

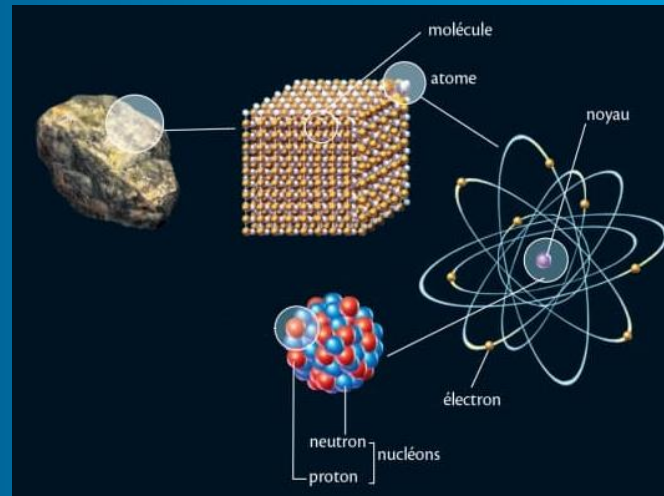
Du brouillard à la radioactivité

La radioactivité

La **radioactivité**, c'est un phénomène naturel où certains éléments, comme l'uranium, libèrent de **l'énergie** sous forme de petites particules ou de rayons invisibles. Ces éléments sont **instables** et cherchent à devenir plus **stables** en se débarrassant de cette énergie.

La radioactivité peut être très utile, par exemple dans les **hôpitaux** pour soigner des maladies, mais elle peut être aussi **dangereuse** si on ne la manipule pas correctement.

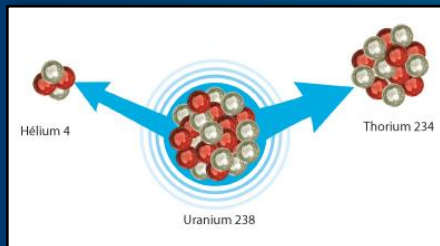
Un petit zoom dans la matière



Différents types de rayonnement

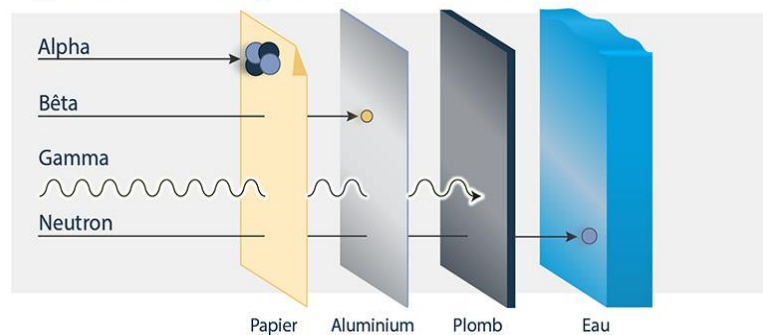
Désintégration Alpha

Le rayonnement « alpha » [α] est constitué de particules composées de deux protons et de deux neutrons. Il concerne les noyaux lourds : l'uranium 238, par exemple.



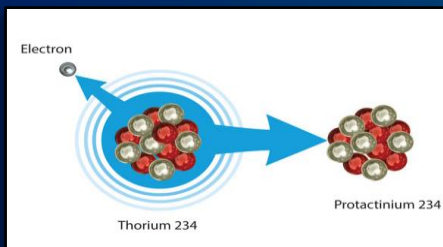
Comment s'en protéger ?

Types de désintégration radioactive



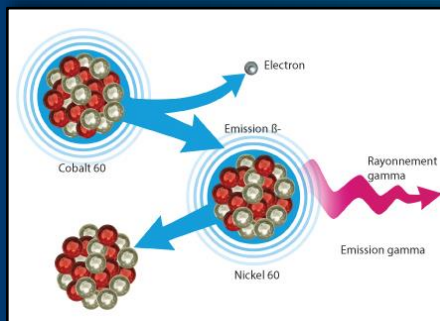
Désintégration Bêta

Le rayonnement « bêta » [β] provient de la transformation dans le noyau soit d'un neutron en proton, soit d'un proton en neutron.

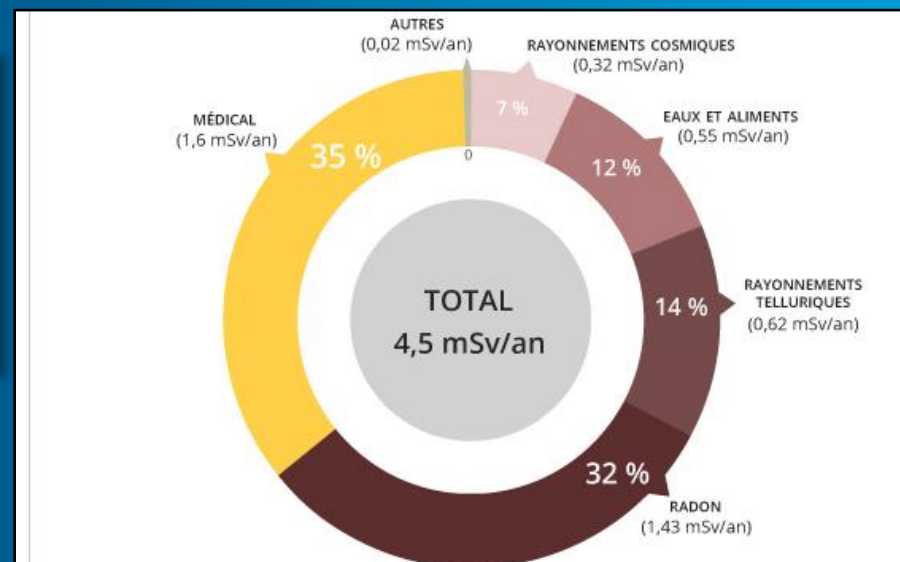


Désexcitation Gamma

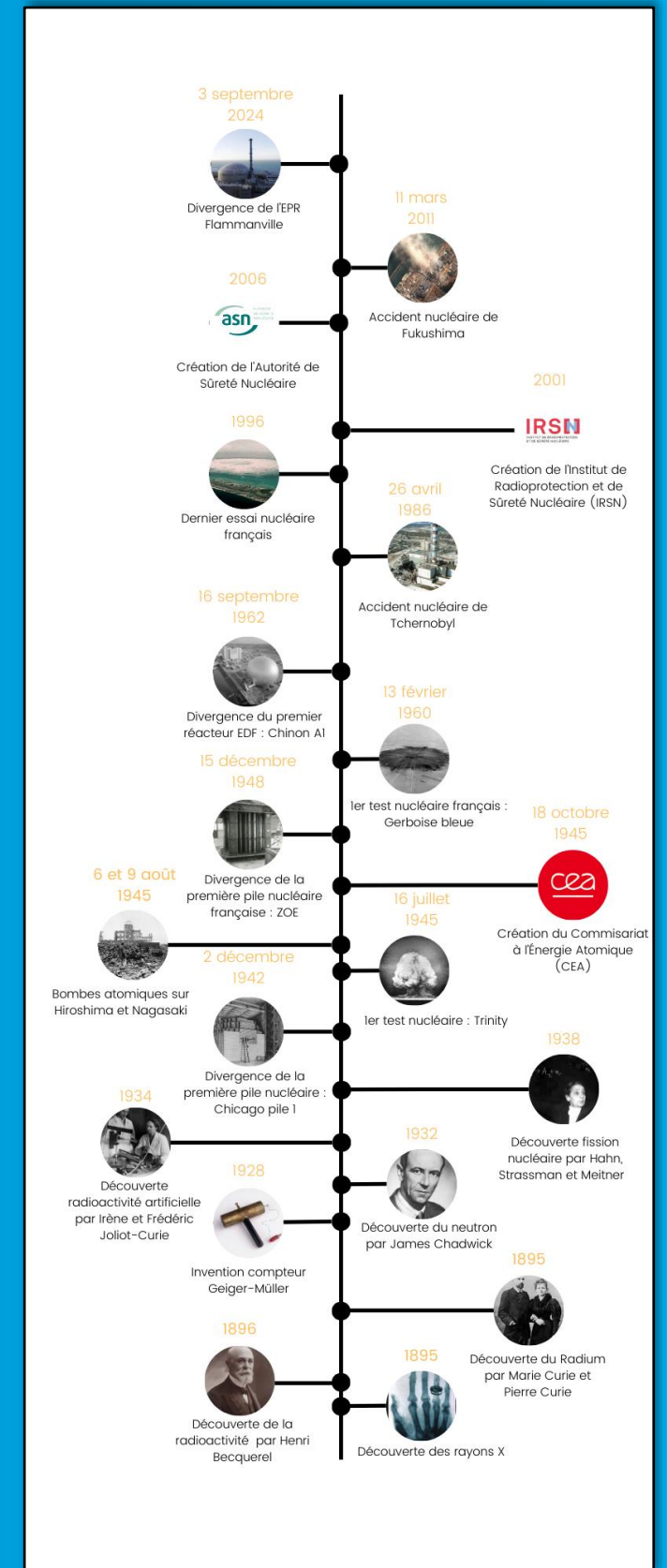
Le rayonnement « gamma » [γ] est un rayonnement électromagnétique. Il est émis le plus souvent par des noyaux possédant encore un excès d'énergie à évacuer après une désintégration α ou β .



Tous concernés par la radioactivité !



L'histoire du nucléaire en France

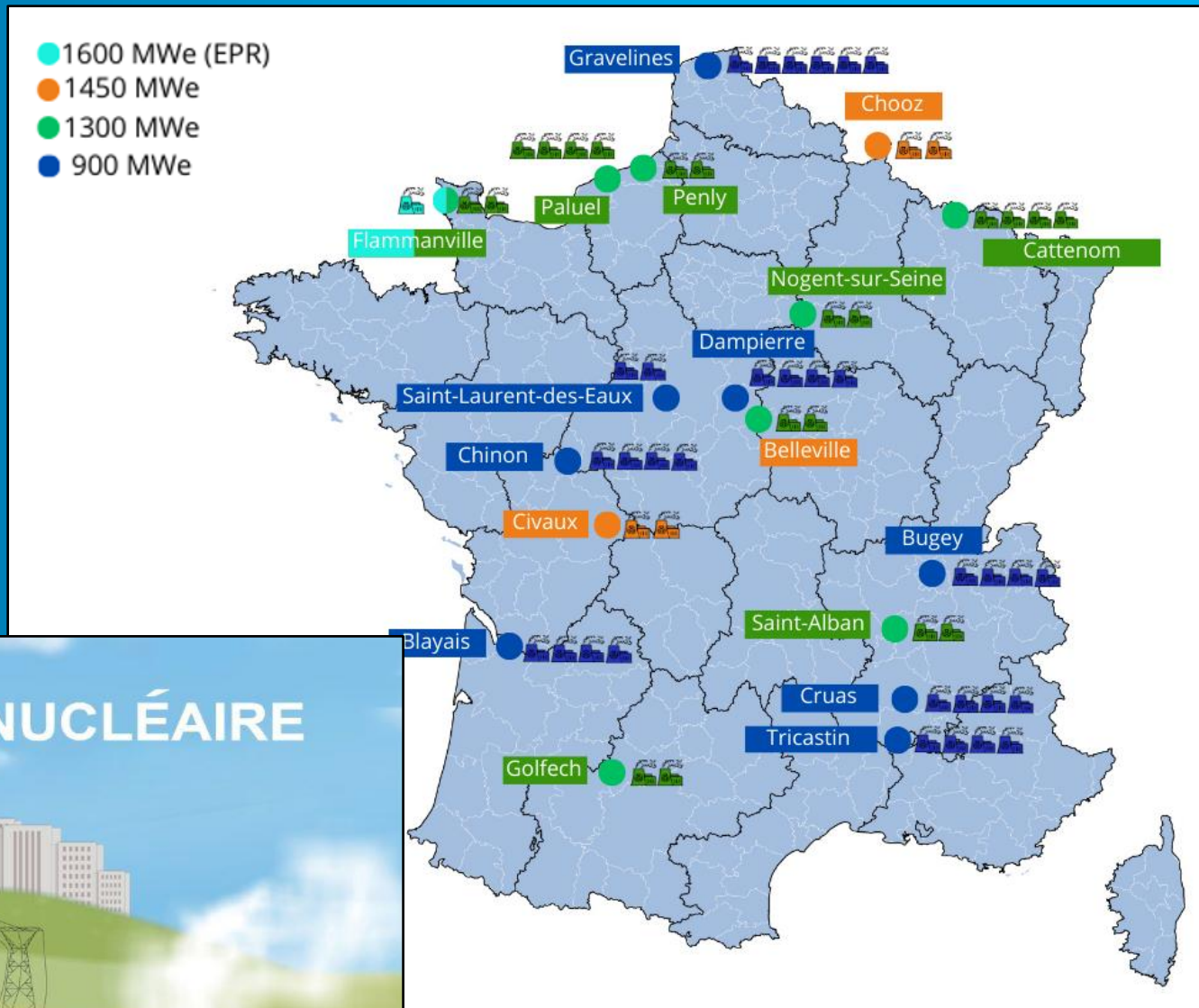


Une cocotte-minute géante : la centrale nucléaire

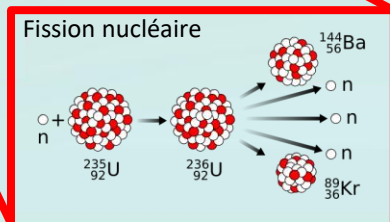
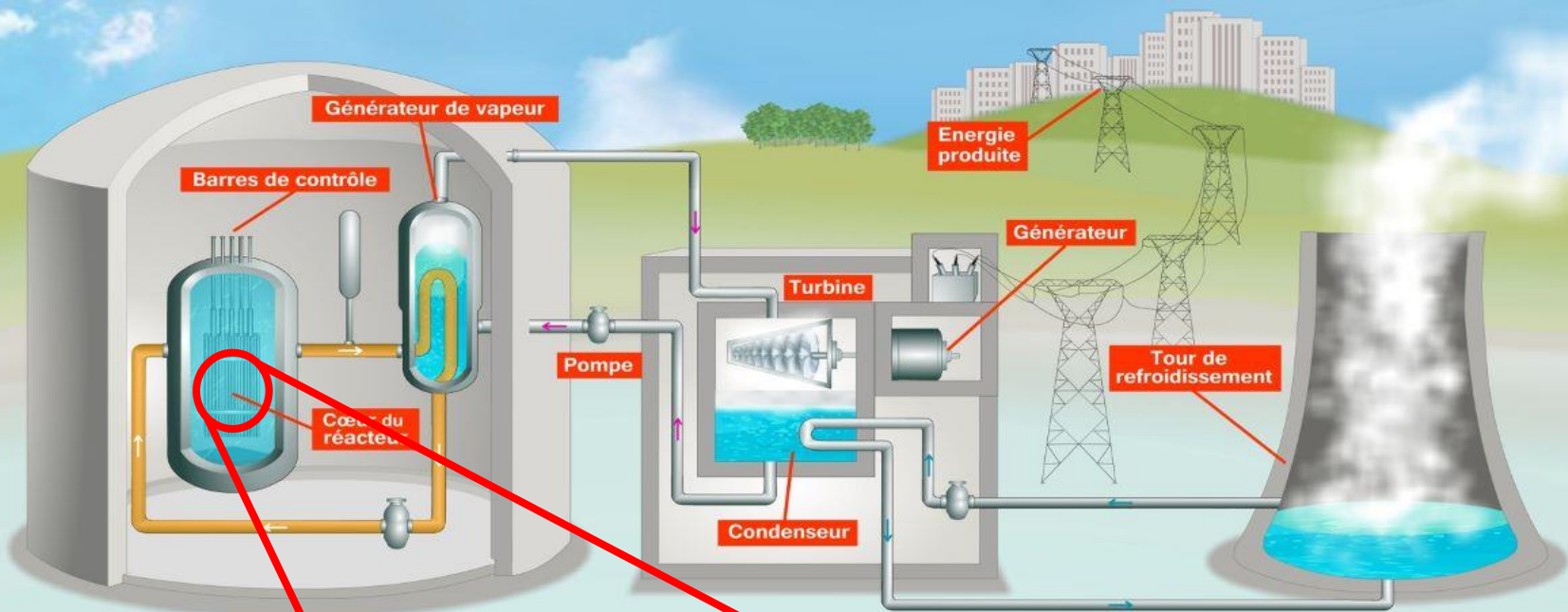
Une centrale nucléaire fonctionne comme une **immense cocotte-minute** sophistiquée. Le cœur du réacteur contient de l'**uranium**, un combustible qui, en se divisant (c'est le phénomène de fission), libère une **quantité considérable de chaleur**. Cette chaleur sert à chauffer de l'**eau liquide**, qui se transforme alors en **vapeur d'eau**.

La vapeur est ensuite dirigée vers une **turbine** qu'elle fait tourner, produisant de l'électricité grâce à un **alternateur**. Une fois son énergie transmise, la vapeur est **refroidie** dans un condenseur, où elle redevient de liquide pour **retourner** dans le réacteur et recommencer le cycle.

Tout ce processus est encadré par des systèmes de **sûreté nucléaire** rigoureux, conçus pour surveiller le réacteur et contrôler la réaction en chaîne, afin de garantir que la "cocotte-minute" fonctionne de manière **stable et sûre**.



FONCTIONNEMENT D'UNE CENTRALE NUCLÉAIRE



Le parc électronucléaire français

Le parc électronucléaire français est l'un des **plus importants au monde**. Il est composé de **56* réacteurs** répartis sur **18 sites**, fournissant environ **70 %** de l'électricité du pays. Ce parc est exclusivement constitué de **réacteurs à eau pressurisée (REP)**, une technologie bien maîtrisée par la France.

Ce modèle a permis à la France de **réduire ses émissions de CO₂** tout en assurant une production électrique stable et compétitive. Cependant, le parc **vieillit** et fait face à des défis de **maintenance** et de **modernisation**, tout en étant acteur aux enjeux de la transition énergétique et de la gestion des **déchets nucléaires**.

* Le réacteur nucléaire de Flamanville-3 (réacteur EPR) a démarré le 3 septembre 2024. Il sera raccordé au réseau d'ici la fin de l'année, représentant le 57^{ème} réacteur nucléaire en service en France.

La sûreté nucléaire

Le Cadre Réglementaire et les Acteurs de la Sûreté en France

Les Organismes de Régulation:

En France, la sûreté nucléaire est supervisée par **deux organismes** clés :

Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) : Assure que les installations **respectent** des normes de **sécurité strictes** et donne les **autorisations** nécessaires.

Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN) : Effectue des **recherches** et fournit des **expertises** sur la sécurité nucléaire.



La Réglementation et les Contrôles :

La réglementation en matière de sûreté nucléaire comprend :

Loi sur la Transparence et la Sécurité Nucléaire (TSN) : Renforce les exigences de sûreté.

Règlements de l'ASN : Spécifient les normes techniques à respecter.

Contrôles réguliers : Des **inspections inopinées** sont menées par l'ASN pour s'assurer du bon fonctionnement des installations, et les résultats sont publiés pour **informer le public**.



La Gestion des Urgences et les Leçons Tirées des Accidents Passés

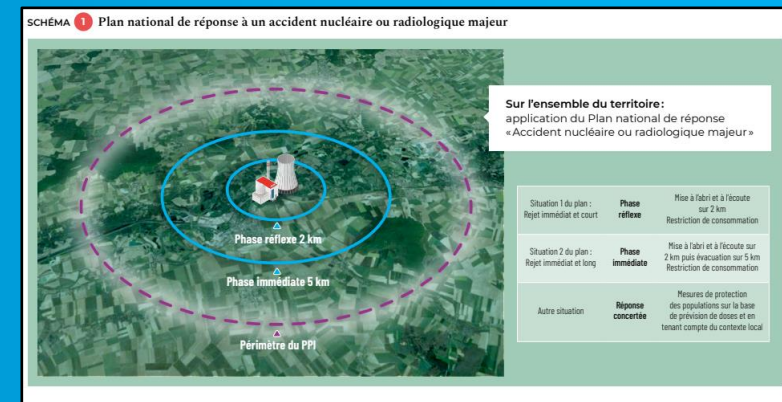
La Gestion des Situations d'Urgence :

En cas d'incident dans une installation nucléaire, **des plans d'urgence** sont activés pour **protéger** la population et l'environnement :

Plan Particulier d'Intervention (PPI) : Un dispositif de **gestion de crise** mis en place autour des centrales nucléaires. Il prévoit **l'évacuation**, la **distribution** de comprimés d'iode, et la **mise à l'abri** des populations.

Exercices de simulation : Des simulations **régulières** sont organisées pour **tester** l'efficacité des plans d'urgence, impliquant les **autorités** locales et les services de **secours**.

Communication : Une information **rapide** et **transparente** est essentielle pour **rassurer** le public et fournir les consignes à suivre.



Les Leçons Tirées des Accidents Passés :

Les accidents nucléaires comme Tchernobyl (1986) et Fukushima (2011) ont conduit à **renforcer** la sûreté des installations :

Améliorations après Fukushima : Les centrales françaises ont été équipées de **moyens supplémentaires**, comme les "groupes électrogènes de secours" et les "groupes mobiles d'intervention" pour gérer les situations **d'urgence extrêmes**.

Retour d'expérience international : plus de **transparence**, amélioration de la **gestion de crise** et établissement d'une **réglementation** internationale (AIEA).

Culture de sûreté créée : Les incidents passés ont conduit à une **vigilance accrue** et à une **amélioration** continue des protocoles de **sécurité**.

Les principes fondamentaux de la sûreté nucléaire

Définition et objectifs :

La sûreté nucléaire est l'ensemble des **dispositions techniques** et des **mesures d'organisation** relatives à la **conception**, à la **construction**, au **fonctionnement**, à l'**arrêt** et au **démantèlement** des installations nucléaires de base ainsi qu'au **transport** des substances radioactives, prises en vue de prévenir les **accidents** ou d'en **limiter les effets** ou plus généralement de **protéger** l'homme et l'environnement de leurs conséquences.



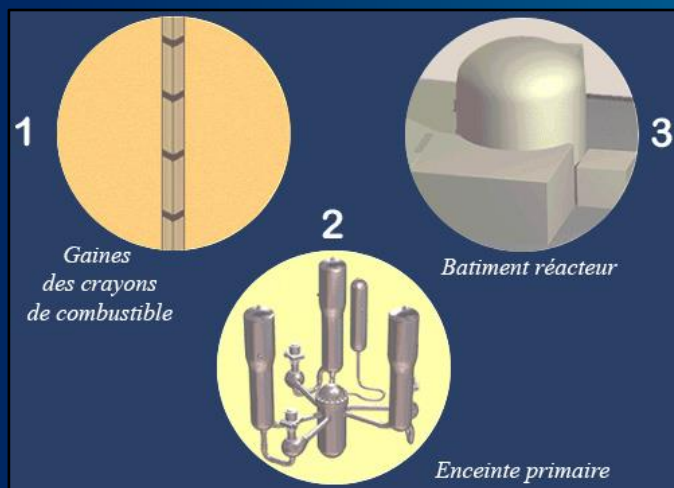
Les barrières de confinements :

Dans une centrale nucléaire, les matières radioactives sont **isolées** par **trois barrières** successives qui permettent **d'éviter leur dispersion dans l'environnement** :

La première barrière : La **gaine des combustibles** nucléaires, qui emprisonne les substances radioactives à l'intérieur des éléments combustibles.

La deuxième barrière : Le **circuit primaire**, un ensemble de tuyaux en acier résistant aux fortes pressions, qui contient l'eau chauffée par le réacteur.

La troisième barrière : L'**enceinte de confinement**, un bâtiment en béton renforcé entourant le réacteur, qui empêche toute fuite vers l'extérieur.



Le cycle du combustible

Le cycle du combustible :

Le cycle du combustible nucléaire débute par l'**extraction** de l'uranium, suivi de son **enrichissement** pour obtenir l'isotope fissile U-235. Cet uranium enrichi est assemblé sous forme de pastilles, qui sont-elles mêmes **assemblées** en barres de combustible pour les réacteurs nucléaires, où des réactions de fission produisent de l'énergie. Après utilisation, le combustible utilisé est **stocké temporairement** dans des piscines de désactivation pour réduire sa radioactivité, puis il peut être **retraité** pour récupérer des matières réutilisables ou **stocké définitivement** en profondeur.

Le « cycle du combustible » nucléaire



Les Types de Déchets Nucléaires

Les déchets nucléaires :

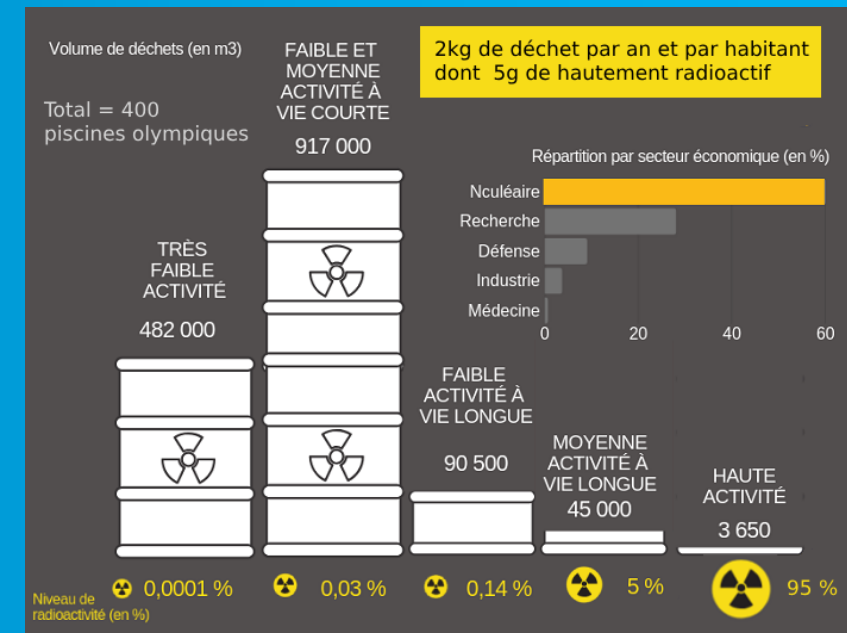
Les déchets nucléaires résultent des **activités** liées à l'**énergie nucléaire**, à la **médecine**, et à l'**industrie**. Ils sont classés selon leur **niveau** de radioactivité et leur **durée de vie**, ce qui détermine leur **gestion**.

	Déchets dits à vie très courte (VTC)	Déchets dits à vie courte (VC)	Déchets dits à vie longue (VL)
Très faible activité (TFA)		TFA	Stockage de surface (Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage)
Faible activité (FA)	VTC Gestion par décroissance radioactive	FMA-VC Stockage de surface (Centres de stockage de l'Aube et de la Manche)	FA-VL Stockage à faible profondeur à l'étude
Moyenne activité (MA)			MA-VL Stockage géologique profond en projet (projet Cigéo)
Haute activité (HA)	Non applicable		HA Stockage géologique profond en projet (projet Cigéo)

La classification des déchets nucléaires :

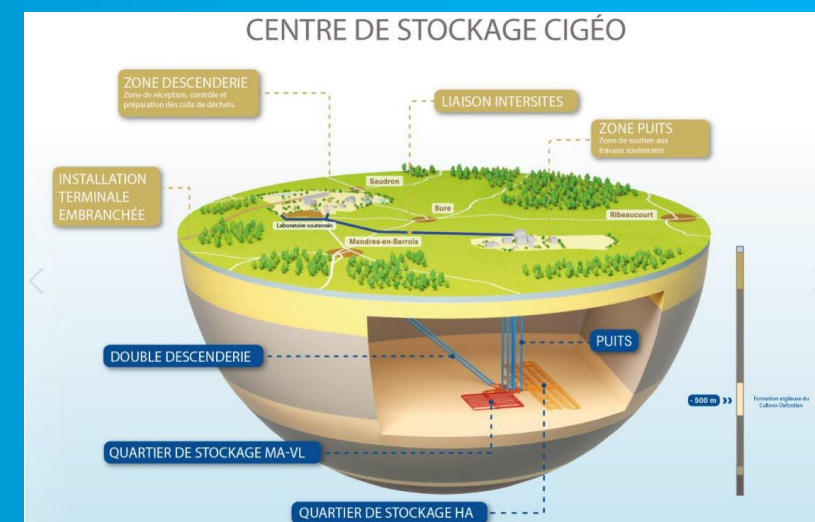
On distingue parmi les déchets plusieurs types :
Déchets à Faible Activité et à Vie Courte (FA-VC) : Matériaux **légèrement** contaminés provenant des hôpitaux, leur radioactivité diminue de moitié en **moins de 31 ans**.
Déchets à Vie Longue (MA-VL, HA) : **Résidus contaminés** nécessitant un stockage sécurisé pendant des **centaines d'années** en raison de leur radioactivité **persistante**. On y trouve également les déchets issus du **combustible utilisé**, ces déchets très radioactifs doivent être **enfouis profondément** pour des **milliers d'années**.
Déchets à Très Faible Activité (TFA) : Déchets à radioactivité **extrêmement faible**, issus majoritairement des industries nucléaires (gants, combinaisons, etc).

La gestion des déchets nucléaires



Les différents types de stockages possibles :

Stockage en Surface : Les déchets à **TFA** ou **MA-VC** sont conservés en **surface** dans des installations spécialement conçues pour assurer leur confinement et leur surveillance.
Entreposage : Les déchets à **moyenne activité** sont **entreposés** dans des installations sécurisées, souvent **en surface**, où ils sont surveillés pour éviter toute contamination.
Stockage Géologique Profond : Les déchets à **haute activité** sont **enfouis profondément** dans le sol, comme prévu dans le projet CIGEO en France, pour les isoler durablement de l'environnement.



Le démantèlement nucléaire

Définition du démantèlement :

Le démantèlement nucléaire est le processus de **déconstruction** d'installations nucléaires en fin de vie. Il vise à **retirer** les matériaux radioactifs, à **décontaminer** les sites, et à **garantir la sécurité** environnementale et humaine.



Les étapes du démantèlement

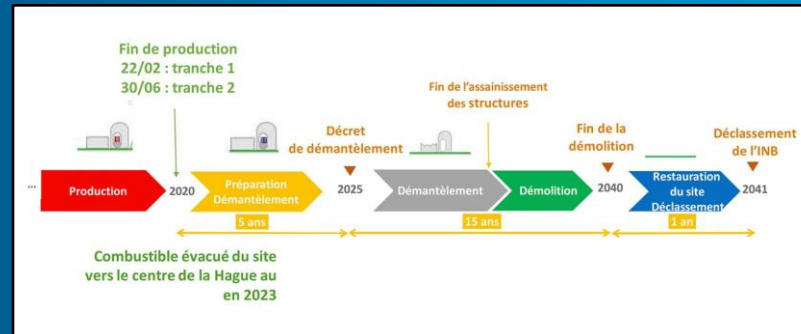
Les différentes étapes du démantèlement :

Préparation et Planification : Avant le démantèlement, une **planification** minutieuse est réalisée pour **évaluer** les risques et **définir** les méthodes de travail.

Décontamination : Les surfaces et équipements sont **nettoyés** pour éliminer la contamination radioactive.

Démolition des Équipements : Les structures et systèmes nucléaires sont **démontés** de manière contrôlée pour réduire les risques.

Gestion des Déchets : Les matériaux radioactifs sont **triés, conditionnés et stockés** selon les réglementations en vigueur.



Les défis du démantèlement :

Le démantèlement présente des défis **techniques** et **financiers**, notamment la **gestion** des déchets radioactifs, la **sécurité** des travailleurs, et la **durabilité** des sites. La durée du processus peut également s'étendre sur des **dizaines d'années**, nécessitant un suivi à long terme.

ADIN (Assainissement et Démantèlement des Installations Nucléaires) permet le démantèlement nucléaire par des moyens physiques, technologiques, mécaniques, en minimisant le coût et l'impact sur les populations et l'environnement tout en assurant la sûreté des travailleurs dans le respect des textes réglementaires.

GDRA (Gestion scientifique et technologique des Déchets RADIOactifs) : caractérisation radiologique et par nature des déchets, leurs traitements par des moyens physiques, chimiques, mécaniques afin d'en minimiser les coûts et les volumes pour le producteur, dans un cadre législatif exigeant, et dans le respect des populations et de l'environnement.

SN (Sûreté Nucléaire) : analyse des systèmes industriels du nucléaire, des risques classiques et nucléaires, des procédures assurant la sûreté des installations, de leur mise en œuvre dans les phases de conception, de production et de démantèlement.

Le futur du nucléaire français

La quatrième génération !!!

L'industrie nucléaire est à l'aube d'une révolution avec les réacteurs de **4ème génération**. Ces nouvelles technologies, actuellement en développement, visent à **améliorer l'efficacité**, la **sécurité** et la **durabilité** des centrales nucléaires. Elles se distinguent par leur capacité à utiliser une plus **grande variété de combustibles**, y compris les déchets nucléaires, **réduisant** ainsi la quantité de déchets radioactifs produits. De plus, grâce aux réacteurs **surgénérateurs**, il serait possible d'exploiter l'uranium **appauvri** déjà stocké en France. Cela permettrait à notre pays de devenir **totalelement indépendant** sur le plan énergétique, en produisant de l'électricité pour plus de **2000 ans** avec les ressources existantes. Cette perspective fait des réacteurs de 4ème génération une solution **prometteuse** pour répondre aux besoins énergétiques tout en contribuant à la **lutte contre le changement climatique**. Quid de la fusion nucléaire



Le master Ingénierie nucléaire Valence

Depuis 2001, le master Ingénierie Nucléaire (anciennement appelé ITDD) a formé près de 1000 étudiants dans le domaine de l'industrie nucléaire, un secteur particulièrement dynamique en termes de recrutement.

Organisation de la formation

MASTER 1 : La 1ère année du master permet d'acquérir les bases scientifiques et techniques de l'ingénierie nucléaire. Un stage de 4 à 6 mois dans l'industrie nucléaire est l'occasion de mettre en pratique les connaissances acquises et d'acquérir des compétences.

MASTER 2 : A partir de la 2ème année, trois parcours sont proposés en alternance (contrat d'apprentissage ou de professionnalisation) en vue de former des ingénieurs destinés à occuper des emplois de cadre dans l'industrie nucléaire :

Insertion professionnelle

INGÉNIEURS DANS L'INDUSTRIE NUCLÉAIRE Une forte liaison avec les partenaires industriels, un stage et une année en alternance permettent, d'une part, d'appliquer concrètement les notions vues au cours de la formation et d'autre part, de développer une activité en milieu industriel, ce qui est un atout pour l'insertion professionnelle à l'issue du master.

75% des étudiants signent un contrat de travail avant la fin du master qui possède un taux d'insertion professionnel près de 100%

