

# Le contrôle du nucléaire

L'ASN est chargée du contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France : elle assure ce contrôle, au nom de l'Etat, pour protéger les travailleurs, les patients, le public et l'environnement des risques liés aux activités nucléaires. Le contrôle est le coeur de métier de l'ASN.

L'ASN contrôle ainsi les installations nucléaires de base (INB), depuis leur conception jusqu'à leur démantèlement, les équipements sous pression spécialement conçus pour ces installations, la gestion des déchets radioactifs ainsi que les transports des substances radioactives. Ce champ d'activité constitue le métier « historique » de l'ASN, celui de la sûreté nucléaire.

L'ASN contrôle également toutes les installations industrielles et de recherche ainsi que les installations hospitalières où sont utilisés les rayonnements ionisants. Il s'agit là d'un métier plus récent, car datant de la réforme du contrôle du nucléaire de 2002, qui constitue celui de la radioprotection.

La responsabilité première des activités à risques incombe en effet à celui qui les entreprend. Ce principe s'applique à tous les secteurs contrôlés par l'ASN : un industriel est responsable de la sûreté des installations nucléaires qu'il exploite, un médecin est responsable de l'utilisation des rayonnements ionisants qu'il entreprend.

## Les principes du contrôle

L'exercice des activités nucléaires est encadré par un certain nombre de principes inscrits dans la législation et la réglementation et applicables à un domaine d'activité précis.

### Principe de responsabilité

Le principe de responsabilité, défini par l'article 9 de la Convention sur la sûreté nucléaire, dispose que **la responsabilité des activités à risques incombe en première ligne à ceux qui les entreprennent ou les exercent** :

- responsabilité des exploitants pour la sûreté des installations nucléaires de base ;
- responsabilité des utilisateurs pour la radioprotection du public ;
- responsabilité des fournisseurs pour la reprise des sources radioactives ;
- responsabilité des employeurs pour la radioprotection des travailleurs ;
- responsabilité du médecin réalisateur de l'acte pour la radioprotection des patients ;
- responsabilité des pollueurs pour les atteintes à l'environnement ;
- responsabilité des producteurs pour l'élimination des déchets.

### Le principe du pollueur-payeur

Le code de l'environnement introduit le principe pollueur-payeur, selon lequel les frais résultant des mesures de prévention et de réduction de la pollution et de lutte contre celle-ci doivent être supportés par le pollueur. Celui-ci est donc responsable des atteintes à l'environnement dues à son activité.

### Principe d'optimisation

C'est le premier des 3 principes de la radioprotection inscrits dans le code de la santé publique. Il prévoit que **l'exposition des personnes aux rayonnements ionisants résultant des activités nucléaires doit être maintenue à un niveau aussi faible qu'il est raisonnablement possible**,

compte tenu de l'état des techniques, des facteurs économiques et sociaux, et le cas échéant de l'objectif médical recherché.

Historiquement, ce principe d'optimisation a d'abord été appliqué à la radioprotection des travailleurs avant d'être étendu à l'ensemble de la radioprotection. Aujourd'hui, il trouve son équivalent dans les autres champs d'activité contrôlés par l'ASN : sûreté nucléaire, protection de l'environnement, élimination des déchets.

## Principe de justification

C'est le deuxième principe de la radioprotection inscrit dans le code de la santé publique.

Il prévoit **qu'une activité nucléaire ne peut être entreprise que si elle est justifiée par les avantages qu'elle procure**, notamment en matière sanitaire, sociale, économique ou scientifique, **rapportés aux risques inhérents à l'exposition aux rayonnements ionisants auxquels elle est susceptible de soumettre les personnes.**

Historiquement, ce principe de justification a d'abord été appliqué à la radioprotection des patients – tout examen non justifié étant interdit – avant d'être étendu à l'ensemble de la radioprotection.

Il s'applique ainsi à la plupart des champs de contrôle de l'ASN : il s'agit de comparer les avantages procurés par une activité nucléaire aux risques radiologiques qu'elle comporte, qu'il s'agisse de risques d'accident radiologique ou des risques induits par le fonctionnement normal des installations, notamment par l'exposition radiologique des travailleurs, le rejet d'effluents ou la production de déchets radioactifs.

## Principe de limitation

Le principe de limitation est le troisième principe fondamental de la radioprotection inscrits dans le code de la santé publique.

Il prévoit que **l'exposition d'une personne aux rayonnements ionisants résultant d'une activité nucléaire ne peut porter la somme des doses reçues au-delà des limites fixées par voie réglementaire**, sauf lorsque cette personne est l'objet d'une exposition à des fins médicales ou de recherche biomédicale.

Quand bien même une activité nucléaire aurait été optimisée, quand bien même cette activité serait justifiée par les avantages qu'elle procure rapportés aux risques ainsi optimisés, elle ne saurait être autorisée si elle porte l'exposition du public ou des travailleurs au-delà de limites fixées dans le code de la santé publique.

## Pour aller plus loin : Les effets des rayonnements ionisants

Les effets d'un rayonnement ionisant dépendent de sa nature, de la dose absorbée, de l'organe touché. Des doses importantes - qui peuvent être bénéfiques quand elles sont brèves et localisées comme en radiothérapie - provoquent des effets bien identifiés. Suivant la dose reçue et le type de rayonnements, les effets peuvent être plus ou moins néfastes pour la santé.

Ils peuvent être classés en deux catégories :

- les effets à incidences déterministes ou non stochastiques ;
- les effets à incidences aléatoires ou stochastiques.

### Les effets déterministes

Les effets déterministes se produisent de manière certaine.

Pour des doses élevées (supérieures à plusieurs grays), ils sont observés chez tous les sujets exposés. Ce sont donc des effets à seuil.

Ils se déclarent en général de manière précoce, avec des temps de latence compris entre quelques jours et quelques mois.

Leur gravité augmente avec la dose absorbée.

### Le saviez-vous ?

On commence à observer certains effets déterministes aux alentours de 0,3 Gy pour des expositions partielles. Par contre pour des doses faibles, inférieures à une valeur

seuil dépendant essentiellement du type d'effet biologique, aucun effet n'est décelable. Pour une exposition globale, on prend la **valeur référence de 0,5 Gy** comme valeur seuil.

A partir d'une certaine dose absorbée (environ 2 Gy), pour une exposition globale, il y a un risque de décès.

On appelle la dose létale 50 % (DL50), la dose absorbée, pour l'organisme entier (donc une exposition globale), pour laquelle la probabilité de décéder soixante jours après l'exposition, sans traitement médical, est de 50 %. Elle est égale à 4,5 Gy.

Généralement, les effets déterministes se produisent dans le cas d'une exposition unique à fort débit de dose. Ce sont donc souvent dans le cas de situations accidentelles.

### **Les effets aléatoires (ou effets stochastiques)**

Les expositions à des doses plus ou moins élevées de rayonnements ionisants peuvent avoir des effets à long terme sous la forme de cancers ou de mutations génétiques affectant sa descendance. Dans ce cas, la gravité de l'effet demeure identique quelle que soit la dose ; seule la probabilité d'apparition de l'effet est fonction de la dose absorbée. En d'autres termes, le pourcentage de sujets exposés chez qui on observe ce type d'effet augmente avec la dose.

Le temps de latence (temps séparant l'exposition de l'apparition de l'effet) est en moyenne beaucoup plus long que pour les effets déterministes (plusieurs dizaines d'années). Enfin, on considère que la moindre dose de rayonnement est susceptible de provoquer ce type d'effets.

La radioprotection vise à éviter l'apparition des effets déterministes et à réduire au maximum les effets stochastiques.

### **Les deux formes d'exposition aux rayonnements ionisants**

Concrètement, l'exposition d'une personne aux rayonnements ionisants peut exister sous deux formes différentes :

- une exposition externe lorsque la source est à l'extérieur de l'organisme ;
- une exposition interne lorsque la source de rayonnement est absorbée à l'intérieur de l'organisme.

#### **. L'exposition externe**

Elle peut se produire de diverses manières :

- à partir d'une source de rayonnements externe et distante, qui peut être ponctuelle, ou au contraire de grande dimension et diffuse : par exemple un rayonnement d'origine cosmique ou lors d'un examen médical : radiodiagnostic (exploration des structures anatomiques, l'image étant obtenue par un faisceau de rayons X), radiothérapie par utilisation d'un faisceau X ou  $\gamma$  (accélérateur ou bombe au cobalt) ; l'exposition diminue si l'on s'éloigne de la source et disparaît si celle-ci est supprimée ou si un écran efficace est interposé ;
- par la présence de substances radioactives sur la peau (on parle aussi de contamination externe), par exemple à la suite d'un contact avec un objet contenant de telles substances libres ; pour supprimer l'exposition, il convient de nettoyer la surface du corps de façon appropriée.

#### **. L'exposition interne**

Elle peut intervenir de différentes façons :

- par inhalation de substances radioactives dans l'air ;
- par ingestion de produits contaminés (par exemple des aliments) ;
- par pénétration transcutanée d'une contamination externe (par exemple en cas de blessure ou de plaie) ;
- lors d'un examen médical : diagnostic, scintigraphie (dans ce cas, l'image de l'organe est obtenue grâce à l'émission  $\gamma$  du radioélément injecté), radiothérapie métabolique avec injection de substances radioactives.

L'exposition interne dure tant que les substances radioactives demeurent dans le corps ; elle diminue avec le temps en fonction de la décroissance radioactive des radioéléments incorporés et de leur élimination naturelle par excrétion.

Les sources d'exposition de l'homme, par les différentes voies indiquées ci-dessus, sont multiples :

- d'origine naturelle : inhalation de radon (gaz naturel radioactif), exposition tellurique (exposition externe venant du sol), exposition aux rayons cosmiques et ingestion de radioéléments naturels (potassium 40 ...) contenus dans les aliments ;
- résultant des activités humaines : utilisation médicale des rayonnements ionisants, industrie nucléaire, essais aériens d'armes atomiques, etc.

## **L'organisation du contrôle en France**

### **L'organisation du contrôle du nucléaire en France**

L'organisation française en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection repose sur le principe de la responsabilité première de l'exploitant, contrôlé par une Autorité, l'Autorité de sûreté nucléaire, dont les larges pouvoirs d'appréciation impliquent, d'une part, qu'elle soit elle-même contrôlée, et, d'autre part, qu'elle recoure au maximum d'avis compétents émanant d'organismes consultatifs et d'appuis techniques.

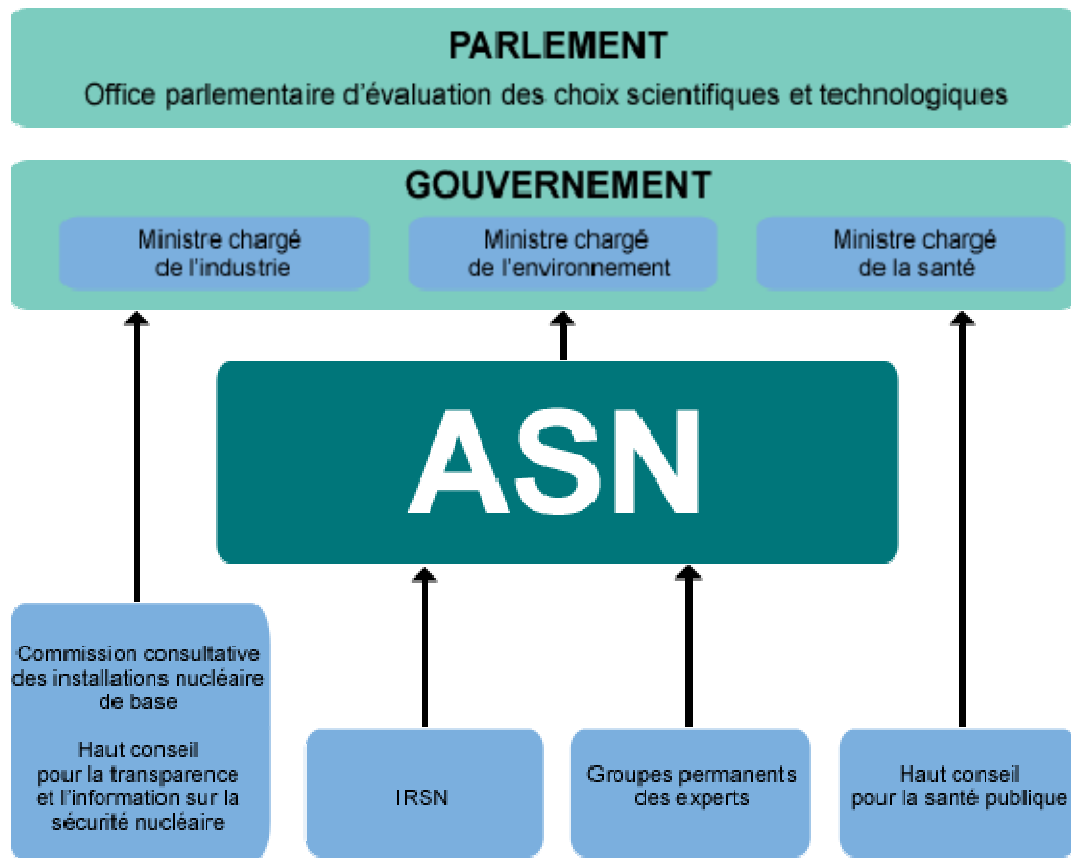
### **Les acteurs du contrôle**

En France, le contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection relève essentiellement de trois acteurs : le Parlement, le Gouvernement et l'ASN.

Le Parlement intervient dans le contrôle du nucléaire par le vote de la loi. Deux lois majeures ont été votées en 2006 dans le domaine de la sûreté nucléaire et de la radioprotection : la loi n°2006-686 du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire et la loi n°2006-739 du 28 juin 2006 de programme relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs. La loi du 13 juin 2006 prévoit en particulier que l'ASN rende compte au Parlement, notamment par la présentation de son rapport annuel à l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques. Le Gouvernement a en charge d'édicter la réglementation technique générale relative à la sûreté nucléaire et la radioprotection. La loi du 13 juin précitée le charge également de prendre les décisions majeures relatives aux installations nucléaires de base. Le Gouvernement dispose notamment de la Commission consultation des installations nucléaires de base, du Haut conseil pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire et du Haut conseil pour la santé publique pour lui rendre tout avis relatif à la sûreté nucléaire et à la radioprotection.

Enfin, la loi du 13 juin 2006 précitée, crée une autorité administrative indépendante, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), chargée du contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection. L'ASN prépare les projets de textes pour le compte du Gouvernement et précise la réglementation par des décisions techniques. Les inspecteurs de la sûreté nucléaire et ceux de la radioprotection, placés en son sein, assurent une surveillance et un contrôle des activités nucléaires. Enfin, l'ASN contribue à

l'information des citoyens. L'ASN s'appuie, sur le plan technique, sur l'expertise qui lui fournit l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) et sur des groupes permanents d'experts.



Légende : → = AVIS

## Le contrôle délégué

Le champ de la sûreté nucléaire et de la radioprotection est en constante évolution : de nouvelles générations d'installations nucléaires, de nouvelles applications médicales des rayonnements ionisants, de nouvelles utilisations de la radioactivité ...

Dans cet environnement évolutif, l'ASN veille à hiérarchiser ses actions et à allouer ses moyens de façon proportionnée par rapport aux enjeux. Elle souhaite en particulier adapter son contrôle aux conséquences sanitaires d'un accident grave survenant sur les installations ou les équipements contrôlés.

## Les organismes agréés

L'ASN s'appuie sur des organismes agréés pour la réalisation de contrôles systématiques et standardisés lorsque, notamment, la taille des installations concernées, la standardisation des appareils ou l'existence de normes auxquels ils doivent être conformes le permettent.

C'est en particulier le cas pour contrôler les équipements sous pression spécialement conçus pour les installations nucléaires. C'est également le cas pour le contrôle technique des sources et appareils émetteurs de rayonnements ionisants, des dispositifs de protection et d'alarme, des instruments de mesure ainsi que pour les contrôles d'ambiance radiologique des postes de travail ou pour les modalités de gestion des sources radioactives, des déchets et des effluents radioactifs.

Ces organismes agréés peuvent également répondre à une attente des responsables d'activités à risques : être formés et conseillés sur l'application de la réglementation et des normes. Les

organismes agréés concourent ainsi au développement des compétences de maîtrise des risques et d'assurance de la sûreté des équipements et contribuent au maintien de l'indépendance de l'ASN. Les conditions de délivrance des agréments sont parfaitement définies. En particulier, les organismes sont tenus de réaliser leur activité dans des conditions techniques, organisationnelles et déontologiques très strictes et régulièrement vérifiées.

## Les autorisations internes

### Objectif

Afin de renforcer l'efficacité de son action et la responsabilité des exploitants, l'ASN incite les exploitants à développer une démarche d'autorisations internes. Celle-ci consiste à rendre aux exploitants la responsabilité de certaines décisions auparavant soumises à l'autorisation de l'ASN. Cette démarche permet à l'ASN de concentrer ses efforts sur les opérations pouvant présenter le plus d'impact sur la sûreté des installations, tout en responsabilisant l'exploitant dans ses choix.

### Les opérations concernées

Pour certaines opérations qui ne remettent pas en cause les fondements de la sûreté des installations, les exploitants peuvent, sur la base d'un avis d'une commission interne indépendante des équipes qui exploitent les installations, délivrer eux-même les autorisations de mise en œuvre de ces opérations, en lieu et place de l'ASN.

### Les exploitants concernés

Cette démarche a, dans un premier temps, été développée pour les laboratoires de recherche nucléaire du CEA,. Elle s'applique également aux réacteurs d'EDF en démantèlement. Pour délivrer les autorisations internes, le directeur de l'installation concernée s'appuie sur les décisions de commissions de sûreté internes.

La démarche s'applique aussi à certaines phases d'exploitation des centrales EDF en production, notamment pour les changements de niveau d'eau dans le circuit primaire lors de certaines opérations de maintenance.

Son extension à l'usine de COGEMA La Hague est à l'étude.

### Un cadre strict

Les autorisations internes doivent être planifiées.

Les autorisations internes et les conditions dans lesquelles les opérations ont été autorisées sont déclarées à l'ASN, qui peut alors décider d'en inspecter la bonne mise en œuvre.

L'ASN veille, au travers d'inspections dédiées, à la qualité des avis rendus en interne, et juge de l'indépendance de la commission. En cas de doute, l'ASN peut, à tout moment, décider de rétablir un régime où toute opération est soumise à son autorisation.

## Les modalités du contrôle par l'ASN

### Un contrôle à plusieurs facettes

L'ASN contrôle l'ensemble des activités et installations nucléaires civiles en France : centrales nucléaires, installations hospitalières et industrielles utilisant des rayonnements ionisants, laboratoires de recherche, transports de matières radioactives, installations relatives aux déchets nucléaires,...

Les modalités du contrôle de l'ASN s'adaptent aux spécificités et aux enjeux de chacun de ces domaines et s'exercent de plusieurs façons :

- examen, sur le plan technique ou organisationnel, d'un dossier présenté par un exploitant ou toute personne mettant en œuvre ou utilisant des rayonnements ionisants. Cet examen peut alors conduire l'ASN, selon le cas, à délivrer une autorisation, un agrément ou donner son accord à la mise en œuvre d'une procédure ou d'une phase d'exploitation particulière ;
- réunions techniques, à la suite desquelles l'ASN peut formaliser des demandes spécifiques auxquelles les acteurs concernés seront tenus de répondre ;
- inspections dans une installation nucléaire, à l'occasion d'un transport de matière radioactive ou, par exemple, dans un service médical mettant en œuvre des rayonnements ionisants. L'inspection conduit l'ASN, à travers une « lettre de suite » qui est transmise au responsable

de l'activité concernée, à rappeler les écarts relevés le cas échéant lors de l'inspection et à formaliser ses demandes.

## L'inspection, activité emblématique de l'ASN

L'inspection constitue l'activité « emblématique » de contrôle de l'ASN. Les inspections sont réalisées par les inspecteurs de la sûreté nucléaire ou de la radioprotection. Ils disposent d'un niveau de formation, d'une expérience professionnelle, de connaissances juridiques et techniques et réglementaires approfondies. Par ailleurs, la loi n° 2006-686 du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire leur confère des pouvoirs de sanction adaptés et proportionnés aux infractions qu'ils sont susceptibles de rencontrer.

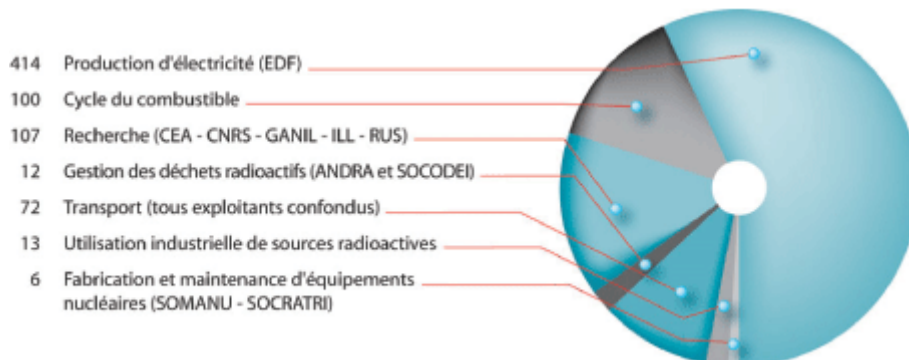
Les inspecteurs de la sûreté nucléaire de l'ASN peuvent, à tout moment, contrôler les installations nucléaires de base, les activités de transport de matières radioactives ainsi que les entrepôts ou autres installations de stationnement, de chargement ou de déchargement de substances radioactives.

Dans les centrales nucléaires comprenant une ou plusieurs installations nucléaires de base compte tenu des contraintes techniques spécifiques, les attributions des inspecteurs du travail sont exercées par les ingénieurs ou techniciens, précisément désignés à cet effet par l'Autorité de sûreté nucléaire parmi les agents placés sous son autorité.

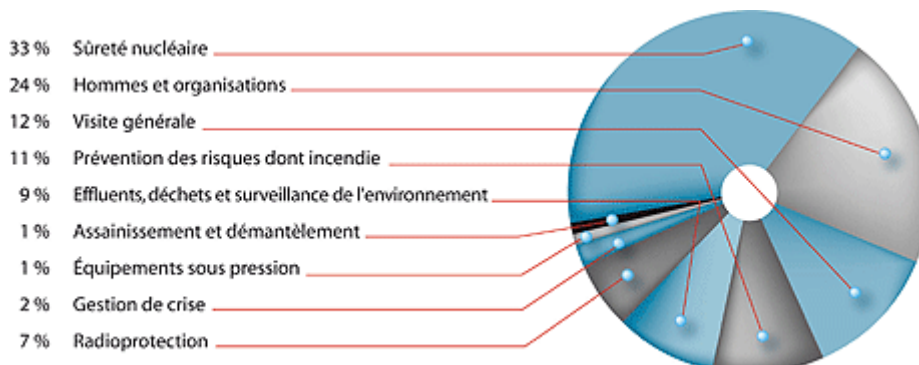
Les inspecteurs de la radioprotection de l'ASN contrôlent l'utilisation des rayonnements ionisants notamment dans l'industrie et le domaine médical.

### *Inspections dans le domaine de la sûreté nucléaire*

En 2005, 724 inspections ont été menées par l'ASN, dont 192 à caractère inopiné.



Répartitions des inspections 2005 dans le domaine de la sûreté par type d'exploitant



Répartition des inspections des INB réalisées en 2005 par thématique

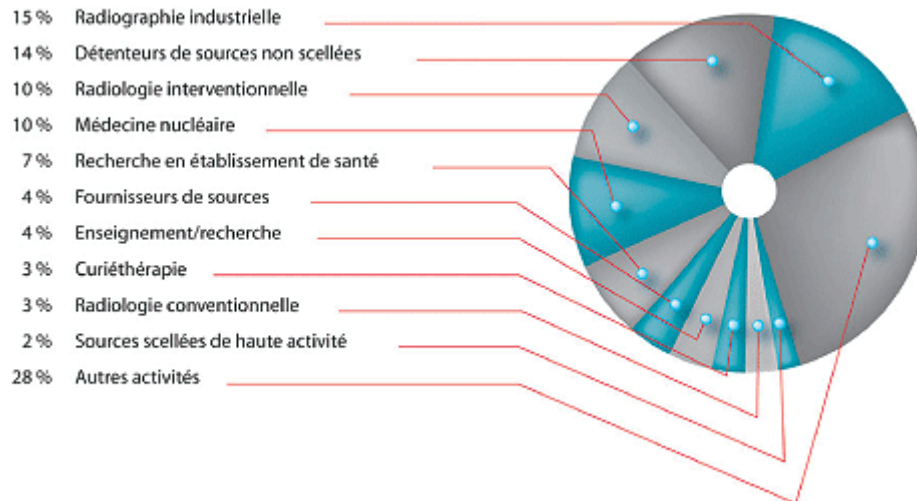
### *Inspections dans le domaine du nucléaire de proximité*

Dans le domaine du nucléaire de proximité (domaine médical, industriel ou de la recherche), 557 visites ont été menées auprès des utilisateurs de rayonnements ionisants en 2005 : 215 visites dans



le domaine médical et 342 visites dans les domaines industriel et de la recherche (dont 78 visites consacrées aux gammagraphistes).

En 2006, les contrôles se sont poursuivis et ont été renforcés avec la mise en place d'un programme initial de 521 inspections, dont la priorité a été définie par l'ASN en fonction des risques d'exposition les plus importants.



Programme prévisionnel d'inspections en 2006 : répartition par type d'activité

## Les organismes agréés

L'ASN s'appuie également, pour réaliser certains contrôles, sur des organismes agréés qui participent également à la veille en matière de sûreté nucléaire ou de radioprotection. C'est en particulier le cas pour contrôler les équipements sous pression spécialement conçus pour les installations nucléaires. C'est également le cas pour le contrôle technique des sources et appareils émetteurs de rayonnements ionisants, des dispositifs de protection et d'alarme, des instruments de mesure ainsi que pour les contrôles d'ambiance radiologique des postes de travail ou pour les modalités de gestion des sources radioactives, des déchets et des effluents radioactifs.

Les conditions de délivrance des agréments sont parfaitement définies. En particulier, les organismes sont tenus de réaliser leur activité dans des conditions techniques, organisationnelles et déontologiques très strictes et régulièrement vérifiées.

**Pour en savoir plus :**

## Sûreté nucléaire et inspections : un contrôle à plusieurs niveaux

Un programme prévisionnel d'inspections est établi annuellement par l'ASN. Les thèmes abordés tiennent compte des inspections déjà effectuées, de la connaissance des installations par le niveau régional de l'ASN et de l'état d'avancement des sujets techniques en discussion entre l'ASN et les exploitants. Chaque année des thèmes nationaux prioritaires et une répartition adéquate entre sites sont définis par l'ASN. Ces éléments ne sont pas connus des exploitants.

Les inspections sont soit annoncées à l'exploitant quelques semaines avant la visite, soit inopinées. Elles se déroulent principalement sur les sites nucléaires, mais également dans les bureaux des services techniques des exploitants et des sous-traitants.

L'ASN met en œuvre six types d'inspections :

- les inspections courantes ;
- les inspections renforcées, sur des thèmes présentant des difficultés techniques particulières et normalement pilotées par des inspecteurs confirmés ;
- les inspections de revue, qui se déroulent sur plusieurs jours en mobilisant toute une équipe d'inspecteurs et ont pour objet de procéder à des examens approfondis sur des sujets préalablement identifiés ;



- les inspections avec prélèvements et mesures, qui permettent d'assurer sur les rejets un contrôle par sondage indépendant de l'exploitant ;
- les inspections réactives, menées à la suite d'un événement particulièrement significatif ;
- les inspections de chantier, qui permettent d'assurer une présence importante de l'ASN sur les sites à l'occasion des arrêts de tranche des REP ou de travaux particuliers notamment en phase de démantèlement.

## **Nucléaire de proximité et inspections : une montée en puissance**

Dans le domaine du nucléaire de proximité, l'ASN définit son organisation en matière de contrôle en basant son action de façon proportionnée aux enjeux sanitaires vis-à-vis du risque lié aux rayonnements ionisants et de manière cohérente avec l'action des autres services d'inspections. Compte tenu du nombre d'installations et d'activités nucléaires concernées (plus de 50 000) et de la récente attribution du contrôle dans ce domaine par l'ASN, le travail d'identification des activités présentant de réels enjeux en termes de radioprotection se poursuit. Pour une meilleure efficacité, l'action est organisée sur la base :

- d'inspections systématiques des activités nucléaires à enjeu sanitaire fort ou moyen selon une fréquence à déterminer ;
- d'inspections portant sur une part restreinte des utilisateurs pour les autres activités nucléaires ;
- de contrôles internes systématiques sur tout le parc par les organismes auxquels un agrément a été délivré.

Le programme d'inspections de l'ASN porte sur une partie réduite du parc (principe du sondage) ciblée notamment à partir des résultats des contrôles réalisés par les organismes agréés ou des informations recueillies par d'autres canaux (retour d'expérience des visites de repérage, fréquence d'incidents, modifications importantes des installations, remontée des informations dosimétriques...). Des priorités nationales peuvent également être définies annuellement en liaison avec la Direction des relations du travail du ministère chargé du travail (DRT) et l'Inspection générale des affaires sociales (IGAS). Ces priorités permettront de mener des actions ciblées sur des thèmes ou des activités nucléaires spécifiques.

Par ailleurs, des inspections réactives peuvent être réalisées à la suite d'incidents. Plusieurs visites ont ainsi été réalisées conjointement avec l'inspection des installations classées et l'inspection du travail.

Cette organisation du contrôle se développe de façon progressive en fonction notamment de la mise en place des équipes d'inspecteurs de la radioprotection.

## **Panorama des activités contrôlées**

Le champ de contrôle de l'ASN est l'un des plus importants et des plus diversifiés au monde. Il regroupe notamment :

- 58 réacteurs nucléaires qui participent à la production de la majorité de l'électricité consommée en France ;
- l'ensemble des installations du cycle du combustible, de l'extraction et de l'enrichissement du combustible à son retraitement ;
- des installations de recherche ou des usines ;
- plusieurs milliers d'installations ou d'activités dans lesquelles sont utilisées des sources de rayonnements ionisants à des fins médicales, industrielles ou de recherche ;
- plusieurs centaines de milliers d'expéditions de matières radioactives réalisées annuellement sur le territoire national.

L'ASN contrôle également depuis 1997 la sûreté des transports de matières radioactives.

## Les centrales nucléaires françaises

Les 19 centrales nucléaires exploitées par Electricité de France (EDF), qui servent à produire la quasi totalité de l'électricité, sont au cœur de l'industrie nucléaire française. Une particularité est leur standardisation, avec un nombre important de réacteurs technologiquement proches.

Les 19 centrales nucléaires françaises en exploitation sont de conception identique. Elles comportent chacune de 2 à 6 réacteurs à eau sous pression du même type, pour un total de 58 réacteurs.

Les centrales nucléaires se répartissent, selon leur puissance électrique produite, en 3 catégories appelées "paliers":

- le palier 900 MWe ;
- le palier 1300 MWe ;
- le palier N4.

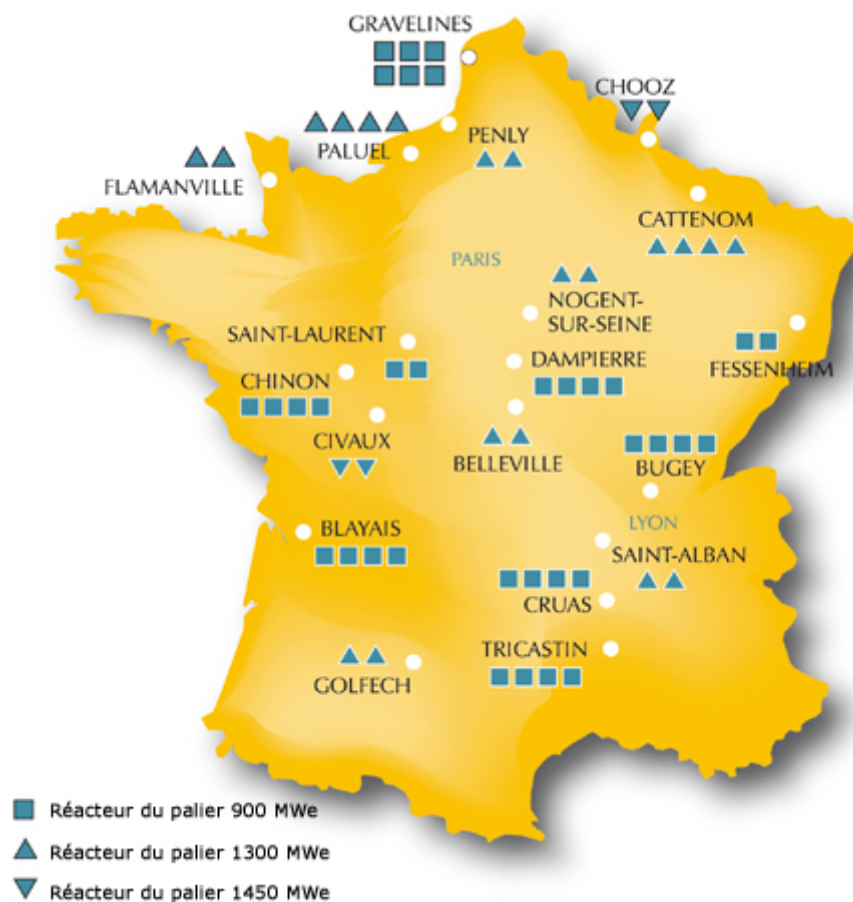
Parmi les 34 réacteurs de 900 MWe, on considère :

- le palier CP0, constitué des deux réacteurs de Fessenheim et des quatre réacteurs du Bugey (réacteurs 2 à 5) ;
- le palier CPY, constitué des autres réacteurs de 900 MWe, qu'on peut subdiviser en CP1 (18 réacteurs à Dampierre, Gravelines, au Blayais et au Tricastin) et CP2 (10 réacteurs à Chinon, Cruas et Saint-Laurent-des-Eaux).

Parmi les 20 réacteurs de 1300 MWe, on distingue :

- le palier P4, constitué des 8 réacteurs de Paluel, Flamanville et Saint-Alban ;
- le palier P'4, constitué des 12 réacteurs de 1300 MWe les plus récents à Belleville, Cattenom, Golfech, Nogent et Penly.

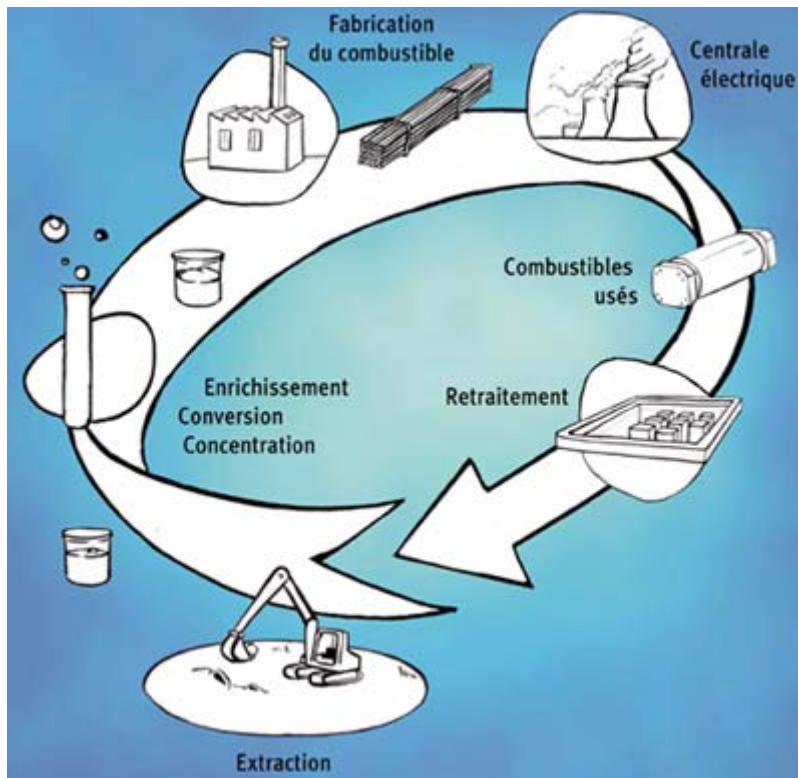
Enfin, le palier N4 est constitué de 4 réacteurs de 1450 MWe : deux sur le site de Chooz, et deux sur le site de Civaux.



Les centrales nucléaires françaises

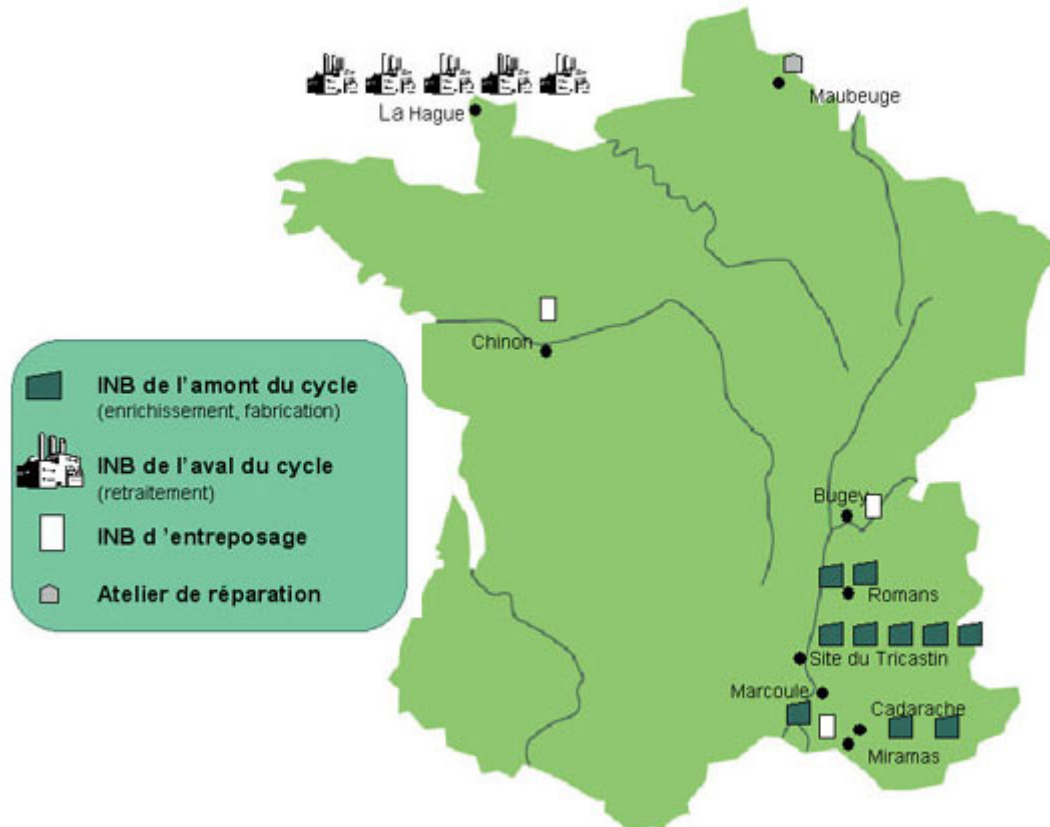
## Le cycle du combustible

La fabrication du combustible, puis le retraitement de celui-ci à l'issue de son passage dans les réacteurs nucléaires, constituent le cycle du combustible. Le cycle débute avec l'extraction du minerai d'uranium et s'achève avec le stockage des divers déchets radioactifs provenant des combustibles irradiés ou de l'ensemble des opérations industrielles mettant en œuvre des matières radioactives.



Le cycle du combustible

## Les installations françaises du cycle du combustible



Carte de France des installations du cycle du combustible

Le minerai d'uranium est extrait, puis purifié et concentré sous forme de « yellow cake » sur les sites miniers. Les installations en cause mettent en œuvre de l'uranium naturel dont la teneur en uranium 235 est de l'ordre de 0,7 %. Elles ne sont pas réglementées au titre des installations nucléaires de base.

Préalablement à l'enrichissement, le concentré solide est transformé en hexafluorure d'uranium gazeux au cours de l'opération dite de conversion. Cette opération est réalisée par les établissements **Comurhex** de **Malvési** (Aude) et de **Pierrelatte** (Drôme).

Dans l'usine **Eurodif** du **Tricastin**, l'hexafluorure d'uranium est séparé par un procédé de diffusion gazeuse en deux flux, l'un relativement riche en uranium 235, l'autre appauvri.

L'hexafluorure d'uranium enrichi est ensuite transformé en oxyde d'uranium pour permettre la fabrication des assemblages de combustible dans les usines de **FBFC**.

Les assemblages sont alors introduits dans le cœur du réacteur où ils délivrent de l'énergie par fission des noyaux d'uranium 235, énergie nécessaire à la production d'électricité.

Après une période de l'ordre de trois ans, le combustible utilisé est extrait du réacteur pour refroidir en piscine, d'abord sur le site de la centrale, puis dans l'usine de retraitement **COGEMA de La Hague**.

Dans cette usine, l'uranium et le plutonium des combustibles usés sont séparés des produits de fission et des autres actinides. L'uranium et le plutonium sont conditionnés en vue de leur entreposage pour une réutilisation ultérieure. Les déchets radioactifs sont stockés en surface, pour les moins actifs d'entre eux, ou entreposés dans l'attente d'une solution définitive de stockage.

Le plutonium issu du retraitement peut être utilisé pour fabriquer du combustible pour les réacteurs à neutrons rapides (comme ce fut le cas à l'ATPu de Cadarache) ou du combustible MOX (mélange d'oxydes d'uranium et de plutonium), utilisé dans des REP de 900 MWe du parc français, dans l'usine MELOX de Marcoule.

La grande majorité des usines du cycle fait partie du **groupe AREVA**, qui comprend principalement les groupes AREVA-NC (ex COGEMA) et AREVA-NP (ex Framatome-ANP).

## Les installations nucléaires de recherche et les autres installations nucléaires

## Les principales installations françaises

Les installations nucléaires de recherche et les "autres" installations nucléaires, c'est-à-dire autres que les centrales nucléaires et les installations du cycle du combustible, couvrent :

- l'ensemble des installations nucléaires de base de la partie civile du Commissariat à l'énergie atomique (CEA) :
  - centre d'études de Cadarache
  - centre d'études de Fontenay-aux-Roses
  - centre d'études de Grenoble
  - centre d'études de Saclay
  - centre d'études de la Vallée du Rhône
  - le réacteur Phénix
  - les installations de traitement des effluents et des déchets
- les installations nucléaires de base d'autres organismes de recherche :
  - LURE (Laboratoire pour l'utilisation du rayonnement électromagnétique à Orsay),
  - GANIL (Grand accélérateur national d'ions lourds à Caen),
  - réacteur à haut flux de l'Institut Laue-Langevin (RHF à Grenoble),
  - les installations de l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN, près de la frontière franco-suisse),
  - le projet ITER (Cadarache)
- les installations industrielles d'ionisation (Dagneux, Marseille, Pouzauges, Sablé-sur-Sarthe) ;
- les ateliers de maintenance :
  - SOMANU (Maubeuge),
  - SOCATRI (Bollène),
  - BCOT (Bollène) ;
- l'atelier des matériaux irradiés (AMI à Chinon) ;
- les magasins interrégionaux de combustibles (MIR au Bugey et à Chinon) ;
- l'installation d'incinération et de fusion de déchets (CENTRACO à Codolet).

## Les activités radiologiques et biomédicales

Depuis leur découverte depuis plus d'un siècle, l'utilisation à des fins médicales des rayonnements ionisants est l'une de leurs principales applications. La médecine met en effet en œuvre, tant pour le diagnostic que pour la thérapie, diverses sources de rayonnements.

Si l'intérêt et l'utilité de ces applications sont établis de longue date, elles représentent, après l'exposition naturelle, la première source d'exposition d'origine artificielle. C'est la raison pour laquelle l'utilisation médicale des rayonnements ionisants est soumise à un encadrement réglementaire important.

Les installations médicales contrôlées par l'ASN sont :

- les installations de radiologie médicale et dentaire ;
- les appareils de scanographie ;
- les installations de radiothérapie externe ;
- les unités de curiethérapie ;
- les unités de médecine nucléaire ;
- les irradiateurs de produits sanguins.

## Les installations et activités contrôlées

Chiffres clés 2005 :

- radiologie médicale : 15 973
- radiologie dentaire : 33 300
- scanners : 754
- installation de radiothérapie : 359 accélérateurs de particules et 34 appareils de télégammathérapie
- curiethérapie : 102 unités
- médecine nucléaire : 288 unités
- irradiateurs de produits sanguins : 29.

### Action de l'ASN

Les contrôles de radioprotection ont pour but d'évaluer régulièrement la sécurité radiologique des installations mettant en œuvre des sources de rayonnements ionisants afin d'en vérifier le niveau au regard de la réglementation en vigueur, et si besoin de le renforcer.

Dans le domaine des applications médicales, l'ASN procède ou fait procéder par des organismes agréés à des contrôles de radioprotection des installations de radiologie, radiothérapie, curiethérapie, médecine nucléaire et d'irradiateurs de produits sanguins.

Les contrôles réalisés directement par l'ASN dans les installations de radiothérapie, de curiethérapie et de médecine nucléaire s'inscrivent dans le cadre des procédures de délivrance (contrôles avant mise en service) ou de renouvellement (contrôles périodiques) des autorisations de détention et d'utilisation des sources de rayonnements.

L'ASN délivre des autorisations pour :

- l'utilisation des scanners ;
- la détention et utilisation de radioéléments ou de produits ou appareils en contenant à des fins médicales, d'analyse biologique ou de recherche biomédicale : médecine nucléaire, télégammathérapie, curiethérapie ;
- l'utilisation d'installations de radiothérapie produisant des rayonnements à partir d'un générateur électrique : accélérateurs de particules de radiothérapie.

En outre, l'ASN contrôle les installations en fonctionnement, dans le cadre de son programme annuel d'inspection.

### Le transport de matières radioactives

Lors du transport de matières radioactives ou fissiles, les risques essentiels sont ceux d'exposition interne ou externe, de criticité ou de nature chimique.

La sûreté du transport des matières radioactives s'appuie sur une logique de défense en profondeur :

- le colis, constitué par l'emballage et son contenu, est la première ligne de défense. Il joue un rôle essentiel et doit résister aux conditions de transport envisageables ;
- le moyen de transport et sa fiabilité constituent la deuxième ligne de défense ;
- enfin, la troisième ligne de défense est constituée par les moyens d'intervention mis en œuvre face à un incident ou un accident.

La responsabilité première de la mise en œuvre de ces lignes de défense repose sur l'expéditeur.

Le contrôle du transport des matières radioactives et fissiles à usage civil incombe à l'ASN depuis juin 1997. Celui du transport de matières radioactives ou fissiles intéressant la défense nationale relève du délégué à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les activités et installations intéressant la défense (DSND).

Dans le domaine du transport des matières radioactives, l'ASN a en charge :

- l'élaboration de la réglementation technique ;
- l'analyse des dossiers de sûreté ;
- l'inspection et le contrôle sur le terrain ;
- l'organisation de crise en cas d'accident ;
- l'information du public.

