

LA DECONSTRUCTION DES CENTRALES NUCLEAIRES EDF

La déconstruction est une étape normale dans la vie d'une centrale nucléaire (construction, puis exploitation, puis déconstruction). Il s'agit d'un processus long, jalonné d'une série d'opérations, toutes assumées par EDF. L'entreprise est responsable de la déconstruction de ses centrales en tant qu'« architecte ensembleur » de ses installations.

Les opérations de déconstruction sont strictement encadrées par l'Autorité de Sûreté Nucléaire qui réalise régulièrement des contrôles et des inspections (au même titre que dans les centrales en exploitation) ; et par les pouvoirs publics qui délivrent les autorisations réglementaires nécessaires aux chantiers de déconstruction.

Aujourd'hui 9 réacteurs sont en déconstruction au sein du parc nucléaire EDF en France. EDF pilote ces chantiers en garantissant à la fois la protection des hommes et de l'environnement en partenariat avec des industriels spécialisés. EDF assume l'entière responsabilité financière des charges liées aux opérations de déconstruction, que ce soit pour les chantiers en cours ou pour les déconstructions à venir.





LA DECONSTRUCTION : UN PROCESSUS ASSUME PAR EDF ET REGLEMENTE

Des opérations **assumées par EDF**

Pour la déconstruction de ses centrales, EDF, exploitant responsable, a fait le choix d'une stratégie de déconstruction sans attendre : concrètement, il s'agit de réaliser l'ensemble des opérations pour les centrales concernées sans période d'attente, mais sans précipitation pour autant.

L'objectif est double : ne pas laisser aux générations futures la charge de la déconstruction, et bénéficier de l'expertise et des compétences des salariés actuels, qui ont participé à l'exploitation des centrales aujourd'hui à l'arrêt. Ce choix est d'ailleurs cohérent avec les préconisations de l'ASN et de l'AIEA.

Des opérations longues, **multiples**

La déconstruction est un processus long et complexe de différentes opérations techniques et administratives qui se répartissent en trois étapes clés :

- **La mise à l'arrêt** : cette première phase comprend le déchargement du combustible, la vidange de tous les circuits (99,9% de la radioactivité présente sur le site est éliminée), puis la mise à l'arrêt définitif (démontage d'installations non nucléaires définitivement mises hors service)

- **Le démantèlement partiel** : 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, et la mise sous surveillance du bâtiment réacteur.

- **Le démantèlement total** : Cette dernière phase comprend le démontage complet du bâtiment réacteur, ainsi que des matériaux et équipements encore radioactifs et l'évacuation des déchets générés.

Toute cette série d'opérations s'effectue, pour les 9 réacteurs de première génération, au cours d'une période de 25 à 30 ans. A l'issue de la déconstruction, le site passe alors par une phase d'assainissement avant de pouvoir être réutilisé.

La réutilisation des sites fait l'objet d'études et de concertation avec les structures et acteurs concernés. La future fonction du site dépend en effet du contexte et des opportunités qu'offre le territoire.

Eliminer toute la radioactivité

La déconstruction d'une centrale nucléaire ne génère pas de radioactivité : elle consiste au contraire à garantir le conditionnement et l'évacuation de la radioactivité dans sa totalité. Ainsi, 99,9% de la radioactivité est évacuée dès le déchargement du combustible après l'arrêt du réacteur. Maîtriser les impacts environnementaux et la radioprotection constituent les enjeux majeurs des études menées pour déterminer les procédés de déconstruction.



LE CIDEN : UN CENTRE D'EXPERTISE EDF DÉDIÉ À LA DÉCONSTRUCTION DES CENTRALES

En tant qu'exploitant responsable, EDF a mis en place dès 2001 une unité dédiée aux opérations de déconstruction : le Centre d'ingénierie déconstruction et environnement (CIDEN).

Le CIDEN regroupe de nombreuses compétences telles que :

- l'expérience très importante des salariés ayant œuvré à la construction et à l'exploitation des centrales
- la contribution d'exploitants du parc nucléaire en fonctionnement notamment en matière de radioprotection
- l'expertise de jeunes ingénieurs familiers des nouvelles réglementations en particulier environnementales

Plus de 500 salariés travaillent au CIDEN sur les techniques de déconstruction et de démolition des structures et l'assainissement des sites. Le CIDEN réalise également des activités d'ingénierie liées à la gestion et au devenir des déchets issus des différents chantiers de déconstruction. Il centralise enfin l'ensemble des études d'ingénierie relatives aux impacts environnementaux des centrales nucléaires en construction, en exploitation et en déconstruction.

Ce foisonnement de compétences et d'expertise permet de mutualiser et d'améliorer en continu les pratiques. Tout cela grâce au meilleur enseignement tiré des différentes opérations de déconstruction menées sur le territoire et des opérations conduites par d'autres industriels en France et dans le monde.



ZOOM : Quelle réglementation pour la déconstruction ?

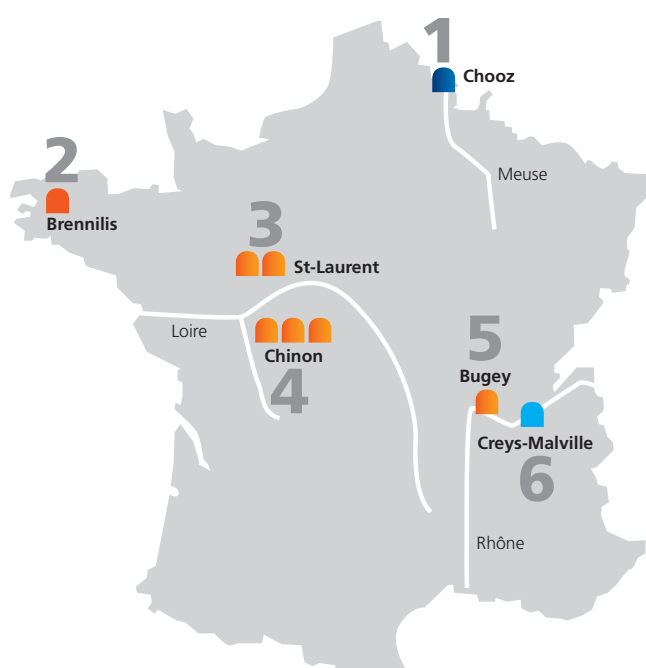
Il existe une stricte réglementation qui encadre les chantiers de déconstruction durant toute leur durée. Elle est régie par deux acteurs que sont les pouvoirs publics et l'Autorité de sûreté nucléaire.

D'une part, ce sont les pouvoirs publics qui donnent les autorisations nécessaires pour débiter chaque grande étape du chantier. Ainsi, avant même le démarrage des opérations de déconstruction, chaque centrale doit obtenir un décret d'autorisation. Ce décret est signé par le Gouvernement après avis de l'ASN et fait l'objet d'une enquête publique auprès des riverains et des acteurs concernés.

D'autre part, en plus de ces autorisations, l'Autorité de Sûreté Nucléaire mène régulièrement des contrôles sur chaque chantier de déconstruction. Elle vérifie alors que les opérations se déroulent en toute conformité avec ses exigences et avec la réglementation.

9 CHANTIERS DE DECONSTRUCTION AU SEIN DU PARC EDF EN FRANCE

EDF a fait le choix de déconstruire intégralement et sans attendre ses neuf réacteurs définitivement mis à l'arrêt : Brennilis, Bugey 1, Chinon A1, A2 et A3, Creys Malville, Chooz A et Saint Laurent A1 et A2. Cet engagement a été inscrit le 21 octobre 2005 dans un contrat de service public signé avec l'Etat.



- Réacteur à eau lourde
- Réacteur à eau pressurisée
- Réacteur UNGG
- Réacteur à neutrons rapides



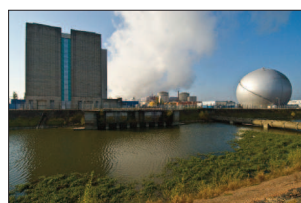
1 - Chooz
Ardennes, à 60 km de Charleville-Mézières
Réacteur à eau pressurisée
Mise en service : 1967
Date d'arrêt : 1991



2 - Brennilis
Finistère, à 70 km de Brest
Réacteur à eau lourde
Mise en service : 1967
Date d'arrêt : 1985



3 - Saint Laurent A
Loir-et-Cher, à 35 km d'Orléans
2 réacteurs UNGG
Mises en service : 1969 et 1971
Dates d'arrêt : 1990 et 1992



4 - Chinon A
Indre-et-Loire, à 45 km de Tours
3 réacteurs UNGG
Mises en service 1963, 1965 et 1966
Dates d'arrêt : 1973, 1985 et 1990



5 - Bugey 1
Ain, à 40 km de Lyon
Réacteur UNGG
Mise en service : 1972
Date d'arrêt : 1994



6 - Creys-Malville
Isère, à 75 km de Lyon
Réacteur à neutrons rapides
Mise en service : 1986
Date d'arrêt : 1998



ZOOM : Comment EDF s'inspire des meilleures pratiques à l'international ?

Pour améliorer autant que possible les pratiques en matière de déconstruction, EDF s'appuie sur le retour d'expérience de chantiers similaires menés à l'international sur d'autres centrales. En effet, plusieurs centrales nucléaires ont été totalement déconstruites aux Etats Unis notamment. Cela passe par des échanges réguliers entre EDF et des opérateurs et experts internationaux.



LA PRISE EN CHARGE DES DECHETS ISSUS DE LA DECONSTRUCTION

Les déchets issus de la déconstruction sont gérés comme les déchets d'exploitation des centrales en fonctionnement (sur ce point, voir la note gestion des déchets par EDF). Ils sont triés, compactés et conditionnés, avant d'être transportés vers des centres de stockage adaptés à leur nature.

Pour garantir la protection des hommes et de l'environnement lors des opérations de déconstruction, EDF applique strictement les mêmes règles de sûreté, de sécurité et de radioprotection que celles en vigueur pour l'exploitation de son parc nucléaire.

Différents types de déchets

Les déchets conventionnels :

La majorité des déchets générée par la déconstruction est constituée de déchets conventionnels, c'est-à-dire non radioactifs. Ils représentent plus de 80% du volume des déchets issus de la déconstruction. Ce sont essentiellement des gravats et des métaux.

Les gravats conventionnels sont destinés à rester sur site car ils ont vocation à être utilisés dans les espaces vides

libérés par les fondations des bâtiments. Les équipements électro-mécaniques seront quant à eux recyclés pour la plupart dans des centres agréés.

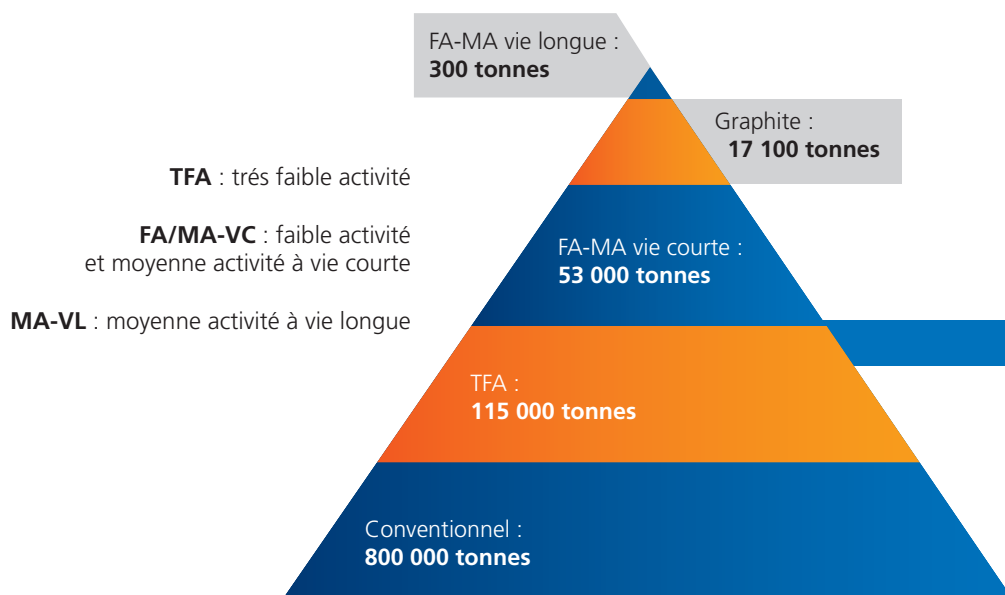
Les autres types de déchets :

L'ANDRA (Agence Nationale pour la Gestion des Déchets Radioactifs) propose une classification qui s'appuie sur deux critères :

- **le niveau de radioactivité**, qui se rapporte à la quantité de rayonnements des radionucléides (éléments radioactifs) présents dans les déchets. On distingue quatre niveaux de radioactivité : Haute Activité (HA), Moyenne Activité (MA), Faible Activité (FA), Très Faible Activité (TFA) ;
- **la période radioactive**, qui correspond au temps nécessaire pour que la radioactivité des éléments radioactifs soit divisée par deux. On répertorie deux grandes catégories de déchets, ceux dits « à vie courte » (la radioactivité de ces déchets est divisée par deux sur une période inférieure ou égale à 31 ans) et ceux dits « à vie longue » (la radioactivité de ces déchets est divisée par deux sur une période supérieure à 31 ans).

LA PRISE EN CHARGE DES DECHETS ISSUS DE LA DECONSTRUCTION - SUITE

Type de déchet	Lieu de stockage
Les déchets de « très faible activité » à vie courte (TFA-VC) Leur niveau de radioactivité est inférieur à 100 Becquerel/gramme (Bq/g). Il s'agit principalement de bétons, gravats, terres...	Centre de stockage de l'ANDRA à Morvilliers (Aube), opérationnel depuis l'été 2003
Les déchets de « faible et moyenne activité à vie courte » (FA/MA-VC) Leur niveau de radioactivité se situe entre quelques centaines de Bq/g et 1 million de Bq/g. Ce sont essentiellement des matériels ayant contenu ou véhiculé des fluides radioactifs (tuyauteries, robinets, réservoirs,...).	Centre de l'ANDRA à Soulaines (Aube),
Les déchets de moyenne activité à vie longue (MA-VL) Leur niveau de radioactivité se situe entre 1 million et 1 milliard de Bq/g. Il s'agit de pièces de métal devenues radioactives sous l'action des neutrons issus du cœur du réacteur.	Ces déchets seront stockés définitivement dans un centre de stockage géologique de l'ANDRA à l'horizon 2025 tel que prévu dans la Loi-Programme du 28 juin 2006 sur la gestion des matières et déchets radioactifs. En attendant et afin de conduire le programme de déconstruction de ces réacteurs, une Installation de Conditionnement et d'Entreposage des Déchets Activés (ICEDA) est en construction sur le site de la centrale de Bugey (Ain) et sera opérationnelle en 2014 pour une durée de 50 ans. Ce projet a donné lieu à une enquête publique à l'été 2006.
Les déchets de graphite à vie longue (issus des centrales UNGG)	La Loi du 28 juin 2006 prévoit la création par l'ANDRA d'un stockage en couche d'argile épaisse pour les déchets graphites.
Le sodium à vie courte (issu de la centrale de Creys-Malville)	Les 5 500 tonnes de sodium de la cuve du réacteur et des circuits secondaires de Creys-Malville seront transformées en soude, grâce à un procédé industriel développé par le CEA, puis conditionnés de façon très sûre en incorporant la soude dans du béton. Ce sodium sera traité d'ici 2013, au rythme moyen de 5 tonnes par jour. Les blocs de béton, de très faible activité, seront entreposés sur le site pendant 30 ans environ, où ils atteindront un niveau d'activité proche de la radioactivité naturelle.



En quelques chiffres :

Au total, la déconstruction des neuf réacteurs à l'arrêt générera environ 800 000 tonnes de déchets conventionnels, c'est-à-dire non radioactifs qui seront recyclés ; et environ 180 000 tonnes de déchets radioactifs en très grande majorité à vie courte.

GARANTIR LA PROTECTION DU PUBLIC, DES SALAIRES ET DE L'ENVIRONNEMENT

Maîtriser la radioprotection et les impacts environnementaux constitue les enjeux majeurs des études préalables menées pour déterminer les procédés de déconstruction. Plusieurs scénarii de déconstruction sont alors étudiés prenant en compte les risques et les impacts éventuels de chacun sur les travailleurs et sur l'environnement. Des dispositions sont alors prises pour améliorer du mieux possible les procédés et la méthode de déconstruction choisie.

Garantir la protection des hommes

Sur la base des études réalisées en amont, des dispositions sont également prises pour éviter toute nuisance due au chantier (bruit, risques chimiques, incendies...). Des technologies sont développées (télé-démontage, robotique) pour les postes de travail les plus exposés aux rayonnements. L'objectif d'EDF est de réduire le plus possible l'exposition des travailleurs à la radioactivité sur les chantiers.

Surveiller l'environnement

Des diagnostics réguliers permettent d'analyser l'état des sols, de la nappe phréatique, ainsi que la faune, la flore et les éventuels cultures et élevages. Ce bilan est mis à jour à chaque phase de la déconstruction et mesure l'évolution de l'environnement durant tout le chantier. Il précise la radioactivité de chaque structure avant son démontage.

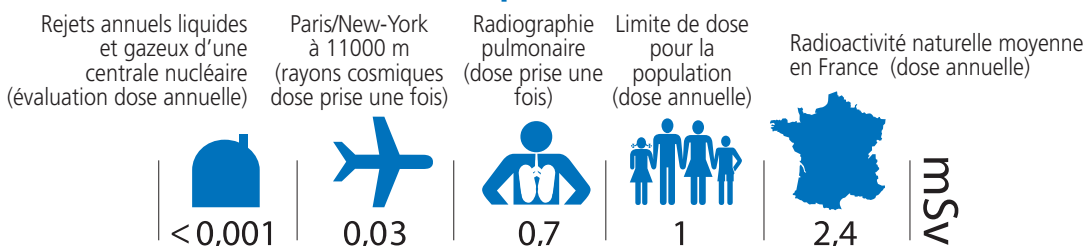
D'autre part, comme sur l'ensemble de ses centrales nucléaires en exploitation, EDF assure une surveillance de l'environnement en toute transparence vis-à-vis des pouvoirs publics, en transmettant régulièrement les résultats de ses mesures à l'Autorité de Sûreté Nucléaire et en les publiant régulièrement sur les sites internet de ses centrales, à l'intention du public.

Cette transparence est garantie par les Commissions locales d'information (CLI) concernées par des installations en déconstruction. Composées d'élus, de représentants d'associations et des pouvoirs publics, elles se réunissent en moyenne deux fois par an. Au cours de ces réunions, EDF rend compte de l'état d'avancement des chantiers de déconstruction et des mesures de protection assurées pour les hommes et pour l'environnement.

Faire appel à des entreprises spécialisées

Compte tenu de la spécificité et de la complexité des opérations liées à la déconstruction, EDF fait appel à des entreprises prestataires spécialisées. Etant donné leur expertise sur des domaines très spécialisés, elles peuvent réaliser des missions complexes en toute efficacité. Ces salariés d'entreprises prestataires bénéficient bien entendu des mêmes conditions de radioprotection, de suivi médical et de formation que les salariés d'EDF.

Différentes situations d'exposition



Depuis 2003, le seuil limite des doses de rayonnements ionisants auxquelles les travailleurs du nucléaire peuvent être exposés est de 20 mSv sur douze mois. EDF applique une règle plus stricte, limitant l'exposition des intervenants en centrale nucléaire à une exposition de 16 mSv en douze mois.



FINANCER LA DECONSTRUCTION

EDF assume l'entière responsabilité financière du démantèlement de ses centrales nucléaires. Le financement de cette phase du cycle de vie d'une centrale est prévu dès le début et durant toute la phase d'exploitation de la centrale. EDF constitue des provisions dans ses comptes et garantit celles-ci sur des fonds dédiés sécurisés, afin de disposer le moment venu des sommes nécessaires au financement de la déconstruction de ses centrales nucléaires.

Le coût de déconstruction des 9 réacteurs définitivement à l'arrêt - les six réacteurs graphite gaz, ainsi que Chooz A, Brennilis et Creys-Malville - a été estimé globalement. Les charges ont été évaluées à partir d'un devis mis à jour en 2008. Les coûts sont réévalués tous les 3 ans en tenant compte de l'évolution des hypothèses techniques

et financières, conformément à la loi. Le financement de la déconstruction de ces réacteurs fait actuellement l'objet de provisions en valeur actualisée dans les comptes d'EDF d'environ 2 milliards d'euros.

L'estimation des coûts de déconstruction des 58 réacteurs actuellement en service en France, (initialement réalisée par la Commission Péon en 1979), a été confirmée par des études réalisées en 1999 et mises à jour en 2009 sur la base du cas du site de Dampierre. Cette estimation a d'ailleurs été confirmée par la Cour des comptes en 2004. Ce coût est pris en compte dans le prix de vente du kWh fourni au client. Ainsi, la provision correspondante est aujourd'hui d'environ 9 milliards d'euros en valeur actualisée.



Cap Ampère

1, place Pleyel - 93282 Saint-Denis cedex

Siège social

22-30 avenue de Wagram - 75008 Paris

EDF SA au capital de 930 406 055 euros
552 081 317 RCC Paris

Conception – réalisation : Lionel Tran

Images : médiathèque EDF

Publication : EDF - Direction de la communication
de la Direction de la production et de l'ingénierie

Le groupe **EDF** est certifié **ISO 14001**



ICEDA : un projet industriel pour le programme de déconstruction d'EDF

EDF a en charge à la fois la construction, l'exploitation et la déconstruction de ses centrales nucléaires. Dans ce cadre, l'entreprise est responsable de ses déchets. Actuellement, en France, 9 réacteurs nucléaires ont entamé leur processus de déconstruction. Ces opérations d'ampleur génèrent plusieurs types de déchets (dont certains radioactifs). Le Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs ne prévoyant pas de solution de stockage définitif avant 2025 pour une partie d'entre eux, EDF met en place une solution d'entreposage temporaire pour mettre en œuvre, sans attente, sa politique de démantèlement de ses centrales à l'arrêt.

Un centre d'entreposage provisoire :

EDF a choisi de construire une installation d'entreposage provisoire sur le site de la centrale du Bugey (Ain). ICEDA (Installation de Conditionnement et d'Entreposage des Déchets Activés) permettra d'accueillir, de conditionner et d'entrepoiser l'ensemble des déchets radioactifs de moyenne activité à vie longue provenant de la déconstruction des centrales nucléaires et certains déchets d'exploitation des réacteurs en fonctionnement, pour une durée prévisionnelle de 50 ans. La mise en service d'ICEDA est prévue en 2014. Ces déchets seront ensuite évacués vers le centre de stockage définitif national qui sera réalisé et exploité par l'ANDRA.

ICEDA, dont la création a été autorisée par le décret du 23 avril 2010, répond aux exigences de sûreté et de respect de l'environnement comme toute installation nucléaire en France. En tant qu'installation nucléaire, celle-ci est d'ailleurs soumise à la surveillance et au contrôle de l'Autorité de sûreté nucléaire, régis par la loi Transparence et sécurité nucléaire

EDF sera l'exploitant de cette installation pendant toute sa durée d'exploitation pour réceptionner, conditionner puis entreposer 2000 tonnes de déchets de moyenne activité à vie longue.

*Les déchets radioactifs sont dits à vie longue, lorsque leur période radioactive (c'est-à-dire le temps nécessaire pour que la radioactivité des éléments radioactifs soit divisée par deux) est supérieure à 31 ans.



Le choix du site de Bugey :

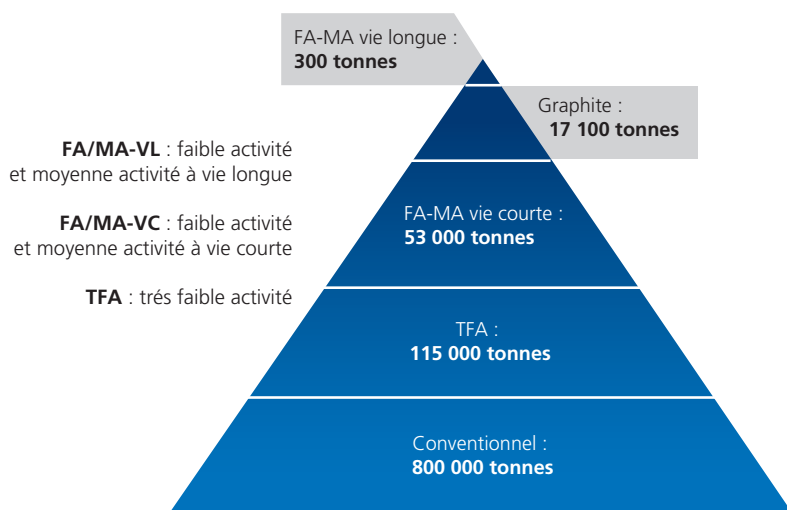
Pour des raisons de sûreté et pour faciliter la gestion de ses déchets, EDF a décidé de réaliser une seule installation d'entreposage pour l'ensemble de ses sites, et de

l'implanter sur l'un des 6 sites ayant des réacteurs en déconstruction (Brennilis, Creys-Malville, Bugey, Chooz, Chinon et Saint-Laurent).

Entrepoiser n'est pas stocker

Contrairement au stockage, l'entreposage désigne une solution provisoire. ICEDA est une installation temporaire d'entreposage, prévue pour quelques dizaines d'années. Les déchets entreposés à ICEDA seront ensuite évacués vers le centre de stockage définitif de l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (ANDRA).

La répartition des déchets issus de la déconstruction des neuf réacteurs à l'arrêt



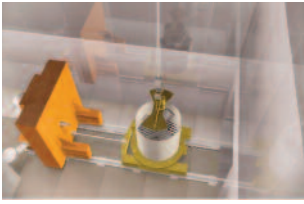
ZOOM : Un projet encadré et concerté

Plusieurs phases réglementaires ont été nécessaires pour faire aboutir le projet ICEDA :

- 2005** : dépôt du dossier de demande d'autorisation de création auprès de l'Autorité de sûreté nucléaire ;
- 2006** : enquête publique, à l'issue de laquelle le commissaire enquêteur a donné un avis favorable au projet ICEDA ;
- 2009** : avis favorable de l'Autorité de sûreté nucléaire sur le projet ;
- 2010** : signature par le préfet de l'Ain du permis de construire d'ICEDA ; parution du décret d'autorisation de création dans le Journal Officiel de la République Française ;
- Janvier 2012** : suspension des travaux de construction d'ICEDA suite à l'annulation du permis de construire par le tribunal administratif de Lyon.

Le fonctionnement d'ICEDA

Les déchets, une fois arrivés par voie ferrée ou routière, sont réceptionnés dans le hall d'ICEDA avant d'être conditionnés.



Conditionnement des déchets

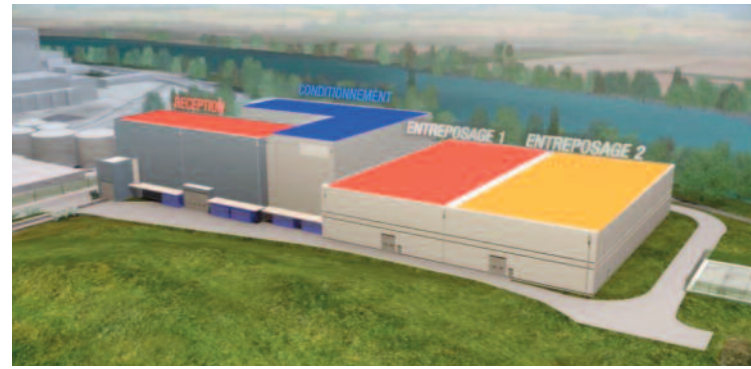
Lors de cette étape, les déchets sont manipulés à distance par des bras télé-opérés et surveillés visuellement à travers des

hublots et à l'aide de caméras. Les déchets provenant de la déconstruction sont déjà découpés lorsqu'ils arrivent à ICEDA et placés dans des paniers métalliques. En revanche, les déchets issus des centrales en exploitation sont découpés sur ICEDA avant d'être mis en panier. Ces déchets sont immobilisés dans le panier par injection de ciment. L'ensemble est ensuite placé dans un conteneur en béton armé.



Entreposage des déchets

Les colis sont empilés par la suite sur 3 niveaux dans les halls d'entreposage ventilés. Les manutentions sont réalisées par télé-opération.



Avancement du chantier d'ICEDA au 21 décembre 2011



Sûreté et respect de l'environnement : la priorité

ICEDA est comme toute installation nucléaire de base, soumise aux règles de surveillance et de contrôle de l'Autorité de sûreté nucléaire. Cette installation respecte la même réglementation que toutes les installations nucléaires. Les déchets traités dans l'installation ICEDA sont des objets métalliques devenus radioactifs pendant le fonctionnement du réacteur. ICEDA n'accueillant pas de combustible nucléaire, il n'y a aucun risque lié au phénomène de réaction en chaîne.



Maîtrise de la radioactivité

A ICEDA, le confinement de la radioactivité est assuré pour garantir l'impact le plus faible, dans le respect de la réglementation, à l'extérieur

des bâtiments, sur le public et sur l'environnement. Les déchets sont conditionnés dans des conteneurs confinants qui permettent ainsi de retenir la radioactivité. D'autre part, le hall d'entreposage accueillant les conteneurs possède des parois en béton très épaisses.

La protection du personnel

La radioprotection des travailleurs a été une des données de conception de l'installation depuis l'origine. Ainsi, les 20 personnes environ travaillant au sein de l'installation seront toujours protégées des risques liés à la radioactivité par l'utilisation de systèmes de télé-opération et par des écrans de protection pour les zones d'entreposage ou de transfert.

La protection des populations

Durant l'exploitation d'ICEDA, la radioactivité à l'extérieur de l'installation sera 50 000 fois inférieure à la limite réglementaire (1 mSv par an) et 120 000 fois inférieure à la radioactivité naturelle en France (2,4 mSv par an).

ICEDA en quelques chiffres

- 2000 tonnes de déchets entreposés
- 10 convois de déchets en moyenne par mois
- 8000 m² de surface au sol
- Environ 20 employés permanents