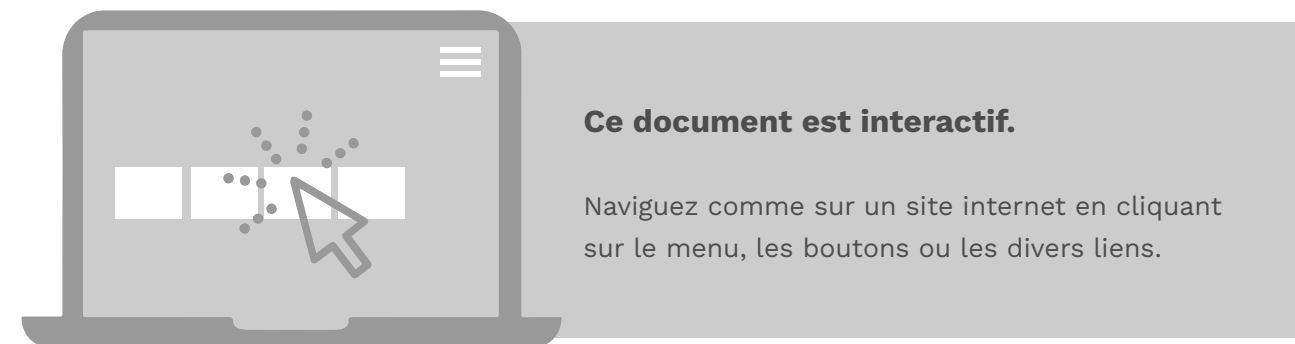




Document
interactif

Produire de manière **sûre**
une électricité **bas carbone**
à un coût **compétitif** en **France**

Le nucléaire d'EDF en France, c'est...



Produire de manière **sûre** une électricité **bas carbone** à un coût **compétitif** en **France**

1

Produire de façon
responsable
pour aujourd'hui
et pour demain



Produire de façon responsable pour aujourd'hui et pour demain

1. Le parc nucléaire

56 RÉACTEURS EN EXPLOITATION

Le parc nucléaire EDF est composé de 56 réacteurs de différents niveaux de puissance. Ils sont répartis sur l'ensemble du territoire au sein de 18 centrales. Chaque centrale peut donc comporter 2, 4 ou 6 réacteurs.

Ces réacteurs appartiennent tous à la même technologie, **appelée « réacteur à eau pressurisée »**. Elle a été déployée dans l'Hexagone entre 1977 et 1999.

1^{ère} source de production d'électricité

En France, le nucléaire constitue la plus grande source de production d'électricité. Le parc français d'EDF représente une puissance installée de 61,3 GW et produit près de 3/4 de l'électricité.



Un réacteur de **900 MW**

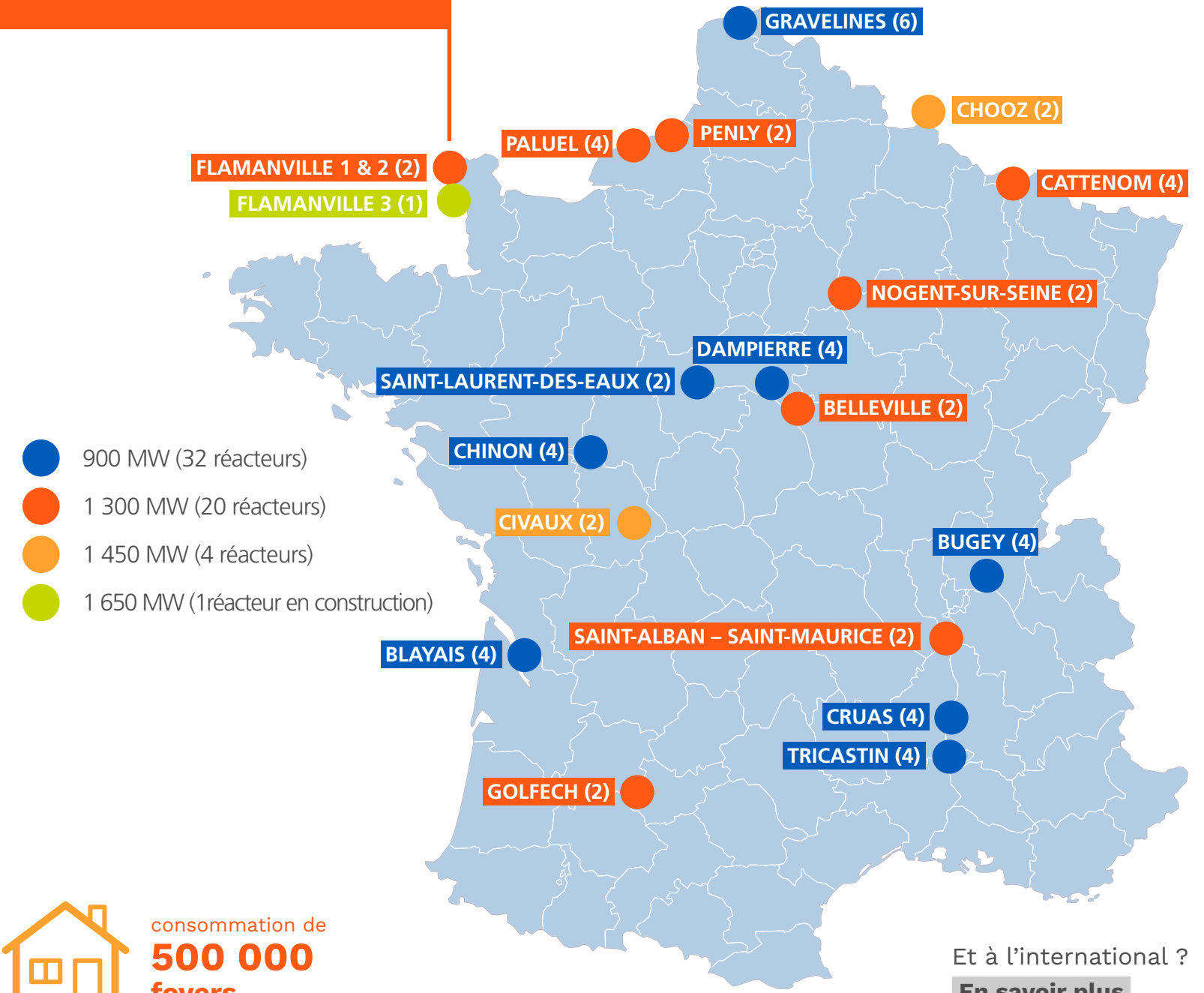


produit en moyenne **500 000 MWh** par mois



consommation de **500 000 foyers**

EDF construit actuellement un **réacteur de nouvelle génération « EPR »** à Flamanville.



Et à l'international ?
En savoir plus

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UNE CENTRALE NUCLÉAIRE

1. Le circuit primaire

Dans le réacteur, la fission des atomes d'uranium produit une grande quantité de chaleur. Cette chaleur fait augmenter la température de l'eau circulant autour du réacteur pour atteindre 320 °C. L'eau chauffée est maintenue sous pression pour l'empêcher de bouillir. Elle est ensuite transportée jusqu'au deuxième circuit fermé.


2. Le circuit secondaire

Le circuit primaire communique avec le circuit secondaire par l'intermédiaire d'un générateur de vapeur. Dans ce générateur, l'eau chaude du circuit primaire vient réchauffer l'eau du circuit secondaire qui se transforme alors en vapeur. La pression de cette vapeur fait tourner une turbine qui entraîne à son tour un alternateur. Ce dernier produit un courant électrique alternatif, grâce à l'énergie fournie par la turbine.

Un transformateur élève la tension du courant électrique produit pour qu'il puisse être plus facilement transporté dans les lignes très haute tension.

3. Le circuit de refroidissement

À la sortie de la turbine, la vapeur du circuit secondaire est à nouveau transformée en eau, grâce à un condenseur dans lequel circule de l'eau froide, en provenance de la mer ou d'un fleuve. Ce troisième circuit est appelé circuit de refroidissement.

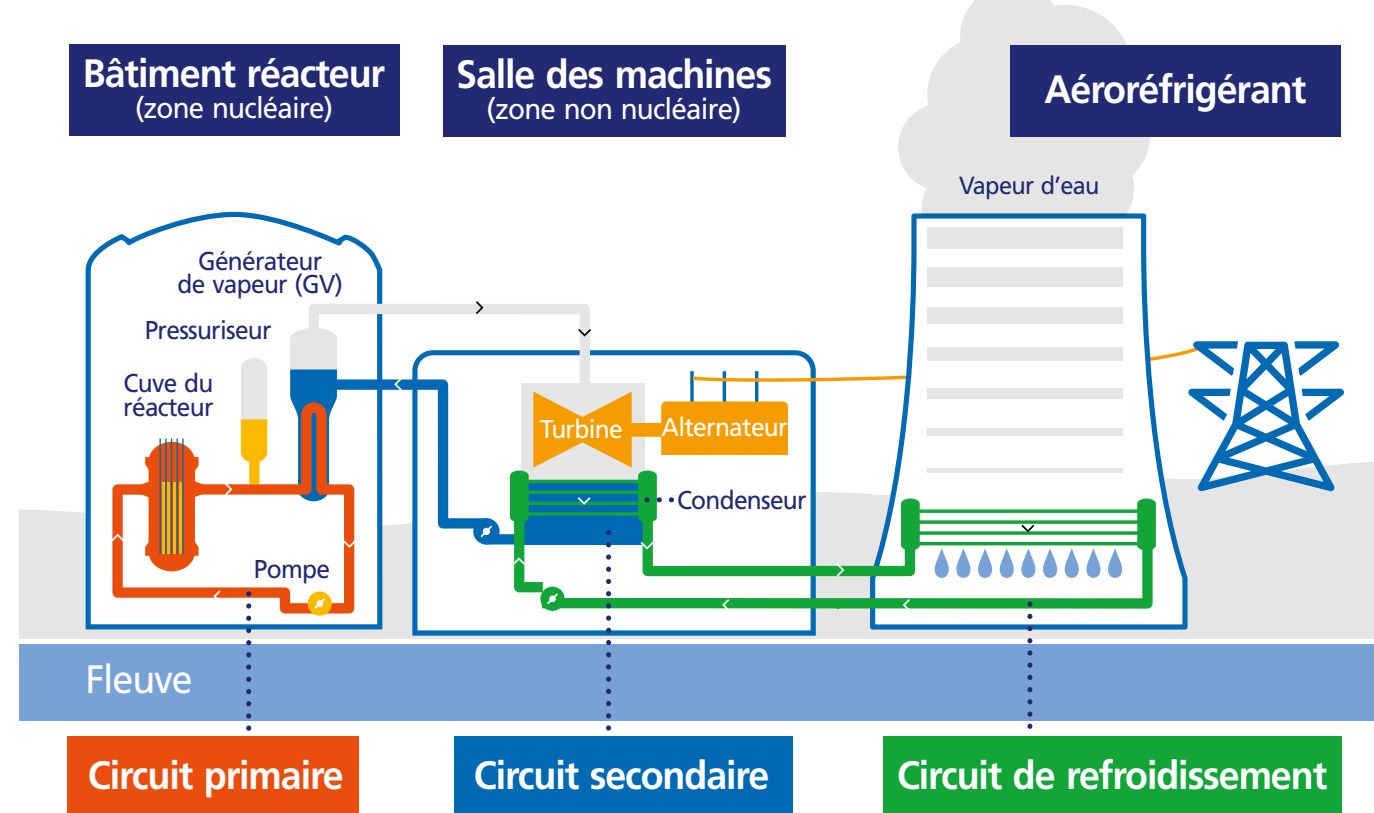


En bord de rivière, l'eau du 3^e circuit peut être refroidie au contact de l'air circulant dans de grandes tours, appelées « **aéroréfrigérants** », d'où s'échappe de la vapeur d'eau.

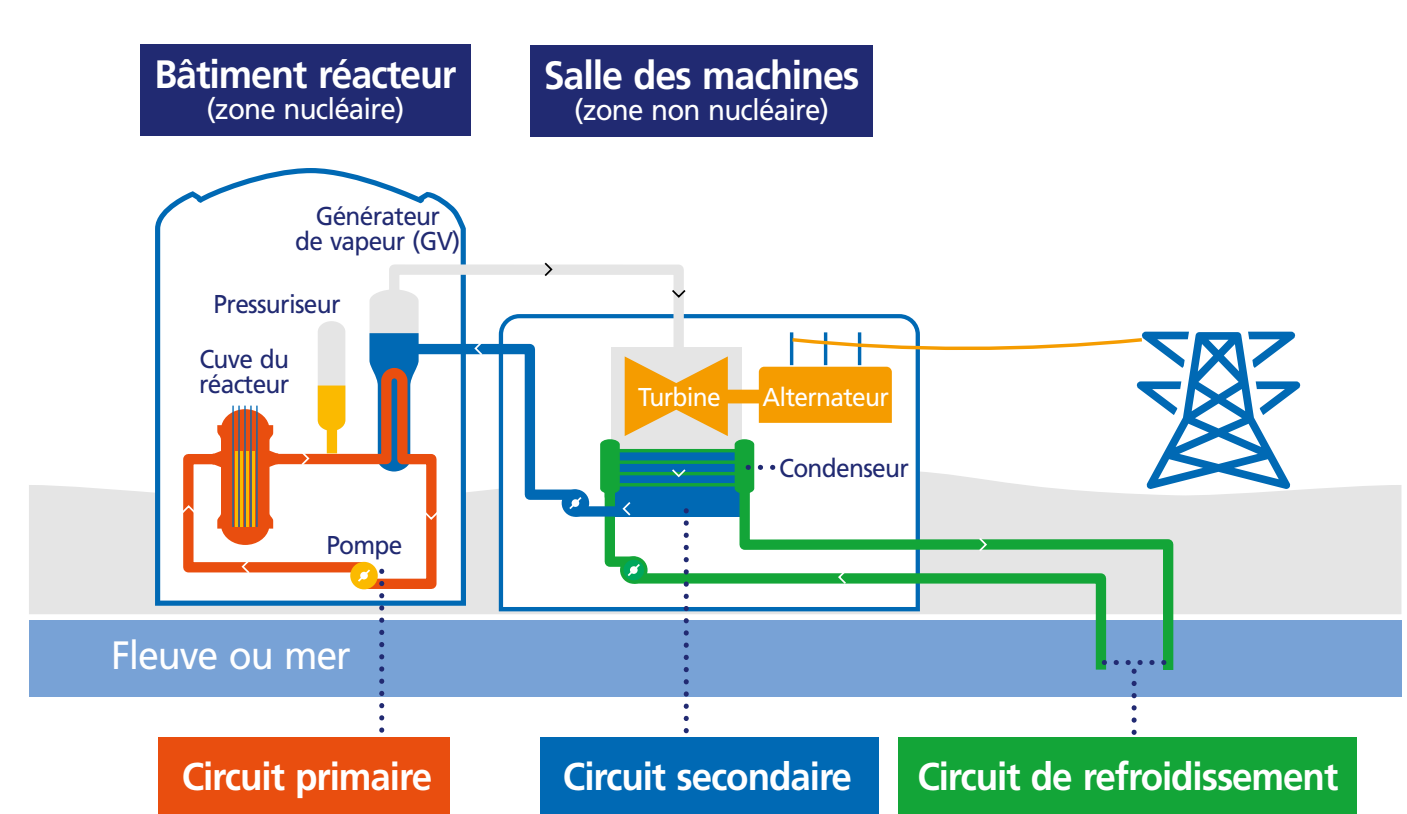
PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UNE CENTRALE NUCLÉAIRE

LA CENTRALE NUCLÉAIRE

Principe de fonctionnement, avec aéroréfrigérant



Principe de fonctionnement, sans aéroréfrigérant



CYCLE DE PRODUCTION, 2 TEMPS FORTS

Le fonctionnement des réacteurs nucléaires est marqué par 2 périodes clés :

1

La production

durant laquelle le réacteur fonctionne :
sa durée varie de 12 à 18 mois,
en fonction du combustible utilisé.

À l'issue de cette période, un arrêt
pour maintenance est programmé.

2

L'arrêt pour maintenance

durant lequel le combustible utilisé
est remplacé par du combustible neuf.

Des opérations de maintenance et de
contrôle des installations sont réalisées
pendant cette période, pour garantir
la fiabilité et la sécurité de la centrale.

3 types d'arrêts programmés

Il existe trois types d'arrêts, assurés
par les équipes d'EDF et des **entreprises**

prestataires :

- **Les arrêts « à simple rechargement »**
du combustible, avec peu ou pas de
maintenance (durée d'environ 35 jours).
- **Les « visites partielles »**
avec rechargement du combustible
et maintenance (durée d'environ
70 jours).
- **Les visites « décennales »,**
durant lesquelles sont réalisés
le rechargement du combustible,
la maintenance, les actions d'amélioration
de la sûreté de la centrale ainsi que les
contrôles des différents composants
requis tous les 10 ans par
la réglementation. Sa durée est de l'ordre
de 150 jours.

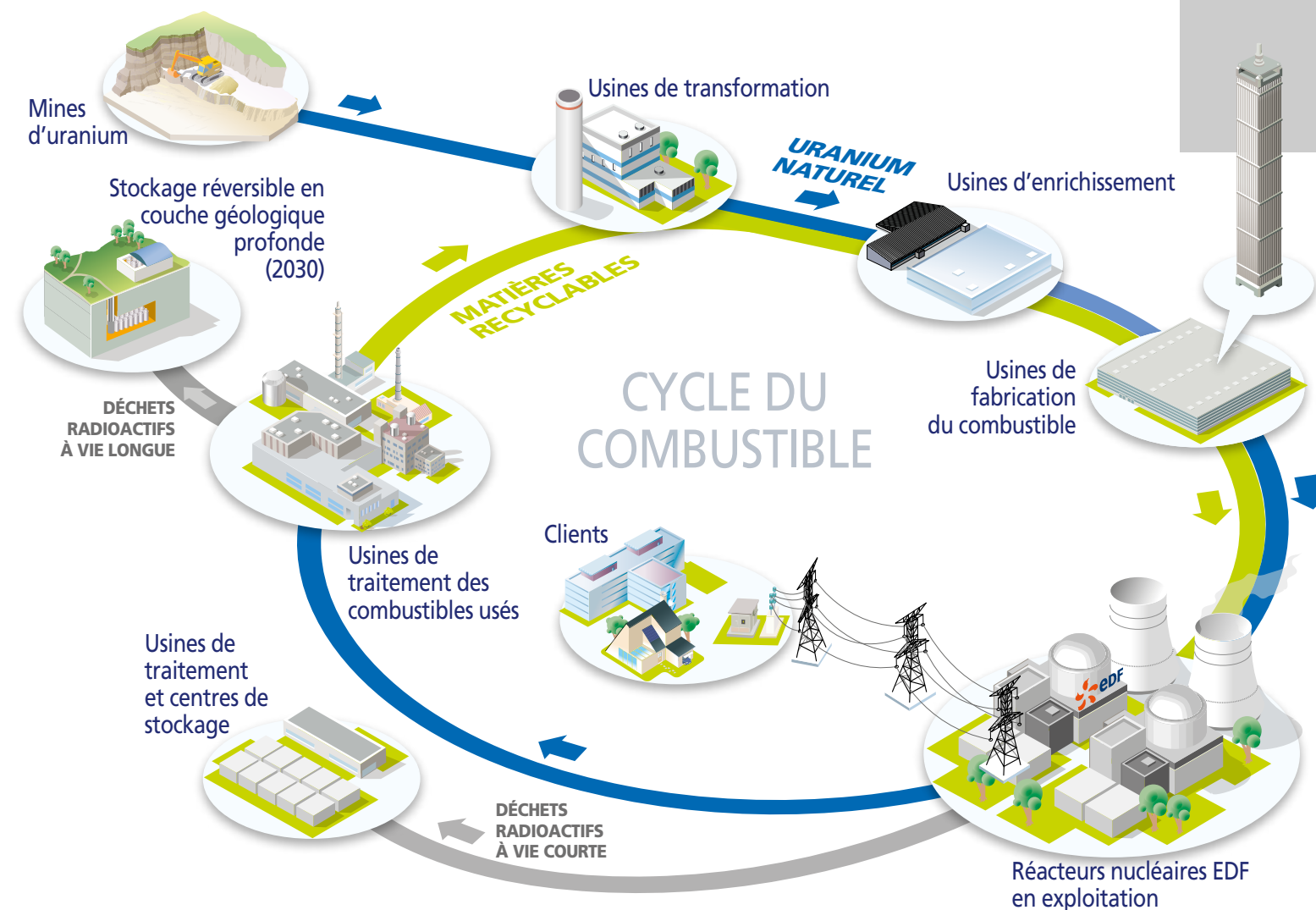
LE CYCLE DU COMBUSTIBLE : DE L'EXTRACTION AU RECYCLAGE

Les opérations destinées à fournir du combustible aux centrales nucléaires sont multiples :

- extraction de l'uranium,
- transformation, transport,
- traitement-recyclage du combustible utilisé...

Pour mener à bien cette mission, EDF s'appuie sur un réseau de **partenaires industriels sûrs et performants** sur le long terme.

Les assemblages de combustible restent 4 à 5 ans au cœur des réacteurs, avant d'être remplacés par du combustible neuf. Les anciens assemblages sont alors entreposés dans une piscine sur site, pendant 1 à 2 ans, afin de refroidir et de faire décroître leur radioactivité. Ils sont ensuite transférés dans les piscines de l'usine Orano de La Hague, pour refroidir encore 8 ans avant d'être traités.

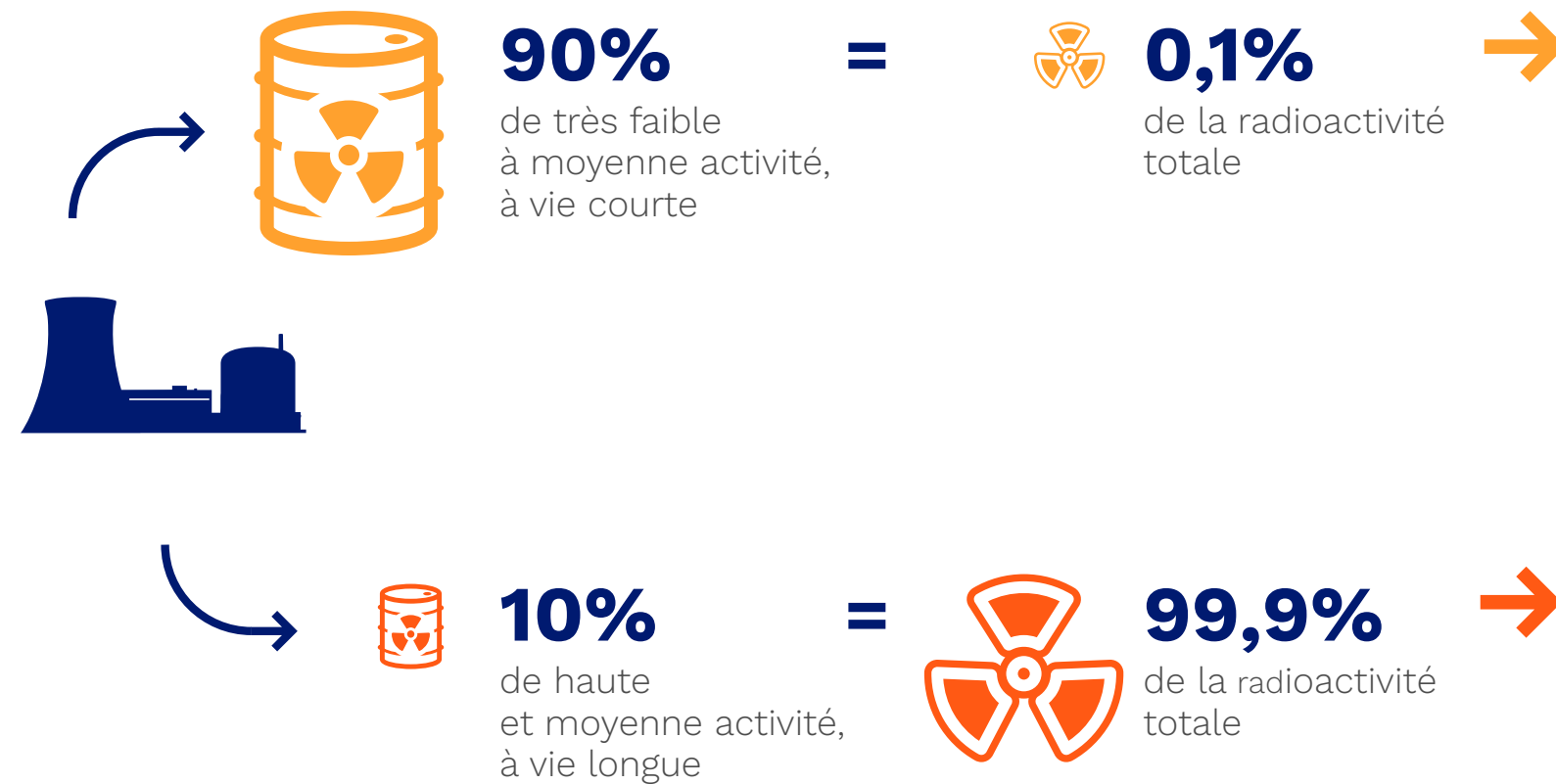


Le combustible nucléaire « usé » est traité et recyclé sous la forme d'un « mélange d'oxydes » (MOX), composé d'oxydes de plutonium. Le MOX réutilise les matières valorisables issues du traitement du combustible usé et à économiser les ressources d'uranium naturel.

→ **22 réacteurs** du parc français sont autorisés à utiliser le combustible recyclé (MOX)

96%
du combustible usé
est recyclable

2 GRANDES CATÉGORIES DE DÉCHETS RADIOACTIFS



Perdent **50%** de leur radioactivité au bout de **31 ans maximum**

100% Conditionnés dans des **big bags, des conteneurs bétons ou des fûts en acier**, et stockés en surface dans les centres de l'Andra*

Radioactivité à **très long terme** (entre 300 ans et des centaines de milliers d'années)

100% Conditionnés dans des **conteneurs en bétons ou des fûts en acier**, et entreposés dans des installations dédiées dans l'attente du centre de stockage Cigéo de l'Andra*

100% DES DÉCHETS RADIOACTIFS

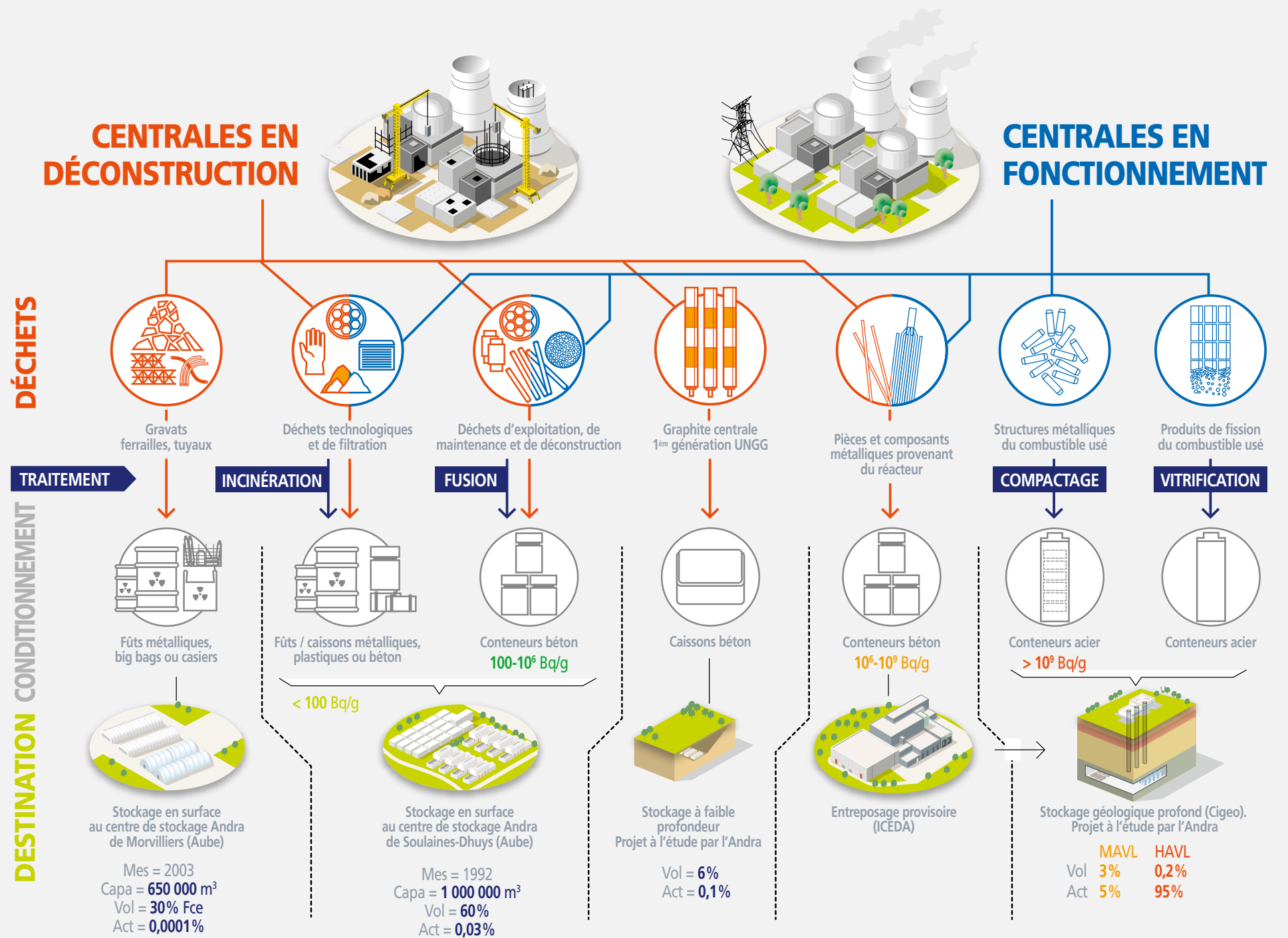
disposent de solutions
opérationnelles pour leur
entreposage ou leur stockage

1%

C'est le poids que pèsent les projets de démantèlement et la gestion des déchets radioactifs sur la facture d'électricité d'un ménage français.



Les déchets les plus radioactifs
représentent l'équivalent
d'une tasse à café par habitant,
pour 40 ans de production d'électricité.



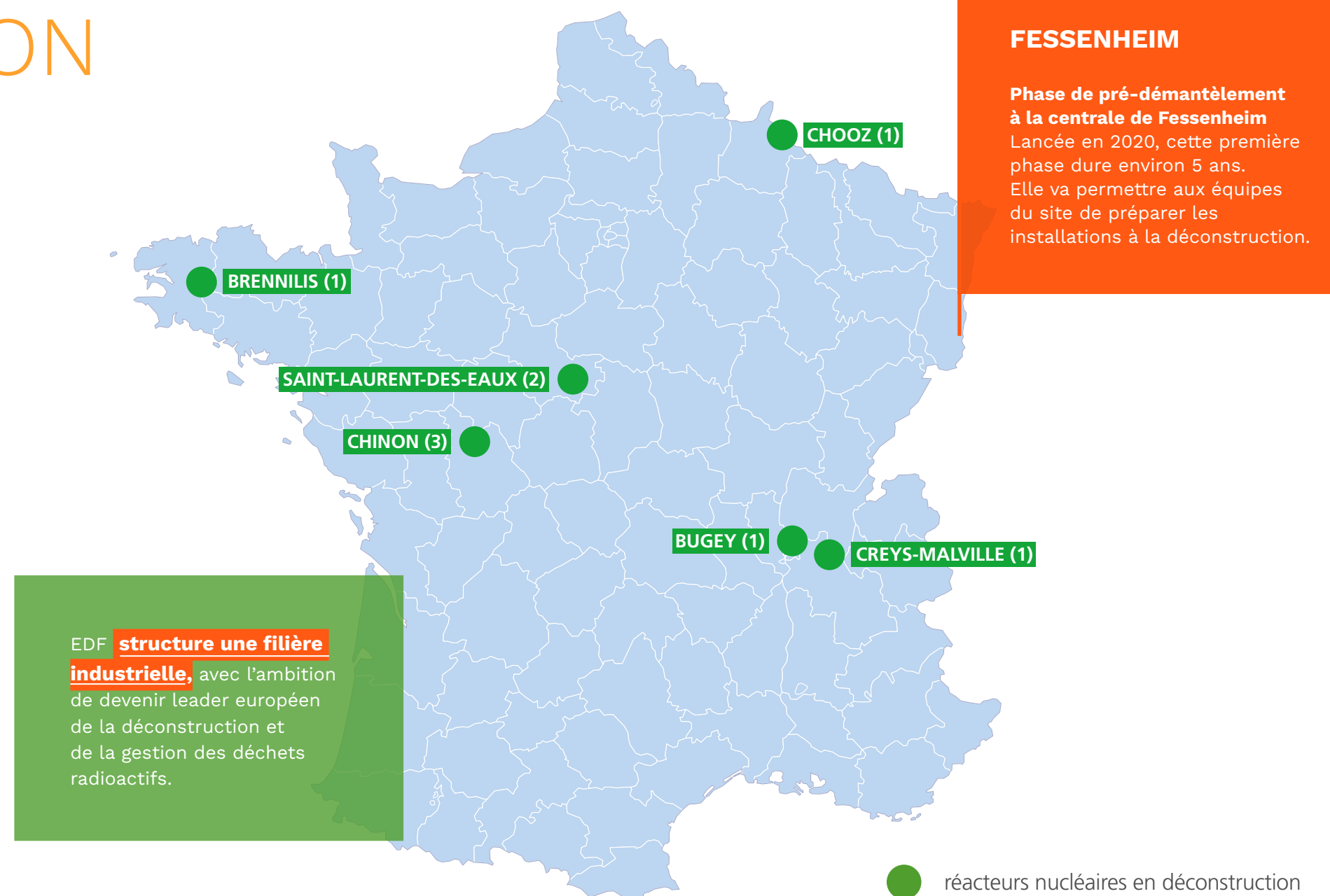
9 CHANTIERS DE DÉCONSTRUCTION

La déconstruction est une étape de la vie d'une centrale nucléaire. **Grâce à son expertise unique**, EDF assume l'entière responsabilité sur les plans financier, technique et réglementaire. Le Groupe mène actuellement 9 chantiers de démantèlement sur 4 technologies différentes.

Les réacteurs à eau lourde, uranium naturel-graphite-gaz et neutrons rapides sont particulièrement complexes à démanteler. Ce, en raison de leur technologie, de leur grande taille et du volume important de déchets que leur déconstruction produit. Depuis quelques années, EDF a pour objectif de standardiser le parc nucléaire, pour en faciliter la gestion mais aussi le démantèlement. Le parc français est aujourd'hui constitué de **56 réacteurs à eau pressurisée (REP)**.

→ **Sur la centrale de Chooz** (2 réacteurs en exploitation), EDF déconstruit également un réacteur prototype de technologie REP. Le Groupe fait ainsi la démonstration de sa capacité à déconstruire en 15 ans un réacteur à eau pressurisée comparable à ceux actuellement en fonctionnement.

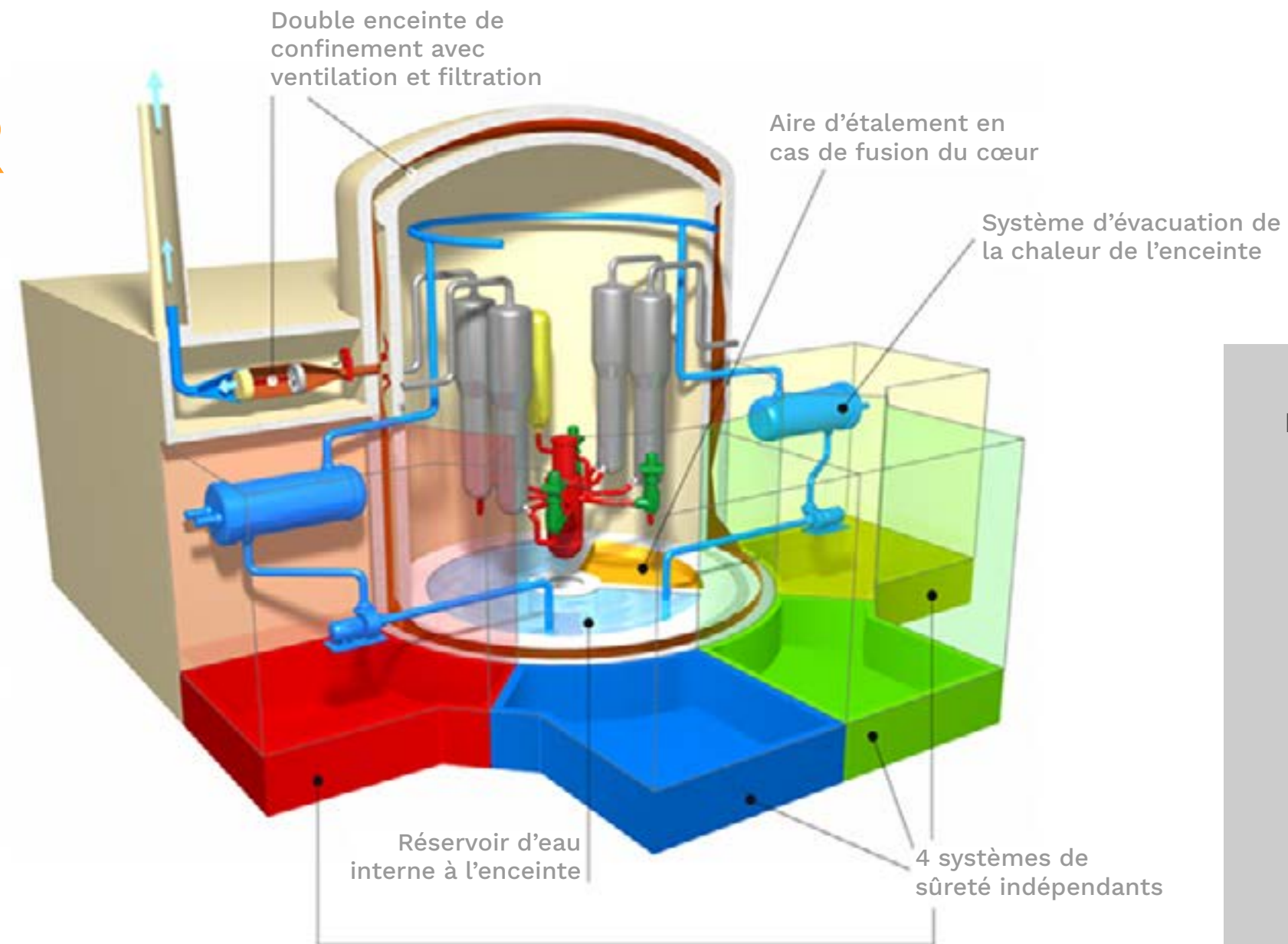
LES CHANTIERS DE DÉMANTÈLEMENT DE CENTRALE EN FRANCE



Pour en savoir plus sur la déconstruction de réacteurs, rendez-vous sur [edf.fr](https://www.edf.fr)

L'EPR, LE RÉACTEUR DE DEMAIN

L'EPR (European Pressurized Reactor) est un réacteur à eau pressurisée de 1 600 MW. Il a été développé pour être encore plus sûr et plus respectueux de l'environnement que les précédents réacteurs. L'EPR intègre tous les progrès récents en matière de sûreté, de réduction d'impact environnemental et de performance technique.



Données techniques

- **1 650 MW** de puissance électrique sur le réseau
- **91%** de taux de disponibilité
- **36%** d'augmentation de production annuelle d'électricité par rapport aux réacteurs actuels
- La conception de l'EPR permet **une exploitation d'au moins 60 ans**

L'EPR EN FRANCE ET À L'INTERNATIONAL

En France, **l'EPR de Flamanville 3** est une tête de série. Son chantier, qui est dans sa dernière ligne droite avant le démarrage du réacteur, a permis deux avancées majeures : renouveler le tissu industriel et reconstituer l'ensemble des compétences nécessaires à la construction d'équipements majeurs.



Selon **l'AIEA**, le marché du nucléaire **va continuer de croître** dans les prochaines décennies.

→ ROYAUME-UNI 2 constructions et 2 projets d'EPR

EDF Energy a engagé en 2016 la construction de ses deux premiers EPR, sur le site d'Hinkley Point. La filiale mène également l'étude de deux nouveaux EPR à Sizewell dans le Suffolk. La décision d'investissement pour ce projet est prévue pour 2021.

Ces quatre réacteurs britanniques permettront de fournir en électricité l'équivalent de 6 millions de foyers et d'éviter l'émission de 18 millions de tonnes de CO₂ par an.

→ CHINE mise en services des 2 premiers EPR

Les deux premiers EPR à être entrés en service sont situés à Taishan, en Chine. Ils ont été construits dans le cadre d'un partenariat avec le groupe China General Nuclear (CGN), dont le Groupe détient 30% des parts.

→ INDE projet de construction de 6 EPR

EDF est en négociation exclusive avec Nuclear Power Corp of India Ltd (NCPIL), l'exploitant indien, pour la construction de 6 EPR à Jaitapur. Ce site deviendrait alors le plus grand site de production nucléaire au monde. L'Inde a pour objectif de se doter d'une capacité supplémentaire de 56 GW d'ici à 2040.



LE PROJET

« EPR 2 »

Dans le prolongement de la dynamique industrielle engagée autour de la mise au point et de la construction des premiers EPR, EDF, Framatome et les autres industriels de la filière travaillent actuellement sur une conception optimisée de l'EPR, dans le cadre du projet « EPR 2 ».

*Cette collaboration vise à proposer **une solution industrielle optimisée** dans la perspective d'un renouvellement du parc nucléaire français. Les premières mises en service sont prévues à l'horizon 2030-2035.*

L'EPR optimisé reprendra le meilleur de la technologie EPR tout en intégrant des optimisations issues du retour d'expérience des projets EPR actuels (Flamanville 3, Taishan et Hinkley Point C).

LE PROJET

« PETIT RÉACTEUR MODULAIRE »

Les SMR (*Small modular reactors*) sont des réacteurs de petite puissance. Conçus pour être fabriqués en usine de façon modulaire et standardisée, ils sont rapidement installables sur site. Les SMR constituent **un atout dans la décarbonation du mix énergétique mondial** ainsi **qu'une solution industrielle durable et flexible** pour répondre aux enjeux de pays isolés, avec un réseau électrique limité ou fortement dépendants d'une production énergétique fossile.

EDF a pour ambition de proposer à l'export **un produit simple, sûr, performant et compétitif** dans un segment de petite puissance (quelques centaines de MWe) afin de répondre à la demande du marché dans la prochaine décennie, et ce en complément de son offre de réacteur de forte puissance (réacteur EPR).



Produire de manière **sûre** une électricité **bas carbone** à un coût **compétitif** en **France**

2

Une industrie
d'excellence
**parmi les plus
contrôlées**
au monde

Une industrie d'excellence parmi les plus **contrôlées** au monde

1. La filière nucléaire

EDF, ACTEUR MAJEUR DE LA FILIÈRE NUCLÉAIRE FRANÇAISE

Préservation de l'atout nucléaire en France, mise en service des **EPR de Flamanville et de Taishan** (Chine), développement d'Hinkley Point C au Royaume-Uni, conquête de nouveaux marchés...

Pour relever ces défis industriels, les différents acteurs de la filière ont uni leur force. Des rapprochements et une nouvelle organisation qui consolident l'efficacité de la filière.

→ **Le rapprochement des ingénieries d'EDF et de Framatome** (anciennement Areva NP) participe à la conception et à la fabrication des centrales nucléaires. Ensemble, elles fournissent des services aux centrales pendant toute la phase d'exploitation.



14 000 salariés dans 18 pays ont rejoint le Groupe EDF le 1^{er} janvier 2018.

→ **La société d'ingénierie Edvance**, créée par EDF et Framatome, participe à la conception et à la réalisation d'îlots nucléaires. Elle conçoit aussi le contrôle commande des réacteurs de demain, comme sur le site Hinkley Point C ou pour **l'EPR 2, la version optimisée de l'EPR.**

Près de 1 000 ingénieurs ont rejoint Edvance et contribuent à la performance du parc français, ainsi qu'à la construction du nucléaire de demain.

Cette nouvelle organisation positionne EDF comme le chef de file de **la filière nucléaire française.**



Une industrie d'excellence parmi les plus **contrôlées** au monde

1. La filière nucléaire

UN ÉCOSYSTÈME VASTE ET ORGANISÉ

EDF n'est pas le seul acteur du nucléaire en France. Le Groupe s'appuie sur de nombreux organismes externes.

Les entreprises prestataires

EDF confie à des partenaires la majeure partie **des opérations de maintenance** de ses centrales. Le professionnalisme, la capacité de mobilisation et les compétences spécialisées de ces entreprises sont la garantie d'une maintenance de qualité.

Les salariés sous-traitants travaillent aux côtés des salariés du Groupe. Ensemble, ils assurent la maintenance quotidienne des unités en fonctionnement, ainsi que la préparation, le pilotage et la vérification de la bonne exécution des interventions durant les arrêts programmés pour maintenance **en respectant les mêmes standards de sécurité.**



Le Groupement des industriels français de l'énergie nucléaire (GIFEN)

Cet organisme regroupe les principales entreprises de l'industrie nucléaire française. Il permet notamment de porter la voix de la filière, en France et à l'international.

En janvier 2019, par la signature d'un contrat de filière, le **GIFEN** s'est engagé auprès de l'État français sur :

- ① le maintien des compétences et de la formation,
- ② la poursuite de la transformation numérique de la filière,
- ③ la recherche et l'innovation au service de l'économie circulaire,
- ④ le développement sur le marché international.

2. Le champ d'action d'EDF

EDF, UNE EXPERTISE UNIQUE SUR TOUTE LA CHAÎNE DE PRODUCTION

Le Groupe possède une expérience et une expertise uniques. Son savoir-faire est reconnu dans le monde entier pour la conception et la construction de nouvelles générations de centrales, l'exploitation des installations actuelles ainsi que le démantèlement de réacteurs définitivement à l'arrêt.

Construction

Depuis plus de 40 ans, le Groupe construit des centrales nucléaires qui intègrent les plus hauts standards de sûreté. Chaque projet fait l'objet d'une étude d'impact environnemental ainsi que d'un traitement architectural et paysager spécifique.

Design et conception

EDF développe une gamme de solutions technologiques pour répondre aux enjeux de continuité d'approvisionnement et de production de masse, sans impacter le climat et les ressources naturelles des territoires.

Déconstruction

La déconstruction fait partie intégrante du cycle de vie d'une centrale nucléaire. EDF assume l'entière responsabilité technique, financière et réglementaire. Elle se déroule en 3 étapes : mise à l'arrêt définitif de la centrale, démantèlement de la partie non nucléaire et démantèlement du bâtiment-réacteur.

Production

Principal fournisseur d'électricité en France, le parc de centrales nucléaires doit être capable de produire tout au long de l'année, quelle que soit la météo, l'électricité nécessaire aux entreprises et aux particuliers. Pour y parvenir, EDF s'est fixé des exigences élevées en termes de disponibilité, de sûreté et de maintenance.

3 FONCTIONS DE SÛRETÉ, 3 BARRIÈRES DE PROTECTION

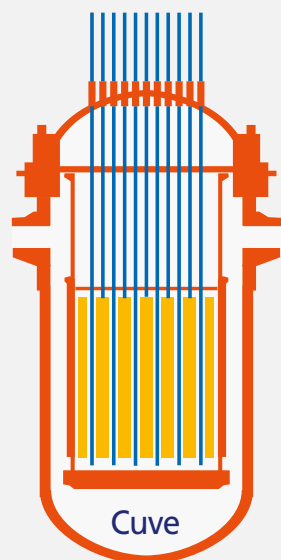
La sûreté nucléaire repose sur la prévention des risques et la prise en considération, systématique, des défaillances techniques ou humaines potentielles. Ces dispositions sont pensées dès la conception de l'installation, intégrées lors de sa construction, renforcées et toujours améliorées pendant son exploitation. La sûreté nucléaire s'appuie sur la mise en place de **lignes de défense successives et indépendantes**, que l'on appelle la défense en profondeur.

TROIS FONCTIONS DE SÛRETÉ

1

Contrôler la réaction en chaîne

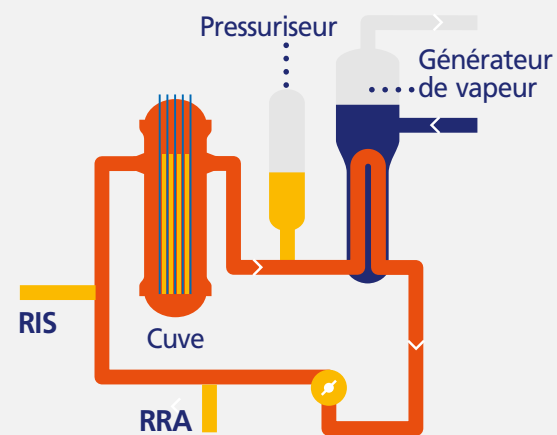
- Position des grappes de commande
- Concentration du bore dans l'eau



2

Refroidir le combustible

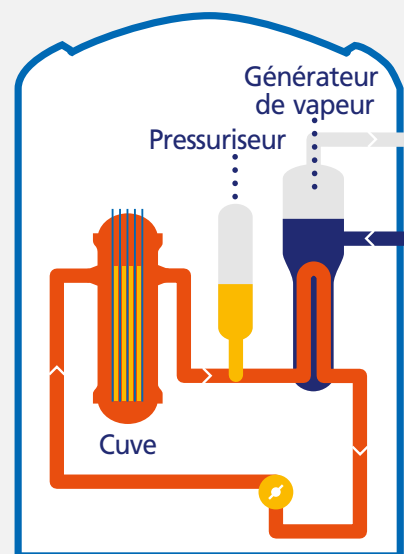
- Évacuation de la chaleur :
- par les générateurs de vapeur en fonctionnement normal,
 - par le circuit de réfrigération à l'arrêt du réacteur (RRA),
 - par les systèmes d'injection de sécurité (RIS).



3

Confiner la radioactivité

- Par les trois barrières :
- gaine du combustible
 - circuit primaire
 - enceinte de confinement



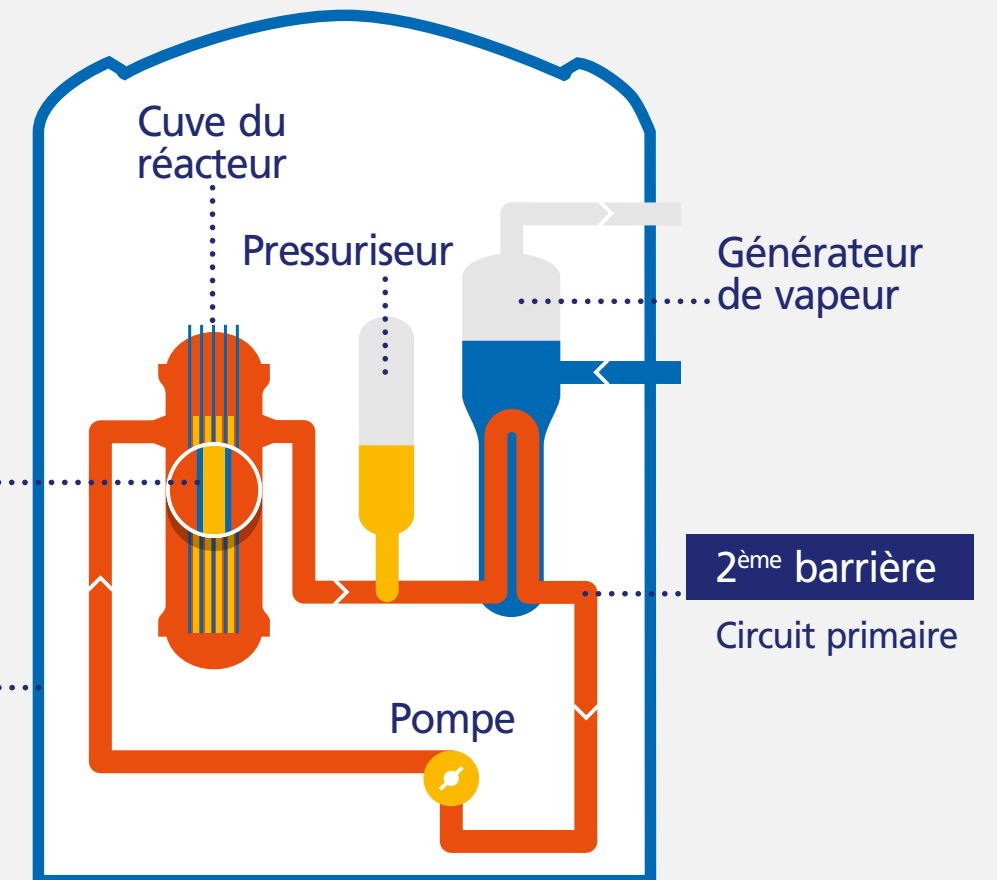
TROIS BARRIÈRES DE SÛRETÉ

1^{ère} barrière

Gaine du combustible

3^{ème} barrière

Enceinte de confinement



2^{ème} barrière

Circuit primaire

Une industrie d'excellence parmi les plus **contrôlées** au monde

3. La sûreté des installations

UNE DÉMARCHÉ D'AMÉLIORATION CONTINUE

EDF innove et investit de façon continue dans la maintenance des installations. Le Groupe prend en compte le retour d'expérience français, mais aussi international, pour renforcer le niveau de sûreté des installations.

Par exemple, en 2014, EDF a lancé le programme industriel « Grand Carénage ». Son objectif ? **Rénover et moderniser les centrales nucléaires existantes.**
En savoir plus.

Face à l'augmentation des **épisodes de canicule, de sécheresse et de tempête**, le Groupe a également lancé un programme d'adaptation de ses installations, « Grands Chauds » :

- Pour lutter contre la hausse des températures, les systèmes de ventilation des bâtiments électriques ont été renforcés.
- En cas de tornades ou de grands vents, les groupes électrogènes de secours ont été équipés de charpentes métalliques permettant de protéger les matériels.
- En cas de fortes pluies, des seuils de protection ont été ajoutés devant les bâtiments qui abritent les systèmes de refroidissement afin qu'ils ne soient pas inondés.

ZOOM SUR LA FORMATION

Les salariés de la filière bénéficient d'un niveau de formation élevé en raison de l'importance des enjeux de qualité et de sûreté, inhérents à la nature des activités de l'industrie nucléaire.

Par ailleurs, la filière accorde une place très importante à la formation continue, avec près de 9 jours de formation par an par salarié. Un temps de formation qui peut aller jusqu'à 8 semaines par an pour les opérateurs des centrales.



3 fois plus
de jours de formation dans la filière nucléaire, par rapport à la moyenne française.



Près de 3 millions d'heures de formation dispensées chaque année, dont près de 400 000 sur nos simulateurs (reproduction grandeur nature de salle de commande).

Une industrie d'excellence parmi les plus **contrôlées** au monde

4. Le contrôle du niveau de sûreté

DES CONTRÔLES RÉGULIERS

Pour s'assurer du respect des exigences réglementaires en matière de sûreté, l'État français a chargé l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) du contrôle des centrales. C'est le seul organisme habilité à autoriser la mise en service ou la poursuite de l'exploitation d'une centrale nucléaire en France.

En plus des contrôles internes réalisés quotidiennement par EDF, des inspecteurs effectuent **plus de 450 contrôles par an**, de manière programmée ou inopinée, sur l'ensemble des installations. L'ASN agit en toute indépendance. Chaque inspection fait l'objet d'une lettre de suite rendue publique. Chaque redémarrage de réacteur fait l'objet d'une autorisation préalable de l'ASN.

D'autres inspections sont menées par des organismes internationaux tels que l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) ou l'Association mondiale des exploitants nucléaires (WANO). Ces organismes auditent et évaluent la sûreté des installations selon les normes internationales. Ils permettent aussi de faire progresser le niveau de sûreté des centrales.



Sûreté, sécurité : quelle différence ?

La sûreté nucléaire correspond à l'ensemble des dispositions techniques et des mesures d'organisation prises en vue de prévenir les accidents ou d'en limiter les effets.

La sécurité est un terme plus générique qui comprend : la sûreté nucléaire, la radioprotection, la prévention, la lutte contre les actes de malveillance et les actions de sécurité civile en cas d'accident.

Une industrie d'excellence parmi les plus **contrôlées** au monde

5. La gestion des risques

24H/24 DE SURVEILLANCE ET DE PROTECTION DES INSTALLATIONS

Les centrales nucléaires françaises sont robustes et sûres. Elles ont été conçues pour résister à tous types d'agressions externes, qu'elles soient d'origine naturelle, accidentelle ou malveillante.

→ La sécurité des installations nucléaires est **réévaluée de manière permanente** pour résister aux actes de malveillance ou de terrorisme.

Concernant les intrusions, les systèmes de détection et de sécurité fonctionnent en continu. Les intrus éventuels sont systématiquement et très rapidement interpellés par les forces de l'ordre et les équipes de sécurités présentes sur site **24h/24**.



La sécurité du parc nucléaire français s'inscrit dans **un cadre législatif et réglementaire très strict** que le Groupe, en tant qu'exploitant responsable, applique rigoureusement. Les centrales d'EDF bénéficient d'une protection et d'une surveillance constantes, réalisées en coordination étroite avec l'ensemble des services de l'État concernés, et ce, depuis leur démarrage.

720 M€

investis par EDF entre 2015 et 2023 pour se doter des meilleures technologies disponibles en matière de sécurité.

1 000

gendarmes appartenant à un peloton spécialisé et dédié, répartis dans les centrales en exploitation.

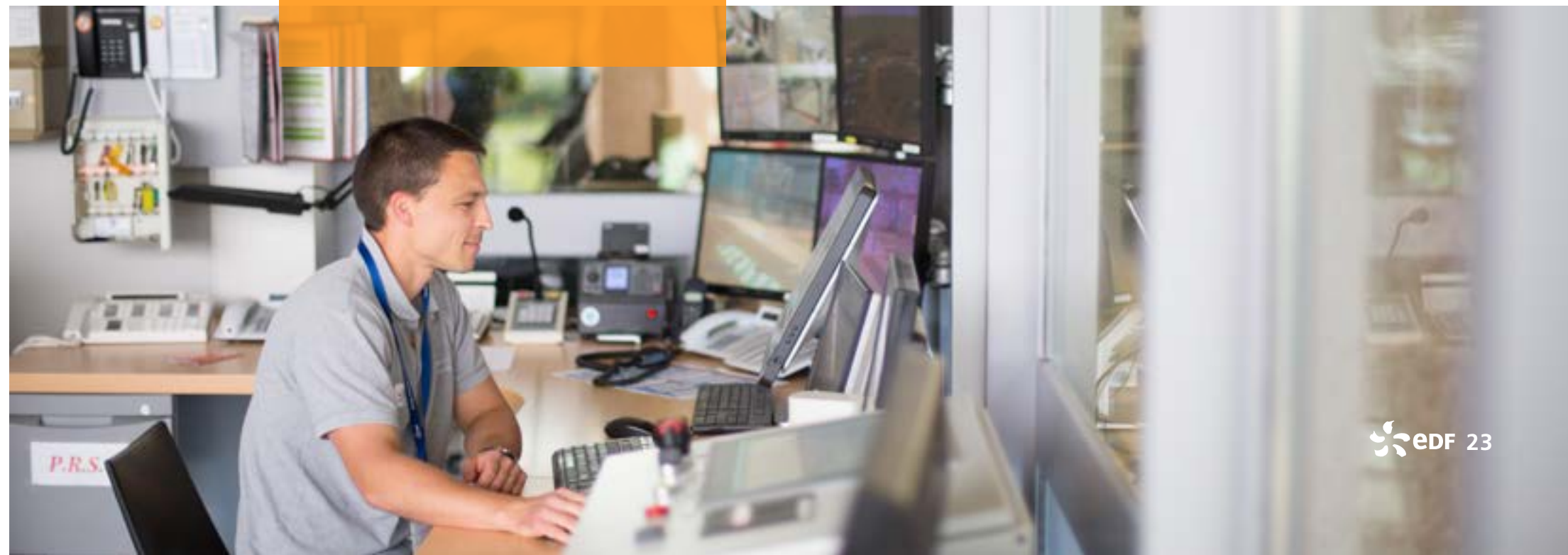
1 500

salariés EDF et prestataires dédiés à la sûreté.

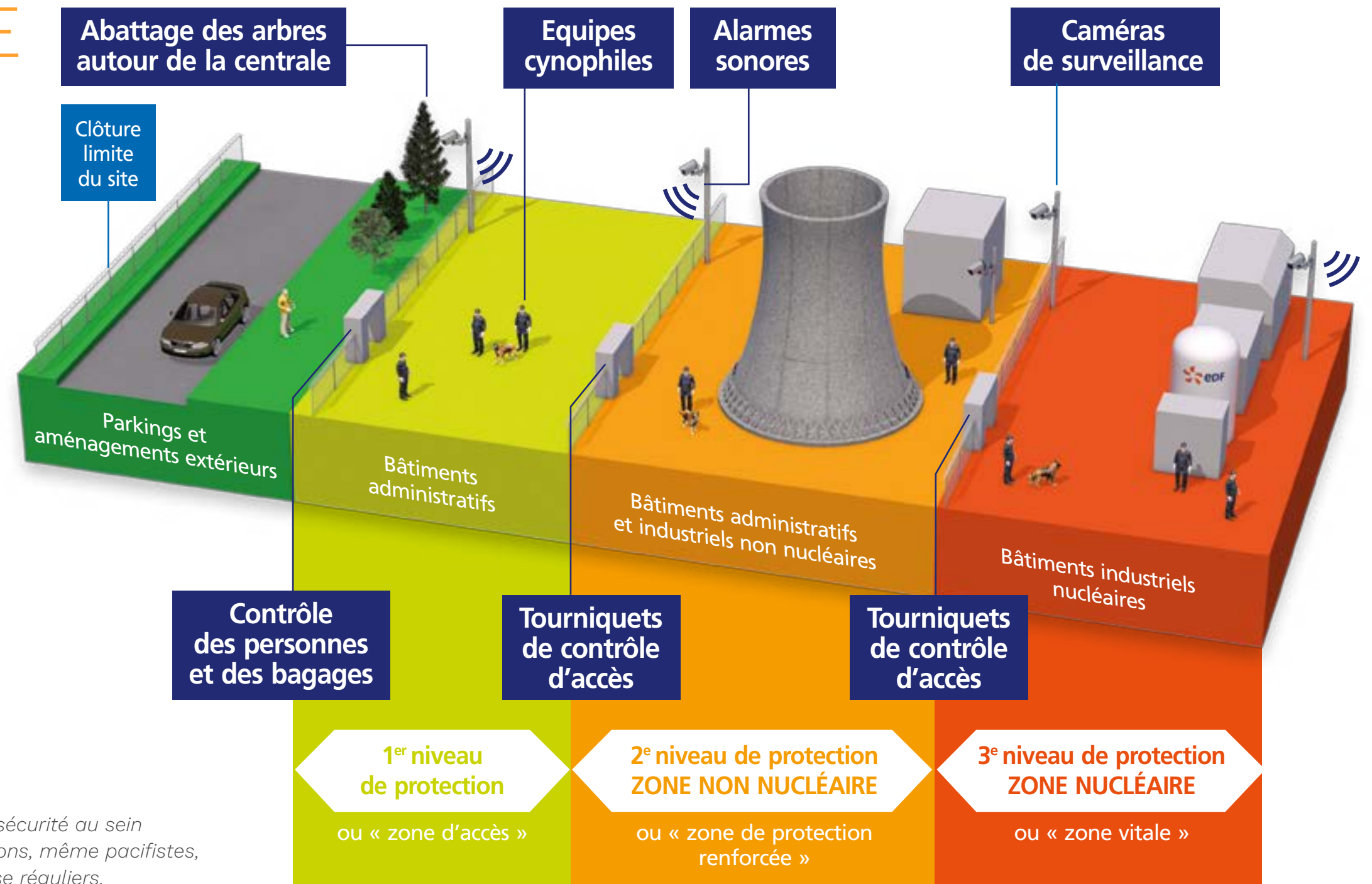
100 000

enquêtes réalisées chaque année par les autorités administratives pour encadrer l'accès aux installations nucléaires (salariés EDF, prestataires et visiteurs).

Au moins 2 inspections par an réalisées dans chaque centrale par les services du Haut fonctionnaire de défense et de sécurité (HFDS).



3 NIVEAUX DE PROTECTION CONTRE LES INTRUSIONS



Ce schéma illustre les mesures prises pour renforcer la sécurité au sein des centrales nucléaires. Elles visent à rendre les intrusions, même pacifistes, beaucoup plus difficiles, et font l'objet d'exercices de crise réguliers.

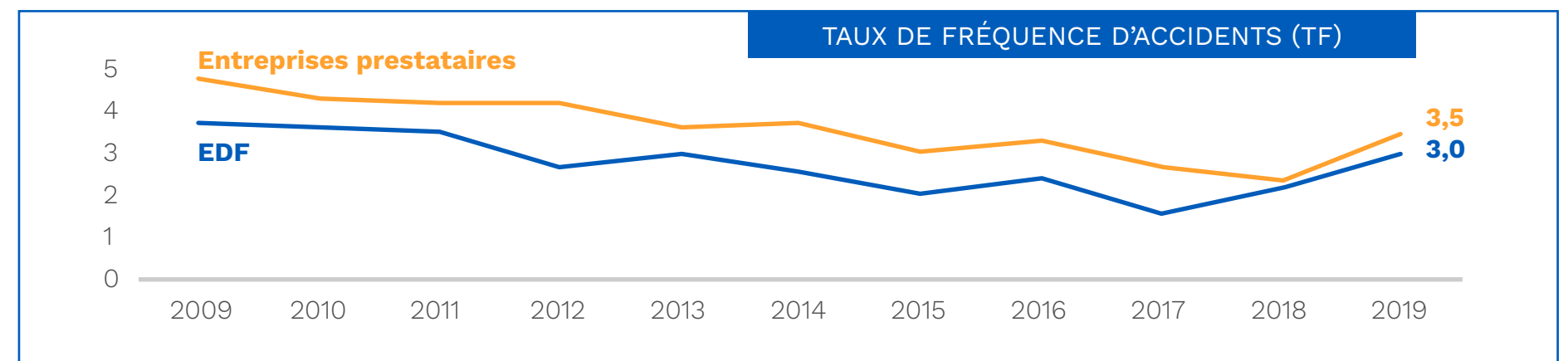
100% DE PRÉVENTION POUR TOUS

EDF porte une attention particulière à la sécurité de **l'ensemble des personnes intervenant sur ses installations**, que ce soit dans le cadre des opérations courantes d'exploitation ou lors des opérations de maintenance.

Les efforts constants de prévention des risques ont permis de diminuer le taux de fréquence* des accidents.

EDF applique exactement le même régime aux intervenants extérieurs qu'à ses propres salariés. Tous sont donc soumis aux mêmes conditions d'intervention, de protection vis-à-vis des risques, de formation et de suivi médical.

→ D'ailleurs, en 2012, le Groupe a créé un cahier des charges social qui comprend des règles transparentes et communes à l'ensemble des acteurs de la filière.



*Le taux de fréquence est le rapport entre le nombre total d'accidents (sur le lieu du travail) ayant entraîné la mort ou une incapacité totale d'un jour au moins (hors jour de l'accident) et le nombre d'heures d'exposition au risque, multiplié par 1 000 000.

UNE EXPOSITION À LA RADIOACTIVITÉ MESURÉE ET CONTRÔLÉE

Sur les centrales nucléaires d'EDF, tous les intervenants bénéficient des mêmes conditions de radioprotection, de suivi médical ainsi que des mêmes informations sur les risques encourus.

L'objectif ? S'assurer que l'exposition aux rayonnements ionisants soit aussi faible que raisonnablement possible pour tous les intervenants.

Ce que dit la réglementation française

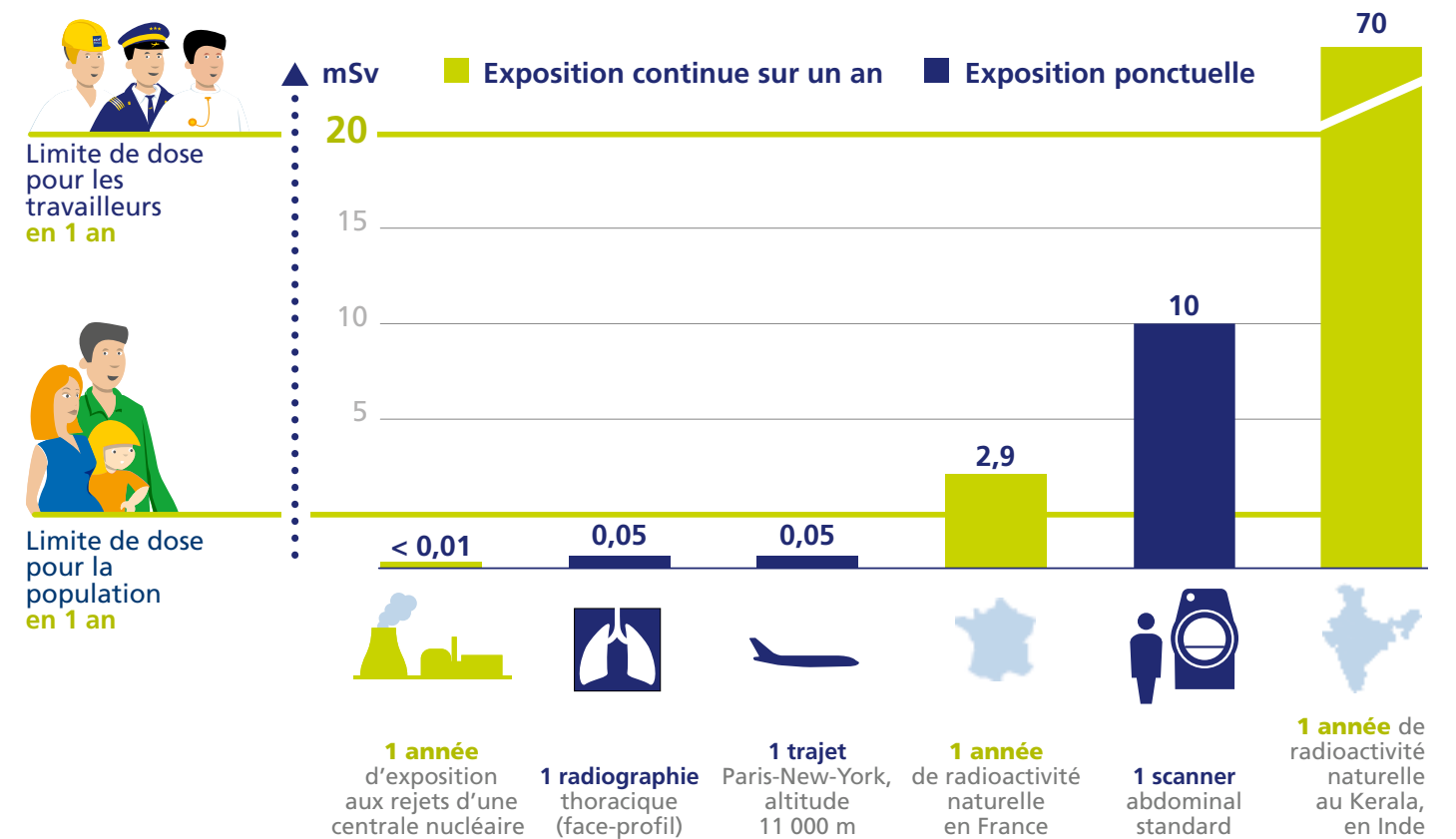
Elle impose que l'exposition aux rayonnements ionisants d'un travailleur ne dépasse pas 20 mSv sur 12 mois glissants (limite annuelle d'exposition pour le corps entier), que cette exposition résulte d'une exposition externe ou interne.

Ce que fait EDF

Au sein des centrales, tout travailleur intervenant en zone nucléaire bénéficie d'un suivi renforcé dès 13 mSv sur les 12 derniers mois, et se voit suspendre l'accès à 18 mSv.

5. La gestion des risques

ECHELLE DES EXPOSITIONS Seuils réglementaires



La radioactivité est un phénomène naturel qui se produit au cœur de la matière en raison de l'instabilité de certains noyaux d'atomes. Ces noyaux, composés d'un excès de particules (protons, neutrons ou les deux rassemblés), se transforment en éjectant des particules. Ainsi, ils dégagent de l'énergie et émettent des rayonnements. Ces derniers, en fonction de leur intensité et de la durée d'exposition, peuvent être nocifs.

Produire de manière **sûre** une électricité **bas carbone** à un coût **compétitif** en **France**

3

Une électricité
bas carbone
au service de la
transition énergétique

COMPLÉMENTARITÉ DES MOYENS DE PRODUCTION

Pour fournir une électricité propre et abordable, à tous et à tout moment, le Groupe allie le nucléaire aux énergies renouvelables (eau, vent, soleil, biomasse, etc.).

Avec **l'accélération du développement des énergies renouvelables** (ENR), EDF a renforcé la souplesse de fonctionnement de son parc nucléaire. Grâce à sa manœuvrabilité, les centrales peuvent augmenter ou réduire leur rendement en fonction de la production renouvelable. Lorsque le vent se met à souffler et le soleil à briller, la production nucléaire diminue au profit des ENR. Inversement, les centrales accroissent leur rendement en cas de chute de la production éolienne ou solaire.

40%
*des nouvelles capacités
installées d'ici 2040 seront
renouvelables dans le monde*.*

Cette souplesse de production d'électricité constitue aujourd'hui un élément déterminant pour réussir la transition énergétique.



Qu'est-ce que le mix énergétique ?

Il s'agit de la répartition des différentes sources d'énergies dans la production d'énergie.

Le mix énergétique du Groupe EDF est diversifié et favorise les énergies décarbonées. Il associe majoritairement l'énergie nucléaire, qui fournit une électricité compétitive et faible en CO₂, l'énergie hydraulique avec la première capacité de l'Union européenne, les énergies renouvelables, éolienne, solaire et le thermique qui permet de répondre aux pics de consommation aux heures de pointe ou lors de périodes de froid.

LE NUCLÉAIRE N'ÉMET QUE TRÈS PEU DE CO₂ COMME 96% DE LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ D'EDF EN FRANCE

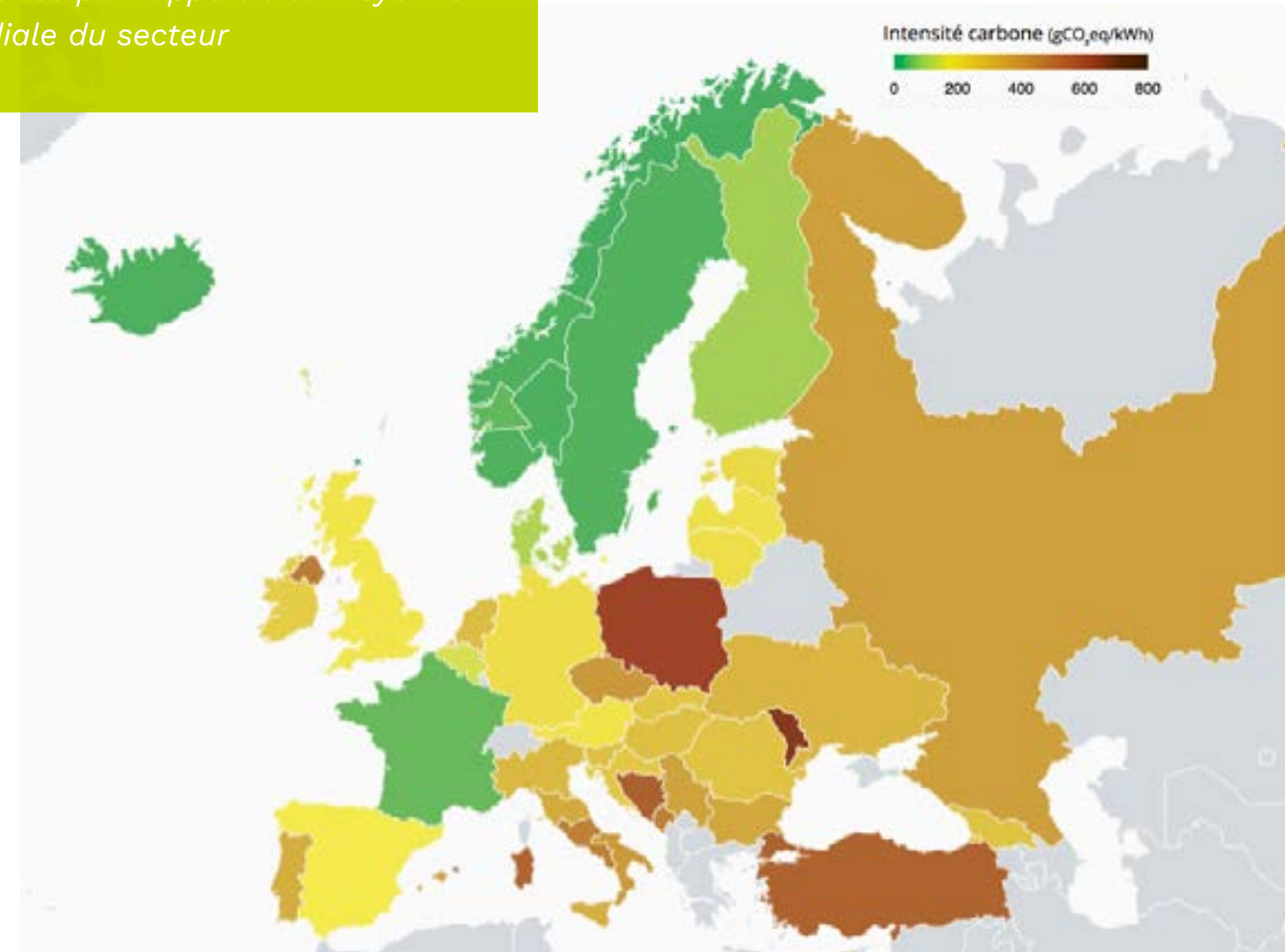
Le nucléaire est **un atout majeur de la décarbonation du mix énergétique.**

Il permet donc de lutter contre le réchauffement climatique. Sur l'ensemble du cycle industriel, la moyenne mondiale d'émission de CO₂ par kilowattheure produit par une centrale nucléaire s'élève à 12 g, niveau comparable aux émissions d'une éolienne*.

Grâce à ses parcs nucléaire et renouvelable, la France a déjà atteint les recommandations du GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) : 80 % d'électricité bas carbone en 2050. C'est le pays le plus décarboné du G7. De plus, en tant que premier exportateur de l'Union européenne, la France aide ses voisins à décarboner leur mix énergétique.

En 2019, **8 fois moins** d'émissions spécifiques** de carbone en France par rapport à la moyenne mondiale du secteur

et **5 fois moins** que la moyenne européenne.



*Source : GIEC – IPCC, 2018, « Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change » p. 1335. Cambridge University Press

**Émissions directes, hors analyse du cycle de vie des moyens de production et des combustibles.

Source : Agence internationale de l'énergie (AIE), septembre 2019 («Emission factor»),

98% DE L'EAU PRÉLEVÉE EST RESTITUÉE À LA SOURCE

Dans une centrale nucléaire, l'eau est nécessaire à plusieurs étapes de la production d'énergie. Elle permet de :

- **Produire la vapeur qui actionne la turbine.**
- **Refroidir les installations.**
- Constituer des réserves de sécurité.
- Alimenter les circuits de lutte contre les incendies.
- Alimenter les installations sanitaires et les équipements de restauration des salariés.

L'eau destinée au refroidissement des réacteurs nucléaires est prélevée suivant des modalités définies dans les textes réglementaires propres à chaque centrale. Elle est ensuite traitée si nécessaire puis contrôlée avant d'être rejetée en milieu naturel. L'eau est alors plus chaude de :

- quelques dixièmes de degré pour les sites en bord de fleuve (aéro-réfrigérants),
- quelques degrés pour les sites en bord de mer.

Tout au long de l'année, des équipes s'assurent que ces changements de température ne présentent aucun impact sur la faune et la flore.



LES CENTRALES NUCLÉAIRES FACE À LA SÉCHERESSE ET LA CANICULE

La température et le débit des cours d'eau sur lesquels sont implantées les centrales nucléaires peuvent conduire, afin de respecter la réglementation relative aux rejets thermiques, à réduire la production de certaines centrales.

Ces adaptations n'ont rien d'exceptionnel et concernent seulement certains réacteurs quelques jours par an.

*Depuis 2000, les pertes de production pour cause de température élevée ou de faible débit des fleuves ont représenté **en moyenne 0,3% de la production annuelle du parc.***



SÉCHERESSE OU CANICULE ?

Il est important de distinguer la canicule (avec pour conséquence une augmentation des températures des cours d'eau aux abords des centrales), **de la sécheresse** (qui conduit à des baisses de débits des cours d'eau aux abords des centrales).

Le programme « Grands Chauds » d'EDF.



PROTECTION DE L'HOMME ET DE L'ENVIRONNEMENT

Au sein des centrales nucléaires, en raison de **la radioactivité**, des mesures sont mises en place pour protéger les travailleurs, les visiteurs et la population environnante :

Maîtrise de la radioactivité

Toute zone, dans laquelle les intervenants peuvent être exposés aux rayonnements, est préalablement identifiée, délimitée et déclarée « zone nucléaire ». L'accès au bâtiment réacteur devient restreint. De plus, la réglementation française impose des taux d'exposition bas, aussi bien pour le public que pour les professionnels qui utilisent l'énergie nucléaire dans leur secteur.

→ **Les rejets liés au fonctionnement d'une centrale nucléaire** constituent une source d'exposition très faible par rapport à la **radioactivité naturelle en France**.

Prévention des accidents

EDF doit répondre efficacement aux situations d'urgence et prévenir l'exposition des citoyens aux rayonnements accidentels. C'est pourquoi, en France, les pouvoirs publics et les exploitants nucléaires ont mis en place **deux plans de sûreté complémentaires** : le Plan d'Urgence Interne (PUI) et le Plan Particulier d'Intervention (PPI).

Réduction des rejets

L'exploitation des centrales nucléaires entraîne, comme la plupart des activités industrielles, une production d'eaux et de gaz usés : les effluents liquides et gazeux. Chaque centrale nucléaire collecte, trie, traite et rejette ses effluents, dans le respect de la réglementation en vigueur. EDF engage des efforts importants pour réduire le volume et l'impact des rejets sur l'environnement. D'ailleurs, toutes les centrales nucléaires disposent d'un système de management de l'environnement certifié ISO 14001.

Pour en savoir plus, rendez-vous sur **edf.fr**



Zoom sur la FARN

Apporter des renforts humains et des moyens matériels sur un site en situation d'accident grave, en moins de 24 heures : c'est l'objectif de la Force d'action rapide du nucléaire (FARN) proposée par EDF au lendemain de l'accident de la Centrale de Fukushima et validée par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN).

Produire de manière **sûre** une électricité **bas carbone** à un coût **compétitif** en France

4

Une source
d'énergie
compétitive



LE NUCLÉAIRE, PARTENAIRE INCONTOURNABLE D'UNE SOCIÉTÉ BAS CARBONE

Le nucléaire est le moyen de production d'électricité bas carbone et pilotable **le plus compétitif** aujourd'hui.

Investir dans les installations nucléaires est donc rentable.

S'appuyant sur son expertise unique, le Groupe s'engage autour de 5 grands enjeux :

→ **Disponibilité**

Le nucléaire permet de fournir de l'électricité à tout moment de la journée et de l'année.

→ **Compétitivité**

Grâce au nucléaire, le kWh en France est en moyenne 30 % moins cher que dans la plupart des pays d'Europe de l'Ouest (Allemagne, Espagne, Italie)*.

→ **Respect du climat**

L'électricité produite à partir du nucléaire émet très peu de CO₂**.

→ **Sûreté**

Les centrales nucléaires françaises sont les installations industrielles les plus contrôlées et protégées au monde.

→ **Indépendance énergétique**

La part prépondérante du nucléaire dans le mix énergétique français permet l'indépendance énergétique du pays.

En savoir plus

* Comparé à l'ensemble des pays de l'Union européenne, le prix du kWh en France est inférieur de 13 %

Source : rapport sur le « Prix de l'électricité en France et dans l'Union européenne en 2020 » du ministère de la Transition écologique

** Sur l'ensemble du cycle industriel, la moyenne mondiale d'émission de CO₂ par kilowattheure produit par une centrale nucléaire s'élève à 12 g, niveau comparable aux émissions d'une éolienne

Source : GIEC – IPCC, 2018, « Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change » p. 1335. Cambridge University Press

GRAND CARÉNAGE : RÉNOVATION ET MODERNISATION DES CENTRALES NUCLÉAIRES

Les investissements du Grand Carénage représentent un montant inférieur à 1 centime d'euro par KWh sur la facture client.

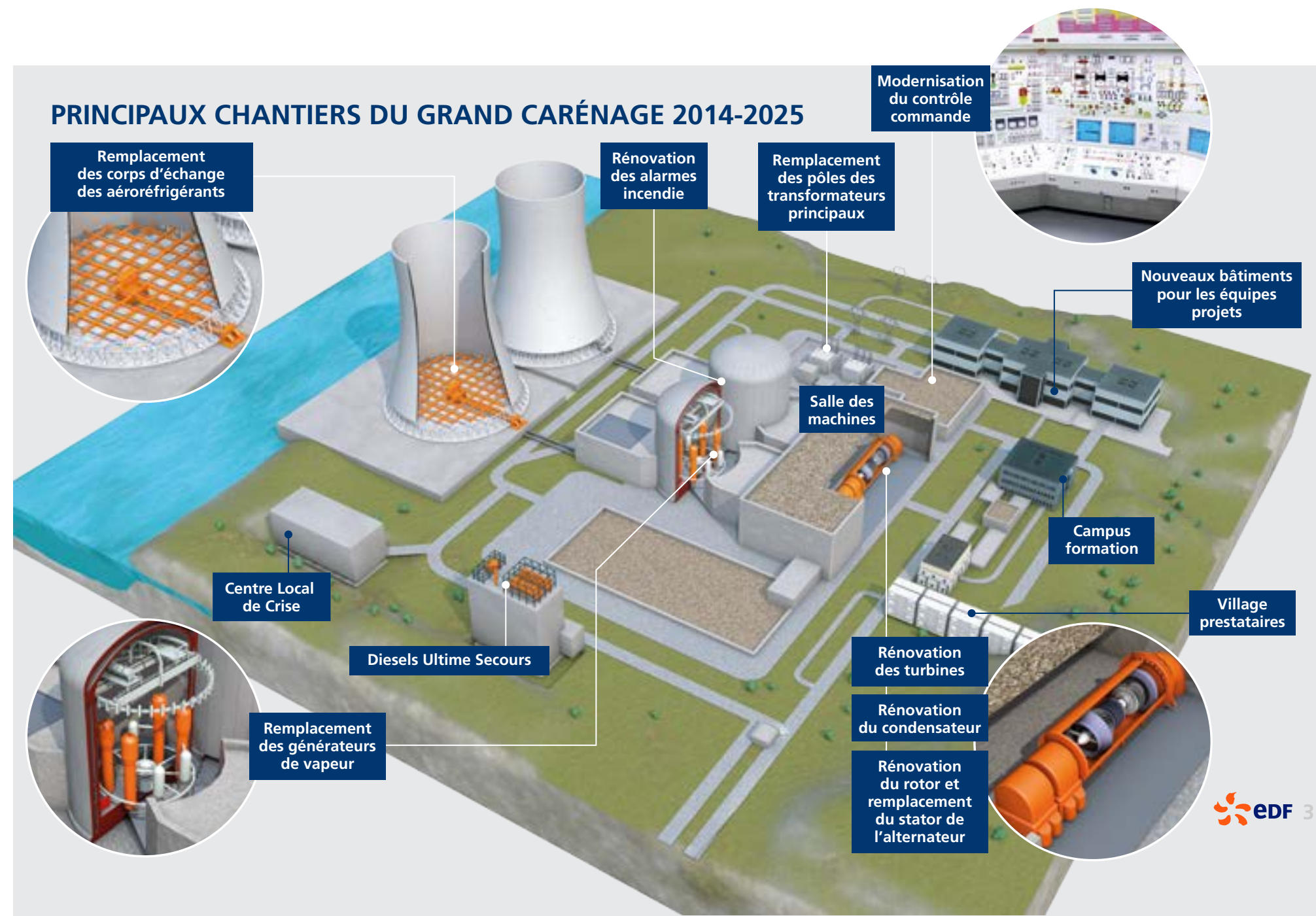
Depuis 2014, EDF a engagé un programme industriel de rénovation et de modernisation des centrales nucléaires existantes : le Grand Carénage.

Ce programme a pour objectif de poursuivre la durée de fonctionnement des installations nucléaires en toute sûreté après 40 ans. Le Grand Carénage comporte un ensemble de projets regroupés autour de trois catégories d'activités :

- ➔ **Rénover ou remplacer les gros composants** arrivant en fin de vie technique.
- ➔ **Réaliser les modifications nécessaires** à l'amélioration de la sûreté.
- ➔ **Assurer la pérennité** de la qualification des matériels après 40 ans.

Les travaux sont principalement réalisés lors des arrêts pour maintenance mais, parfois aussi, pendant les périodes de fonctionnement.

En savoir plus sur les améliorations permanentes



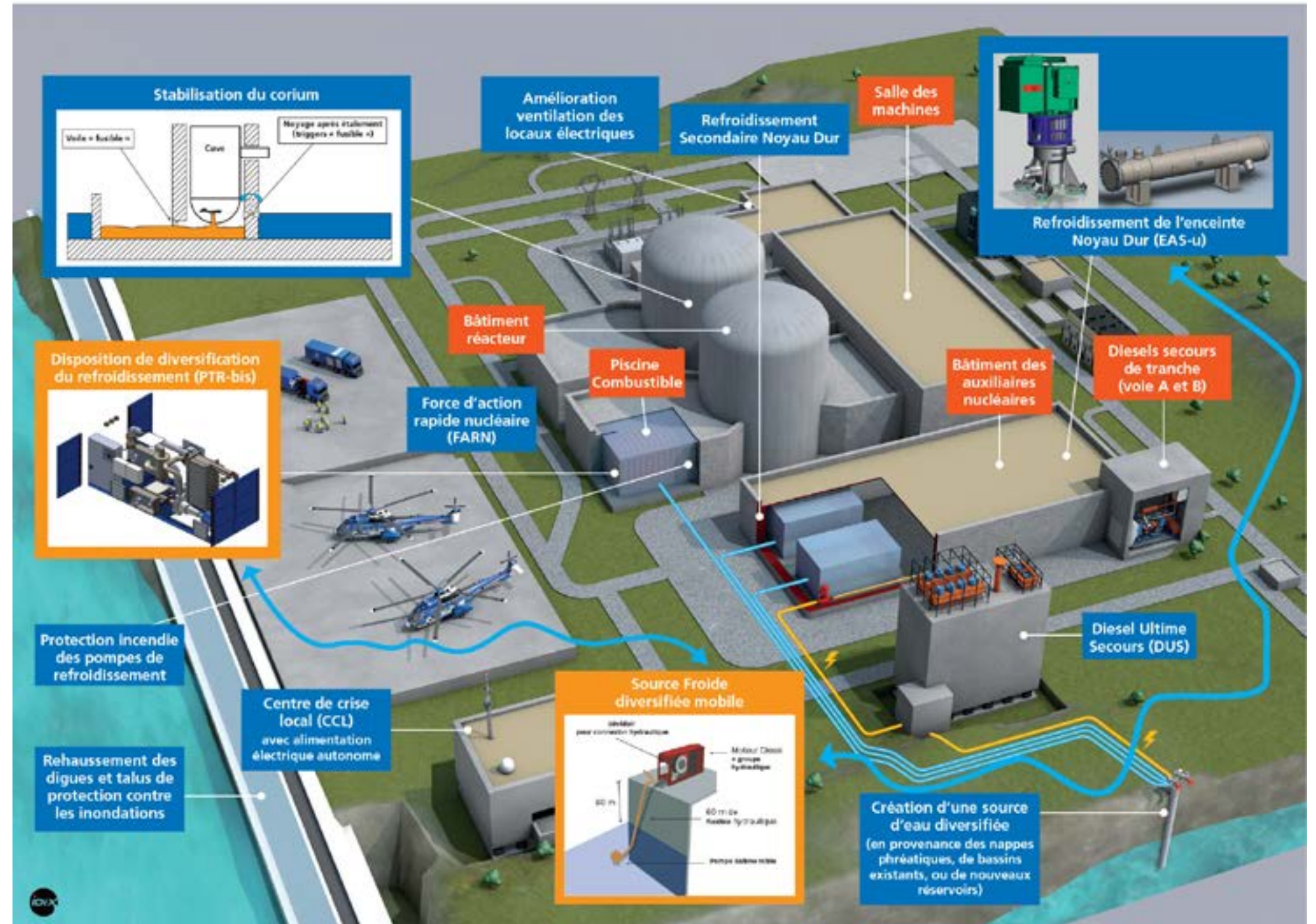
4^E VISITES DÉCENNALES DES RÉACTEURS DE 900 MWE

En France, la durée de fonctionnement d'une centrale nucléaire n'est pas définie.

Conformément à l'article L. 593-18 du code de l'environnement, l'exploitant d'une installation nucléaire de base doit faire réaliser tous les 10 ans **un réexamen de son installation** par l'ASN, pour vérifier **la conformité et la sûreté**. À l'issue de l'examen, l'exploitant reçoit, réacteur par réacteur, une autorisation de fonctionnement pour les 10 prochaines années.

EDF réalise des travaux pour garantir la poursuite de production des centrales de 900MWE après 40 ans et ainsi préparer l'avenir du parc français.

En savoir plus sur les « visites décennales » des centrales nucléaire.



Produire de manière **sûre** une électricité **bas carbone** à un coût **compétitif** en **France**

5

Le nucléaire,
acteur engagé
au cœur
des **territoires**

1. Le contexte légal

50% D'ÉNERGIE NUCLÉAIRE DANS LE MIX ÉLECTRIQUE À L'HORIZON 2035

C'est l'objectif de la loi Energie-Climat française.

Pour l'atteindre, et passer de 78% (chiffre consolidé en 2018)* à 50% d'énergie nucléaire dans le mix, **il est nécessaire :**

- **d'accélérer le développement** des énergies renouvelables,
- **mais aussi de maîtriser** – avec les moyens associés – **la réalisation des travaux permettant la poursuite de l'exploitation du parc nucléaire** après 40 ans.

Pour accompagner ce changement, la Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE), promulguée le 21 avril 2020 par décret paru au Journal officiel, a fixé les objectifs énergétiques de la France aux horizons 2023, 2028 et 2035. Cette feuille de route énergétique acte notamment **la fermeture de 14 réacteurs nucléaires d'ici 2035**, dont 4 à 6 d'ici 2028 (comprenant les 2 de Fessenheim fermés en 2020).

L'État a décidé de procéder à la mise à l'arrêt **de réacteurs par paires** (et non par sites), afin d'optimiser techniquement et économiquement les **opérations de démantèlement.**



LA STRATÉGIE D'EDF POUR UN AVENIR ÉNERGÉTIQUE NEUTRE EN CO₂

Pour faire face à l'urgence climatique, **EDF construit un nouveau modèle énergétique** : moins émetteur de CO₂, plus efficace, plus respectueux de l'environnement et des populations.

Ce projet stratégique, nommé Cap 2030, a pour objectif de lutter contre le dérèglement climatique à travers deux principaux leviers : l'efficacité énergétique et la décarbonation de l'énergie.

Cap 2030 s'articule autour de **3 piliers** :



L'innovation
au service des clients.



Le bas carbone.



L'international.

La raison d'être du Groupe

Construire un avenir énergétique neutre en CO₂, qui concilie préservation de la planète, bien-être et développement, grâce à l'électricité et à des solutions et services innovants.

CONCERTATION : DIALOGUER À CHAQUE NOUVEAU PROJET

L'intégration des centrales dans le quotidien des territoires et des habitants est un enjeu constant pour EDF.

Le Groupe systématise le dialogue

entre les différentes parties prenantes locales à chaque nouveau projet. L'objectif : bien connaître et prendre en compte les attentes de chacun.

Concrètement, il s'agit pour chaque projet de :

- ➔ **Identifier** les parties prenantes.
- ➔ **Initier la concertation** le plus en amont possible.
- ➔ **Inform**er de façon claire et transparente sur le projet.
- ➔ **Recueillir les avis** des parties prenantes et y répondre.
- ➔ Mettre en place un système de **traitement des propositions** et des réclamations.
- ➔ Veiller à la **participation des riverains** dans le processus de concertation.

Le Groupe s'engage à mettre en œuvre les règles de dialogue des standards internationaux et à en assurer un reporting public.*



LE RÔLE DES COMMISSIONS LOCALES D'INFORMATION



En France, depuis le début des années 1980, chaque installation nucléaire est pourvue d'une Commission locale d'information (CLI). Cette initiative des conseils généraux a une double mission :

→ **Informar la population**

sur les activités nucléaires.

→ **Assurer un suivi permanent**

de l'impact des installations nucléaires.

Chaque CLI se compose d'élus, de représentants du monde associatif, de salariés du monde socio-professionnel et du nucléaire.

Garantir le lien avec les territoires

Présidée par un élu local, la CLI est compétente en matière d'information, de santé et de sécurité des riverains. Elle reçoit les informations nécessaires à sa mission de la part de l'exploitant, de l'ASN et des autres services de l'État.

Elle permet aussi de débattre avec les acteurs socio-économiques locaux.

Par ailleurs, la CLI peut faire réaliser des expertises ou demander la mise en place de mesures relatives aux rejets des installations dans l'environnement. Elle participe également à des inspections sur invitation de l'ASN et avec l'accord de l'exploitant.

L'ex-loi de 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire (dite « loi TSN ») a conforté l'existence des Commissions locales d'information, en leur donnant un statut légal. Elle a également systématisé leur création dans chaque centrale nucléaire.



TRANSPARENCE : LES RAPPORTS PUBLICS

La transparence est définie dans l'article L 125-10 du code de l'environnement. Tous les exploitants d'installation nucléaire de base (INB) sont soumis à cette obligation de transparence d'information.

Ils s'engagent à établir, chaque année, un rapport destiné à informer le public quant aux activités menées sur le site concerné. Ce rapport public est également transmis à la Commission locale d'information et au Haut comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire (HCTISN).



Via son site internet [edf.fr](https://www.edf.fr), le Groupe informe systématiquement le grand public sur le fonctionnement de ses centrales, les événements techniques et la surveillance de l'environnement.

Par ailleurs, les responsables des sites rencontrent régulièrement les élus, les pouvoirs publics et les journalistes.

Visites de sites

Tous les ans, le grand public est invité à visiter les installations nucléaires et les centres d'information du public rattachés à chaque centrale, notamment à l'occasion des Journées de l'Industrie électrique et des Journées du Patrimoine.

3^E FILIÈRE INDUSTRIELLE FRANÇAISE

Un secteur dynamique... qui recrute

La filière nucléaire constitue la 3^e filière industrielle du pays, derrière l'aéronautique et l'automobile.

Le nucléaire en France, c'est...

- **2 600 entreprises**, dont plus de 80% de TPE-PME, qui participent à la vitalité des territoires, dont les ruraux ou ceux touchés par la désindustrialisation,
- **220 000 professionnels** qui bénéficient d'un emploi qualifié et non délocalisable : la France maîtrise l'ensemble de la chaîne de valeur du nucléaire.*

Entre 2015 et 2018, la filière nucléaire française a recruté 30 000 personnes.

Voir le site [« EDF recrute »](#)

Une filière implantée au cœur des territoires

La filière nucléaire française se caractérise par l'importance du rôle de chacune des entreprises qui la composent, les grandes, les moyennes comme les plus petites. Quelle que soit sa taille, chaque entreprise du secteur joue un rôle majeur pour préserver et faire rayonner l'excellence de la filière.

L'industrie nucléaire bénéficie d'une bonne implantation sur l'ensemble du territoire. Centrales de production d'électricité, usines du cycle du combustible, installations en démantèlement ou de recherche, centres d'entreposage et de stockage des déchets : les principaux sites du secteur sont répartis de manière équilibrée en France.

*La production d'électricité nucléaire permet notamment de **créer des emplois très stables** dans les différents territoires concernés.*



Produire de manière **sûre** une électricité **bas carbone** à un coût **compétitif** en **France**

Annexe

Le nucléaire d'EDF à l'international



EDF, PLUS GRAND PRODUCTEUR D'ÉLECTRICITÉ BAS CARBONE DU ROYAUME-UNI

EDF Energy, filiale à 100% du Groupe, est l'un des plus importants fournisseurs et producteurs d'électricité au Royaume-Uni. Avec l'exploitation de ses 8 centrales nucléaires, elle fournit de l'électricité à environ 5 millions de foyers et d'entreprises. Soit 20% de la production d'électricité du pays.

Plus de 13 500
personnes employées à travers le Royaume-Uni.

→ ROYAUME-UNI

De nombreux projets de construction de nouvelles centrales sont à l'étude ou en cours de construction par EDF Energy et China General Nuclear (CGN) : construction à Hinkley Point C dans le Somerset, en projet à Sizewell C dans le Suffolk et à Bradwell B dans l'Essex.

EDF, ACTEUR DE LA CONSTRUCTION DE NOUVELLES CENTRALES DANS LE MONDE

→ CHINE

Les deux premiers EPR à être entrés en service sont situés à Taishan, en Chine. Ils ont été construits dans le cadre d'un partenariat avec le groupe China General Nuclear (CGN), dont le Groupe détient 30% des parts.

→ INDE

EDF est en négociation exclusive avec Nuclear Power Corp of India Ltd (NCPIL), l'exploitant indien, pour la construction de 6 EPR à Jaitapur. Ce site deviendrait alors le plus grand site de production nucléaire au monde. L'Inde a pour objectif de se doter d'une capacité supplémentaire de 56 GW d'ici à 2040.



EDF, ACTEUR DE LA DÉCONSTRUCTION ET DU TRAITEMENT DES DÉCHETS DANS LE MONDE

CYCLIFE, filiale du Groupe, est un acteur majeur du marché de la déconstruction, au niveau national comme international. Elle propose des services d'ingénierie et de gestion de déchets (logiciels de simulation, etc.).

Rendez-vous sur [edf.fr](https://www.edf.fr)