une activité. Une tradition ancestrale, motivée à l'époque par l'absence de moyens de transport, aujourd'hui par l'économie, consiste à raser une vieille installation et à construire au-dessus. Dans la première moitié du XX^e siècle, si un vague soupçon de contamination (quelle qu'elle soit) existait, on reconstruisait sur le site après un vague nettoyage ou bien on l'abandonnait à son sort sans scrupule. Depuis peu, les autorités ont pris conscience des dangers et exigent un minimum des exploitants. Cependant il y a encore des efforts à faire pour la remise en état, même lors d'arrêts récents. Pour les sites anciens, il va falloir d'une part trouver les bonnes méthodes d'assainissement et d'autre part le financement.

Il faut être conscient que la reprise des sites "orphelins" est un enjeu de taille. Leur émergence est à l'origine de la défiance des populations et de leurs interrogations à propos des déchets. Il faut reconnaître que les citoyens ont vraiment de bonnes raisons de continuer à exiger des réponses à leurs questions et de réclamer des processus décisionnels transparents.

Le décor planté, la logique "sites orphelins" admise, que faire ?

Tout d'abord il est indispensable d'essayer de répertorier les sites pollués. Pour cela il faut consulter les archives (si elles existent encore) pour recenser les diverses activités qui ont pu utiliser des produits radioactifs et/ou chimiques.

Il sera alors possible de dresser un aperçu de l'ampleur des déchets. Inutile de croire (comme déjà mentionné) que la loi de 1991 couvre ce type de problème : elle ne traite que l'aspect déchets hautement et moyennement actifs provenant du retraitement des combustibles irradiés.

Comme pour l'ensemble des déchets, il est nécessaire de passer à un inventaire précis des superficies et des quantités de polluants. Il faut aussi essayer de connaître les types de polluants, leur forme physico-chimique, leur composition. Avec ce repérage, un inventaire exhaustif des sites pourra être dressé, donnant explicitement le contenu radioactif et chimique. Comme une liste ne suffit pas, il faut aussi chercher les solutions pour dépolluer, fixer des échéances et, ce qui devrait être évident, les faire respecter.

Une fois les sites connus, il convient de se demander quoi faire.

Force est de constater qu'il reste encore beaucoup d'inconnues pour pouvoir se lancer dans la récupération des déchets radioactifs, leur entreposage et/ou stockage. La France ne dispose que de deux sites de stockage : les faiblement et moyennement

actifs à vie courte (déchets "A") et les très faiblement actifs à vie courte (TFA).

C'est un peu court pour stocker des résidus contaminés au radium. Les divers produits utilisés en recherche, dans l'industrie, dans le domaine médical ou tout autre usage imprévu et imprévisible posent également pour leur élimination des problèmes actuellement non totalement résolus. Quant aux entreposages, il en existe de fait sur les sites de réacteurs, les sites CEA, les sites militaires, mais ils ne sont pas conçus pour récupérer ce qui vient des sites "orphelins". Quand bien même le seraient-ils, le conditionnement indispensable des déchets aura un coût. Qui pourra l'assumer : les communes, les particuliers, les industriels ? Et qui devra de toute façon le prendre à sa charge : l'État évidemment.

La remise en état de tous les sites contaminés est un enjeu pour l'industrie nucléaire. Elle doit être une réussite. Il n'y a pas d'autre possibilité. Il faudra donc créer un fonds ou renforcer ce qui existe pour pouvoir aider les particuliers et les communes à les reprendre. Comme l'État, in fine, sera en charge des sites "orphelins", c'est à lui que reviendra la charge d'organiser la collecte de fonds et leur gestion. ■

Orientations pour l'ANDRA en matière d'actions de service public

Les déchets radioactifs issus d'activités non liées à la production d'électricité, souvent dénommés déchets du nucléaire diffus, présentent une grande diversité (aiguilles, paratonnerres, déchets issus de la médecine nucléaire...) pour de faibles quantités, mais appellent une attention particulière afin que leur gestion soit assurée dans les meilleures conditions de sûreté et de protection de l'environnement. Ils se trouvent en effet souvent en possession de particuliers ou présents sur des sites contaminés.

Le contrat quadriennal 2001-2004 entre l'État et l'ANDRA avait demandé l'élaboration d'un dispositif de prise en charge et de collecte. Ce dernier a progressivement été mis en place complétant les actions déjà menées au cours des années antérieures.

Les réflexions conduites sur le futur contrat visent à conforter ces acquis et à donner des orientations complémentaires. Il s'agit pour l'ANDRA de poursuivre son action de collecte des déchets en traitant

en priorité les besoins des acteurs dépourvus de moyens de gestion adaptés. La mission générale d'intérêt général dévolue à l'ANDRA devrait à cette occasion être plus formellement indiquée. En regard, une réflexion sera menée sur les modalités détaillées de financement de ces actions afin d'assurer leur prise en charge dans de bonnes conditions.

Pour une utilisation aussi efficace que possible des compétences de l'ANDRA, une charte entre l'ANDRA et ses ministères de tutelle est envisagée. Elle préciserait le périmètre d'intervention de l'Andra, en lien avec les autres organismes concernés. Dans le domaine des sites pollués à responsable défaillant, une réflexion sera menée pour prendre en compte le retour d'expérience de la dizaine d'années d'application de la circulaire de mai 1997 relative à l'assainissement des sites contaminés et proposer, le cas échéant, les améliorations nécessaires. ■

François JACQ, directeur général de l'ANDRA

Le rôle du citoyen dans la mise en évidence des déchets radioactifs oubliés

The citizen's role in identifying forgotten radioactive waste

par **Jacky Bonnemains**, président de l'Association Robin des Bois

Il y a les déchets radioactifs oubliés, les déchets radioactifs sans le savoir, les matériaux et les alliages radioactifs à Radioactivité Naturelle Renforcée, les déchets des centrales nucléaires et des filières amont et aval de l'uranium, les sous-marins désaffectés et les sources scellées à usage industriel. La traque par le public des déchets radioactifs est une course d'obstacles. L'inventaire français des déchets radioactifs -une première mondiale- aide à la préparer. Il est en partie alimenté par les organisations non gouvernementales dont les initiatives mettent à jour des déchets oubliés ou omis et des sites contaminés par l'absence de confinement et le temps.

Les déchets radioactifs historiques du 20^e siècle résultant de l'extraction et de la formulation du radium et des radioéléments associés n'ont pas été inventoriés et leur présence ne peut être suspectée qu'à travers des archives ou articles anciens. Les traces écrites ne sont pas spontanément disponibles et ne parlent pas des déchets. Elles mettent en avant les produits. C'est la promotion publicitaire de produits radioactifs qui constitue le premier repère. Il faut ensuite rechercher où ils ont été fabriqués et s'assurer qu'ils sont effectivement porteurs d'une radioactivité ajoutée. L'ajout de radium ou de mésothorium a été parfois utilisé au titre de la publicité frauduleuse. A la maison, dans les greniers, sur les brocantes, dans les déchetteries et les centres de regroupement de déchets toxiques, il faut se méfier des marques à racine Tho ou Rad comme Thoradia, Radithor, Provoradior, Radiana et s'attarder sur des illustrations mettant en avant des sortes de lumières diffuses et irréelles datant

des décennies 1920, 1930, 1940 et 1950. Des produits cosmétiques avec toute la gamme dentifrice, rouge à lèvres, crème de soins, poudres, savons et des peintures ont été mises sur le marché. L'emploi régulier de ces substances ou l'exposition régulière des usagers à leur rayonnement est susceptible de ne pas être négligeable du point de vue de la radioprotection. Une mention particulière doit être faite du sulfure de zinc radifère utilisé pour ses propriétés de phosphorescence dans l'horlogerie et en particulier par les cadrans des montres et des boussoles. Ces activités étaient principalement installées dans le Doubs et le Jura avec des extensions domestiques car l'application de la peinture se faisait souvent en tant que travail à domicile. Mais ces activités similaires peuvent avoir prospéré ailleurs ; en Haute-Normandie, le site des réveils Bayard à St-Nicolas-d'Aliermont reste une friche au radium, en plein milieu du gros village. Le radium 226 a une durée de vie de 1600 ans. Pour agrémenter les fêtes locales ou familiales, les ouvrières prenaient souvent un petit peu de peinture pour l'utiliser comme matériel de maquillage.

En France, les usines connues d'extraction du radium ayant mis en œuvre des milliers de tonnes de minerais uranifères et sous-produit des stériles radioactifs étaient implantées à Gif-sur-Yvette, à Courbevoie, à l'Île-Saint-Denis et à Nogent-sur-Marne (source : Manuel Pratique du Radium à l'Usage des Agriculteurs, des Chimistes, des Ingénieurs, des Médecins et des Prospecteurs – Félix Colomer – Ingénieur des Mines – Editions d'Actualités). Ces usines ont donc généré des stériles qui ont été parfois utilisés en remblais ou en engrais dans un rayon, compte tenu des moyens de transport en vigueur, de 1 à 3 km. Ceux qui s'installent dans les terroirs à tradition horlogère et radifères doivent dans le cadre général du dépistage à domicile des produits dangereux chimiques, radioactifs et des vestiges de guerre être aussi extrêmement attentifs aux petits emballages qui ont traversé le temps et ont été abandonnés ou planqués dans les caves, les greniers et les dépendances. La perspective d'imposer un dépistage systématique de radioactivité solide ou gazeuse dans toute rési-

Executive Summary

Thanks to ANDRA's radioactive waste inventories and initiatives by NGOs, alerted by residents or from historical research, citizens have a basic tool in determining risky family products and in researching contaminated sites and their correlations.

With regard to the diversity of radioactive waste and materials, citizens are invited to carry out a proximate surveillance to contribute to the mapping of risky plants or storages.

Global trade of secondary materials and food products call on citizens to play a vigilant role in the necessity for radiological safety.

dence faisant l'objet d'une transaction, au même titre que le plomb, l'amiante, les termites et les périmètres Seveso peut paraître à première vue radicale mais les voies de la radioactivité naturelle, renforcée ou artificielle sont tellement nombreuses qu'à 2^e vue cette perspective ne serait pas extravagante, même si ses modalités seraient difficiles à définir et à mettre en œuvre.

L'assainissement ou la démolition des hôpitaux et autres établissements sanitaires, des cabinets

médicaux fermés, notamment ceux des radiologues, doivent faire l'objet d'un dépistage radiologique préalable, en particulier au niveau des caves et débarras et, s'il en existe, des décharges internes. Des traceurs radioactifs, des sources de radiothérapie, des métaux irradiés peuvent y être oubliés et ensuite dispersés par les récupérateurs ou les enfants déambulant dans des sites mal sécurisés.

Les accidents nucléaires comme celui de Tchernobyl génèrent des bois, des tourbes, des viandes, des champignons, des baies et d'autres matières végétales dont les teneurs en radioactivité ne sont pas sévèrement criblées et peuvent mettre en danger l'environnement, les usagers ou les consommateurs. Le manque de vigilance radiologique dans les échanges internationaux complète une mondialisation de la radioactivité artificielle amorcée par les retombées des essais nucléaires atmosphériques. La confusion est aggravée par le flou, l'absence, l'incohérence, l'esotérisme et la multiplicité des réglementations ou recommandations, et leurs sièges éjectables : des exemptions et des libérations possibles pour des matériaux radioactifs issus d'activités non nucléaires.

Le citoyen français et européen doit donc à notre sens avoir une approche de proximité et repérer les activités fixes ou de transit susceptibles ou ayant été susceptibles de générer des déchets ou des stocks de matériaux radioactifs. Les archives municipales et départementales, les accès aux documents administratifs, les témoignages oraux, les journaux d'entreprises, les annuaires sont autant de supports dans cette démarche qui ne peut être que celle d'un passionné ou d'un collectif.

Il peut aussi, s'il a des doutes étayés par une bonne connaissance technique ou historique du sujet, alerter les pouvoirs publics ou les pouvoirs citoyens, c'est-à-dire les organisations de protection de l'environnement et assimilées. A charge pour eux d'évaluer la cohérence de l'alerte.

Il peut directement ou par l'intermédiaire d'une Commission Locale d'Information demander à un exploitant d'incinérateur, de centre de stockage, de site de récupération de ferrailles dotés de portique de détection de radioactivité, combien de déclenchements se sont produits et ce qu'il est advenu des déchets radioactifs méconnus. En tant que citoyen, il doit en se rapprochant du conseil municipal et des autres élus de la République ou de l'Europe faire en sorte que les informations offi-



cielles sur les sites pollués par la chimie ou la radioactivité soient annexées aux Plans Locaux d'Urbanisme.

Dans le domaine de la consommation, les acheteurs doivent s'habituer à questionner les distributeurs ou à exiger des certificats d'innocuité radiologique quand il s'agit de montres, de jouets, de meubles de rangement et autres objets usuels susceptibles de provenir d'une 2^e fusion des métaux. Le domaine des ustensiles de cuisine et des voitures et autres moyens de transport des populations et des animaux ne devraient pas échapper à ces garanties élémentaires. Le démantèlement des usines, stockages et laboratoires des secteurs nucléaires et non nucléaires génère des déchets radioactifs à des degrés divers dans le monde entier et la disponibilité de centres de stockage dédiés est si faible qu'il est mathématiquement évident que beaucoup de sous-produits radioactifs circulent dans le monde et stationnent là où on ne les attend pas. ■

CONTRÔLE

la revue de l'Autorité de sûreté nucléaire, est publiée conjointement par
le ministère de la santé et des solidarités,
le ministère de l'économie, des finances et de l'industrie,
et le ministère de l'écologie et du développement durable

6, place du Colonel Bourgoïn, 75572 Paris Cedex 12
Diffusion : Tél. : 33 (0)1.40.19.88.16 – Fax : 33 (0)1.40.19.87.31
E-mail : DGSNR.PUBLICATIONS@asn.minefi.gouv.fr

Directeur de la publication :

André-Claude LACOSTE, Directeur général de la sûreté nucléaire et de la radioprotection

Directeur de publication délégué : Alain DELMESTRE

Coordinateur du dossier : Philippe BODENEZ

Rédactrice en chef : Véronique LAFON-REMONT

Secrétaires de rédaction : Gérald DUVERT – Fabienne COVARD

Photos : couverture : réalisation Communicas – Juin 2005 : p. 36-41-46-47-52-53-54-55-56-57-60-62-67 : ANDRA ; p. 50 : OPECST ; p. 51-59-74 : CEA ; p. 58-65 : EDF ; p. 70 : AIEA ; p. 77 : Robin des Bois

ISSN : 1254-8146 – Commission paritaire : 1294 AD
Réalisation : ARTYG – Imprimerie : ROLLIN, 41913 Blois Cedex 9

ERRATUM

Deux erreurs se sont glissées dans le numéro *Contrôle* 164 - Le réacteur EPR (mai 2005) : l'illustration en page 24 est une vue aérienne du site de Flamanville et non de Gravelines. L'illustration de la page 69 correspond à : "L'atelier de Chalon Saint-Marcel en février 2004".