

LA PRÉVENTION DES RISQUES SUR LES CENTRALES NUCLÉAIRES D'EDF

L'exploitation d'une centrale nucléaire nécessite l'utilisation d'uranium dont la fission libère de l'énergie et crée de la radioactivité. Appelés ionisants, les rayonnements émis peuvent avoir des conséquences sur la santé de ceux qui y sont accidentellement exposés. EDF, en tant qu'industriel responsable, assure cette activité avec la plus grande vigilance et a mis en place, dès la conception de ses centrales, des processus de sécurité très stricts afin de protéger les hommes et l'environnement. La pertinence de ces précautions est réexaminée en permanence en fonction de l'évolution des connaissances et de l'expérience d'exploitation de ces installations.

Cependant, bien que la probabilité d'accident soit extrêmement faible, EDF et les pouvoirs publics ont mis en place, conjointement, une organisation rigoureuse afin de répondre au mieux aux situations d'urgence.



Note d'information

Mars 2010



PRODUIRE DE L'ÉNERGIE EN TOUTE SÉCURITÉ

A l'image de toutes les centrales thermiques, une centrale nucléaire produit de l'électricité grâce à une turbine, actionnée par la vapeur et entraînant à grande vitesse un alternateur. Cette vapeur est obtenue en faisant chauffer l'eau dans le réacteur nucléaire.

La chaleur utilisée pour chauffer l'eau est dégagée par la fission des noyaux d'uranium, qui constituent ainsi le carburant. Les produits de cette fission sont radioactifs.

Dès la conception, des dispositifs « redondants » pour assurer la sécurité des installations

EDF assure la sécurité de ses installations nucléaires grâce à une série de barrières étanches successives.

1^{ère} barrière : la gaine métallique contenant le combustible nucléaire. Cette gaine appelée crayon, est un tube métallique étanche qui contient les pastilles d'uranium.

2^{ème} barrière : le circuit primaire. Le circuit primaire est un circuit fermé dans lequel circule l'eau chargée d'extraire la chaleur dégagée par le cœur du réacteur.

3^{ème} barrière : l'enceinte de confinement. Elle est constituée d'une paroi de béton pour les centrales de 900 MW et de deux pour celles de 1300 MW et 1450 MW. Cette enceinte, plus connue sous le nom d'enceinte réacteur, contient notamment les grands composants du circuit primaire.

Afin d'éviter tout risque de défaillance technique ou humaine, EDF a également prévu la mise en place de lignes de défense successives et indépendantes sur ses centrales nucléaires :

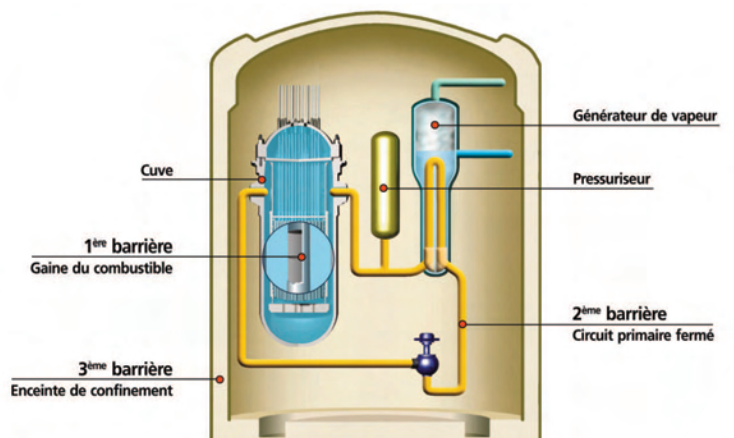
Un système de redondance a ainsi été conçu pour devenir une règle de conception. Tous les systèmes de sûreté sont doublés alors même qu'un seul suffirait. Si l'un d'eux ne fonctionne pas, le système en réserve s'y substitue.

Les appareils de mesure sont, quant à eux, triplés voire quadruplés dans certains cas.

De plus, certaines fonctions de sûreté sont assurées par des matériels différents. **La diversification** de ces matériels garantit une sécurité maximale de l'exploitation. Par exemple, la circulation d'eau à l'intérieur d'un circuit est assurée par une pompe entraînée par un moteur électrique, doublée d'une autre pompe entraînée par une turbine à vapeur afin de s'y substituer si le moteur électrique connaissait une défaillance.

Enfin, les systèmes et matériels redondants sont installés dans des locaux **séparés physiquement** afin de les prémunir d'événements qui pourraient rendre simultanément indisponibles deux systèmes ou matériels ayant la même fonction.

LES 3 BARRIÈRES DE SÛRETÉ





UNE SÉCURITÉ ASSURÉE TOUT AU LONG DE L'EXPLOITATION DES INSTALLATIONS

La sécurité des centrales nucléaires a été prévue dès leur conception et reste une priorité absolue tout au long de leur exploitation. Au quotidien, elle est garantie par une véritable « **culture sûreté** » reposant sur :

- **Le professionnalisme** des salariés s'appuyant sur le respect rigoureux de règles et de procédures incontournables d'exploitation, ainsi que sur un système de formation en continu. En 2009, **1 800 000 heures de formation ont été dispensées**, dont 310 000 heures sur les simulateurs, réplique parfaite de la salle de commande d'un réacteur dont sont dotées les 19 centrales nucléaires françaises.
- **Un contrôle rigoureux**, selon des programmes établis, du fonctionnement des installations. EDF effectue ainsi des **essais périodiques** sur ses installations afin de s'assurer du bon fonctionnement des matériels.
- **Des contrôles fréquents** des installations et des procédures afin de s'assurer de la sûreté de l'exploitation. Ces contrôles sont effectués quotidiennement en interne par les agents chargés de l'exploitation mais également

en externe, par des organismes indépendants tels que l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN). Ainsi, en plus des 450 visites de contrôle par an effectuées par l'ASN de façon programmées ou inopinées sur les sites, les centrales sont également dotées d'une entité indépendante, chargée de s'assurer du contrôle et du respect des prescriptions, ainsi que des règles de sûreté et de qualité, lors des opérations d'exploitation et de maintenance. Sur un site comportant quatre réacteurs, le service en charge des vérifications et des expertises de sûreté est constitué d'une quarantaine de personnes et effectue en moyenne 60 vérifications et audits par an. A ces contrôles s'ajoutent ceux menés par l'Inspection nucléaire. Rattachée au directeur de la division nucléaire d'EDF, elle réalise, sur l'ensemble des centrales, une soixantaine d'inspections, globales ou thématiques, par an.

- **La prise en compte de l'expérience** accumulée lors de l'exploitation quotidienne des réacteurs nucléaires en France et à l'étranger. Ces retours d'expérience permettent à EDF d'analyser les dysfonctionnements rencontrés, d'en tirer des enseignements et de faire évoluer ses méthodes d'exploitation.

DES ACCIDENTS NUCLÉAIRES DANS LE MONDE : LES LEÇONS TIRÉES EN FRANCE

L'accident de Tchernobyl (Ukraine)

Le 25 avril 1986, à la suite de plusieurs erreurs, le cœur d'un des réacteurs de conception dite « RBMK », réacteur bouillant à eau de grande puissance de la centrale de Tchernobyl (Ukraine), n'a pas été suffisamment refroidi. Le dégagement d'énergie a fait exploser le réacteur et le bâtiment qui le contenait. Par rapport aux réacteurs à eau sous pression (REP) que l'on trouve dans les centrales nucléaires françaises, les réacteurs RBMK présentent une instabilité du cœur du réacteur, dont le pilotage est moins maîtrisable. Par ailleurs ces réacteurs ne disposent pas d'une enceinte de protection, enveloppe étanche et résistante de béton qui équipe les centrales françaises pour constituer une protection supplémentaire.

Pendant 10 jours, à Tchernobyl, les rejets radioactifs ont été très importants et ont eu des conséquences sanitaires et environnementales dans une grande partie de l'Europe de l'Ouest.

Cet événement fut classé au niveau 7, le plus haut niveau de l'échelle INES (International Nuclear Event Scale). Cette échelle de sept échelons va de l'anomalie sans conséquence pour la sûreté (niveau 1) à l'accident le plus grave (niveau 7, coefficient attribué à l'accident de Tchernobyl).

Cet accident a entraîné de nombreuses évolutions pour tous les exploitants mondiaux tant sur la plan technique, avec notamment l'intégration de modifications importantes sur les réacteurs de la filière RBMK, que sur le plan organisationnel, avec une réflexion internationale engagée sous l'égide de l'AIEA (Agence internationale de l'énergie atomique) qui a abouti à la notion de « culture sûreté ».

L'accident de Three Mile Island (Etats-Unis)

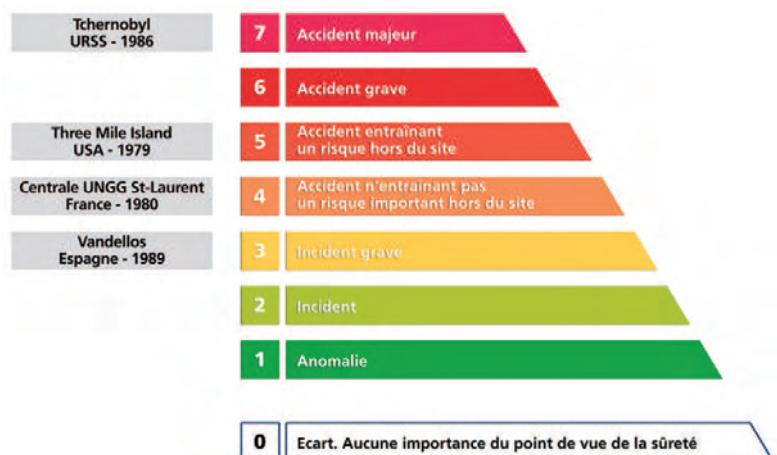
Le 28 mars 1979, trois mois seulement après la mise en service du réacteur n°2 de la centrale nucléaire de Three Mile Island (Etats-Unis), un incident d'exploitation a provoqué la fusion partielle du cœur du réacteur, alors même que ce dernier était en puissance.

L'enceinte de confinement a joué son rôle et les rejets radioactifs sont restés très limités (inférieurs à 1mSv pour les personnes les plus exposées). Cet événement fut classé au niveau 5 de l'échelle INES.

Comme les autres opérateurs dans le monde, EDF a immédiatement tiré les enseignements de cet accident en ajoutant des lignes de défense supplémentaires sur ses centrales nucléaires. Un nouveau métier a ainsi été créé, celui d'ingénieur sûreté dont le rôle est d'effectuer une surveillance indépendante des actions menées par les équipes. Un simulateur, réplique exacte de la salle de commande, a également été mis en place sur chaque centrale afin d'entraîner les opérateurs à des situations de pilotage en fonctionnement normal comme en situation incidentelle. Enfin, de nombreuses autres mesures ont été prises pour renforcer toujours plus la redondance des systèmes et la sûreté en exploitation.

L'ECHELLE INES

Echelle internationale des événements nucléaires





UNE ORGANISATION RIGOUREUSE POUR PROTÉGER LES POPULATIONS ET LEUR ENVIRONNEMENT

Bien que la probabilité d'accidents soit extrêmement faible, en raison des multiples dispositions prises à la conception et lors de l'exploitation des centrales nucléaires, EDF et les pouvoirs publics ont mis en place, conjointement, une organisation complète afin de gérer les situations d'urgence.

Deux plans, étroitement coordonnés, ont ainsi été conçus :

Le Plan d'Urgence Interne, appelé « PUI » en abrégé, est placé sous la responsabilité d'EDF, plus particulièrement du directeur de la centrale.

Selon les situations rencontrées, EDF peut déclencher deux types de PUI différents :

- le PUI Conventionnel, mis en place afin de porter secours aux blessés sur le site ou pour mobiliser les moyens nécessaires à l'extinction d'un incendie.
- le PUI Sûreté et Radiologique, est déclenché lorsqu'il existe un risque de relâchement de radioactivité dans les installations et/ou dans l'environnement, susceptible de conduire à une exposition des salariés et des populations voisines.

Dans tous les cas, le déclenchement du « PUI » entraîne la mobilisation immédiate des moyens techniques et humains nécessaires pour ramener l'installation dans un état sûr et limiter, au maximum, les conséquences sur les personnes et les biens, sur le site et dans l'environnement.

En permanence, sur une centrale nucléaire, quelle que soit son importance, près d'une centaine de personnes sont d'astreinte que ce soit pour assurer la gestion technique, la mise en œuvre des moyens ou la communication.

- Au niveau local, lors du déclenchement du Plan d'Urgence Interne, EDF met en place un poste de commandement local, duquel sont coordonnées toutes les actions engagées sur le site afin de ramener au plus vite l'installation dans un état sûr, et de limiter les conséquences sur les personnes et l'environnement.

- Au niveau national, le PUI apporte un appui fort en permettant de mobiliser des experts spécialisés dans la gestion des situations incidentelles, au sein des équipes nationales de crise d'EDF et d'organismes indépendants : l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), et l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN).

Tout au long de la durée de déclenchement du PUI, EDF informe les pouvoirs publics (plus particulièrement le préfet), les médias et le grand public de l'évolution de la situation.



UNE ORGANISATION RIGoureuse POUR PROTÉGER LES POPULATIONS ET LEUR ENVIRONNEMENT - SUITE

Si le risque de rejets est avéré, le préfet déclenche le **Plan Particulier d'Intervention** appelé « PPI » en abrégé :

Ce plan permet aux pouvoirs publics, sous la responsabilité du préfet du département concerné, de prendre les mesures nécessaires pour protéger les populations ainsi que l'environnement, mais aussi d'informer en permanence. Parmi ces dispositions sont prévues la mobilisation d'équipes de mesure et de détection de la radioactivité dans l'environnement, l'information en continu des populations, la mobilisation de structures (hôpitaux, centres spécialisés) pouvant accueillir des blessés contaminés, ou la mise en place d'une organisation pour la mise à l'abri de la population ou son évacuation complète.

- Le préfet, conseillé au niveau local par la division régionale de l'ASN, agit alors en tant que directeur des opérations de secours.

C'est lui qui fixe les structures et l'organisation des secours en cas d'accident.

- Au niveau national, l'ASN et l'IRSN analysent et évaluent l'évolution de la situation, en termes de rejets et de conséquences sur l'environnement. Ils apportent également une assistance technique et de conseil sur les actions nécessaires à mettre en œuvre pour protéger les populations ainsi que l'environnement, et informent en continu le grand public sur la situation.

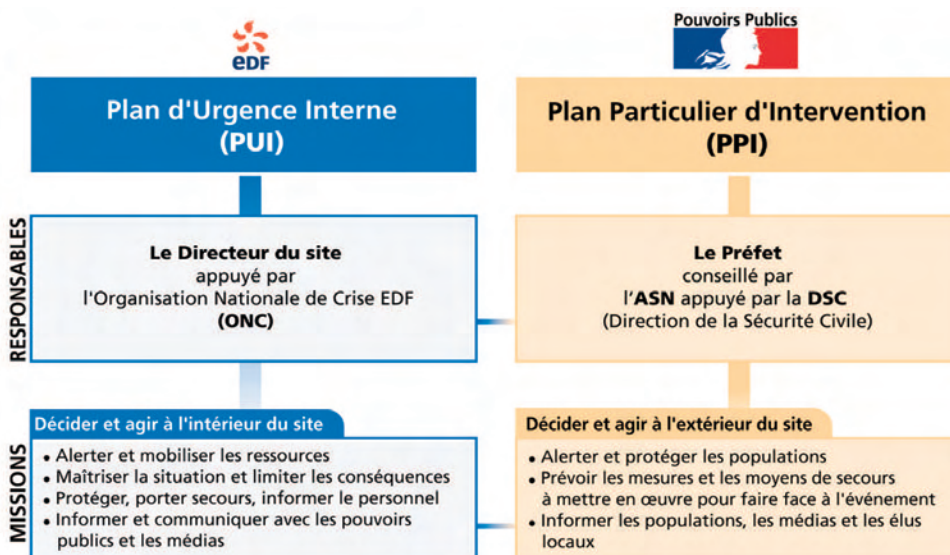
Le gouvernement et le Ministre de l'Intérieur peuvent, si l'évolution de la situation le nécessite, faire appel au Centre opérationnel de gestion interministérielle des crises (COGIC). Le COGIC suit alors l'événement et coordonne l'ensemble des moyens de secours humains et matériels, locaux ou nationaux, publics ou privés nécessaires.



UNE ORGANISATION RIGoureuse POUR PROTÉGER LES POPULATIONS ET LEUR ENVIRONNEMENT - SUITE

ORGANISATIONS DE CRISE NUCLÉAIRE

PUI et PPI, organisation locale de crise



Des exercices réguliers afin de s'entraîner à gérer les situations accidentelles

Le Plan d'Urgence Interne (PUI) et le Plan Particulier d'Intervention (PPI) sont testés régulièrement dans les départements dotés d'établissements nucléaires. Les dysfonctionnements éventuels peuvent ainsi être corrigés et les adaptations liées à l'évolution des méthodes de gestion de crise prises en compte. EDF teste de cette façon son organisation locale plusieurs fois par an, mais également son organisation nationale et son articulation avec celles des différentes autorités (pouvoirs publics et Autorités de sûreté nucléaire) ainsi qu'avec celles des services d'appui technique (IRSN). Ces exercices sont aussi l'occasion de vérifier l'efficacité des dispositifs d'alerte et la gestion technique des accidents. De ces exercices sont tirés de nouveaux enseignements qui engendrent des améliorations et une évolution de l'organisation nationale. Tous les ans, chaque centrale nucléaire réalise une dizaine d'exercices PUI en moyenne. Le PPI est quant à lui testé 7 à 8 fois par an par les pouvoirs publics, en collaboration avec EDF.



DES MESURES PARTICULIÈRES PRISES EN CAS DE REJETS RADIOACTIFS

En cas d'accident nucléaire, le danger viendrait des particules radioactives (poussières) présentes dans l'air, du fait des rejets radioactifs dans l'atmosphère ainsi que des dépôts radioactifs sur le sol. Ces particules risqueraient alors de contaminer les hommes et leur environnement.

Lorsque des substances radioactives ont pénétré dans le corps, on parle d'exposition interne. Trois modes **d'exposition interne** sont alors possibles :

- soit par inhalation de particules radioactives,
- soit par ingestion d'aliments contaminés,
- soit par un passage par la peau, favorisé par une plaie.

Radioactivité : de quoi parlons-nous ?

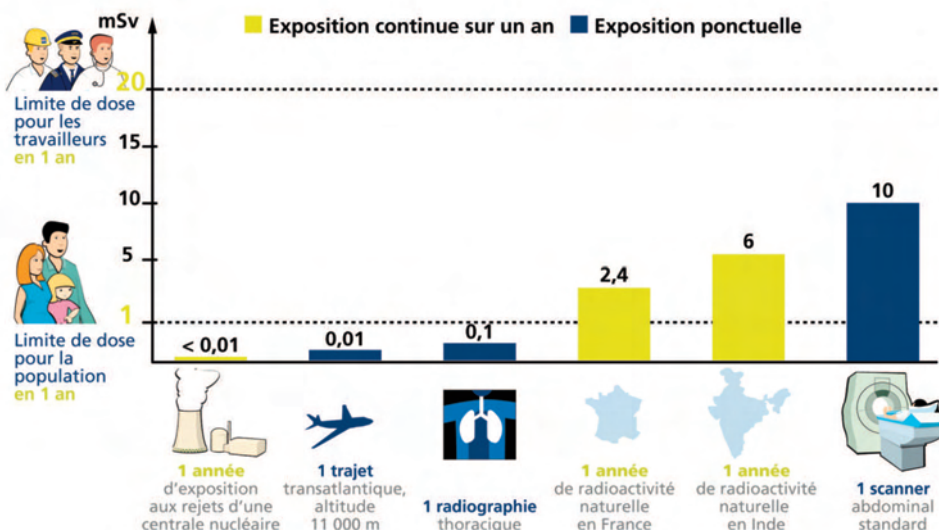
La radioactivité est partout, nous sommes sans cesse exposés à des rayonnements ionisants, de par la radioactivité naturelle mais également par d'autres sources de radioactivité artificielle telles que les radiographies et scanners médicaux, ou encore les trajets en avion...

Le sievert (Sv) estime l'effet du rayonnement sur l'homme.

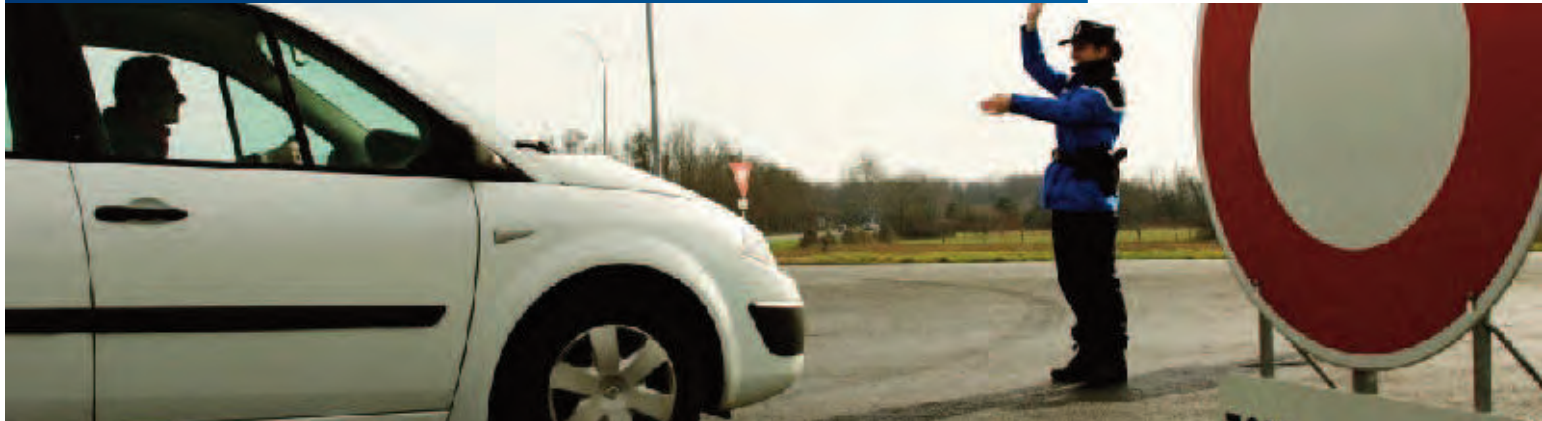
Afin de ne pas créer d'impact sur son environnement et sur la qualité de vie des populations, EDF a, dès le démarrage de ses centrales, engagé une démarche volontariste pour maintenir à des niveaux les plus faibles possibles ses émissions radioactives.

Avant la construction d'une installation nucléaire, EDF procède à un bilan radiologique initial de chaque site ; il constitue la référence pour les analyses ultérieures. Près de 20 000 mesures par an sont ainsi effectuées afin de s'assurer que l'environnement est préservé.

Pour en savoir plus, vous pouvez télécharger la note d'information « La surveillance de l'environnement » sur edf.com, rubrique « nucléaire »



ECHELLE DES EXPOSITIONS
Seuils réglementaires



DES MESURES PARTICULIÈRES PRISES EN CAS DE REJETS RADIOACTIFS - SUITE

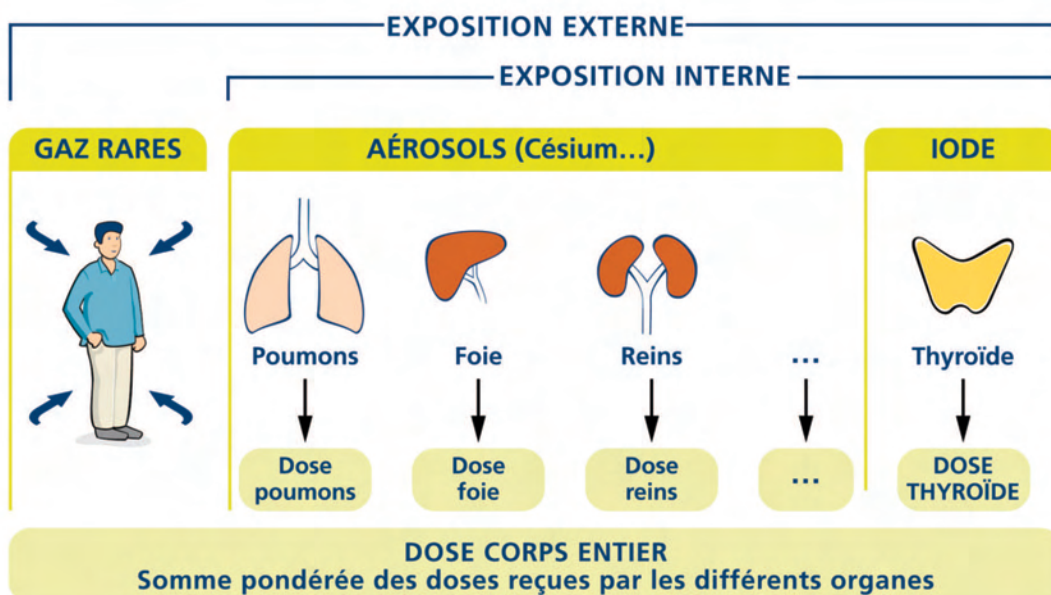
Dans le cas d'une exposition interne, les organes reçoivent des doses différentes en fonction des lieux de fixation privilégiés des radioéléments, ces doses sont appelées **doses à l'organe**.

On attache une grande importance à la **dose thyroïde**. En effet, les rejets, en cas d'accident grave, peuvent contenir une grande quantité d'iodes radioactifs et ces derniers se fixent préférentiellement sur la thyroïde. Cet organe est particulièrement sensible aux rayonnements, surtout chez les enfants et les femmes enceintes. Le seuil réglementaire imposant une mesure de protection a été fixé, par les experts, à 50 mSv pour la thyroïde.

Dans le cas d'une **exposition externe** et uniforme de l'organisme, tous les organes du corps reçoivent la même dose.

En cas d'accident, il peut y avoir cumul des deux types d'exposition : interne et externe. Le cumul des doses reçues par les différents organes constitue la **dose « corps entier »**.

DOSE CORPS ENTIER





LE PRÉFET : UNIQUE DÉCIDEUR DES MESURES DE PROTECTION DE LA POPULATION

ACTIONS DE PROTECTION

La mise à l'abri

SE PROTÉGER

Fermer portes et fenêtres

Arrêter la ventilation

S'INFORMER

Ecouter la radio (France Bleu locale)

Regarder la télévision (France 3 région)

En situation accidentelle, c'est le préfet qui va prendre les mesures de protection. En fonction de la gravité de l'incident, il peut décider de :

- la mise à l'abri de la population, pour une dose corps entier prévisible supérieure ou égale à 10 mSv,
- la prise de comprimés d'iode, pour une dose thyroïde prévisible supérieure ou égale à 50 mSv,
- l'évacuation des populations, pour une dose « corps entier » prévisible supérieure ou égale à 50 mSv,

- la mise en place de restrictions de consommation.

Ces décisions concernent un périmètre défini autour de la centrale nucléaire et dépendent de la gravité de l'incident.

La mise à l'abri

Elle est annoncée par des sirènes fixes ou mobiles, ainsi que par le nouveau système d'alerte téléphonique mis en place autour des sites nucléaires depuis 2009. Les populations doivent rester chez elles ou à l'abri, dans les locaux où elles se trouvent. Il est demandé aux populations de se protéger en fermant les portes et les fenêtres, et en coupant si possible les ventilations afin d'empêcher les particules radioactives de pénétrer à l'intérieur.

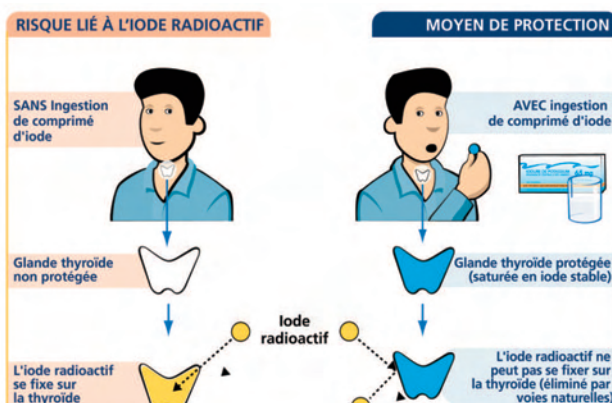
Il est impératif également de se tenir informé en écoutant la radio (France Bleu ou autres radios locales) et/ou en regardant la télévision (France 3 régional), qui doivent diffuser en temps réel les consignes du préfet.

La prise de comprimés d'iode

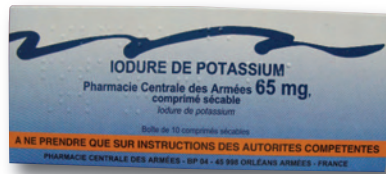
Ordonnée par le préfet, la prise de ce comprimé, en saturant la thyroïde d'iode stable, empêche l'iode radioactif de se fixer sur la thyroïde. Cette dernière est ainsi protégée. S'il y avait inhalation ou ingestion d'iode radioactif, il serait alors simplement éliminé par les voies naturelles.

PROTECTION DE LA THYROÏDE

L'ingestion de comprimé d'iode



LE PRÉFET : UNIQUE DÉCIDEUR DES MESURES DE PROTECTION DE LA POPULATION - SUITE



La posologie retenue en cas de rejet radioactif est fonction de l'âge, à savoir :

Adultes (y compris les femmes enceintes)
2 comprimés de 65 mg

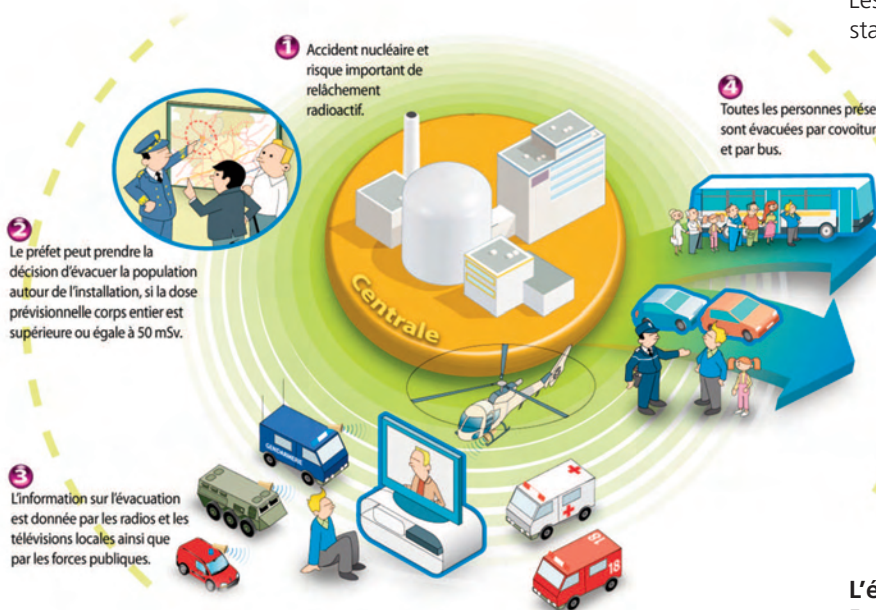
Enfants âgés de 3 à 12 ans
1 comprimé de 65 mg

Enfants âgés de 1 mois à 3 ans
1/2 comprimé de 65 mg

Nouveaux nés (1^{er} mois de la vie)
1/4 comprimé de 65 mg

ACTIONS DE PROTECTION

La procédure d'évacuation



Les pouvoirs publics mettent des comprimés d'iode stable à la disposition des populations vivant dans un rayon de 10 km autour des centrales nucléaires. Elles sont invitées à les récupérer en pharmacie, en échange d'un bon nominatif. Une nouvelle distribution a eu lieu en 2009 pour toutes les centrales de France. Elle a été complétée par un envoi postal, pour les personnes n'ayant pas retiré leur boîte dans un délai de six mois.

Pour en savoir plus sur la distribution de comprimés d'iode, rendez-vous sur le site internet www.distribution-iode.com

RESTRICTION DE CONSOMMATION

sur décision du préfet

<p>INTERDICTION Produits frais de la zone concernée</p> <p>Légumes </p> <p>Fruits </p> <p>Lait frais de la ferme </p> <p>Eau du puits </p>	<p>Consommation de nourriture</p> <p>Selon les consignes du préfet</p>	<p>PAS DE RESTRICTION Produits conditionnés</p> <p>Produits secs </p> <p>Conserves </p> <p>Produits surgelés </p> <p>Eau minérale et lait UHT </p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

L'évacuation des populations

En cas de menace de rejets radioactifs importants, le préfet peut ordonner l'évacuation des populations. Les populations concernées doivent alors, après avoir préparé un bagage et mis en sécurité leur domicile, soit prendre leur véhicule et évacuer la zone soit rejoindre le point de regroupement le plus proche. C'est de ce point que sera effectué l'évacuation.

Les restrictions de consommation

Ces restrictions touchent les produits frais tels que les légumes et les fruits produits sur place, ainsi que le lait des fermes et l'eau des puits de la zone concernée par l'interdiction. En ce qui concerne les produits conditionnés, tels que les produits secs, les conserves, les produits surgelés, l'eau minérale et le lait UHT, ils peuvent être consommés sans restriction.

GLOSSAIRE

AIEA : Agence Internationale de l'Énergie Atomique

ASN : Autorité de Sûreté Nucléaire

COGIC : Centre Opérationnel de
Gestion Interministérielle des Crises

INES : International Nuclear Event Scale
(échelle comportant 7 niveaux et évaluant la gravité
des incidents et des accidents nucléaires)

IRSN : Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire

PPI : Plan Particulier d'Intervention

PUI : Plan d'Urgence Interne

RBMK : Réacteur Bouillant à eau de Grande Puissance

REP : Réacteur à Eau Pressurisée

Pour en savoir plus :

www.asn.fr, page des publications

www.distribution-iode.com

Cap Ampère

1, place Pleyel - 93282 Saint-Denis cedex

Siège social

22-30 avenue de Wagram - 75008 Paris

EDF SA au capital de 924 433 331 euros
552 081 317 RCC Paris

Conception – réalisation : Lionel Tran

Images : médiathèque EDF

Publication : EDF Division production nucléaire

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



CHANGER L'ÉNERGIE ENSEMBLE