

**15 mai ► 15 octobre\***

\*avec interruption au mois d'août

// Juillet 2013 • N°12

# CAHIER D'ACTEURS

Les propos au sein du présent cahier d'acteurs n'engagent que leur auteur et sont totalement indépendants de la CPDP.



## **CEA, Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives**

Acteur majeur de la recherche, du développement et de l'innovation industrielle en France, le CEA intervient dans quatre grands domaines : les énergies bas-carbone (nucléaire et renouvelables), les technologies pour l'information, les technologies pour la santé, les très grandes infrastructures de recherche, la Défense et la sécurité globale.

Dans le domaine de l'énergie nucléaire civile, le CEA apporte aux pouvoirs publics et aux industriels les éléments d'expertise et d'innovation sur les systèmes de production d'énergie nucléaire pour développer un nucléaire durable, sûr, et économiquement compétitif. Il mène des programmes sur les systèmes nucléaires du futur et sur l'optimisation du nucléaire industriel actuel.

Dans le domaine de la Défense et de la sécurité globale, le CEA a la responsabilité du maintien sur le long terme de la capacité de dissuasion nucléaire française.

### **contact //**

CEA  
91191 Gif-sur-Yvette Cedex

Site Internet : [www.cea.fr](http://www.cea.fr)

## « POSITIONNEMENT DU CEA VIS-À-VIS DE CIGÉO »

Le Parlement a retenu en 2006 la mise en œuvre d'un stockage profond, comme solution pour assurer la gestion sûre et à long terme des déchets de haute activité (HA) et de moyenne activité à vie longue (MA-VL). Il a confié à l'Andra la mission de concevoir et d'implanter le stockage qui accueillera ces déchets : c'est le projet Cigéo.

Le CEA est, depuis sa création, un spécialiste des déchets radioactifs. D'une part, en tant qu'exploitant nucléaire, il produit des déchets radioactifs dont il assure une gestion sûre et durable. D'autre part, en tant qu'organisme de R&D, il mène des programmes au bénéfice de l'ensemble de la filière nucléaire sur le traitement, le conditionnement et le comportement à long terme des colis de déchets, ainsi que, dans une perspective plus lointaine, pour la minimisation du volume et de la nocivité des déchets ultimes.

**Le CEA soutient le projet Cigéo, qui représente un élément clé de la gestion durable et sûre des déchets radioactifs en France, en évitant ainsi d'en reporter la charge pour les générations futures. ■**

### // Cigéo, une filière de gestion pour les déchets produits par le CEA

#### Origine des déchets produits par les activités du CEA

Le CEA est, depuis 1945, à l'origine du développement de la filière électronucléaire et de la dissuasion nucléaire française. Il a développé la première filière industrielle française de réacteurs nucléaires et ainsi exploité les premiers réacteurs de puissance à Marcoule. Il est aussi à l'origine de la mise en place industrielle de toute la chaîne du cycle du combustible. De 1946 à 1976, le CEA jouait à la fois le rôle d'opérateur de R&D et d'industriel, jusqu'à ce que le gouvernement décide de filialiser ses activités industrielles. Toutes ces activités, ainsi que les programmes qu'il mène aujourd'hui – R&D pour le nucléaire civil, maintien de la capacité de

dissuasion nucléaire française, et assainissement/démantèlement de ses installations en fin de vie – ont engendré et engendreront des déchets radioactifs ultimes.

Parmi ces déchets, les HA et MA-VL proviennent principalement de l'exploitation des réacteurs nucléaires et du traitement des combustibles usés. Leur nature, leurs quantités, les mesures prises pour en limiter le volume et les effets sur la santé et l'environnement, les dispositions en matière de sûreté et de radioprotection sont communiqués en toute transparence par le CEA dans les rapports annuels « transparence et sécurité nucléaire » établis par chaque centre en application de la loi du 13 juin 2006. Par ailleurs, le CEA contribue à l'inventaire national des déchets et matières radioactives réalisé par l'Andra, conformément aux règles de déclaration codifiées dans les décrets et arrêtés d'application de la loi de programmation depuis 2006. ■

## Stratégie de gestion des déchets au CEA

La stratégie du CEA, en termes de gestion de ses déchets, consiste à utiliser chaque fois que cela est possible les filières de stockage existantes (90 % en volume des déchets nucléaires produits en France disposent déjà d'une filière de gestion en stockage ultime). Les déchets HA et MA-VL, qui ne disposent pas encore d'une telle filière, sont traités, conditionnés et entreposés en toute sûreté sur ses centres dans des installations nucléaires dédiées, en attente des filières ad hoc.



Entreposage de colis de déchets vitrifiés à Marcoule.



Entreposage de colis de déchets MA-VL dans l'installation Cedra de Cadarache.

### • Procédés et matrices de conditionnement

Du fait de la grande diversité de ses activités, les déchets radioactifs bruts produits par le CEA sont de natures très variées. Ils sont caractérisés, triés, traités, stabilisés, et transformés en une forme ultime solide et monolithique, la plus adaptée à leur gestion en entreposage et stockage. Pour ce faire, le CEA met en œuvre des procédés de conditionnement conduisant à la fabrication de colis de déchets ultimes et répondant aux deux grands principes de la gestion des déchets radioactifs : la préservation ou l'augmentation de la concentration et le confinement.

Ainsi, trois grandes matrices de conditionnement ont été déployées au CEA pour les déchets HA et MA-VL, en fonction de leurs caractéristiques :

- ➔ Les liants hydrauliques (matrices cimentaires) pour l'immobilisation par enrobage et blocage de déchets solides ou liquides, (MA-VL).

- ➔ Le verre pour le conditionnement des solutions de produits de fission et des actinides mineurs (HA-VL) résultant du recyclage des combustibles usés. La vitrification a été étudiée et sélectionnée par le CEA dès la fin des années 50, débouchant sur la mise en œuvre de procédés technologiques : atelier « Piver » à Marcoule en 1969, « Atelier de vitrification de Marcoule » (AVM) en 1978, puis les ateliers de vitrification « R7 » et « T7 » à La Hague fonctionnant ainsi depuis 1987 et 1992.
- ➔ Le bitume pour l'immobilisation par enrobage à chaud de boues séchées de coprécipitation de radionucléides (MA-VL). Le premier atelier de bitumage industriel a été mis en opération sur le site de Marcoule en 1966. Ce procédé est en voie de remplacement par la cimentation.

- **Comportement à long terme des colis de déchets**

Le comportement des colis de déchets soumis à la corrosion par l'eau, aux désintégrations radioactives et à diverses sollicitations physiques (pression, température) pouvant survenir au cours du temps a fait l'objet d'études spécifiques. Les recherches scientifiques ont permis de décrire et hiérarchiser les mécanismes étant de nature à libérer des radionucléides par dégradation de la matrice de conditionnement sur le long terme et les cinétiques élémentaires de comportement. Ces mécanismes ont été intégrés dans des modèles de comportement opérationnels. Ces modèles permettent ainsi de prévoir le comportement à long terme des différents colis de déchets, sur des périodes de temps pouvant s'étendre de quelques milliers d'années au million d'années. Ils sont conservatifs, et fournissent une estimation très majorante des quantités en radionucléides potentiellement relâchés par suite de phénomènes de corrosion ou de dissolution.

- ➔ Pour les colis de déchets cimentés, des colis de taille métrique mettront plusieurs centaines de milliers d'années pour être altérés à cœur.
- ➔ Pour les colis d'enrobés bitume, la reprise d'eau induit des taux de relâchement des radionucléides très lents, rendant la matrice confinante sur plusieurs centaines de milliers d'années.

➔ Pour les colis de déchets vitrifiés, la durée de vie calculée dépasse le million d'année. L'étude d'analogues naturels (verres volcaniques) conforte ces prévisions de durabilité à long terme, puisque des verres volcaniques âgés de plusieurs dizaines de millions d'années existent.

- **Entreposages des colis de déchets HA et MA-VL**

Le CEA dispose de plusieurs types d'entreposage des colis HA et MA-VL, en attente de leur expédition vers le stockage géologique.

Les colis HA (colis de déchets vitrifiés) produits par l'AVM et par Piver sont entreposés en puits sur le site CEA de Marcoule.

Les colis MA-VL sont entreposés dans l'installation Cedra sur le site CEA de Cadarache et dans diverses installations dédiées, notamment dans des installations récentes de type alvéoles EIP (Entreposage Intermédiaires Polyvalents), sur le site CEA de Marcoule.

- **Cigéo, un site de stockage adapté et sûr pour les déchets du CEA**

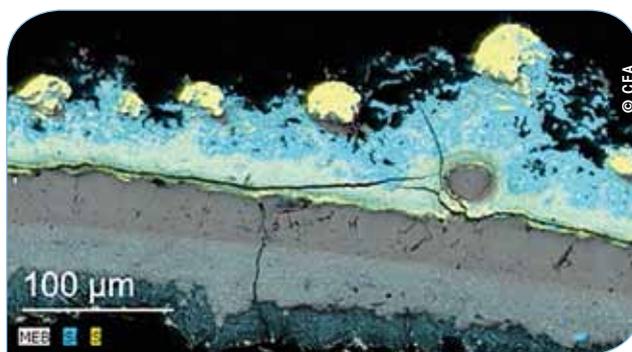
L'ensemble des colis de déchets HA et MA-VL du CEA sont actuellement conditionnés et entreposés en toute sûreté. **Le projet Cigéo constitue une réponse pour le long terme pour les colis de déchets HA et MA-VL du CEA.** ■

## // La R&D sur la gestion des déchets radioactifs : une démarche continue de progrès

### Les recherches pour les déchets du parc actuel

La gestion responsable des déchets radioactifs est une priorité du CEA. Elle fait l'objet de programmes de R&D importants depuis la fin des années 50 sur le traitement et le conditionnement des déchets ainsi que sur le comportement à long terme des colis, le but étant de minimiser la quantité de déchets, de concentrer la radioactivité et de garantir le confinement dans des conditions sûres. Les recherches du CEA peuvent être menées pour ses besoins propres, en soutien aux autres producteurs (AREVA et EDF) ou à l'Andra.

En soutien à l'Andra, le CEA a notamment contribué au projet Cigéo par des études sur le comportement à long terme des colis en milieu géologique profond et l'acceptation de ses déchets. Ses études ont notamment confirmé la très bonne durabilité du verre utilisé pour le confinement des radionucléides, et la faible mobilité de la plupart d'entre eux (et notamment des plus radiotoxiques) dans l'argile. ■



Exemple d'étude réalisée par le CEA pour l'Andra sur le comportement des matériaux de stockage.

## La séparation/transmutation : un axe de progrès pour les déchets futurs



Réacteur Phénix dans lequel ont été menées des expériences de transmutation des actinides mineurs.

Au-delà des études sur les déchets actuels, le CEA mène aussi des recherches sur la séparation/transmutation des éléments radioactifs à vie longue (plutonium, américium, ...). Si la loi du 28 juin 2006 a retenu le stockage en couche géologique profonde comme solution de référence pour les déchets HA et MA-VL, elle a aussi confirmé l'intérêt des recherches sur l'entreposage et la séparation-transmutation, en soulignant leur complémentarité. Elle a ainsi confié au CEA la poursuite des études sur la séparation-transmutation<sup>1</sup>. Il s'agit d'isoler puis de transformer ces éléments les plus radiotoxiques (après 3 siècles, ils constituent près de 99% de la radiotoxicité résiduelle des déchets produits actuellement) en les transmutant en d'autres éléments moins radiotoxiques et à vie plus courte. Ces recherches sont menées par le CEA en synergie avec celles menées

sur les réacteurs nucléaires à neutrons rapides de 4<sup>ème</sup> génération, capables de réaliser la transmutation. Elles ont fait l'objet d'un rapport remis au gouvernement en décembre 2012<sup>2</sup>.

La transmutation d'actinides mineurs ne supprimera pas le besoin d'un stockage en couche géologique profonde, mais pourrait constituer une voie de progrès à long terme, notamment pour répondre à l'objectif de la loi de 2006 : « la réduction de la quantité et de la nocivité des déchets radioactifs est recherchée »<sup>3</sup>. Si le multirecyclage du seul plutonium extrait des combustibles usés permet dans une très large mesure de répondre à cet objectif, la séparation-transmutation des actinides mineurs, une fois le multirecyclage du plutonium démontré, pourrait permettre d'aller encore plus loin, avec une réduction supplémentaire de la radiotoxicité à long terme des déchets jusqu'à un facteur environ de 100, ainsi qu'une diminution d'un facteur 10 environ de l'emprise d'un éventuel stockage futur de déchets de haute activité (car la transmutation diminue la charge thermique des déchets au terme de la période d'entreposage préalable).

Les recherches menées sur la séparation et la transmutation des actinides mineurs ne concernent pas aujourd'hui directement le projet Cigéo, mais s'intéressent aux possibilités d'optimisation de la gestion des déchets que cela peut ouvrir pour l'avenir de la filière nucléaire. Le rapport remis par le CEA au gouvernement confirme les potentialités de telles options, qui ne pourront être efficacement mises en œuvre qu'avec l'avènement de réacteurs à neutrons rapides de 4<sup>ème</sup> génération. ■

<sup>1</sup> Article 3 de la loi

<sup>2</sup> Rapport disponible sur le site internet du CEA : [www.cea.fr](http://www.cea.fr)

<sup>3</sup> Article 6 de la loi

