

LA DÉCONSTRUCTION DES CENTRALES NUCLÉAIRES

1. LA DÉCONSTRUCTION, POURQUOI CE TERME ?

Le démantèlement d'une centrale nucléaire exige un soin particulier compte tenu de la présence de radioéléments et justifie de prendre toutes les mesures nécessaires pour assurer le confinement de tous les matériaux radioactifs avant leur expédition, soit vers les entreprises de traitement et recyclage comme le centre de La Hague ([voir fiche GASN N° 7](#)), soit vers des lieux de stockage de l'ANDRA ([voir fiche GASN N° 3](#)).

Ces conditions spécifiques font que l'on ne peut démolir ces installations comme cela se fait pour la plupart des bâtiments classiques (immeuble, atelier ou usine), d'où le terme « déconstruction » utilisé par EDF pour qualifier ce type de démantèlement.

2. LES RADIOÉLEMENTS PRÉSENTS DANS UNE CENTRALE NUCLÉAIRE

Ils sont de trois sortes :

- Le combustible. Il est constitué des deux principaux isotopes de l'uranium : l'uranium 235 fissile (élément qui peut subir la fission) et l'uranium 238 (élément fertile qui peut être transformé en plutonium-239). Dans le combustible usé et dans le MOX, il y a également du plutonium ([voir fiche GASN N° 21](#)). Ces radioéléments sont des émetteurs alpha et cette émission est en général accompagnée de rayonnement gamma
- Les produits de fission : lorsqu'un noyau d'atome fissile est frappé par un neutron, il se casse en général en deux gros morceaux (les produits de fission) et libère deux ou trois neutrons
- Les produits d'activation : parmi les deux ou trois neutrons expulsés lors de la fission, un seul sert à créer une autre fission et à entretenir ainsi la réaction en chaîne. Les autres sont absorbés par les barres de pilotage du réacteur ou se fixent sur des noyaux de matériaux constituant le réacteur nucléaire. Selon le cas, on observe :
 - dans le combustible, l'uranium 238 fertile (qui absorbe un neutron sans subir la fission) peut absorber un neutron pour devenir successivement de l'uranium 239 puis, par filiation, du neptunium 239 et enfin du plutonium 239 lequel est fissile
 - dans le fluide caloporteur, des impuretés, stables au départ, deviennent radioactives par absorption d'un neutron
 - dans les infrastructures du réacteur, la cuve contenant le cœur, les protections et les supports en béton sont aussi le siège de phénomènes d'activation; ils deviennent de ce fait radioactifs et doivent être traités comme tels. Le radio-isotope très prépondérant est le Cobalt 60 (activation du ⁵⁹Co présent dans l'acier) de période = 5,3 ans (temps au bout duquel la moitié de l'activité initiale a disparu)

3. LA STRATÉGIE

La stratégie d'EDF dans la fin du XXème siècle était de déconstruire partiellement les centrales mises à l'arrêt définitif. Ceci consistait à démonter les installations non nucléaires puis à attendre trente ou quarante ans pour que les produits d'activation aient perdu la plus grande partie de leur radioactivité par décroissance radioactive. A l'issue de ce laps de temps, les matériaux sont peu radioactifs (la radioactivité diminue d'un facteur 1000 en 10 périodes) et peuvent être facilement déconstruits.

Une stratégie plus offensive est désormais adoptée pour la déconstruction des centrales de première génération (notamment du type UNGG), en réduisant le temps d'attente grâce à la robotisation de certaines opérations de démantèlement d'installations, sans exposer le personnel aux rayonnements ionisants et à la contamination radioactive.

En effet un arrêt de plusieurs décennies n'affranchit pas l'exploitant d'assurer la sûreté de ses installations et de la surveiller : attendre coûte donc cher, et impose souvent, avant de pouvoir démanteler, d'avoir à investir des sommes importantes pour la mise à niveau des installations.

Pour assurer sa stratégie, EDF a créé un Centre d'Ingénierie Déconstruction et Environnement (CIDEN) réunissant les compétences dans les domaines de déconstruction, gestion des déchets et protection de l'environnement.

4. LES ÉTAPES DE LA DÉCONSTRUCTION

Celle-ci se déroule en trois étapes successives appelées phases dont la durée et la complexité des opérations peuvent varier d'une installation nucléaire à l'autre en fonction de la nature des opérations à réaliser.

La phase de mise à l'arrêt définitif (MAD) (phase 1)

A ce stade, la centrale est arrêtée, le combustible est déchargé, tous les circuits sont vidangés. Les installations non nucléaires sont mises hors service et démontées sauf celles qui sont nécessaires à la surveillance et à la sûreté. Cette opération permet d'évacuer 99,9 % des constituants radioactifs présents dans la centrale (voir § 2).

La phase de démantèlement partiel (phase 2)

La seconde phase comprend le démontage des équipements et de tous les bâtiments (à l'exception du bâtiment réacteur), le conditionnement et l'évacuation de l'ensemble des déchets vers les centres de stockage agréés. La partie contenant le réacteur est isolée puis confinée, pour éviter tout risque de contamination, et enfin mise sous surveillance.

La phase de déconstruction totale (phase 3)

Après un laps de temps permettant aux produits d'activation à courte période d'être à un niveau d'activité très faible, commence le démontage complet du bâtiment réacteur ainsi que des matériaux et équipements encore radioactifs, et l'évacuation des déchets ainsi générés qui sont conditionnés et évacués vers les centres de stockage appropriés.

Les deux premières phases de déconstruction sont effectuées au cours des 10 années qui suivent l'arrêt de la production d'électricité. La dernière phase dure environ 10 ans.

A l'issue de la dernière phase, la surveillance n'est plus nécessaire, le site peut alors être réutilisé.

Un décret d'autorisation est requis pour chacune des phases de la déconstruction.

5. LES DÉCHETS GÉNÉRÉS PAR LA DÉCONSTRUCTION

Le combustible est expédié en châteaux de plomb à la Hague pour retraitement (voir la [fiche GASN N° 7](#)).

Il contient 99,9 % de la radioactivité de la centrale.

Cette opération est réalisée dès la mise à l'arrêt définitif (voir § 4). De ce fait, la déconstruction ne génère pas de déchets de haute activité.

- les déchets non nucléaires, environ 600.000 tonnes, représentent 75% des déchets générés par la déconstruction. Ce sont des gravats traditionnels qui resteront sur le site et qui combleront les vides laissés par les fondations et les sous-sols des bâtiments.
- les déchets radioactifs (hors combustible, traités ci-dessus). Ces déchets ([voir fiche GASN N° 3](#)), environ 200 000 tonnes, soit 25% des déchets de déconstruction, se classent en quatre catégories :
 - les déchets de catégorie A (faible et moyenne activité à vie courte : période inférieure à 30 ans) représentent environ 55 000 tonnes. Ils sont stockés à Soulaines sur le site de l'ANDRA. Toutefois, certains d'entre eux subissent préalablement un traitement qui permet une réduction importante du volume total (compactage, incinération ou fusion).
 - les déchets de très faible activité (TFA), environ 128 000 tonnes, seront stockés sur le site ANDRA de Morvilliers.
 - les déchets de graphite issus des centrales UNGG font l'objet d'un projet de stockage dans des couches d'argile épaisses. Initié par l'ANDRA, ce projet concerne aussi, sur le même site, le stockage des déchets radifères (contenant du radium). ([voir fiche GASN N° 3](#))
 - le sodium du réacteur à neutrons rapides de Creys Malville, environ 5 500 tonnes, est à éliminer. La solution retenue par EDF est de transformer ce sodium en soude (NaOH) grâce à un procédé industriel développé par le CEA. La soude ainsi formée

est incorporée dans des blocs de béton entreposés sur le site en attente de stockage sur un site agréé avant 2020. Remarque : compte tenu de sa courte période (2,6 ans), l'isotope radioactif sodium 22, qui s'est formé par activation dans le sodium quand le réacteur fonctionnait, devient négligeable au bout d'une trentaine d'années. En 2033, on pourra considérer que ce sodium aura atteint le niveau de radioactivité naturelle.

6. LA RADIOPROTECTION PENDANT LA DÉCONSTRUCTION

Pour la protection des personnels et de l'environnement, tout au long de la déconstruction, EDF applique les mêmes consignes que pour l'exploitation des centrales en service.

Avant le commencement de la déconstruction, un bilan initial du site est réalisé, permettant de caractériser l'état radiologique et chimique du site, le sol et les nappes phréatiques, ainsi que l'environnement : faune, flore, cultures et élevages.

Différents scénarios de déconstruction sont étudiés avec études d'impact sur l'environnement concernant les rejets et les nuisances associées aux travaux envisagés.

De même, pour le personnel, chaque scénario prend en compte les doses estimées auxquelles seront soumis les agents au cours de chaque phase de déconstruction, afin de choisir celui le plus conforme au principe ALARA (As Low As Reasonably Achievable : aussi bas que raisonnablement réalisable). Ceci par utilisation de robots dans les zones les plus exposées.

Sont aussi pris en compte les dispositifs mis en œuvre pour réduire à la source les rejets chimiques et radioactifs. Pour limiter les nuisances dues au chantier de déconstruction (bruits, risques chimiques, incendies...), la construction de murs, d'enceintes de confinement, de bacs de rétention est prévue.

7. LE DEVENIR DU SITE APRES DÉCONSTRUCTION

Le site à vocation industriel demeure la propriété d'EDF et reste placé sous sa responsabilité et sa surveillance. Compte tenu de sa localisation à proximité de source d'eau et de poste d'interconnexion au réseau de transport de l'électricité, le site peut devenir un futur centre de production énergétique (pas nécessairement nucléaire). La réutilisation des sites sera examinée en fonction des besoins à partir de 2025.

8. LE FINANCEMENT DE LA DÉCONSTRUCTION

EDF maîtrise l'ensemble du cycle de vie de ses centrales nucléaires et assume l'entière responsabilité, financière et technique, de leur déconstruction lorsque celles-ci sont arrivées en fin d'exploitation.

En 2001, EDF a fait le choix de déconstruire intégralement ses neuf réacteurs définitivement mis à l'arrêt : Brennilis (réacteur à eau lourde), Bugey 1 (réacteur à uranium naturel graphite – gaz), Chinon A1, A2 et A3 (réacteurs à uranium naturel graphite – gaz), Chooz A (réacteur à eau pressurisée), Creys-Malville (réacteur à neutrons rapides) et Saint-Laurent A1 et A2 (réacteurs à uranium naturel graphite – gaz).

Cet engagement a été inscrit le 21 octobre 2005 dans le contrat de service public signé avec l'État.

Dès l'origine, EDF a prévu le financement de la déconstruction par les consommateurs actuels qui bénéficient du courant électrique fourni par les réacteurs en fonctionnement.

Ce coût est, depuis la mise en route des premiers réacteurs, intégré dans le prix du kilowatt-heure facturé.

L'entreprise EDF provisionne les sommes collectées tout au long de la durée d'exploitation des réacteurs pour pouvoir en disposer au moment de la mise à l'arrêt définitif.

Le montant est ajusté chaque année pour compenser l'inflation, sous le contrôle de la Cour des Comptes. Ce prélèvement est de l'ordre de 0,002 euros par kWh.

La déconstruction des centrales de première génération qui doit être terminée en 2025 coûtera 3 milliards d'euros. Cette somme est entièrement provisionnée par EDF.

Pour les 58 réacteurs du parc actuellement en exploitation et dont la déconstruction débutera au-delà de 2020, le coût est estimé à 16 milliards d'euros. Ce chiffre est en cours de révision par la Cour des Comptes, dont le rapport est prévu fin janvier 2012.