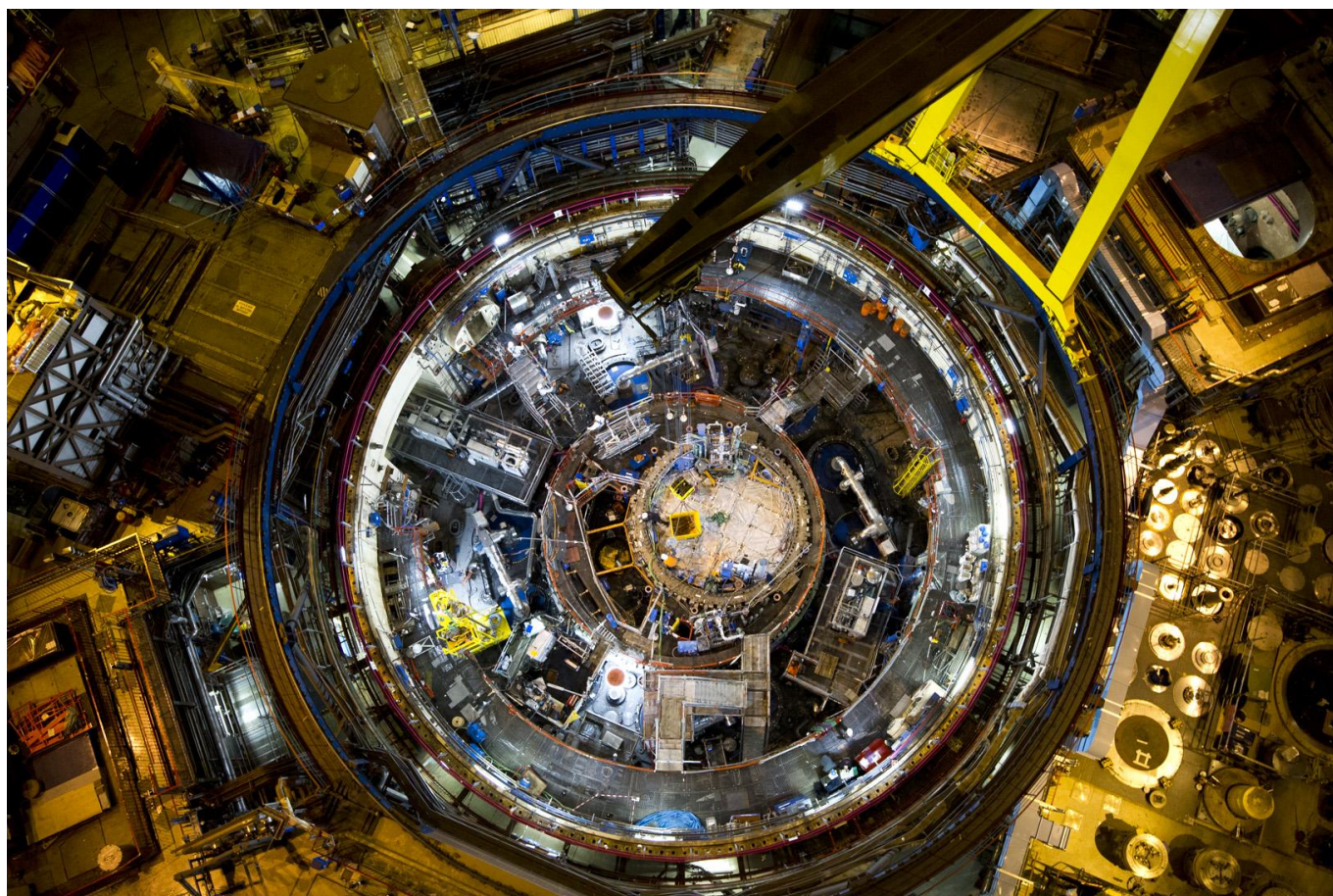

DECONSTRUCTION DU REACTEUR SUPERPHENIX



N'imprimez ce message que si vous en avez l'utilité.

EDF – Site de Creys-Malville
Hameau de Malville
38510 Creys-Mépieu

www.edf.fr

CONTACT

Stéphanie Vaux
Communication

04.74.33.33.77
Stephanie.vaux@edf.fr

SOMMAIRE

1. LE SITE DE CREYS-MALVILLE	3
Situation géographique du site	3
Technologie et principe de fonctionnement	4
Le site de Creys-Malville hier et aujourd'hui	5
2. LA DECONSTRUCTION : UNE ETAPE DANS LA VIE DE LA CENTRALE	8
Déconstruction : de quoi parle-t-on ?	8
Un cadre réglementaire strict	9
3. LES OPERATIONS DE DECONSTRUCTION : DES CHANTIERS QUI AVANCENT	10
Le démantèlement des installations non nucléaires	11
Le démantèlement des équipements : des chantiers majeurs menés à terme	14
4. UNE EXPERTISE ET DES MOYENS ADAPTES	20
Un haut niveau d'expertise	20
Des équipes compétentes	21
Un financement sécurisé	21
5. NOS ENGAGEMENTS QUOTIDIENS	22
Prévenir les risques	22
Déconstruire en toute sûreté	23
La sécurité et la radioprotection des travailleurs	23
6. PROTEGER L'ENVIRONNEMENT	24
Surveillance environnementale	24
La prise en charge des déchets issus de la déconstruction de Creys-Malville	25
7. LE SITE DE CREYS-MALVILLE DANS SON TERRITOIRE	26
La centrale en déconstruction et l'économie locale	26
L'implication dans la vie locale	26
L'avenir du site	27
8. INFORMATION CONTINUE DU PUBLIC	27
9. CHIFFRES CLES 2016	28

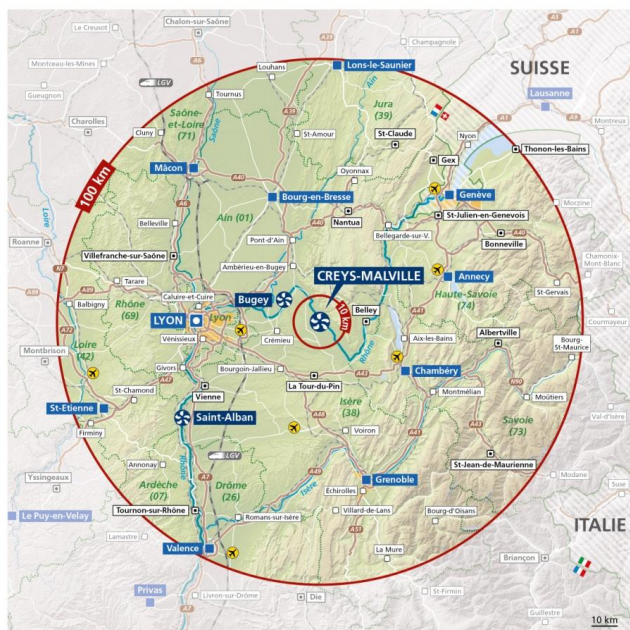
1. LE SITE DE CREYS-MALVILLE



Situation géographique du site

La centrale de Creys-Malville est implantée au nord-est du département de l'Isère, entre les « Terres Froides » et les premiers contreforts des monts du Bugey. Elle est située sur la commune iséroise de **Creys-Mépieu**, sur la rive gauche du Rhône (à 50 km environ à l'est de Lyon).

CENTRALE NUCLEAIRE DE CREYS-MALVILLE (ISERE)



Les grandes villes et axes de communication



Le site dispose d'une superficie totale de **180 hectares**. Les installations industrielles n'occupent toutefois pas l'intégralité de cet espace ; 38 hectares sont actuellement concédés à des exploitants agricoles.

Creys-Malville se trouve à une trentaine de kilomètres en amont du Centre Nucléaire de Production d'Electricité du Bugey (01).

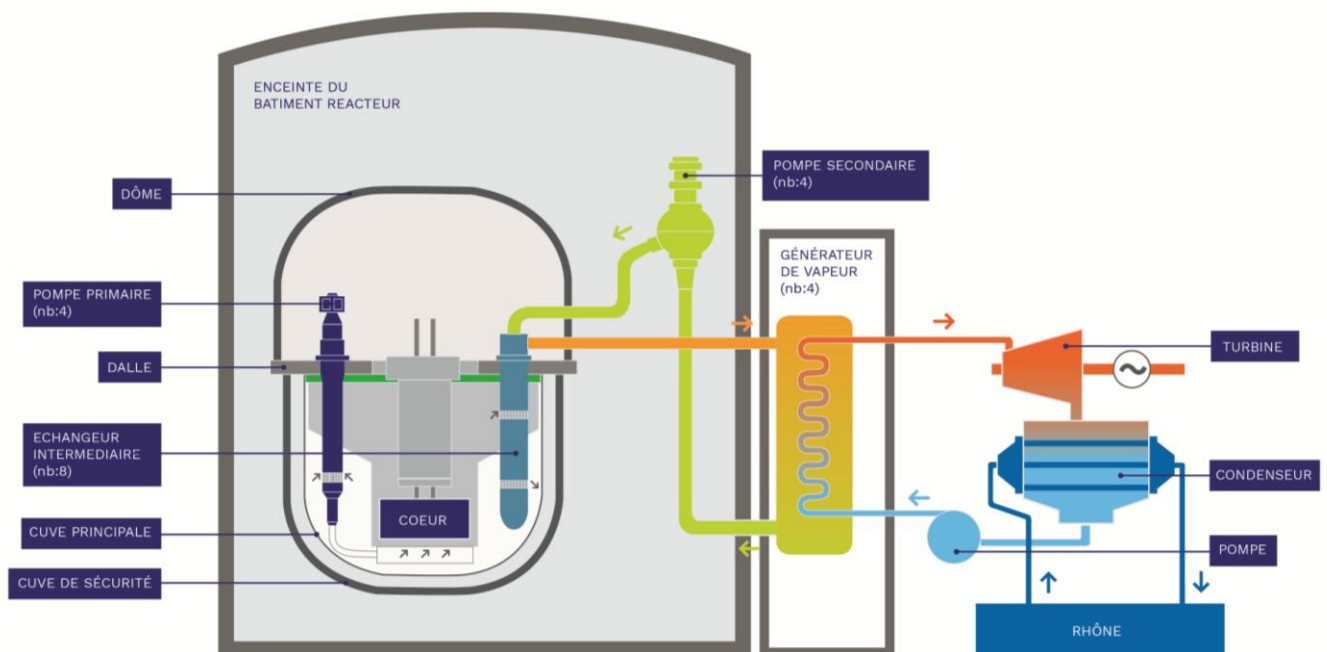
Technologie et principe de fonctionnement

La centrale de Creys-Malville abritait le réacteur **Superphénix**, réacteur à neutrons rapides (RNR) refroidi au sodium. Ce réacteur, d'une puissance de **1240 mégawatts** électriques, était le premier prototype de la filière RNR construit à l'échelle industrielle, après plusieurs unités expérimentales de plus petite taille (Rapsodie, puis Phénix).

L'intérêt de ce réacteur résidait dans sa capacité à fonctionner soit comme « **surgénérateur** » (produisant plus de combustible qu'il n'en utilisait), soit comme « **sous-générateur** » (permettant de brûler une partie du combustible usé généré par les autres centrales nucléaires).

Cette technologie particulière nécessitait que le combustible soit immergé dans un fluide ne ralentissant pas les neutrons émis par la réaction nucléaire : le **sodium**¹ possède toutes les qualités requises.

Chauffé par la réaction nucléaire, le sodium dit « **primaire** », situé dans la cuve du réacteur, cédait sa chaleur, par le moyen d'échangeurs thermiques, à quatre circuits de sodium dits « **circuits secondaires** ». A son tour, le sodium secondaire cédait sa chaleur à un troisième circuit « **eau-vapeur** » : la vapeur d'eau créée par ce dernier échange thermique faisait alors tourner la turbine, puis l'alternateur, générant ainsi l'électricité.



¹Le sodium a été retenu comme fluide caloporteur du fait de son faible pouvoir de ralentissement des neutrons, sa très bonne conductivité de la chaleur, sa température élevée de vaporisation à pression ambiante (883°C), et sa faible viscosité.

Le site de Creys-Malville hier et aujourd'hui

Dix ans séparent le début de la construction, en 1976, et le premier couplage au réseau en janvier 1986. Entre la première divergence² en 1985 et son arrêt en 1996, Superphénix a accumulé **quatre ans et demi d'exploitation normale** avec des périodes d'essais, de fonctionnement et de maintenance et de délais administratifs : cela représente une production totale de 7,9 milliards de kWh, l'équivalent de la consommation de la ville de Paris pendant 1 an.

Le bilan d'exploitation de Superphénix ne se limite pas aux kilowattheures produits. Dans le cadre de la loi Bataille³, Creys-Malville acquiert, en 1994, la qualité de **réacteur de recherche** sur la transmutation des déchets à vie longue (programme d'acquisition des connaissances). La conduite de la centrale a été riche d'enseignements scientifiques, technologiques et industriels.

En période d'exploitation, environ 1 200 personnes travaillaient sur le site de Creys-Malville.

En juin 1997, le gouvernement annonce l'arrêt définitif de Superphénix, acté dans le décret de mise à l'arrêt définitif paru en 1998.

EDF a organisé, entre 1998 et 2004, le redéploiement de plus de 500 de ses agents et a participé activement au dispositif d'accompagnement des entreprises prestataires.

Pour accompagner la baisse d'activité consécutive à cette décision, et faciliter la revitalisation du bassin économique local, l'État crée, en février 1998, un Fonds de Développement Economique et Social. Ce fonds appuiera les projets de création ou reprise d'entreprise jusqu'en décembre 2005. Avec une dotation totale de 11,4 millions d'euros (2/3 par l'Etat, 1/3 par EDF), ce sont 1300 emplois qui ont ainsi pu être sauvegardés dans le bassin local.

Le site aujourd'hui, emplois et compétences

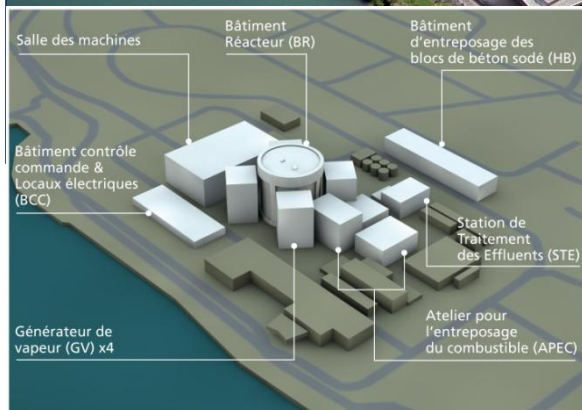
Aujourd'hui, le site de Creys-Malville abrite 2 installations nucléaires de base : Superphénix (réacteur actuellement en cours de démantèlement) et une installation nucléaire d'entreposage de combustible.

350 personnes œuvrent pour réaliser les activités de **déconstruction** du réacteur, la **surveillance** et **l'exploitation** permanentes des installations dans le respect du planning et du coût des chantiers. Au quotidien, cela représente des activités variées comme la démolition nucléaire, le pilotage de travaux, la prévention des risques, la surveillance de l'environnement, l'exploitation et la maintenance d'équipements industriels, la radioprotection, la gestion des déchets, le gardiennage de site, l'entretien des espaces, la sûreté nucléaire, la gestion des transports, les activités tertiaires. Le nombre de travailleurs varie en fonction de l'évolution des chantiers.

L'exigence de professionnalisme garantit au quotidien le respect des exigences réglementaires dans les domaines de la sûreté, la sécurité, la radioprotection et l'environnement.

² Divergence : la divergence est le fait de commencer la réaction en chaîne de fission nucléaire.

³ Loi qui organise la future gestion des déchets nucléaires à vie longue.



80 agents EDF assurent la responsabilité **d'exploitant nucléaire** et la **maîtrise d'ouvrage** des opérations.

Côté chantiers, près de 270 salariés d'entreprises prestataires sont chargés des activités de **réalisation** (exploitation de l'installation de traitement du sodium, manutentions spéciales dans le bâtiment réacteur, opérations de maintenance, chantiers de déconstruction / modifications, génie civil...), mais aussi de certaines activités **d'appui** (protection de site, documentation, analyses environnementales...). Toutes ces activités sont supervisées par EDF.

La gestion et le maintien dans la durée de l'ensemble de ces compétences fait l'objet d'un **travail en profondeur** depuis 2005. Dans le cadre du renouvellement des compétences une embauche et six arrivées d'agents en mutation (5 sur le site et 1 au sein de l'équipe de pilotage du projet à Lyon) ont été réalisées en 2016. Deux tuteurs ont été missionnés pour accompagner 3 alternants.

Enfin, le site de Creys-Malville ne se résume pas à la déconstruction du réacteur Superphénix. C'est un site industriel qui dispose d'une véritable activité d'exploitation autour de l'APEC (Atelier Pour l'Entreposage du Combustible).



Les missions de l'APEC

L'Atelier pour l'Entreposage du Combustible (APEC) comprend un ensemble d'équipements et plus particulièrement un bâtiment d'entreposage en eau, un bâtiment d'entreposage à sec et le bâtiment de stockage des colis de béton sodé issus du traitement du sodium.



Bassin principal de la piscine d'entreposage

Les assemblages combustibles partiellement usagés déchargés du cœur du réacteur sont entreposés dans le bâtiment d'entreposage en eau (piscine). Leur déchargement est terminé depuis mars 2003.

Les assemblages combustibles neufs (déjà fabriqués au moment de la décision d'arrêt de la centrale), dont EDF est propriétaire, sont également entreposés dans la piscine de l'APEC.

L'APEC accueille également des éléments acier et certains déchets nucléaires radioactifs issus du démantèlement. Cet entreposage temporaire doit permettre la décroissance radioactive de ces éléments avant leur évacuation vers les filières de stockage spécialisées.

Les bâtiments de l'APEC répondent à des normes de sûreté équivalentes à celles du bâtiment réacteur. Dès sa conception, l'APEC était prévu pour entreposer des assemblages combustibles irradiés ou non irradiés en piscine, ainsi que des objets métalliques usés en conteneurs. Les dispositions constructives retenues permettent donc l'accueil des différents entreposages :

- Conçue en béton armé, avec un revêtement intérieur en acier inoxydable assurant son étanchéité, la piscine contient environ 2 250 m³ d'eau déminéralisée.
- L'impossibilité de vidanger les bassins d'entreposage garantit la protection biologique et le refroidissement permanent du combustible.
- Le risque de criticité (réaction en chaîne) est totalement exclu grâce à l'écartement entre chaque assemblage, appelé « pas de stockage », qui le rend physiquement impossible.

L'exploitation de l'APEC est autorisée, par décret, jusqu'au **31 décembre 2035**. L'APEC est exclu du périmètre de déconstruction du site. La surveillance de ses installations sera poursuivie, même après la fin de la déconstruction du réacteur.

2. LA DECONSTRUCTION : UNE ETAPE DANS LA VIE DE LA CENTRALE

Déconstruction : de quoi parle-t-on ?

La déconstruction est une étape normale dans la vie d'une centrale nucléaire. Il s'agit d'un processus long, jalonné de plusieurs étapes réglementaires et techniques dont EDF porte la responsabilité.

Préalablement à la déconstruction, l'exploitant procède au déchargement du combustible nucléaire et à la vidange de tous les circuits. Cette étape permet à elle seule **d'évacuer 99,9% de la radioactivité** présente sur le site.

La déconstruction proprement dite peut démarrer dès la publication du décret d'autorisation associé.

La déconstruction suit plusieurs phases :

- Démantèlement des installations non nucléaires définitivement mises hors service (salles des machines, station de pompage...)
- Démantèlement des équipements nucléaires (échangeurs de chaleur, circuit primaire, pompes primaires, cuve, barres de contrôle...)
- Assainissement des locaux, déclassement des bâtiments et démolition conventionnelle
- Assainissement des sols
- Déclassement du site.

Tous les déchets produits sont conditionnés et évacués vers les centres de stockage agréés.

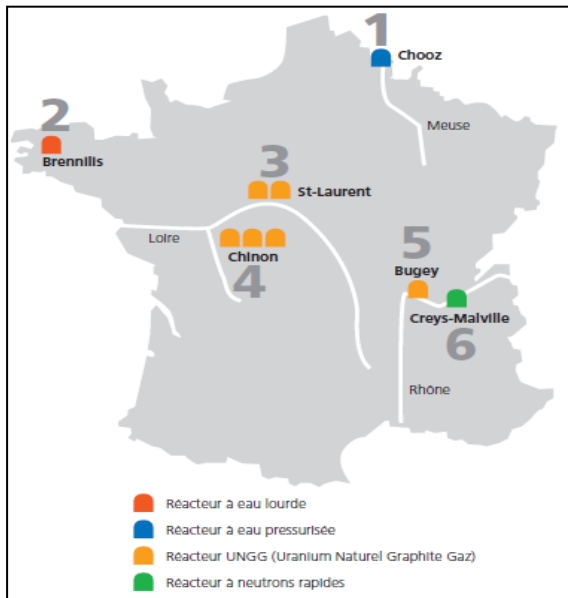
Ces différentes opérations sont planifiées en fonction de la spécificité de chaque site. Les opérations réalisées permettent d'atteindre un état final défini en vue du déclassement de l'installation nucléaire. Elle n'est alors plus soumise à la réglementation en vigueur pour ce type d'installation.

La réutilisation des sites fait l'objet d'études en plus d'une concertation avec les acteurs concernés. La future fonction du site dépend en effet du contexte et des opportunités offertes par le territoire.

Déconstruction ou démantèlement ?

Le terme « déconstruction » illustre la complexité du processus : ce n'est pas de la démolition, mais bien une « construction à l'envers », qui se fait suivant une logique bien précise tant sur le plan technique que réglementaire. On parle en général de « déconstruction » lorsqu'on évoque le devenir d'une centrale dans son ensemble.

Le terme « démantèlement » fait, lui, plutôt référence aux opérations menées sur une partie bien précise de l'installation (démantèlement de la salle des machines, des tuyauteries eau-vapeur...). On évoque ici des découpes et démontages de matériels dans une zone et un laps de temps définis.



Les réacteurs EDF en cours de déconstruction

En 2001, EDF a fait le choix d'une stratégie de déconstruction immédiate de ces centrales mises à l'arrêt. Il s'agit de réaliser l'ensemble des opérations pour les centrales concernées sans période d'attente. L'objectif est double. D'une part, ne pas laisser aux générations futures la charge de la déconstruction, et d'autre part, 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'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) et l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) et conforme à la réglementation.

Un cadre réglementaire strict

En France, la déconstruction des installations nucléaires est strictement encadrée par la loi pour garantir la conduite des opérations en toute sûreté et dans le respect des règles relatives à la protection des intervenants et de l'environnement. EDF est responsable de la déconstruction de ces centrales aussi bien sur plan financier, réglementaire que technique. Ce principe est inscrit dans le contrat de service public conclu avec l'Etat en 2005.

La loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte du 18 août 2016 entérine le principe de démantèlement dit « immédiat » c'est-à-dire dans les meilleurs délais au regard des contraintes propres à chaque installation. EDF applique cette stratégie de démantèlement depuis 2006. La loi simplifie également les étapes réglementaires de la déconstruction nucléaire. Désormais, on distingue deux phases clés :

- Mise à l'arrêt définitif (MAD) de l'installation : elle résulte d'une déclaration faite par l'exploitant après du ministre chargé de la sûreté nucléaire et à l'ASN au moins deux ans avant la date envisagée de l'arrêt de l'installation
- Publication du décret de démantèlement (DEM), pris par le ministre chargé de la sûreté nucléaire après enquête publique et avis de l'autorité de sûreté sur le dossier de demande de démantèlement. Ce dernier comporte notamment une description des opérations et dispositions prévues face aux risques identifiés.

Les opérations de déconstruction sont encadrées de près par l'Autorité de Sûreté Nucléaire qui réalise régulièrement des contrôles et des inspections au même titre que dans les centrales en fonctionnement.

La décision d'arrêt définitif de Superphénix, intervenue en juin 1997, avait été traduite dans un premier décret, dit « Décret de Mise à l'Arrêt Définitif », publié le 30 décembre 1998. Ce décret autorisait uniquement les **premières opérations** de déconstruction, comme le déchargement du combustible ou le démontage d'installations non requises pour la sûreté du site.

Un démantèlement qui s'accélère dès 2006

Au cours des années qui ont suivi, EDF a conçu sa stratégie de démantèlement complet du réacteur. Le dossier a été soumis à enquête publique en 2004, et instruit par l'Autorité de Sûreté Nucléaire. Le **Décret d'Autorisation de Démantèlement** a ainsi été publié le 20 mars 2006. Il couvre la totalité des opérations prévues par EDF, et valide la stratégie retenue. Il fixe également des « points d'arrêt » au cours de la déconstruction, où la poursuite de certaines opérations sera soumise à une nouvelle autorisation de l'ASN. Ce fut le cas, par exemple, pour la mise en service de l'installation de traitement du sodium ou plus récemment avec l'autorisation de procéder au traitement du sodium résiduel présent dans la cuve du réacteur. EDF a déposé le 28 avril 2017 un dossier « étape 2 du démantèlement » pour permettre l'ouverture de la cuve en 2018.

Deux autres textes complètent le cadre réglementaire de l'activité de Creys-Malville :

- Un second décret, publié le 20 mars 2006, définit de nouvelles missions pour l'**APEC** (Atelier Pour l'Entreposage du Combustible) et fixe son échéance d'exploitation à 2035 (cf. chapitre 4).
- Un arrêté interministériel, publié le 26 août 2007, renouvelle l'**autorisation de rejets** (liquides et gazeux) **et de prélèvements d'eau**, en l'adaptant à l'activité du site dans ses différentes phases de déconstruction. Il fixe également toutes les prescriptions liées à la **surveillance de l'environnement** du site.

3. LES OPERATIONS DE DECONSTRUCTION : DES CHANTIERS QUI AVANCENT

La déconstruction a débuté par un ensemble d'opérations dont l'objectif était de mettre hors service les systèmes et matériels devenus inutiles, ou non requis pour la sûreté, de simplifier l'exploitation du site ou encore de préparer de nouvelles activités liées à la déconstruction. Citons :

- Le déchargement des assemblages combustibles du cœur du réacteur ;
- Le démantèlement de la salle des machines (turbines, alternateurs) ;
- La dépose des cheminées, des tuyauteries eau-vapeur, des transformateurs, lignes et pylônes d'évacuation de l'électricité ;
- Les premières opérations préparatoires à la vidange de la cuve du réacteur (mise en place d'outillages, perçage des parois formant rétention) ;
- L'extraction de la cuve d'une cinquantaine de « petits composants », et de tous les assemblages métalliques situés autour du combustible (destinés à canaliser le flux de neutrons) ;
- La restructuration de l'alimentation électrique du site (passage de 225 kV à 20 kV) ;
- La construction d'une nouvelle station de pompage, adaptée à la réduction des besoins en eau ;
- La mise en conformité des ouvrages de rejets au Rhône avec l'arrêté de 2007 ;
- Deux chantiers de grande ampleur : le traitement du sodium et des « gros composants »

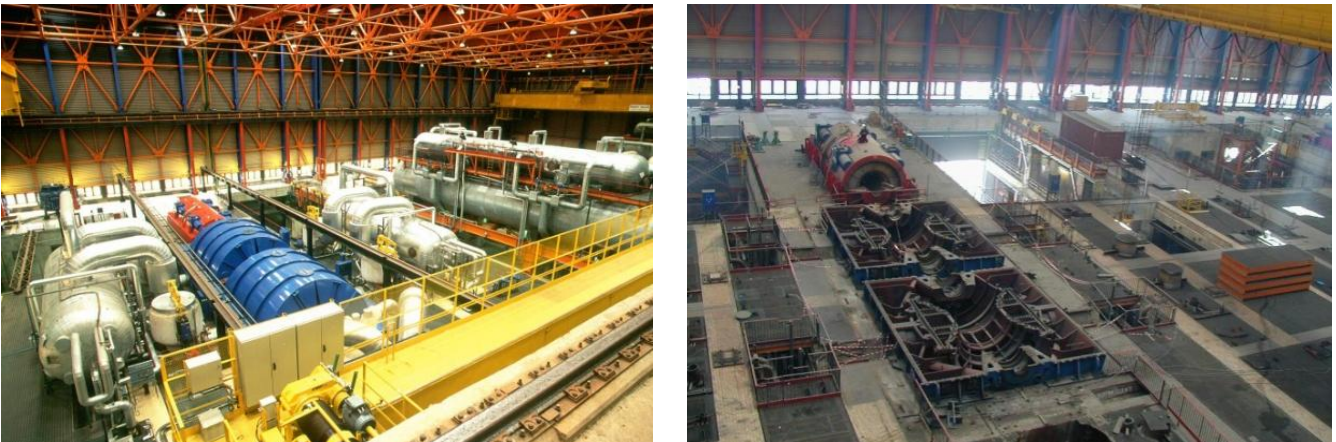
Le démantèlement des installations non nucléaires

La dépose des cheminées



En 2002, 48 cheminées de rejet et de ventilation de 25 et 92 mètres, pour un poids compris entre 2 et 950 tonnes, ont été démantelées et évacuées avec 1.200 mètres de tuyauteries eau-vapeur.

Le démantèlement de la salle des machines dès juin 2003



18 mois de chantier pour retirer tous les matériels de production d'électricité dont les 2 groupes turbo-alternateurs (620 MWe chacun), les condenseurs, les pompes... Hors béton, 17 000 tonnes de déchets ont été revalorisés à 95 % (métaux, calorifuge, tubes néon...).

Le démantèlement de l'ancienne station de pompage a débuté en 2016



Débutée en février, le chantier de démantèlement de l'ancienne station de pompage durera jusqu'à la fin de l'année 2016.

Dans un premier temps, des opérations de dévasement et d'obturation ont eu lieu pour isoler l'installation du Rhône et permettre ainsi le démantèlement de la partie électromécanique de la station de pompage.

3000m² de sédiments déposés par le Rhône, devant les prises d'eau de la station de pompage ont été déplacés.

Des caissons (batardeaux) ont ensuite été installés pour isoler totalement l'intérieur du bâtiment.



Dossier « loi sur l'eau »

Les opérations subaquatiques ont fait l'objet d'études environnementales. Un dossier loi sur l'eau a été monté afin d'obtenir une autorisation préfectorale pour débiter les travaux subaquatiques. En effet, la phase de dragage ayant rejeté plus de 2000m³ de sédiments dans le Rhône., cette activité nécessite une autorisation préalable de la préfecture. Ainsi, de nombreuses mesures ont été prises tout le long du chantier, afin d'éviter ou de réduire les impacts du chantier sur la faune et la flore environnante.

Cette opération à fort enjeux sécurité a nécessité l'utilisation de scaphandriers expérimentés pour effectuer ces manœuvres en milieu subaquatique.

Désormais hors d'eau, les parties électromécaniques (vannes, pompes, engins d'exploitation) du bâtiment de la station de pompage sont en cours de démantèlement depuis septembre 2016.



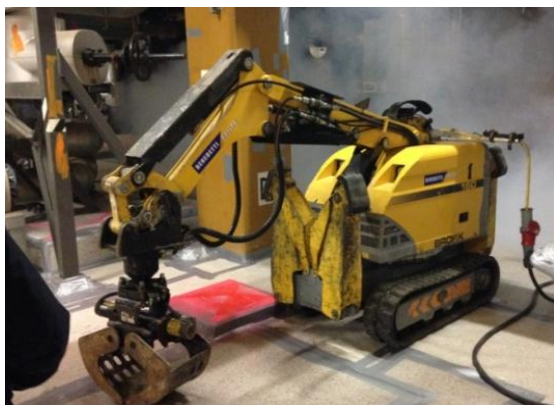
Evacuation du dégrilleur (28 tonnes) et du moteur de la pompe (28 tonnes) de la station.

Dépose du pont de la station de pompage



Découpe des parties électromécaniques dans la station de pompage

Le désamiantage du BAN SUD en 2016



Le local « Ban Sud » abritait anciennement le système de refroidissement des installations. Il contient un grand nombre de tuyauteries revêtues d'un bitume amianté. Le désamiantage consiste à découper, dépolluer et revaloriser ces tuyauteries (déchets non nucléaires).

Ce chantier amiante, totalement clos et indépendant est resté complètement isolé du reste des installations du site afin d'empêcher toute propagation des fibres amiantes. Les techniciens ont utilisé un BROKK, matériel à télécommande déportée, utilisé sur le chantier pour maintenir et découper les tuyauteries amiantées.

Une fois les découpes effectuées, les tuyauteries sont fermées dans des caisses étanches en bois. Elles sont ensuite décontaminées à leur sortie du SAS amiante par une douche.

En dernier lieu, ces caisses seront envoyées vers une usine de retraitement en Haute-Savoie, qui se chargera de décoller le bitume amianté déposé sur les tuyauteries avec un karcher haute pression à 2000 bar.

Le démantèlement des équipements : des chantiers majeurs menés à terme

Deux opérations d'envergure, le traitement du sodium et le démantèlement des gros composants ont débuté en 2009. Parallèlement, deux autres chantiers ont été menés dans le bâtiment réacteur dès la fin 2010 : le démantèlement des « tunnels secondaires » et du sas de manutention du combustible.

Le démantèlement des gros composants

Le démantèlement des « **gros composants** » s'est déroulé de 2009 à 2012. Seize gros composants équivalents à 1 160 tonnes au total ont été extraits, nettoyés de leurs traces de sodium et découpés.

Les 16 « gros composants » se composaient de :

- **4 pompes primaires**, qui permettaient de brasser le sodium primaire dans la cuve du réacteur ;
- **8 échangeurs dits « intermédiaires »**, où s'opérait le transfert de chaleur du sodium primaire vers le sodium secondaire ;
- **4 pompes secondaires**, qui permettaient enfin de faire circuler le sodium secondaire entre le bâtiment réacteur et les bâtiments générateurs de vapeur.

Ces composants de très grande taille, tous situés dans le bâtiment réacteur, sont considérés comme des déchets nucléaires. Ils devaient donc être découpés et conditionnés de manière rigoureuse. Pour cela, un atelier de traitement spécifique a été construit au sein même du bâtiment.

Les pompes secondaires, placées sur des plates-formes dans le bâtiment réacteur, ont été traitées en premier, entre février et août 2009.

Manutention spéciale en cours et transfert à l'atelier de découpe



Les pompes primaires et les échangeurs intermédiaires nécessitaient des manutentions complexes : en effet, ces composants étaient initialement fichés dans la dalle surplombant la cuve du réacteur. Il fallait donc les soulever en assurant une parfaite étanchéité autour de la traversée de la dalle, ce qui a été fait au moyen d'une « hotte » de manutention suspendue au pont tournant du bâtiment réacteur.

Les composants ont d'abord été déposés dans un puits de lavage, pour enlever la plus grande partie du sodium qui les recouvrait, puis ils ont à nouveau été transportés vers l'atelier de traitement pour y être découpés et conditionnés. Ces opérations avaient débuté en octobre 2009, et se sont poursuivies jusqu'en 2012.



Le traitement du sodium

Superphénix contenait, en période de fonctionnement, 5 520 tonnes de sodium liquide, réparti entre la cuve du réacteur (appelé sodium primaire) et les circuits secondaires (appelé sodium secondaire). Dans le cadre de sa stratégie de déconstruction, EDF a pris la décision de traiter ce sodium au plus tôt. C'est l'objet de l'installation **TNA** (Traitement du sodium, symbole chimique Na), qui était située dans l'ancienne salle des machines.

Le traitement du sodium a été réalisé en trois opérations principales :

1- La vidange progressive du sodium primaire et du sodium secondaire, et leur transfert vers l'installation TNA ;

2- La transformation du sodium en soude, grâce à un procédé industriel mis au point par le CEA⁴ et déjà utilisé avec succès lors du démantèlement du réacteur RNR de Dounreay, en Ecosse. Il s'agit d'injecter, en très petites quantités, du sodium liquide dans une solution de soude aqueuse faiblement concentrée. La réaction entre le sodium et l'eau contenue dans cette solution produit de la soude.



3- L'utilisation de la soude comme « eau de gâchage » pour fabriquer du béton. Ce procédé permet d'inertier et de confiner la soude. Le béton est coulé en blocs d'un mètre-cube, qui sont entreposés sur le site, dans un bâtiment dédié, pendant une vingtaine d'années, avant d'être expédiés vers un centre de stockage ou une filière d'élimination adaptée.

La mise en service industrielle de l'installation s'est faite en **juillet 2010**. Le 10 octobre 2014, TNA a achevé son travail. L'installation sera démantelée.

A la fin de la vidange, il restait 2 tonnes de sodium dans la cuve.

Robot Charli :

Petit char robotisé muni de plusieurs caméras de vision ainsi que d'un bras équipé d'une tête de découpe au laser.

Mission : Spécialement conçu pour se déplacer dans des conduits exigus et pour résister à un environnement contraignant (températures élevées, importants niveaux de radiation, air chargé de sodium et d'argon...), il a réalisé des opérations de coupes des tuyauteries dans la cuve du réacteur, qui faisaient la liaison entre les pompes primaires et le sommier, afin procéder à la récupération du sodium résiduel qui n'avait pu être vidangé par aspiration.

⁴ CEA = Commissariat à l'Energie Atomique

Le démantèlement des « tunnels secondaires »



On appelle « tunnels secondaires » les quatre structures de 18 mètres de haut qui supportaient les pompes secondaires et une partie des circuits de sodium secondaire. L'objectif de ce chantier était de « faire de la place » dans le bâtiment réacteur, afin de préparer les opérations futures de démantèlement de la cuve du réacteur.

La première étape, débutée en 2011, était de retirer le calorifuge des tuyauteries et des parois.

Il s'agissait ensuite de réaliser la découpe « à froid » de toutes les tuyauteries ayant contenu du sodium (environ 1,4 km de tuyauteries au total).



L'une des opérations majeures de ce chantier avait consisté à découper les 4 vases d'expansion des pompes secondaires. Ces objets sphériques, d'un diamètre de 5 mètres et d'un poids de 36 tonnes (cf photo ci-contre), ont été découpés à l'aide d'une machine à câble diamanté dénommée « Clémentine », en référence à la découpe « en quartiers » qu'elle réalise.

La découpe du **4^e et dernier vase d'expansion** a été achevée en 2014.

Les opérations ont été menées successivement sur les 4 boucles secondaires. Le démantèlement du 1^{er} tunnel s'est achevé en septembre 2013 et le dernier en mai 2015.

Le démantèlement du sas de manutention du combustible

Pièce massive de 775 tonnes, le sas à tourniquet permettait de charger et de décharger les assemblages du cœur. Son démantèlement a nécessité 4 ans dont 14 mois à déconstruire l'ensemble entre décembre 2010 et avril 2012.



Le traitement des pièges froids

En août 2016, le site de Creys-Malville a vu partir son dernier piège froid. Il fait partie des 11 pièges froids qui servaient à purifier le sodium de l'ancien réacteur Superphénix, par un système de refroidissement permettant de capturer plus facilement les impuretés. Tous ces pièges ont été vidangés et traités un par un selon différents procédés (carbonatation, thermolyse) durant plus d'un an.

Ces éléments de 6 mètres de long et d'un poids d'environ 5 tonnes ont été acheminés vers le Centre de Traitement et de Conditionnement des déchets faiblement radioactifs (Centraco), situé sur le site de Marcoule, dans le Gard pour être découpés et fondus.

Le traitement des cartouches UPI

Entre janvier 2016 et juillet 2017, les équipes ont procédé au traitement chimique (thermolyse, WVN : Water Vapour Nitrogen et carbonatation) des onze cartouches UPI. Placées dans la cuve du réacteur, ces cartouches filtraient le sodium afin qu'il reste fluide.

La découpe des traversées avec l'outil Eloïse

De 2015 à 2017, la perche-laser ELOÏSE a réalisé la découpe de 26 traversées sous la dalle du réacteur. Cette intervention a permis de supprimer toute rétention de sodium afin de garantir une bonne répartition du gaz dans la cuve lors de la phase de carbonatation.



Extrémité d'ELOÏSE avec ses 2 caméras (bouchons éclairés) et la buse de la tête laser (bouchon non éclairé)

Robot Eloïse

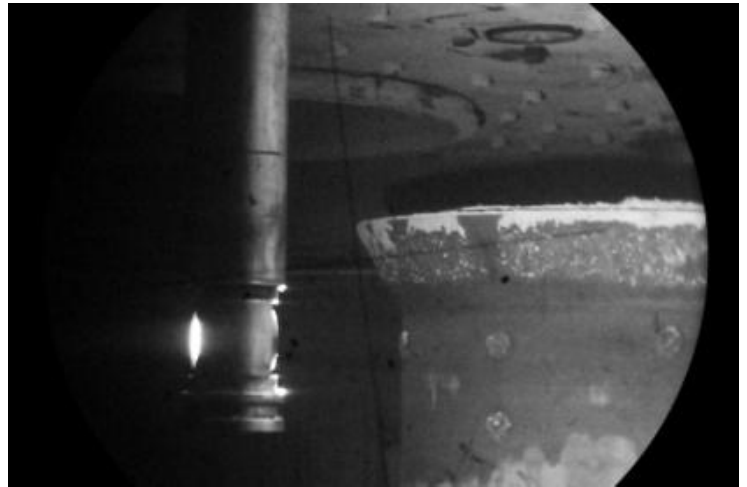
Né de la transformation du robot Charli.

Mission : découpe des traversées (27 tuyaux attachés à la cuve) qui peuvent contenir du sodium résiduel.

La carbonatation de la cuve

Du 22 octobre 2016 au 22 février 2017, la cuve du réacteur a été traitée par carbonatation⁵ afin de débarrasser les parois et les structures internes de toute trace de sodium résiduel.

A la fin de la carbonatation, il restait 320 kilogrammes de sodium dans la cuve.

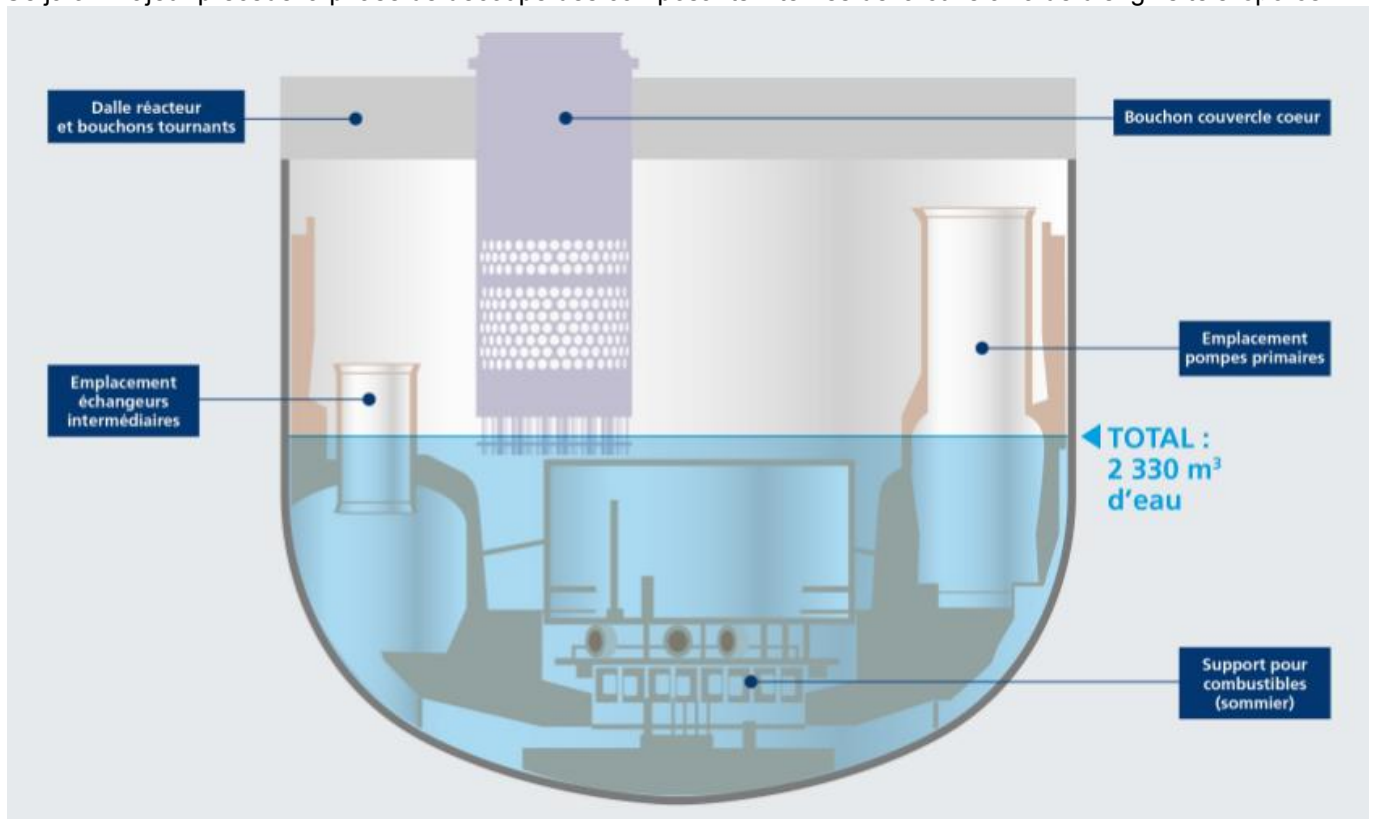


Vue de la cheminée de pompe primaire prise depuis le périscope durant la carbonatation

La mise en eau de la cuve

Depuis le 1^{er} juin 2017, la cuve est progressivement remplie d'eau pour détruire les derniers kilos de sodium. La mise en eau de la cuve a débuté par une immersion lente à 2m³ par heure jusqu'à atteindre 50m³. Ensuite, elle alternera progressivement des phases de remplissage rapides, lentes et de rinçage durant 6 mois. Ces opérations solliciteront 25 personnes sur le site de Creys-Malville.

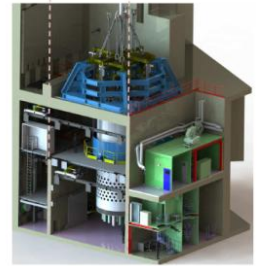
Ce jalon majeur précède la phase de découpe des composants internes de la cuve à l'aide d'engins télé-opérés.



⁵ Carbonatation : ce principe consiste à neutraliser le sodium en injectant de petites doses de gaz carbonique humide.

2017 : La préparation des chantiers de découpe d'équipements radioactifs

Les équipes ont débuté l'aménagement du tunnel C du bâtiment réacteur en atelier pour les découpes à venir de 500 tonnes d'équipements.



Atelier de découpes dans le tunnel C

Enfin, le nettoyage de la dalle se poursuit avec l'enlèvement de gros équipements.



L'extraction des derniers bouchons



L'enlèvement du périscope et du



L'enlèvement du petit anneau



L'enlèvement du grand anneau

Les prochaines étapes

Dans les prochaines années, les structures internes irradiantes du bloc réacteur seront découpées avant d'être mises en conteneur pour évacuation. La cuve primaire et la cuve de sécurité seront alors à leur tour découpées.

D'autres chantiers de démantèlement se dérouleront en parallèle (par exemple les générateurs de vapeur,) jusqu'à la démolition de la majorité des bâtiments du site et l'aplanissement du terrain. Cette dernière étape commencera après vérification de **l'absence totale de contamination** dans les locaux.

Seuls les bâtiments de l'APEC et ceux nécessaires à son fonctionnement, ainsi que l'entreposage des blocs de béton sodé, sont exclus du périmètre actuel de la déconstruction (cf. chapitre 4).

4. UNE EXPERTISE ET DES MOYENS ADAPTES

Un haut niveau d'expertise

En tant qu'exploitant responsable, EDF dispose des équipes dédiées aux opérations de déconstruction.

Ces équipes regroupent toutes les compétences essentielles à la conduite des opérations. Le modèle intégré d'EDF, couvrant l'ensemble du cycle de vie des installations nucléaires, permet notamment :

- de capitaliser sur l'expérience des salariés ayant œuvré à la construction et à l'exploitation des centrales ;
- et de s'appuyer sur le savoir-faire des équipes d'exploitation du parc nucléaire en fonctionnement notamment en matière de radioprotection, de sûreté et de sécurité.



Environ 800 salariés EDF travaillent sur les techniques de déconstruction, de démolition des structures et l'assainissement des sites. Ils réalisent également des activités d'ingénierie liées à la gestion et au devenir des déchets issus des différents chantiers de déconstruction à l'ensemble des études relatives aux impacts environnementaux des centrales nucléaires. Ce foisonnement de compétences et d'expertise permet de mutualiser et d'améliorer en continu les pratiques, grâce aux enseignements tirés des différentes opérations de déconstruction, en France et dans le monde.

Des équipes compétentes

Sur le site de Creys-Malville, 80 agents EDF travaillent quotidiennement sur les opérations de déconstruction. Ils assurent la responsabilité d'exploitant nucléaire la maîtrise d'ouvrage des opérations de déconstruction.

Les métiers sur site sont de trois ordres :

- la **préparation** et la **surveillance des chantiers** (relations avec les prestataires),
- l'**exploitation des installations** toujours en service (surveillance 24h/24, pilotage de la maintenance, autorisations d'intervention sur le matériel),
- et enfin l'ensemble des **fonctions d'appui**, dans les domaines Sécurité, Sûreté, Environnement, Radioprotection, Logistique...

Le maintien de ces compétences vitales passe par des formations dédiées. En 2016, les salariés du site ont cumulé près de 4400 heures de formation. Sur la même année, le site a embauché 1 personne, accueilli 5 salariés EDF (et 1 au sein de l'équipe de pilotage du projet à Lyon) et 3 étudiants en alternance.

En plus des salariés d'EDF, plus de 270 salariés d'entreprises prestataires interviennent sur le site de Creys-Malville. Toutes leurs activités sont supervisées par EDF.

Un financement sécurisé

La déconstruction est, par définition, un processus long, composé de plusieurs étapes. Pour le mener à bien, il est primordial de sécuriser les moyens permettant de faire face aux différentes interventions au moment où elles doivent être réalisées.

Pour financer les opérations au fil de l'eau, EDF constitue des provisions et garantit celles-ci sous formes d'actifs dédiés. Ces actifs permettant de faire fructifier les montants provisionnés et de débloquer de l'argent au fur et à mesure, selon le calendrier des interventions.

105,3% des provisions sont aujourd'hui couverts par des actifs dédiés. Sur les dix dernières années, le taux de rendement moyen de ces actifs sont d'environ 11%. La gestion de ces actifs est très strictement encadrée par la loi du 28 juin 2006. Les provisions sont régulièrement actualisées pour tenir compte des évolutions technologiques, réglementaires et du retour d'expérience français et international. Autant de facteurs qu'EDF prend en compte pour être toujours au plus près de la réalité économique du démantèlement.

Pour les 9 réacteurs définitivement arrêtés, (Bugey 1 ; Chinon A1, A2, A3 ; Saint Laurent-des-Eaux A1, A2 ; Chooz A ; Brennilis ; Creys-Malville) les provisions s'élèvent à 3,2Md€.

5. NOS ENGAGEMENTS QUOTIDIENS

Prévenir les risques



En tant qu'industriel responsable, EDF s'impose des objectifs rigoureux afin de réaliser la déconstruction de ses centrales nucléaires de manière irréprochable. Sécurité des hommes, sûreté de l'installation et respect de l'environnement sont trois principes incontournables qui président à chaque étape de la déconstruction.

La prévention étant le mot d'ordre sur les chantiers de déconstruction, tous les travaux font l'objet d'une analyse de risques, effectuée très en amont.

C'est ce travail d'anticipation et d'auto évaluation qui permet d'optimiser la gestion des risques :

- pour les intervenants (sécurité classique et radioprotection),
- pour l'installation (sûreté et fonctionnement du matériel),
- et pour l'environnement (réduction des impacts).

Des exercices de simulation d'incidents sont régulièrement organisés et permettent de déclencher, à titre d'entraînement, le Plan d'Urgence Interne (PUI). L'intervention des équipes de secours du site, l'organisation et la

coordination avec les secours extérieurs, le fonctionnement des alarmes et des moyens d'alerte, ainsi que l'organisation matérielle des différents postes d'astreinte concernés, sont testés à cette occasion.

Sur le site de Creys-Malville, 6 exercices de gestion d'incidents et 26 de simulation d'incendie ont été réalisés en 2016, dont notamment un exercice auquel ont pu participer les services de secours extérieurs.

Déconstruire en toute sûreté

La sûreté est l'ensemble des dispositions prises par l'exploitant d'une installation nucléaire pour protéger l'homme et l'environnement contre la dispersion de substances radioactives. C'est la première priorité des équipes d'EDF à Creys-Malville. Le professionnalisme des exploitants de la centrale, la recherche systématique de l'amélioration continue et le bon état des matériels garantissent un bon niveau de sûreté.

Comme pour les centrales en exploitation, tout événement ayant trait à la sûreté est systématiquement communiqué à l'Autorité de Sûreté Nucléaire et rendu public. Ils sont classés selon une échelle de gravité internationale dite « échelle INES ». En 2016, le site de Creys-Malville a déclaré 5 événements significatifs de sûreté, tous de niveau 0. Aucun n'a eu d'impact sur la sûreté des installations et les opérations de déconstruction.

La sûreté des installations est régulièrement contrôlée par l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN), lors d'inspections programmées ou inopinées. En 2016, 6 contrôles ont eu lieu sur le site de Creys-Malville. De plus, des contrôles internes sont également menés dans tous les services de la centrale.

La sécurité et la radioprotection des travailleurs

La sécurité des intervenants est une priorité absolue pour l'ensemble des activités de déconstruction sur le site de Creys-Malville. Les exigences et les règles en la matière sont les mêmes qu'il s'agisse des salariés d'EDF ou d'entreprises prestataires.

La radioprotection est une composante de la sécurité des travailleurs. Elle regroupe l'ensemble des mesures prises pour protéger le personnel EDF et les salariés d'entreprises intervenantes contre la radioactivité. Ces mesures consistent notamment à placer des écrans entre les hommes et les sources de radioactivité, à minimiser le temps d'intervention ou à travailler le plus loin possible d'une source radioactive.

Les règles d'accès dans les différentes zones, ainsi qu'un

triple contrôle d'absence de contamination (au plus près des chantiers, puis à la sortie de la Zone Contrôlée, et enfin en sortie de site, pour l'ensemble du personnel et des véhicules) sont garants du respect de la propreté radiologique.

Le suivi des travailleurs est assuré par l'équipe prévention des risques de la centrale de Creys-Malville exactement dans les mêmes conditions que sur les sites en exploitation : visites médicales, suivi de la dosimétrie, gestion des habilitations, etc.

Ainsi, en 2016, la dosimétrie collective (agents et prestataires) n'a atteint que 2,561 Homme.mSv, la réglementation fixant la limite d'exposition individuelle pour les travailleurs du nucléaire à 20 mSv par an.



Intervention en tenue de protection

6. PROTEGER L'ENVIRONNEMENT

Surveillance environnementale

La conformité à la réglementation en vigueur et la recherche d'amélioration continue en matière de respect de l'environnement constituent un engagement majeur pour le site de Creys-Malville. La surveillance de l'environnement s'y exerce avec la même rigueur qu'en période d'exploitation et les mêmes outils.

Chaque année, plus de 4 000 analyses sont réalisées dans des laboratoires agréés par l'ASN et accrédités, à partir d'échantillons prélevés aux alentours de la centrale : dans l'eau, dans l'air, dans l'herbe, dans la production agricole locale (lait, salade). Les résultats de ces analyses sont

transmis mensuellement à l'IRSN et sont publiés sur le site internet de la centrale ainsi que sur le réseau national des mesures de la radioactivité de l'environnement. Ils font aussi l'objet d'un rapport annuel, publié conformément

Certification ISO 14001

Comme tous les sites nucléaires d'EDF, le site de Creys-Malville est certifié ISO 14001. A travers cette démarche volontariste le site démontre sa capacité à déconstruire avec des objectifs environnementaux rigoureux, qu'il s'agisse d'activités techniques et de chantiers de déconstruction, de gestion des déchets et des effluents, de propreté radiologique ou de gestion des situations d'urgence.

à la loi.

Les rejets d'effluents radioactifs (liquides et gazeux) d'une installation nucléaire, qu'elle soit en exploitation ou à l'arrêt, sont réglementés par des arrêtés interministériels délivrés après enquête publique et régulièrement contrôlé par l'ASN.

En 2016, l'ensemble des paramètres environnementaux suivis affichent des valeurs nettement en-deçà des limites réglementaires.

Prise en charge des déchets de la déconstruction

Les déchets issus de la déconstruction sont gérés comme les déchets d'exploitation des centrales en fonctionnement. Ils sont triés, compactés et conditionnés, avant d'être transportés vers des centres de stockage adaptés à leur nature. Sur un site nucléaire, il existe différents types de déchets.

80% de déchets conventionnels :

La majorité des déchets générés 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. Près de 65% des déchets conventionnels sont recyclés.



Les déchets radioactifs :


Préparation à l'évacuation vers CentraCo d'un piège à froid après son traitement.

L'ANDRA (Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs) propose une classification des déchets selon :

- Leur niveau de radioactivité, c'est à dire la quantité de rayonnements des radioéléments qui est présente dans les déchets : haute activité, moyenne activité, faible activité et très faible activité ;
- Le temps nécessaire pour que la radioactivité des radioéléments qu'ils contiennent soit divisée par deux : déchets à vie courte et à vie longue.

Les chantiers de déconstruction des 9 réacteurs d'EDF à l'arrêt ne génèrent pas de déchets de haute activité à vie longue.

La prise en charge des déchets issus de la déconstruction de Creys-Malville

	Type de déchet	Exemples	Stockage/entreposage
DECHETS A VIE COURTE Leur radioactivité est divisée par 2 sur une période inférieure ou égale à 31 ans		Bétons, gravats, terres	En surface au centre de stockage de l'Andra à Morvilliers (Aube)
	DECHETS DE TRES FAIBLE ACTIVITE (TFA)	Sodium 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 ont été transformées en soude, grâce à un procédé industriel développé par le CEA, puis conditionnées de façon très sûre en incorporant la soude ainsi obtenue dans du béton. Le traitement de sodium s'est achevé fin 2014. Les blocs de béton sodé, de très faible activité, sont entreposés sur le site pendant 30 ans environ, où ils atteindront un niveau d'activité proche de la radioactivité naturelle.
	DECHETS DE FAIBLE ET MOYENNE ACTIVITE A VIE COURTE (FMA-VC)	Des matériels ayant contenu ou véhiculé des fluides radioactifs (tuyauteries, robinets, réservoirs...)	En surface au centre de stockage de l'Andra à Soulaines (Aube)
DECHETS A VIE LONGUE Leur radioactivité est divisée par 2 sur une période supérieure à 31 ans	DECHETS DE MOYENNE ACTIVITE A VIE LONGUE (MA-VL)	Pièces de métal devenues radioactives sous l'action de neutrons issus du cœur du réacteur	Stockage définitif en couche géologique profonde au Centre Industriel de stockage géologique (CIGEO) ; phase industrielle pilote prévue en 2025. En attendant et afin de conduire le programme de déconstruction des réacteurs d'EDF, une Installation de Conditionnement et d'Entreposage des Déchets Activés (ICEDA) est en construction sur le site de la centrale de Bugey (Ain).

7. LE SITE DE CREYS-MALVILLE DANS SON TERRITOIRE

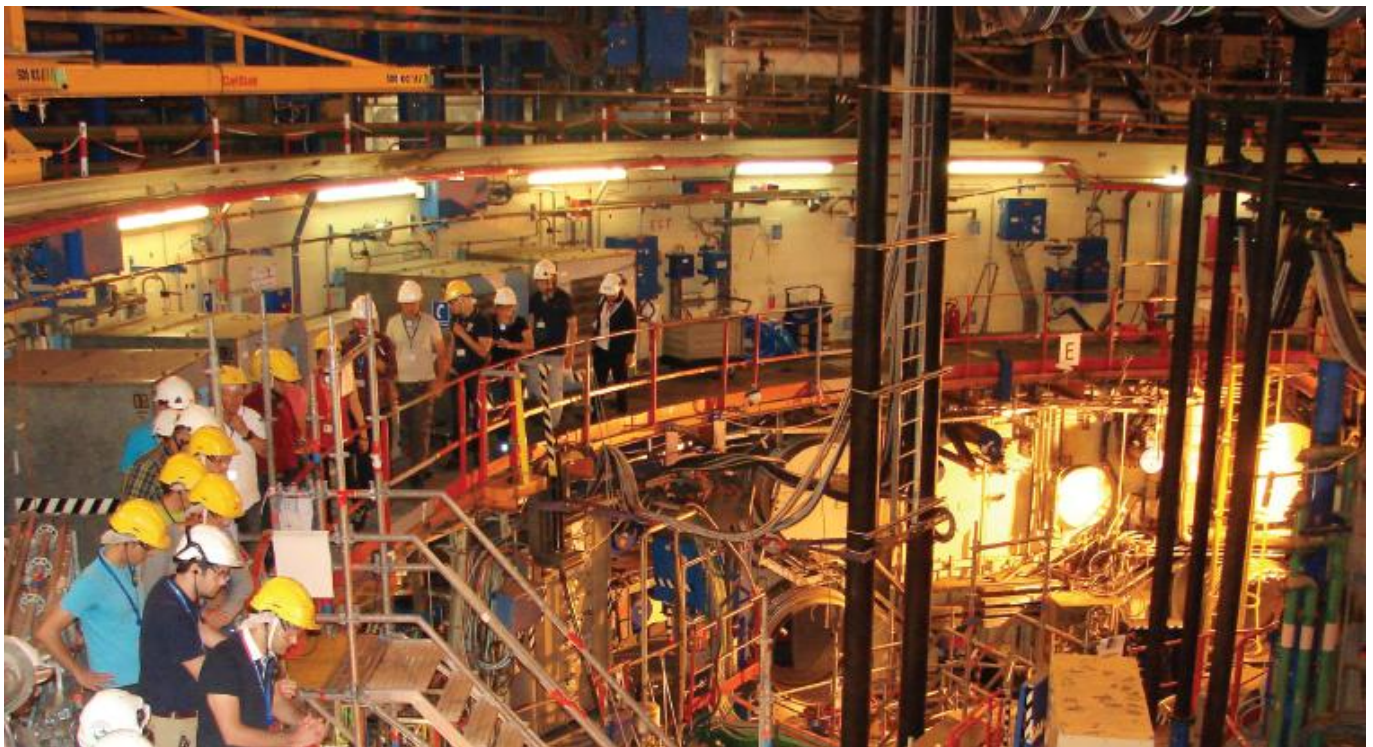
La centrale en déconstruction et l'économie locale

Les travaux de déconstruction génèrent des retombées économiques pour la région. Actuellement 80 salariés EDF et 270 intervenants d'entreprises prestataires travaillent sur site.

Les dépenses annuelles du site pour son fonctionnement atteignent 19 millions d'euros. Plus d'un tiers (soit 7 millions d'euros) bénéficie directement à la vie économique locale.

L'implication dans la vie locale

Chaque année, le site de Creys-Malville participe à plusieurs événements nationaux et locaux : des visites des installations industrielles sont proposées au grand public dans le cadre des Semaines de l'Industrie, Journées européennes du patrimoine, Journées de l'Industrie Electrique EDF, Fête de la Science. Ainsi, plus de 1500 visiteurs découvrent chaque année les chantiers de déconstruction.



Depuis juin 2016, EDF Creys-Malville propose des animations gratuites, ludiques et pédagogiques à destination des enfants, les Creys'Energy Kids, chaque mercredis et samedis à 14h30 au Centre d'Information du Public.

Creys-Malville est partenaire de nombreuses associations locales : EDF soutient l'Union Athlétique des Couleurs (UAC) organisatrice de la Ronde des Couleurs à Morestel, l'Union Sportive Creys-Morestel, le Montalieu-Vercieu Badminton Club, la Fraternelle Boule de Veyrins-Thuellin, Elle appuie la société d'histoire et d'archéologie de Briord et des environs pour la création d'un parcours archéologique. EDF est partenaire de l'association ISA, Issue de secours vers les autres et, depuis 2014, elle soutient l'association des Jeunes Sapeurs-Pompiers de Montalieu-Vercieu et lui remet régulièrement du matériel qui n'est plus utilisé sur site.

Depuis 2014, le site invite chaque année les riverains à partager un moment convivial lors de la Fête des Voisins.

L'avenir du site

Le site de Creys-Malville est propriété d'EDF. Il conservera sa vocation industrielle, notamment du fait de sa superficie et de sa localisation stratégique. Les choix des utilisations ultérieures du site seront concertés avec les acteurs du territoire, dans le but de permettre un développement en phase avec les activités locales.

8. INFORMATION CONTINUE DU PUBLIC

Le site de Creys-Malville informe systématiquement le public de son actualité.

L'actualité du site est disponible sur les pages dédiées à la centrale sur le site internet www.edf.fr/creys-malville.

Le fil Twitter @EDFCreys permet de suivre en temps réel l'actualité du site.

Chaque année, conformément à l'article L. 125-15 et L. 125-16 du Code de l'environnement, la centrale publie un rapport appelé « rapport transparence et sécurité nucléaire » dans lequel sont développés les principaux résultats concernant la sûreté, la radioprotection et l'environnement de la centrale pour l'année venant de s'écouler. Ce rapport est accessible depuis les pages dédiées au site de Creys-Malville sur le site internet www.edf.fr, et sur le site www.edf.fr/creys-malville.

La centrale participe également à la Commission Locale d'Information (CLI). Cette instance rassemble élus, représentants des autorités publiques, experts en sûreté, représentants des milieux industriels et associations de protection de l'environnement, elle constitue un lieu d'échanges et de relais de l'information auprès du grand public.

Le Centre d'Information du Public est ouvert à tous. Des visiteurs y sont accueillis tout au long de l'année et des conférences pour les scolaires y sont données. En 2016, plus de 1500 personnes ont bénéficié d'une information sur le nucléaire au sein du centre d'information du public de la centrale, et ont pu découvrir les installations.

Tout au long de l'année, plusieurs journées à thème sont organisées, souvent en lien avec les associations locales, avec pour objectif de faire découvrir nos métiers et sensibiliser aux activités liées à la production d'électricité (Fête de la science, Semaine du développement durable, Journée de l'industrie électrique, Fête de la nature, etc.). Depuis octobre 2016, le grand public peut s'inscrire aux visites mensuelles sur www.edf.fr/visitez-nos-centrales.

9. CHIFFRES CLES 2016

Site

Nombre de réacteurs à l'arrêt : 1

Ressources humaines

Effectif EDF : 80
 Salariés d'entreprises prestataires : 270
 Embauches : 1
 Apprentis : 3
 Heures de formation : 4395

Retombées socio-économiques

Dépenses annuelles de fonctionnement : 19 millions d'euros

Sûreté

Inspections de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) : 6
 Nombre d'événement de sûreté de niveau 1 ou plus : Aucun
 Nombre d'exercice de gestion d'un événement : 6

Sécurité

Nombre d'accidents avec arrêt de travail : 3
 Taux de fréquence d'accidents pour les salariés EDF et entreprises extérieures (par millions d'heures de travail) : 7,60

Radioprotection

Dosimétrie collective du site (limite individuelle autorisée pour un intervenant du nucléaire est de 20 h.mSv par an) : 2,561 h.mSv
 Nombre d'événements significatifs de Radioprotection (ESR) : Aucun
 Nombre d'événements significatifs pour le Transport (EST) : Aucun

Environnement

Prélèvements et analyses : 4000
 Événements significatifs pour l'environnement : 6