

ÉNERGIE La Commission du débat public a remis ses conclusions sur le projet contesté de stockage profond des déchets radioactifs. Un appel à revoir le dossier.

NUCLÉAIRE : QUE FAIRE DES DÉCHETS ?

Il est urgent... d'attendre. C'est du moins le sens des conclusions présentées le 12 février dernier par la Commission nationale du débat public (CNDP) sur Cigéo. Un énorme projet industriel visant à enfouir en profondeur et définitivement les déchets les plus radioactifs produits en France, principalement par les centrales nucléaires. Car pas plus aujourd'hui qu'il y a quarante ans, quand la France s'est lancée dans son programme

électronucléaire, on ne sait comment rendre inoffensifs des déchets qui vont rester très dangereux pendant des centaines, voire des millions d'années.

Une loi de juin 2006 a confié la réalisation de Cigéo à l'Andra, l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs. En application de cette loi, un débat public, complété d'une conférence de citoyens, s'est tenu entre mai 2013 et janvier 2014. L'Andra doit à présent affiner sa copie en te-

nant compte des conclusions du débat public, puis déposer – dès l'an prochain – un dossier de demande d'autorisation de travaux. Ce dossier sera examiné pendant trois ans par les autorités et les différentes instances en charge de la sûreté nucléaire. Le feu vert gouvernemental pourrait donc être donné en 2018 et le stockage démarrer en 2025. Le coût de l'opération est estimé, selon le dernier chiffre qui date de 2009, à au moins 35 milliards d'euros.

Ce projet comporte de nombreux risques. L'enfouissement profond ne fait pas de Cigéo une poubelle close pour l'éternité. Des éléments radioactifs finiront fatalement par remonter à la surface. Si cette migration se déroule plus rapidement que ce qu'a calculé l'Andra (voir encadré page 43), ces éléments à vie longue (*) n'auront pas eu le temps de perdre assez de radioactivité pour ne plus être nocifs lorsqu'ils se retrouveront dans la nature.

Menaces d'incendie

A ces risques a priori éloignés s'en ajoutent d'autres, plus proches. Cigéo devrait recevoir pendant cent à cent vingt années près de 290 000 « colis » de déchets de haute et moyenne radioactivité (voir encadré page 45). Certains auront dû refroidir en surface durant une soixantaine d'années avant de pouvoir être manutentionnés, tant



Laboratoire de l'Andra à Bure (Meuse). Le site d'enfouissement profond devrait recevoir pendant 100 à 120 ans près de 290 000 « colis » hautement radioactifs. Coût : 35 milliards d'euros. Et peut-être le double si la France abandonne la filière peu rentable du retraitement des déchets.

ils sont chauds. L'un des principaux dangers durant cette longue période est l'incendie, qui pourrait libérer des éléments radioactifs (1). Ce risque n'est pas une vue de l'esprit : le 5 février dernier, un feu heureusement sans conséquences dramatiques s'est déclenché dans le centre de stockage de déchets à vie longue de Carlsbad (Nouveau-Mexique), aux Etats-Unis.

Ces menaces ont été prises en compte par les concepteurs de Cigéo. « Par rapport au risque d'incendie, nous avons commencé par éliminer le maximum de matières inflammables. Les conditions sont beaucoup plus favorables qu'un tunnel routier, par exemple. Ensuite, des systèmes d'extinction automatiques équipent tous les engins de manutention. Il y a des portes coupe-feu dans tous les secteurs, qui permettent de confiner un foyer d'incendie qui, s'il se déclarait, serait de faible ampleur car il n'y aura en définitive pas grand-chose à brûler. Et il y aura des camions de pompiers prêts à intervenir au fond, au plus près des opérations de stockage », explique Fabrice Boissier, directeur de la maîtrise des risques à l'Andra.

Faire des tests en conditions réelles

En dépit de leur sérieux, ces multiples dispositifs de sécurité n'ont cependant pas totalement convaincu les participants au débat public. Dans ses conclusions, le président de la CNDP, Christian Leyrit, écrivait ainsi : « De nombreux participants au débat, rejoints par le panel de citoyens, mais également l'IRSN (*), considèrent qu'il est impératif de détendre les délais et que l'on ne peut envisager d'autoriser la phase industrielle en l'absence d'essais en vraie grandeur. »

L'Andra doit indiquer avant le 15 mai quelles suites elle donnera aux conclusions du débat public. Or, celles-ci re-

LE PROJET CIGÉO



Andra

Le centre de stockage profond de Bure (Meuse) pourrait être ouvert vers 2025... s'il est autorisé.

Le projet Cigéo – pour Centre industriel de stockage géologique – prévoit l'enfouissement profond des déchets fortement radioactifs et à vie longue (*), c'est-à-dire dont la radioactivité va mettre entre des siècles et des millions d'années pour devenir quantité négligeable. Ils seront placés dans des alvéoles de béton construites à 500 mètres de profondeur au milieu d'une couche d'argile épaisse de 130 mètres. Le volume et les coûts de Cigéo ont

été calculés de manière à pouvoir enfouir les déchets produits par le parc nucléaire existant, non les déchets des réacteurs dont la construction pourrait être décidée à l'avenir pour remplacer les centrales en fin de vie. Au terme d'une phase de stockage devant s'étaler sur un siècle et en principe réversible, ces galeries seront colmatées et les déchets préalablement conditionnés y seront abandonnés *ad vitam æternam*.

Le site retenu se situe à la limite des départements de la Haute-Marne et de la Meuse, couvrant une zone dont la commune de Bure forme l'épicentre. Le lieu a été notamment retenu en raison de la qualité de la couche argileuse. L'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra), maître d'œuvre du projet, estime en effet que, après la dégradation progressive des conteneurs et des alvéoles au contact de l'eau infiltrée dans la roche, cette formation géologique permettrait de retarder pendant au moins 100 000 ans l'inévitable dispersion d'éléments radioactifs vers la surface. Une période assez longue, selon l'Andra, pour ramener la radioactivité de ces éléments à des niveaux comparables à ceux de la radioactivité naturellement présente dans l'environnement.

mettent sérieusement en cause son projet. En effet, s'il fallait procéder à une expérimentation en conditions réelles, cela aurait pour conséquence, outre des coûts supplémentaires, de reporter la décision

“ Le projet Cigéo ne règle rien. Son intérêt est surtout de faire croire aux Français qu'on leur a trouvé une solution ”

Bernard Laponche,

finale au-delà de l'échéance de 2018 fixée par la loi de 2006.

Quant à la recommandation de la conférence de citoyens de poursuivre les recherches sur les alternatives à l'enfouissement, elle relance de fait le débat sur le fond. Quelles sont ces alternatives ? Pour se débarrasser de la radioactivité, il n'y a pas, à vrai dire, grand-chose en magasin.

La technique de la séparation-transmutation, qui consiste à isoler les différents éléments des déchets hautement radioactifs et à en transformer la structure physique par irradiation afin de réduire la durée de leur radioactivité, permettrait d'atténuer le problème. A défaut de pouvoir l'éliminer. Une opération complexe, très coûteuse et surtout non concluante à ce jour. Mais ce n'est « pas une raison pour ne pas poursuivre les

efforts pour réduire la nocivité des déchets. Ce devrait être une priorité », juge l'association Global Chance, qui produit une expertise indépendante et reconnue sur ces questions.

Une réversibilité douteuse

A quoi bon alors dépendre des dizaines de milliards pour enfouir ce qu'il faudrait

Vie courte/longue : la radioactivité décline dans le temps. On appelle période radioactive le temps au bout duquel la masse d'un élément radioactif est divisée par deux. Au bout de dix périodes, la masse d'un élément radioactif est divisée par 1 000. Par convention, les déchets à vie longue sont ceux dont la période radioactive dépasse trente et un ans, soit la période du césium 137. Sur 1 gramme de césium 137, il en restera 0,5 gr au bout de trente et un ans. Au bout de dix périodes (310 ans), il en restera 1 milligramme. Le plutonium 239 a, quant à lui, une période de 24 000 ans. Mais certains éléments radioactifs contenus dans les déchets de haute activité ont des périodes beaucoup plus longues encore, comme le chlore 36 (300 000 ans) ou l'iode 129 (16 millions d'années).
IRSN : Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire. Etablissement public chargé de la recherche sur les risques nucléaires et radiologiques.



un jour ressortir au cas où de telles recherches aboutiraient ? En outre, si ces recherches débouchent sur une solution industrielle, ce ne sera pas avant des décennies. Or, à de telles échéances, ■■■

1. Voir « Des déchets nucléaires encombrants », *Alternatives Économiques* n° 331, janvier 2014, disponible dans nos archives en ligne.



Raphaël Helle - Signatures

Barrage érigé à Bure par des opposants à Cigéo. Bien qu'il n'ait pas pu se dérouler dans de bonnes conditions, le débat public n'a pas été inutile. Il a conclu à la nécessité d'une expérimentation en conditions réelles avant toute autorisation.

III la récupération des déchets sera quasiment impossible. La réversibilité de l'enfouissement pendant une durée d'un siècle, imposée par la loi de 2006, est en partie théorique. En effet, après quelques décennies d'observation, les alvéoles seront

montagne. Les déchets sont ainsi protégés d'éventuelles attaques aériennes et restent récupérables. Inconvénient : ce dispositif nécessite une surveillance continue (comme c'est du reste le cas aujourd'hui avec les déchets déjà produits) qui pourrait durer des siècles.

Améliorer les stockages existants, investir dans la recherche de long terme et réduire la part du nucléaire devraient être les priorités

bouchées au fur et à mesure de leur remplissage, et une fois celles-ci fermées par des mètres de béton, il sera alors très difficile et coûteux de les rouvrir. Détail en petits caractères à lire attentivement en bas du contrat : Cigéo prévoit que les coûts de ces éventuels retraits seront à la charge des générations qui les réaliseront et ne sont par conséquent pas intégrés dans le chiffrage du projet...

Les risques de l'enfouissement et la nécessité de laisser davantage de chances à la recherche plaident donc plutôt pour le stockage à sec en surface, comme aux Etats-Unis, ou mieux, en « subsurface », comme le pratique l'Allemagne. Après refroidissement en piscine pendant environ cinq ans, les combustibles irradiés sont placés dans des galeries creusées à faible profondeur ou à flanc de

La majorité des pays qui utilisent l'énergie nucléaire, tels que les Etats-Unis ou l'Allemagne, ont opté pour ce type de stockage (sans pour autant exclure l'étude de l'enfouissement, comme aux Etats-Unis). Et comme par hasard, ce sont aussi ces mêmes pays qui ont renoncé au retraitement des combustibles usés : une fois qu'un assemblage d'uranium enrichi (*) est retiré d'un réacteur (au bout de trois années environ), il est considéré comme un déchet (très radioactif) et entreposé comme tel.

Un retraitement sale et coûteux

Ce n'est pas le cas en France. L'Hexagone reste aujourd'hui, avec la Russie, le seul pays à pratiquer le retraitement de l'uranium, réalisé à l'usine de La Hague, en Normandie. Cette opération est censée ré-

duire les importations d'uranium naturel, mais elle est complexe, source de dangers multiples, coûteuse et sale. Elle consiste à extraire des combustibles usés l'uranium (dit de retraitement) et le plutonium qu'ils contiennent. Ces matières radioactives sont en effet considérées comme valorisables pour faire de nouveaux combustibles, ce qui réduit également la masse des déchets que la France se propose d'enfouir.

Or, l'uranium de retraitement est un sous-produit de piètre qualité qui n'a jamais pu réellement être valorisé jusqu'ici. Son stock atteignait 24 000 tonnes en 2010, et il continue de gonfler. Il devrait atteindre 40 000 tonnes en 2020, selon l'Andra. Quant au plutonium, les quantités accumulées (80 tonnes) représentent des risques très élevés en termes de prolifération nucléaire ou de menace terroriste : quelques

kilos suffisent pour faire une bombe. Et l'inhalation ou l'ingestion de quelques microgrammes de ce métal extrêmement radiotoxique se présentant sous forme de poudre est létale.

L'intérêt économique du plutonium comme combustible nucléaire est par ailleurs très hypothétique. La France poursuit, avec le projet Astrid (lancé par le Commissariat à l'énergie atomique en 2010), son vieux rêve de réaliser des réacteurs dits de 4^e génération, les surgénérateurs, qui sont refroidis au sodium et fonctionnent avec du plutonium en mélange avec de l'uranium appauvri (*), matière également théoriquement « valorisable » mais dont les stocks, là encore, s'accumulent (271 000 tonnes en 2010, 345 000 prévues en 2020). Or, les coûts et les dangers de la surgénération avaient justifié l'abandon du prototype Superphénix en 1997 à la suite d'une série d'accidents. En clair, cette technologie est toujours loin d'être maîtrisée.

En attendant ce futur très hypothétique, la France utilise ce mélange de plutonium et d'uranium appauvri, appelé Mox, dans les réacteurs classiques, en substitution à l'uranium enrichi. Sur les 58 réacteurs de l'Hexagone, 24 sont partiellement alimentés avec du Mox. Or, ce combustible présente beaucoup de défauts. D'abord, il coûte cher. Au moins cinq fois le coût du combustible classique, indiquent Jean-Claude Zerbib et André Guillemette, experts de Global Chance, sur la base des rares sources disponibles (voir « En savoir plus »). Et en raison de sa plus forte radioactivité, comparée à celle d'un combustible classique, son emploi nécessite des précautions, donc des coûts, supplémentaires. D'où les tensions entre les deux protagonistes publics de la filière nucléaire : Areva, fabricant de combustible,

Uranium enrichi et appauvri :

l'uranium naturel est constitué de deux isotopes : l'uranium 235 et l'uranium 238. Seul l'U235 permet la fission nucléaire (éclatement du noyau de l'atome qui dégage la chaleur recherchée pour produire de l'électricité), mais il est présent en faible proportion (0,7 %) dans l'uranium naturel. Quasiment tous les réacteurs aujourd'hui en service fonctionnent avec de l'uranium enrichi, c'est-à-dire dont la teneur en U235 a été accrue par un procédé complexe à hauteur de 3,5 %. L'uranium appauvri, sous-produit de cette opération, conserve encore des atomes d'U235 propres à la fission.



a besoin de vendre du Mox pour justifier ses activités de retraitement, tandis qu'EDF, pour réduire ses charges, cherche à en freiner l'usage. De fait, aujourd'hui, le Mox ne se substitue qu'à 11 % seulement de la consommation française d'uranium naturel, selon l'IRSN.

La facture explose

Si la France devait à son tour renoncer au retraitement, ces matières, valorisables en théorie mais si peu valorisées en pratique, passeraient au rang de déchets. Outre les stocks d'uranium appauvri, de plutonium et d'uranium de retraitement, il faudrait ajouter au bilan actuel 14 000 tonnes de combustibles usés attendant leur traitement en piscine et 5 000 tonnes en cours d'utilisation dans les réacteurs. Ces matières que la France conserve concentrent, a calculé Global Chance, l'équivalent de toute la radioactivité contenue dans les déchets qu'il est aujourd'hui prévu d'enfouir dans Cigéo. S'il fallait enterrer telles quelles les barres de combustible usé au lieu de les retraiter, il faudrait presque doubler les capacités de stockage de Cigéo, ce



IL Y A DÉCHETS NUCLÉAIRES ET DÉCHETS NUCLÉAIRES

Les déchets nucléaires destinés à Cigéo sont des déchets de haute activité (HA) et de moyenne activité (MA) à vie longue. Les premiers proviennent principalement du retraitement des combustibles et les seconds des structures métalliques qui contiennent le combustible placé dans les réacteurs. Essentiellement stockés à La Hague, les déchets HA et MA représentent 99,97 % de la radioactivité totale des déchets, mais seulement 3,2 % de leur volume actuel.

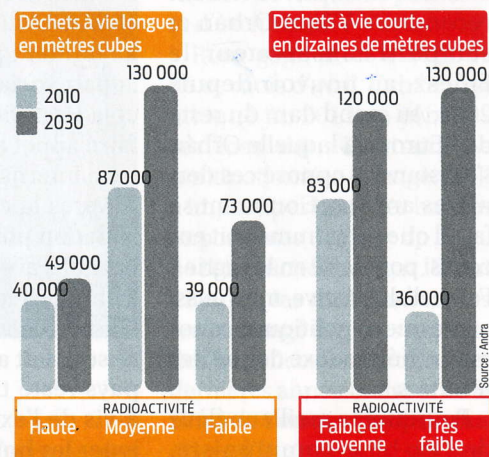
Le reste (0,03 % de la radioactivité, mais 96,8 % du volume) se répartit principalement entre des déchets TFA (très faible activité) et FMA-VC (faible et moyenne activités et vie courte). Ils proviennent des structures et des équipements des installations nucléaires (gravats, ferrailles, outils...) et sont acheminés vers le centre de stockage (en surface) de l'Aube. Ces volumes, appelés à exploser avec le début des opérations de démantèlement des vieilles centrales, posent des problèmes de capacité d'entreposage. Selon le dernier inventaire de l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra), les déchets TFA et FMA-VC représentaient 1,2 million de mètres cubes en 2010. Le double (2,5 millions de mètres cubes) est attendu en 2030.

Cet inventaire n'intègre pas les résidus laissés sur les anciens sites d'extraction d'uranium en France.

Bien que faible, leur radioactivité pose pourtant des problèmes de sécurité très mal pris en compte. Cet inventaire n'intègre pas non plus les matières dites valorisables, mais pas vraiment valorisées et dont la radioactivité est équivalente à celle de l'ensemble de ce qui est comptabilisé comme déchets.

DES STOCKS QUI GONFLENT

Déchets radioactifs par catégorie, en mètres cubes équivalent conditionné



qui pourrait faire passer sa facture à 70 milliards d'euros au moins. Loin des 35 milliards actuellement estimés par l'Andra, chiffre qui repose implicitement sur l'hypothèse

que la France poursuivra indéfiniment ses activités de retraitement. Ce dernier chiffre étant lui-même fort éloigné de l'estimation de 15 milliards d'euros sur laquelle, selon la Cour des comptes, les producteurs de déchets, EDF en tête, se basent actuellement pour provisionner dans leurs comptes la gestion future des déchets à vie longue... avec la ferme intention de ne pas la réviser à la hausse.

« Au final, Cigéo ne règle rien. Son intérêt est surtout de faire croire aux Français qu'on leur a trouvé une solution, conclut Bernard Laponche, physicien nucléaire et membre de Global Chance. Si vraiment nous nous préoccupions de nos déchets nucléaires, la première chose que nous ferions serait de protéger les piscines où refroidissent les combustibles irradiés, afin d'éviter ce qui s'est produit il y a trois ans à Fukushima. Les immenses

piscines de La Hague en particulier, dont les toits ne sont pas plus solides que celui de ma maison et qui ne résisteraient pas à l'attaque d'un drone. »

Améliorer les stockages existants et investir dans la recherche de long terme, donc. Et fabriquer moins de déchets en réduisant la production électronucléaire grâce aux économies d'énergie et au développement des renouvelables. Trois urgences que le projet Cigéo pousse à enfouir ? ■

ANTOINE DE RAVIGNAN



Déchets à haute-activité stockés à La Hague. Du provisoire qui dure.

En savoir plus

Commission nationale du débat public : les documents sur Cigéo (comptes rendus et conclusions, conférences de citoyens, documents techniques et législatifs...) sont sur www.debat-public-cigeo.org

« **Projet Cigéo** », dossier du maître d'ouvrage, Andra, 2013 (www.andra.fr).

« **Inventaire national des matières et déchets radioactifs** », Andra (www.andra.fr).

« **Le casse-tête des matières et déchets nucléaires** », Les cahiers de Global Chance n° 34, novembre 2013, www.global-chance.org

« **Les coûts de la filière électronucléaire** », rapport de la Cour des comptes, janvier 2012, www.ccomptes.fr

Déchets. Le cauchemar du nucléaire, par Laure Noualhat, Le Seuil, 2009.