

Les rayonnements ionisants et le radon

Faits marquants

- Les rayonnements ionisants sont émis à partir de la transformation d'atomes instables. Ils sont des particules (alpha, bêta, neutrons) ou des rayonnements électromagnétiques (rayons X et gamma utilisés en médecine). C'est la radioactivité.
- Les rayonnements ionisants comprennent le rayonnement naturel (cosmique venant de l'espace, tellurique venant de la croûte terrestre) et artificiel (radiographies médicales, essais d'armes nucléaires, installations nucléaires, *etc.*).
- Les examens médicaux et le gaz radon sont les sources d'expositions, artificielle et naturelle, les plus importantes (41 % et 34 % de l'exposition annuelle à la radioactivité).
- Le danger des rayonnements est fonction de la dose reçue. A de fortes doses, les rayonnements peuvent affecter gravement la santé humaine : atteinte de la moelle osseuse, stérilité, malformations congénitales, cancers. Aux faibles doses, des incertitudes demeurent sur les possibles effets cancérogènes.
- Par voie inhalée, le radon est un cancérigène certain pour l'homme. En 2000, 30 départements ont été reconnus à risque (Loire, Ardèche, et Savoie en Rhône-Alpes).
- La gestion des risques liés aux rayonnements ionisants repose préalablement sur des mesures métrologiques, pour évaluer les expositions, puis la mise en place de mesures informatives sur les risques et préventives sur les possibilités de s'en soustraire.

Contexte

Tous les éléments de la nature, notre corps lui-même, sont constitués d'atomes. Certains atomes sont stables et restent indéfiniment identiques à eux-mêmes. D'autres sont instables et expulsent à un moment donné une partie de la matière qu'ils contiennent, par désintégration*, en émettant de l'énergie. C'est la radioactivité*. On dit qu'ils émettent des rayonnements ionisants. Les rayonnements émis se présentent sous la forme de particules (alpha, bêta, neutrons) ou de rayonnements électromagnétiques (rayons X et gamma utilisés en médecine). Ils sont appelés ionisants parce que l'énergie générée est suffisamment importante pour casser les molécules de la matière vivante. Des effets biologiques en résultent, pouvant induire des lésions cellulaires et tissulaires¹. L'ensemble des populations vit au milieu des rayonnements émis par les atomes radioactifs (radioéléments*) qui se transforment. On distingue des sources de radioactivité naturelle ou artificielle.

La radioactivité naturelle s'articule autour du rayonnement cosmique (venant de l'espace), du rayonnement tellurique (issu de l'écorce terrestre avec l'uranium, le radon, *etc.*) et des éléments radioactifs cosmogéniques (formés à partir du rayonnement cosmique). Ainsi, parmi les 340 atomes présents dans la nature, 70 sont radioactifs et sont présents dans tous les milieux de l'environnement².

La radioactivité artificielle est créée par l'homme et elle dissémine dans l'environnement des éléments radioactifs (radiographies médicales, essais d'armes nucléaires, installations nucléaires, *etc.*)³.

En 2004, le Plan national santé environnement aborde la problématique des rayonnements ionisants uniquement à travers le radon dans l'habitat. Il prévoit par son action 17 de «réduire l'exposition au radon dans les bâtiments à usage d'habitation et mieux évaluer le risque»⁴ [Cf. « L'habitat et l'air intérieur »].

Sources d'exposition / Pollution

Irradiation d'origine naturelle

Les rayons cosmiques

Ils proviennent de l'espace extraterrestre et en particulier du soleil. L'atmosphère et le champ magnétique terrestre constituent des écrans naturels et de ce fait les niveaux de rayonnement sont moins importants à basse altitude.

Le rayonnement des sols

On parle d'irradiation tellurique, issue de la désintégration des radioéléments naturellement présents dans l'écorce terrestre (potassium, uranium, radon, *etc.*). Il s'agit essentiellement d'un rayonnement de type gamma (γ) (radium 226) mais aussi de rayons alpha (α) ou bêta (β) (potassium 40, radon). Le rayonnement dépend de la nature des terrains. Il est trois fois plus fort dans les terrains granitiques que dans les terrains sédimentaires². Les radioéléments concernés sont le thorium 232, l'uranium 235, 238, et leurs descendants, le potassium 40 et le carbone 14. Le radon 222 est un gaz radioactif qui provient de la désintégration de l'uranium naturellement présent dans tous les sols. Il est présent partout, dans toutes les habitations, à des teneurs variables selon la géologie et le type d'habitat⁵. Sa concentration est essentiellement le fait de la présence de sous-sols granitiques ou volcaniques. A partir des sols et parfois de l'eau dans laquelle il peut se trouver dissous, le radon diffuse dans l'air. Sa concentration dans l'air dépend de la nature du terrain et des conditions météorologiques². Elle est très faible en atmosphère libre. En revanche, en atmosphère confinée, comme à l'intérieur de bâtiments, le radon s'accumule et émet des produits radioactifs de désintégration. Sa présence dans les bâtiments résulte de son taux de formation dans le sol sur lequel s'élève la construction mais aussi et surtout des caractéristiques de l'enveloppe du bâtiment en contact avec le sol (fissures, porosité, trous, *etc.*) et de la différence de pression entre le sol et l'intérieur du bâtiment^{6,7}.

Les eaux de boisson et les aliments

Tous les aliments que nous mangeons, tous les liquides que nous buvons et même l'air que nous respirons contiennent des matières radioactives naturelles qui sont, soit présentes depuis l'origine du globe, soit générées par le

bombardement cosmique (éléments dits cosmogéniques tels que le carbone 14, le potassium 40, le radium, *etc.*)².

Irradiation d'origine artificielle

Les rayonnements médicaux

Les rayonnements ionisants sont utilisés en médecine à des fins diagnostiques ou thérapeutiques dans le cadre de radiographie, radiothérapie, marquage de cellules, injection radioactive, *etc.* Utilisés aussi pour la stérilisation, ils détruisent à froid certains microorganismes (bactéries, moisissures), et sont utilisés par exemple dans la stérilisation d'appareils chirurgicaux.

Les accidents nucléaires

Divers accidents se sont produits dans le monde que ce soit au cours de la fabrication d'armes atomiques (Russie), ou dans le cycle de l'énergie nucléaire (Ukraine, États-Unis, Grande-Bretagne). La contamination est généralement restée limitée à l'exception de l'accident de Tchernobyl où les pays d'Europe ont été contaminés par du césium 137 et de l'iode 131, à grande distance de l'installation⁷.

Les essais nucléaires

Ils ont eu lieu à l'air libre entre les années 1945 à 1996 (signature en France du traité d'interdiction totale des essais nucléaires le 26 septembre 1996). Les radioéléments formés sont retombés sur la totalité de la planète et bon nombre sont encore présents actuellement à la surface du globe. Aujourd'hui, par exemple, on continue d'être exposé au césium 137 provenant des essais nucléaires atmosphériques des années 1960⁷.

Autour des installations nucléaires

Il s'agit d'installations dans lesquelles sont manipulés des radioéléments (centrales de production d'électricité, usines de retraitement de combustibles nucléaires, de fabrication d'armes atomiques, des réacteurs de recherche, des centres de stockage des déchets nucléaires, *etc.*). Il existe en Rhône-Alpes 34 installations nucléaires de base (INB), dont 4 centres de production d'électricité (Bugey, Saint-Alban, Cruas et Tricastin)⁸. Quant aux déchets radioactifs, en 2004 dans la région, ce sont 6 670 tonnes qui ont été produits, dont une

partie a été réutilisée comme combustible⁸. Ces installations sont soumises à une stricte surveillance.

Les sites pollués

De nombreux sites industriels désaffectés, contaminés à l'occasion de processus variés ont été répertoriés en France [Cf. «*Les sols*»]. Il peut s'agir d'anciennes usines d'extraction de radium, de mines d'uranium, d'usines de fabrication de peintures au radium pour l'horlogerie (cadrons de montres), d'usines de fabrication de pierres à briquet ou de paratonnerres ou encore de matériaux radioactifs utilisés dans des laboratoires, des centres de recherche ou à des fins de construction^{2,7}. L'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (ANDRA) a ainsi répertorié 1 350 sites contaminés en France².

D'autres activités

Les rayonnements ionisants sont aussi utilisés dans de nombreux autres domaines :

- dans les laboratoires de recherche et dans l'industrie : radiographie des matériaux, peintures luminescentes ;
 - dans les musées : datation au carbone 14 des œuvres d'art et des vestiges du passé ;
 - dans la vie courante : détecteurs d'incendie, *etc.*
- Enfin, l'utilisation de certains matériaux naturels peut être une source de radioéléments non négligeable (sables pour céramiques ou lentilles optiques, thorium pour la métallurgie, activité minière, *etc.*).

Il existe trois unités de mesure utilisées dans le domaine des rayonnements ionisants³:

Le becquerel (Bq) mesure l'intensité d'une source radioactive. Il correspond à une désintégration d'un atome par seconde.

Le gray (Gy) mesure la quantité de rayonnement absorbée par un individu ou un objet exposé.

Le sievert (Sv) mesure l'effet biologique produit sur l'individu par le rayonnement absorbé (on parle de dose efficace).

Exposition et effets sur la santé

L'exposition environnementale aux rayonnements ionisants peut s'opérer par inhalation, ingestion et contact cutané direct avec des radioéléments, mais également sans contact direct^{2,7}.

On distingue deux modes d'exposition :

- L'exposition externe : l'homme se trouve exposé à des sources de rayonnements extérieures (substances radioactives sous forme de nuage ou de dépôt sur le sol, sources à usage industriel ou médical, *etc.*). L'exposition cesse dès que l'on n'est plus sur la trajectoire des rayonnements (cas par exemple d'une radiographie du thorax et de la radiothérapie médicale).
- L'exposition interne (ou contamination interne) est possible lorsque des substances radioactives se trouvent à l'intérieur de l'organisme. Les radioéléments ont pu pénétrer par inhalation, par ingestion, par blessure de la peau, et se distribuent ensuite dans l'organisme. L'exposition ne cesse que si les substances radioactives disparaissent de l'organisme.

La totalité de la population française est exposée à des rayonnements ionisants. On

estime que la répartition de l'exposition moyenne de la population est de 41% pour les radiations médicales (radiodiagnostic), 34 % pour le radon, 11 % pour le rayonnement des sols, 7 % pour les rayons cosmiques, 6 % pour l'eau et les aliments et 1 % pour les sources d'origine anthropique (essais nucléaires, industrie nucléaire, conséquences de l'accident de Tchernobyl, *etc.*)⁷. Les examens médicaux et le radon sont donc les sources d'expositions, artificielle et naturelle, les plus importantes. L'exposition des populations connaît une grande variabilité individuelle selon le lieu d'habitation et le nombre d'examen radiologiques subis. Elle est répartie de façon inégale sur le territoire.

Les effets sanitaires consécutifs à ces expositions sont dits déterministes ou probabilistes^{2,7}.

Les effets déterministes résultent d'irradiation importante et surviennent de façon certaine, généralement dans un délai bref après l'exposition. Leur gravité dépend de la dose et il existe une dose seuil en deçà de laquelle aucun effet n'existe. Les principaux effets

déterministes touchent la moelle osseuse (aplasie médullaire), les yeux (kératite, blépharite, conjonctivite, cataracte), la peau (brûlures), les muqueuses, les os (nécrose), l'appareil reproducteur (stérilité) et le développement fœtal (malformations)². Ils peuvent être mortels ou laisser des séquelles. Ils surviennent généralement à des doses élevées, non observées dans des conditions environnementales classiques⁷. Un exemple d'effet déterministe, ciblé sur un organe, est la radiothérapie.

Les effets probabilistes résultent d'irradiation d'intensité beaucoup plus faible. Leur probabilité de survenue augmente en fonction de la dose. Ces effets se traduisent par des cancers divers (leucémies, lymphomes, sarcomes osseux, cancers bronchopulmonaires, et cancers cutanés) et de façon incertaine par des malformations congénitales, des troubles de la reproduction et des modifications génétiques⁷.

Irradiation d'origine naturelle

La population est continuellement exposée au rayonnement de fond émanant naturellement du sol, des roches, des matériaux de construction, de l'atmosphère, des aliments, *etc.* Parmi les sources d'exposition, on a, par ordre d'importance : le radon, le rayonnement dû aux radioéléments présents dans les sols, les eaux de boisson, les aliments et les rayons cosmiques⁷. Pour le radon (qui constitue le tiers de notre exposition annuelle à la radioactivité), l'exposition est principalement résidentielle [*Cf. « L'habitat et l'air intérieur »*]. Comme il s'agit d'un gaz, la contamination se fait par inhalation. En l'état actuel des connaissances, c'est exclusivement par cette voie que le radon présente un risque pour la santé. Les éléments radioactifs, liés aux particules de l'air, sont inhalés et se déposent à plusieurs niveaux de l'arbre bronchique, jusqu'à atteindre les couches superficielles des cellules qui tapissent l'intérieur des bronches et des bronchioles⁹. Les dommages sont sources de mutations et le lien avec la survenue de cancer du poumon a été montré¹⁰. Le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) a classé le radon comme cancérigène certain pour l'homme (groupe 1). L'application des études internationales au cas français conduit à estimer que le radon serait responsable de 10 à 30 % des décès par cancer du poumon en France. Une récente étude

montre que 2,2 à 12,4 % des cancers du poumon en France pourraient être attribués au radon intérieur en France¹¹. Ceci en fait le deuxième facteur de risque connu de ce cancer, après le tabac¹⁰. Au 1er janvier 2000, ce sont 30 départements qui étaient reconnus à risque radon en France, dont la Loire, l'Ardèche, et la Savoie en Rhône-Alpes. En 2003, dans la région, le département du Rhône s'ajoute à la liste des zones identifiées à risque.

En 1995-1996, une campagne de mesure menée par la Direction départementale des affaires sanitaires et sociales (DDASS) du Rhône situait la concentration moyenne départementale (105 Bq/m³) au dessus de la moyenne nationale (66 Bq/m³). Huit communes, dont cinq dans l'ouest du département, présentaient des teneurs supérieures au seuil de précaution et d'alerte, soit 400 Bq/m³¹².

Dans le cas des eaux de boisson et des aliments, l'exposition a lieu par ingestion. La contamination est due généralement à du potassium 40 ou à des radioéléments provenant de la chaîne de désintégration de l'uranium⁷. Il y a en moyenne dans l'organisme humain 90 µg (microgrammes) d'uranium qui proviennent de l'air, de l'eau et des aliments absorbés (66 % dans le squelette, 16 % dans le foie, 8 % dans les reins et 10 % dans les autres tissus). Les doses ingérées restent importantes à surveiller dans la mesure où l'uranium est potentiellement chimiotoxique et radiotoxique et qu'il peut s'attaquer aux reins et aux poumons¹³.

Concernant les rayons cosmiques, l'exposition est variable suivant le lieu. La dose reçue double, par exemple, à chaque fois que l'on s'élève de 1500 mètres. Les voyages en avion occasionnent donc un surcroît d'exposition⁷. Les recherches menées jusqu'ici n'ont cependant pas fait état de répercussions importantes sur la santé des passagers ou des membres d'équipage.

Irradiation d'origine artificielle

Les expositions médicales

A côté des irradiations thérapeutiques utilisées par exemple dans le traitement des cancers, le radiodiagnostic comprend les radiographies classiques, les scanners, l'imagerie par résonance magnétique (IRM) mais aussi l'injection de produits radioactifs comme par exemple le technétium pour l'exploration des fonctions pulmonaires. On compte aujourd'hui près de 50 000 examens par an et des hypothèses sont soulevées sur la possibilité

d'éventuels cancers radio-induits (sein, thyroïde)^{14,15}.

Les accidents et les essais nucléaires

S'il demeure encore aujourd'hui des taches de contamination de par le monde, les doses qui résultent pour le public des accidents nucléaires (à l'exception des zones riveraines de Tchernobyl) ne sont pas à l'origine d'effets mesurables en santé publique⁷. Pour les essais nucléaires, à l'heure actuelle, seul un essai américain est connu pour avoir conduit à une exposition accidentelle assez considérable, à un mélange d'iodes radioactifs, des habitants des îles Marshall en 1954⁷. L'observation des habitants des îles et des populations touchées par les retombées de Tchernobyl a fourni des indications sur le risque de cancer de la thyroïde⁷.

Les sites pollués

Les populations vivant à proximité de ces lieux peuvent être contaminées par l'air, l'eau, les sols. L'exposition concerne les passants, visiteurs, ou occupants des sites pollués, des maisons ou écoles construites sur ces sites. Les doses reçues sont relativement limitées et les effectifs des populations sont généralement faibles de telle sorte que les excès de risque de cancers ne sont pas observables. En Rhône-Alpes, il existe d'anciens sites d'extraction d'uranium, dont plusieurs sont situés à proximité des anciennes mines du Forez (Saint-Priest-la-Prugne, Noirétable, etc.) et où des stériles de mines ont notamment été réutilisés en remblaiement.

Autour des installations nucléaires

Le risque d'exposition concerne les personnes habitant au voisinage des installations. De nombreuses études ont été conduites sur le

risque de leucémies autour de ces installations. Actuellement, un consensus scientifique existe pour rejeter une association causale entre ces cas de leucémie en excès et les expositions dues à des installations nucléaires^{7,16} [Cf. «*Les sols*»]. En Rhône-Alpes, une étude sur la prévalence des malformations congénitales survenant à proximité des centrales nucléaires a été menée à partir du registre France-Centre-Est des malformations sur la période 1979-2002¹⁷. Cette étude n'a pas mis en évidence de risque accru de malformations à proximité des centrales. Néanmoins, un excès de risque a été mis en évidence pour les populations de communes rurales de zones situées entre 5 et 10 kilomètres d'une centrale. Toutefois les auteurs concluent que l'on ne peut pas écarter l'effet du hasard, ou éventuellement le rôle d'autres facteurs, les pesticides par exemple.

Au final, on peut dire que les connaissances sur les liens entre rayonnements ionisants et les cancers de la thyroïde et du sein sont à consolider. Au niveau national, l'Institut de veille sanitaire (InVS) a renforcé la surveillance épidémiologique des cancers thyroïdiens et devrait permettre d'explicitier les rôles des différents facteurs suspectés¹⁸. En Rhône-Alpes, la création récente d'un registre régional des cancers thyroïdiens devrait aussi apporter des réponses¹⁹. A ce jour, il n'existe donc pas de preuve d'effet cancérigène sur la population générale pour de faibles doses de rayonnements ionisants. Seule l'association entre cancer du poumon et radon est montrée pour de fortes expositions et elle demande à être confirmée en exposition résidentielle. Des études épidémiologiques supplémentaires sont donc nécessaires pour améliorer la connaissance et quantifier ce risque dans la population générale, notamment concernant le radon dans l'habitat²⁰.

Aspects réglementaires

Le radon

- Circulaire en date du 27 janvier 1999 émise sur les recommandations du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSHPF) et de la Direction générale de la santé (DGS), demandant aux préfets des départements concernés par le risque radon d'établir un plan d'action comportant :
 - des mesures systématiques dans les

bâtiments recevant du public (le propriétaire peut effectuer les mesures lui-même, ou faire appel à des bureaux d'études spécialisés pour ce genre de mesure) ;

- une campagne d'information des populations.

Cette circulaire détermine des actions à engager dans les bâtiments selon les résultats des mesures de radon :

- valeurs comprises entre 400 et 1000 Bq/m³, actions correctrices simples ;
- valeurs inférieures au seuil de précaution de 400 Bq/m³, pas d'actions correctrices ;
- valeurs supérieures au seuil d'alerte de 1000 Bq/m³, actions correctrices obligatoires.

Pour Rhône-Alpes, une démarche régionale portant sur la mise en œuvre du plan d'action a été engagée. Une première étape a été concrétisée par l'élaboration d'une cartographie du risque radon.

- Articles R.1333-15, R. 1333-16 et L.1333-10 du Code de la santé publique.
- Arrêté du 22 juillet 2004 relatif aux modalités de gestion des risques liés au radon dans les lieux recevant du public.
- Avis du 22 février 2005 relatif à la note d'information technique définissant les actions à mettre en œuvre sur les bâtiments pour la gestion du risque lié au radon pris en application de l'article 9 de l'arrêté du 22 juillet 2004.
- Arrêté du 14 avril 2006 relatif aux conditions d'agrément d'organismes habilités à procéder aux mesures d'activité volumique du radon dans les lieux ouverts au public.
- Arrêté du 25 juillet 2006 portant agrément d'organismes habilités à procéder aux mesures d'activité volumique du radon dans les lieux ouverts au public.

La radioprotection

- Loi du 19 juillet 1976 (n° 76-663) relative aux Installations Classées pour la Protection de l'Environnement.
- Loi du 30 décembre 1991 (n°92-646)

relative aux recherches sur la gestion des déchets radioactifs.

Les déchets de haute activité et à vie longue sont entreposés dans des piscines ou des puits ventilés, la pérennité de ces procédés faisant l'objet d'études, sous la coordination du CEA et de l'ANDRA.

- Décret du 4 avril 2002 relatif à la radioprotection générale de la population.
- Décret du 24 mars 2003 relatif à la protection des patients exposés à des rayonnements ionisants à des fins médicales et médicolégales.
- Décret du 31 mars 2003 sur les interventions en situation d'urgence radiologique et en cas d'exposition durable de la population.
- Décret du 11 décembre 1963 modifié (n° 63-1228). Il concerne les réacteurs nucléaires, les accélérateurs de particules, les usines de séparation ou de fabrication des substances radioactives et les installations destinées au stockage au dépôt ou à l'utilisation de substances radioactives y compris de déchets. Ces usines et ces installations ne relèvent de cette réglementation que lorsque la quantité ou l'activité totale des substances radioactives est supérieure à un seuil fixé selon le type d'installation et le radioélément considéré (uranium, plutonium, césium, iode). Les autres installations nucléaires sont régies par la législation des installations classées pour la protection de l'environnement* (ICPE). La notion d'installation nucléaire est différente de celle de site nucléaire (un site peut regrouper plusieurs installations nucléaires des base (INB) : réacteurs, entrepôts, etc.).

Gestion des risques

La préparation et la mise en œuvre de politiques dans le domaine de la radioprotection* sont confiées à la Direction générale de la sûreté nucléaire et de la radioprotection (DGSNR) depuis février 2002. La DGSNR bénéficie de l'appui de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), des agences sanitaires concernées et des avis des instances placées auprès d'elle (Conseil supérieur d'hygiène publique de France, Conseil supérieur de la sûreté et de l'information nucléaires)². Au sein

du ministère en charge de l'environnement, la Direction de la prévention des pollutions et des risques s'occupe de la gestion des substances radioactives issues ou à destination des ICPE, et des sites pollués².

Le radon

Le risque dû au radon est essentiellement lié à l'exposition domestique. L'évaluation de l'importance du problème lié au radon en population générale a été estimée grâce à des

campagnes de mesure des concentrations menées dans l'habitat de la quasi-totalité des pays d'Europe depuis une quinzaine d'années. Il a ainsi été montré que certains niveaux d'exposition, cumulés dans la population, atteignent des niveaux équivalents à ceux de mineurs d'uranium. En France, 12 641 mesures ont été réalisées dans les 96 départements et de fortes disparités géographiques ont été montrées. Des zones à fort potentiel d'exposition ont été identifiées. Dans les départements identifiés à risque radon, la réglementation prévoit désormais des dispositions pour les lieux ouverts au public. L'arrêté du 22 juillet 2004 rend les mesures obligatoires dans les établissements d'enseignement, sanitaires et sociaux, thermaux et pénitentiaires. A échelle régionale, cette volonté s'inscrit dans le cadre de la déclinaison régionale du PNSE. Pour les autres départements un zonage est en cours^{2,5}.

En revanche, aucune obligation ne porte sur les logements individuels. Or les résultats des études épidémiologiques menées en population générale, qui ont conduit à supposer l'existence d'un risque aux niveaux rencontrés dans l'habitat des populations, incitent à agir. Des actions simples et peu coûteuses peuvent permettre de limiter ces concentrations dans les habitations : l'accroissement du renouvellement de l'air, amélioration de la ventilation des sous-sols, drainage, étanchéification du contact sol/maison, *etc.*)¹⁰. La prévention du risque radon repose sur l'abaissement des concentrations jugées excessives. La mise en œuvre de telles mesures incombant aux occupants ou aux propriétaires des habitations, c'est par de l'information et de la communication qu'un rôle fondamental peut être joué¹⁰. Pour les bâtiments existants, des mesures du radon devraient être rendues obligatoires lors des transactions immobilières et des renouvellements de baux locatifs, avec une priorité donnée dans les départements à risque. Les mesures sont assez simples et elles consistent en un dépôt d'un film sensible dans les lieux clos pendant deux mois.

Le nucléaire

De nombreuses dispositions s'appliquent à la surveillance de l'environnement des sites nucléaires et à la maîtrise du risque d'accidents. Selon le niveau de risque potentiel, les établissements sont classés comme Installation nucléaire de base (INB), ou simplement comme Installation classée pour la protection de

l'environnement (ICPE*). L'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) est responsable du contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection. Elle s'appuie sur l'avis technique de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN). Les ministères chargés de l'environnement, de la santé, de l'agriculture, des douanes, des armées et de la sécurité civile interviennent aussi. Ce système est complexe par le nombre de ses acteurs mais aussi parce que les objectifs sont nombreux²¹ :

- La mise en œuvre de règles et de contrôles pour maîtriser le risque d'accident des installations nucléaires ;
- Le contrôle et la limitation de rejets dans l'environnement pour lesquels la Commission de recherche et d'information indépendantes sur la radioactivité (CRIIRAD) assure un rôle de contre-expertise efficace en aval ;
- La préparation de la réponse aux accidents avec mise en place de plans d'intervention.

En Rhône-Alpes, le contrôle de la sûreté des installations nucléaires fait l'objet d'un effort important de la part des pouvoirs publics. La Division de la sûreté nucléaire et de la radioprotection (DSNR) de Lyon assure le contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection dans la région Rhône-Alpes et le contrôle de la radioprotection dans la région Auvergne. La DSNR de Lyon assure également les relations avec les autorités locales, notamment en cas d'accident sur une INB, et elle contribue à l'information du public, des élus, des associations et des médias sur les sujets qui la concernent. Elle représente l'ASN au niveau local et participe aux activités menées par les Commissions locales d'information (CLI) des sites concernés. Les CLI ont été créées en 1981 pour faciliter l'information des populations et pour assurer un suivi de l'impact de ces grands équipements. Elles rassemblent des élus locaux, des représentants des unions locales des organisations syndicales, des milieux industriels et agricoles et des associations agréées de protection de l'environnement, ainsi que des scientifiques et des personnalités qualifiées. La DSNR de Lyon contrôle aussi l'application de la réglementation des transports des matières radioactives et fissiles à usage civil. Concernant la radioprotection, la DSNR contrôle l'ensemble des activités nucléaires exercées dans les domaines médical, industriel et de recherche. S'agissant des INB, elle contrôle la centrale

nucléaire du Bugey, celle de Creys-Malville, celle de Cruas, celle de Saint-Alban, l'usine IONISOS de Dagneux, le centre CEA de Grenoble, le réacteur à haut flux de l'Institut Laue-Langevin de Grenoble, l'usine FBFC de Romans-sur-Isère, le site nucléaire de Tricastin qui comprend les INB suivantes : la centrale nucléaire du Tricastin, l'usine BCOT, l'usine COGEMA, l'usine Comurhex, l'usine Eurodif, l'usine Socatri et l'usine SICN à Veurey-Voroise. Chaque année, ce sont plus de 150 inspections qui sont effectuées dans la région, dont 20 % de manière inopinée à toute heure du jour et de la nuit. Sur chaque centrale nucléaire, les inspecteurs de la DRIRE sont présents entre 50 et 80 jours par an⁸. Le vieillissement du parc des centrales nécessite toutefois aujourd'hui une adaptation des modalités de contrôle (EDF estime que les centrales actuelles de production ont une durée de vie de 40 ans)⁸.

Pour l'environnement à proximité des INB, une surveillance des milieux est effectuée par l'IRSN et les rejets d'effluents radioactifs sont comptabilisés. Par contre, il n'existe aucun suivi de l'état de santé des populations habitant à proximité d'un site producteur de déchets radioactifs. Actuellement, une réflexion est en cours sur les modalités d'organisation d'un recueil de données qui serait à mettre en place auprès des populations touchées, en situation post-accidentelle

Les déchets radioactifs

Leur gestion repose sur l'existence de filières spécifiques pour leur élimination. Plusieurs acteurs interviennent : les producteurs dont Électricité de France (EDF), le Commissariat à l'énergie atomique (CEA), ArevaNC, anciennement COGEMA (Compagnie générale des matières nucléaires jusqu'au 1er mars 2006, les hôpitaux, etc.), les transporteurs, les prestataires de traitement (ArevaNC, SOCODEI), les gestionnaires d'installations d'entreposage (COGEMA, CEA) et de stockage (ANDRA, COGEMA). Chaque producteur doit financer l'élimination de ses déchets et fournir des informations permettant d'en assurer la traçabilité. Les difficultés reposent sur le choix de sites stables sur des centaines de milliers d'années (en surface ou souterrain, dans le granite, l'argile ou dans les dômes de sel), sur les meilleurs modes de stockage (emballages, enrobage), etc. Des efforts pour réduire les volumes et la radiotoxicité des déchets doivent

aussi être entrepris.

Des filières distinctes existent :

- les déchets de haute activité et à vie longue sont entreposés dans des piscines ou des puits ventilés, la pérennité de ces procédés faisant l'objet d'études, sous la coordination du CEA et de l'ANDRA ;
- les déchets de faible et de moyenne activité à vie courte sont stockés dans les deux centres gérés par l'ANDRA de la Manche et de l'Aube ;
- les déchets de très faible activité sont traités au cas par cas dans des filières appropriées, après une évaluation de l'impact possible sur la personne la plus exposée.

Les sites pollués

L'exposition des habitants à proximité de certains anciens sites pollués est mal documentée et le recensement de ces sites est insuffisamment développé. Il convient d'identifier et d'expliquer les singularités dans l'exposition naturelle, pour interpréter les fluctuations et repérer les écarts qui ne seraient pas dus à des aléas naturels. On peut citer comme exemples les singularités rencontrées sur certaines plages de Camargue ou sur certains affleurements de roches intrusives dans le Nord Cotentin². La gestion des risques liée aux sites pollués pose des problèmes particulièrement sensibles car même si les doses reçues sont très faibles, elles sont perçues comme inacceptables par le public, surtout lorsque des enfants sont en cause⁷ [Cf. «*Les sols*»].

Les eaux de boisson et les aliments

Pour les eaux, les nouveaux programmes de contrôle radiologique des eaux d'adduction publique et des eaux embouteillées non minérales (les eaux minérales ne sont pas surveillées) visent à disposer d'un bilan complet de la qualité radiologique des eaux destinées à la consommation humaine. Ces programmes ont aujourd'hui débuté dans plusieurs départements². Les aliments ne font pas l'objet d'un suivi systématique comparable à celui des eaux potables, mais sont contrôlés de manière épisodique par les services de l'agriculture et de la répression des fraudes, afin de vérifier l'absence de radioéléments artificiels². Les connaissances sur les transferts des substances radioactives dans la chaîne alimentaire font toutefois aujourd'hui défaut.

L'irradiation médicale

Selon l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), les applications médicales des rayonnements se sont développées de façon très importante durant ces vingt dernières années. Les risques ne sont cependant pas toujours bien appréhendés, ni maîtrisés. En 1987 un appareil de radiothérapie, contenant une source de césium 137, abandonné dans une clinique désaffectée, à Goiânia, au Brésil, a entraîné la contamination et l'irradiation de dizaines de personnes non informées, dont quatre sont mortes dans les six semaines qui ont suivi l'accident. Les conséquences peuvent donc être dramatiques. En France, le nombre de personnes autorisées à détenir des produits radioactifs artificiels a pratiquement doublé ces dernières années et le nombre de demandes de fournitures de sources radioactives a été multiplié par 5. Le nombre d'utilisateurs de produits radioactifs est aujourd'hui voisin de 5 000 et des procédures de vigilance se mettent en place. Les règles de gestion des sources radioactives figurent dans le code de la santé publique et comportent des dispositions en termes d'autorisation pour céder ou acquérir ces sources d'enregistrement auprès de l'IRSN, lors de leur acquisition ou de leur exportation, de traçabilité, de déclaration en cas de perte ou de vol, et d'élimination des sources périmées ou en fin de vie.

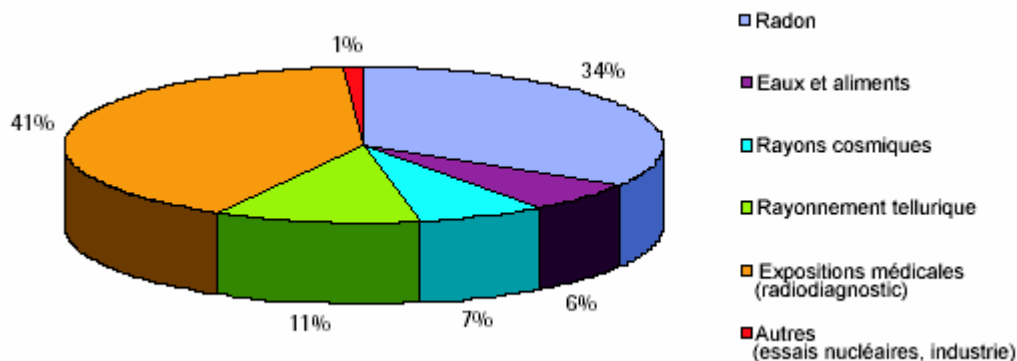
De plus, si les expositions médicales représentent plus du tiers des doses reçues par les Français, il n'existe pas de surveillance systématique des doses reçues par les patients. Il n'y a pas dans le domaine médical de limite de dose, mais les règles internationales de radioprotection prévoient la nécessité pour les médecins de justifier les actes et d'optimiser les doses délivrées aux patients. Les doses dues à des irradiations peuvent être facilement abaissées. La France est l'un des pays du monde où la dose de radiodiagnostic est la plus élevée (cinq fois moins au Royaume-Uni et au Pays-Bas). La réduction est donc possible²¹.

L'Organisation mondiale de la santé a mis en place un comité spécial sur les effets des radiations. Il fournit des bilans réguliers sur toutes les expositions, la synthèse de toutes les études épidémiologiques et les recherches sur la cancérogenèse.

Indicateurs & annexes

1. Contribution des différentes sources de rayonnements ionisants à la dose du public. Dose moyenne annuelle : 4 mSv*

*mSv : millisievert.



Source : United nations scientific committee on the effect of atomic radiation (UNSCEAR) 1993 et IRSN.

Le radon représente le tiers de l'exposition moyenne de la population aux rayonnements ionisants. C'est la principale source d'exposition naturelle et la deuxième source après les expositions médicales (radiographies).

2. Exposition de l'homme aux rayonnements ionisants

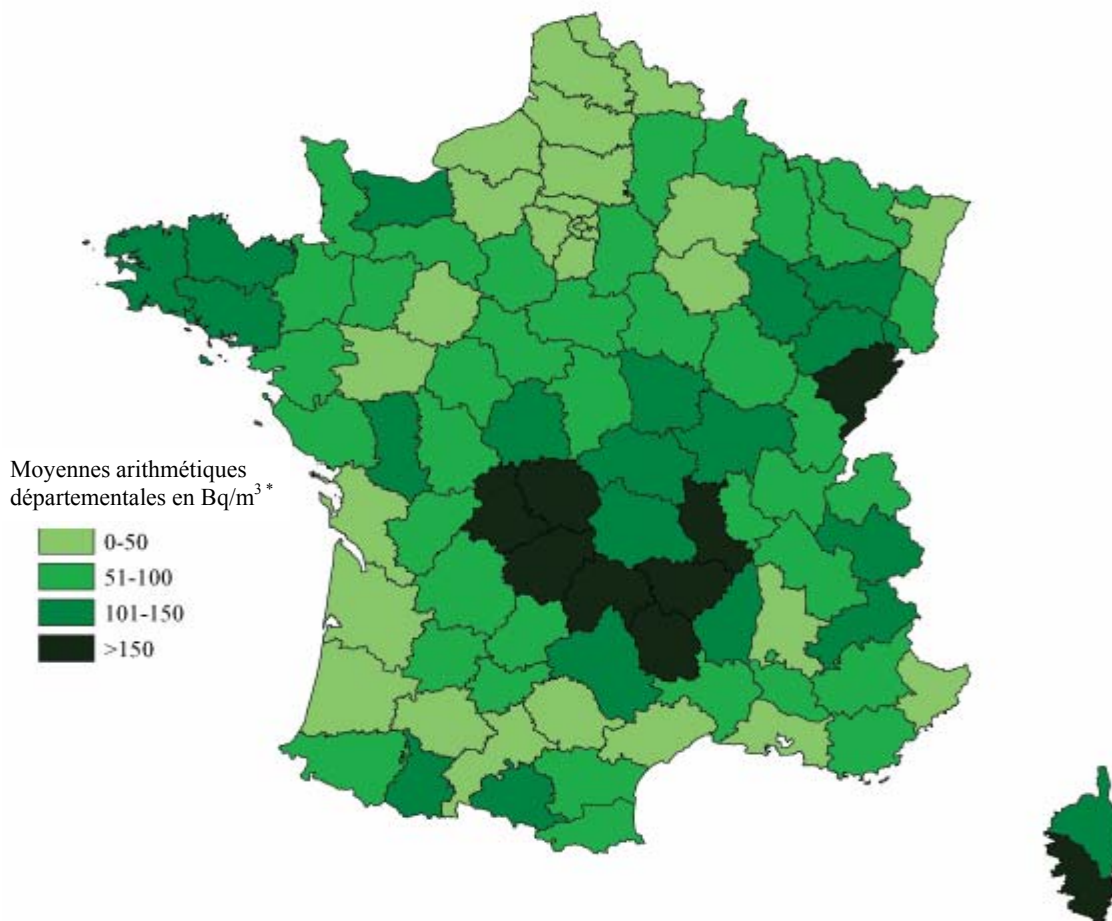
► Dose moyenne annuelle d'exposition aux rayonnements ionisants de la population française (en millisievert—mSv)

Exposition moyenne	4
Exposition annuelle estimée aux rayonnements médicaux	1,6
Exposition annuelle au radon	1,5
Exposition à l'irradiation tellurique, l'irradiation cosmique, les radioéléments naturels présents dans la chaîne alimentaire	0,98
Exposition annuelle liée aux retombées de l'accident de Tchernobyl dans les départements de l'est de la France	0,01 à 0,1
Exposition à une radiographie du poumon	0,1
Exposition à un scanner (dose moyenne sur le corps entier)	10

Source : PNSE. « Rapport de la Commission d'Orientation »² et Zmirou D. « Quels risques pour notre santé »²¹.

3. Le radon

► Carte des activités volumiques du radon dans les habitations. Bilan de 1982 à 2000.



Source : IPSN, DRASS Rhône-Alpes. Exploitation : ORS Rhône-Alpes.
<Disponible sur <http://www.irsn.org/> - <http://rhone-alpes.sante.gouv.fr/sante/environn/radon0.htm>>.

* Un Becquerel (Bq) = une désintégration par seconde

Nombre de départements mesurés : 96

Nombre de mesures : 12 641

Moyenne arithmétique nationale brute : 90 Bq/m³

Moyenne arithmétique pondérée par la population de chaque département : 68 Bq/m³

Mesures < 50 Bq/m³ = 50 %

Mesures > 200 Bq/m³ = 9 %

Mesures > 400 Bq/m³ = 2,3 %

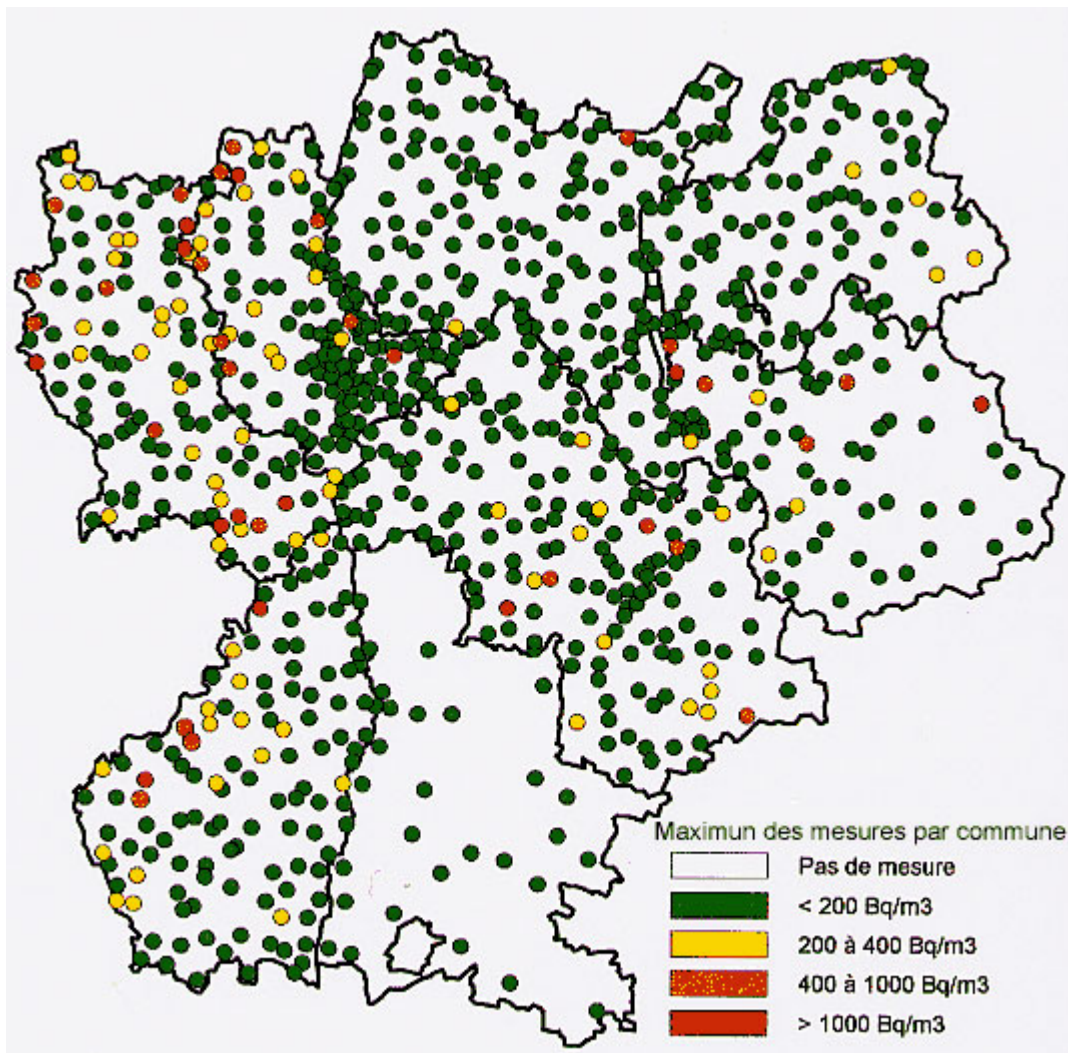
Mesures > 1 000 Bq/m³ = 0,5 %

Depuis 1992 et à la demande de la Direction Générale de la Santé (DGS), l'Institut de protection et de sûreté nucléaire (IPSN)** a réalisé, en collaboration avec les Directions départementales des affaires sanitaires et sociales (DDASS), une campagne de mesure de la radioactivité dans chaque département.

Le bilan au 1er janvier 2000 met en évidence une radioactivité moyenne supérieure à 100 Bq/m³ dans 30 départements. Trois départements sont concernés dans la région Rhône-Alpes : la Loire, l'Ardèche, et la Savoie. En 2003, dans la région, le département du Rhône s'ajoute à la liste des zones identifiées à risque.

** L'IPSN et l'OPRI (Office de protection contre les rayonnements ionisants) se sont regroupés au sein de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN). En mai 2001, l'IRSN est créé par l'article 5 de la loi AFSSE. Le décret adopté en Conseil des ministres du 13 février 2002 en précise les missions et l'organisation.

► Campagnes de mesure réalisées par les services santé-environnement des Ddass de Rhône-Alpes entre 1983 et 1998, avec le concours de l'IPSN.



Source : IPSN, DRASS Rhône-Alpes.

<Disponible sur <http://www.irsn.org/> - <http://rhone-alpes.sante.gouv.fr/sante/environn/radon0.htm>>.

► Radioactivité dans le milieu naturel en Rhône-Alpes en 1999 (bilan au 01/01/2000).

	Ain	Ardèche	Drôme	Isère	Loire	Rhône	Savoie	Haute Savoie	Rhône Alpes	France Métrop.
Concentration moyenne de radon dans les unités d'habitation (Bq/m ³)	55	134	36	85	232	99	114	56	105	90
Nombre de mesures ayant servi au calcul de la moyenne	48	133	48	215	134	205	106	117	1106	12641

Source : Base de données Eider, Ifen²².

La campagne de mesure s'est déroulée entre 1981 et 1999. Au total, 12641 mesures ont été validées et effectuées dans des bâtiments privés en France Métropolitaine.

La présence résidentielle de radon dans la région Rhône-Alpes est supérieure à la moyenne nationale. Les départements les plus touchés sont respectivement la Loire, l'Ardèche et la Savoie.

4. Principales études épidémiologiques sur les rayonnements ionisants

Études :

- Fournissant des coefficients de risque : Hiroshima et Nagasaki
Thérapie des cancers et autres thérapies telles spondylarthrite, thymus, teigne, mastites
Radiodiagnostic ; suivi tuberculose
Mines (uranium, fer, étain)
Îles Marshall
Tchernobyl : thyroïdes enfants et adultes²³

- Mettant parfois en évidence des effets mais insuffisants pour quantifier : Irradiations médicales
Radiodiagnostic : femmes enceintes
Expositions professionnelles médicales : radiologues
Installations nucléaires : occidentales, russes
Divers (peintres radium, etc.)
Environnement naturel : radon
Accidents ou pollutions majeures
Rivière Techa

- Sans résultats significatifs Environnement naturel : zones à forte exposition externe
Sites nucléaires

Source : Extraits de Gérin M. et al. « Environnement et santé publique »⁷ et Cardis E. et al. « Cancer consequences of the Chernobyl accident »²³.

5. Le nucléaire

► Nombre d'incidents ou d'accidents (classés suivant l'échelle de gravité internationale, INES) survenus dans les centrales nucléaires EDF en 2004 en Rhône-Alpes

	Ain	Ardèche	Drôme	Isère	Rhône Alpes	France Métrop.
Incidents classés au niveau 1 (anomalie)	2	1	1	1	5	29
Incidents classés au niveau 2 (incident)	1	1	1	1	4	1
Incidents classés au niveau 3 (incident grave)	0	0	0	0	0	0
Incidents classés au niveau 4 (accident n'entraînant pas de risque important à l'ext. du site)	0	0	0	0	0	0
Accidents classés au niveau 5 (accident entraînant un risque important à l'ext. du site)	0	0	0	0	0	0
Accidents classés au niveau 6 (accident grave)	0	0	0	0	0	0
Accidents classés au niveau 7 (accident majeur)	0	0	0	0	0	0
Nombre d'incidents total	3	2	2	2	9	30

Source : Base de données Eider, Ifen²².

En Rhône-Alpes comme en France, seuls des incidents de niveau 1 et 2 ont été observés dans les centres de production d'électricité en 2004. La part des incidents survenus en Rhône-Alpes représente toutefois 30 % de ceux survenus à échelle nationale.

► L'échelle de gravité internationale (INES)

L'échelle INES : Tous les événements significatifs, intervenants sur les installations nucléaires, mêmes mineurs, sont portés à la connaissance de l'ASN (Autorité de sûreté nucléaire) mais aussi du public.

0 = écart : aucune importance pour la sûreté ;

1 = anomalie : anomalie sortant du régime de fonctionnement autorisé ;

2 = incident :

Conséquences à l'intérieur du site : contamination importante, surexposition d'un travailleur, dégradation de la défense en profondeur. Incident assorti de défaillances importantes des dispositions de sécurité ;

3 = incident grave :

Conséquences à l'extérieur du site : très faible rejet mineur, exposition du public représentant une fraction des limites prescrites ;

Conséquences à l'intérieur du site : contamination grave, effets aigus sur la santé d'un travailleur (irradiation globale d'un ou de plusieurs travailleurs, irradiations superficielles), dégradation de la défense en profondeur : accident évité de peu, perte des barrières ;

4 = accident :

Conséquences à l'extérieur du site: rejet mineur : exposition du public de l'ordre des mesures prescrites.

Conséquences à l'intérieur du site : endommagement important du cœur du réacteur, des barrières radiologiques, exposition mortelle d'un ou de plusieurs travailleurs) ;

5 = accident :

Conséquences à l'extérieur du site : rejet limité susceptible d'exiger l'application intégrale des contre-mesures prévues ;

Conséquences à l'intérieur du site : endommagement important du cœur du réacteur, des barrières radiologiques

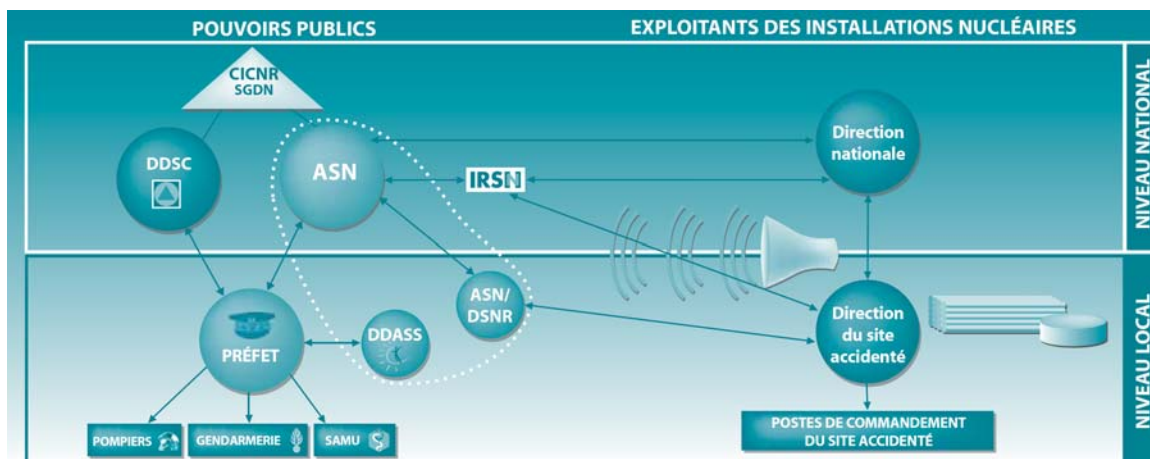
6 = accident grave :

Conséquences à l'extérieur du site : rejet limité susceptible d'exiger l'application intégrale des contre-mesures prévues ;

7 = accident majeur :

Conséquences à l'extérieur du site : rejet majeur, effets étendus sur la santé et l'environnement.

► Gestion d'un éventuel accident nucléaire en France



Source : Extrait du document de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN). « Les situations d'urgence radiologique »²⁴.

Les pouvoirs publics et les responsables d'activités nucléaires doivent être préparés à faire face, à tout moment, à un accident susceptible d'entraîner une dispersion de matières radioactives ou un niveau d'exposition radiologique pouvant porter atteinte à la santé publique. Pour protéger la population, les biens et l'environnement, des plans d'intervention et des organisations spécifiques sont établis et éprouvés à l'avance, au niveau local et au niveau national. Ils ont pour objectifs de mettre en liaison l'ensemble des acteurs concernés et de coordonner les moyens humains ou matériels appropriés.

► Nombre de sites détenteurs de déchets radioactifs en Rhône-Alpes en 2002.
Classement de l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (ANDRA)

	Ain	Ardèche	Drôme	Isère	Loire	Rhône	Savoie	Haute Savoie	Rhône Alpes	France Métrop
Centres ou installations d'études	0	0	1	1	0	0	0	0	2	8
Établissements de l'industrie électronucléaire	0	0	4	2	0	0	0	1	7	17
Centres nucléaires de production d'électricité	1	1	1	1	0	0	0	0	4	19
Usine de retraitement de combustibles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Centres d'études, de production, de maintenance de la force de dissuasion	0	0	1	0	0	0	0	0	1	6
Établissements de la Défense (Air, mer, terre)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
Installations définitivement arrêtées	3	0	2	3	0	0	0	0	8	31
Industries non nucléaires	0	0	1	1	0	3	1	1	7	43
Petits producteurs	2	0	2	17	7	41	3	6	78	768
Décharges	0	0	2	2	0	0	1	0	5	16
Dépôts	0	0	0	0	1	1	0	0	2	30
Centres ANDRA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Petits producteurs des armées	1	0	0	2	0	3	0	0	6	94
Total	7	1	14	29	8	48	5	8	120	1043

Source : Base de données Eider, Ifen²².

► Nombre de cas de leucémies observés (O) et attendus (E) au cours de la période 1990 à 1998, diagnostiqués chez les enfants de 0 à 14 ans, vivant à moins de 20 km de 29 sites nucléaires en France, en fonction de la distance (km) de la commune de résidence au site nucléaire.

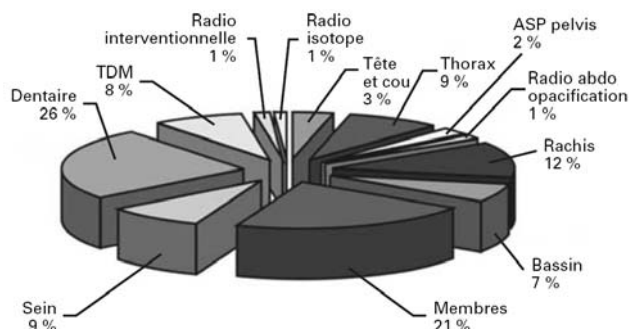
Sites nucléaires (année de mise en service, puissance électrique en MW _e ^a)	0-5 km		5-10 km		10-15 km		15-20 km		Total	
	O	E	O	E	O	E	O	E	O	E
Centres nucléaires de production d'électricité (CNPE)										
Belleville (1987, 2 600)	0	0,26	0	0,53	2	1,44	3	1,05	5	3,28
Bugey (1971, 3 600)	0	0,21	2	2,62	5	3,67	7	5,58	14	12,07
Cattenom (1986, 5 200)	0	0,92	5	5,95	3	4,25	3	6,48	11	17,61
Chinon (1963, 3 600)	1	0,68	6	1,47	2	0,94	5	3,55	14	6,64
Chooz (1966, 2 800)	0	0,59	0	0,75	0	0,54	0	0,01	0	1,90
Civaux (1997, 2 800)	0	0,08	1	0,51	1	0,88	5	1,48	7	2,95
Cruas (1983, 3 600)	0	0,48	3	3,21	4	2,20	3	3,18	10	9,07
Dampierre (1980, 3 600)	0	0,38	2	1,48	1	1,02	0	1,07	3	3,95
Fessenheim (1977, 1 800)	0	0,36	0	0,68	0	0,88	0	3,59	0	5,51
Flamanville (1985, 2 600)	0	0,29	1	0,63	0	0,53	1	1,02	2	2,48
Golfech (1990, 2 600)	0	0,53	1	0,57	1	0,87	2	2,37	4	4,33
Gravelines (1980, 5 400)	1	1,67	2	2,03	6	6,49	5	10,12	14	20,31
Le Blayais (1981, 3 600)	0	0	1	1,09	2	1,55	1	1,28	4	3,91
Nogent (1987, 2 600)	1	0,55	2	0,60	0	0,77	1	2,98	4	4,90
Paluel (1984, 5 200)	0	0,21	1	1,17	0	0,69	2	1,26	3	3,34
Penly (1990, 2 600)	0	0,42	1	0,85	3	4,17	5	2,21	9	7,65
Saint Alban (1985, 2 600)	4	1,69	4	2,56	0	1,88	4	9,59	12	15,72
Saint Laurent (1969, 1 800)	1	0,43	0	1,28	2	1,36	2	1,41	5	4,48
Tricastin/Pierrelatte (1980, 3 600)	0	0,88	2	3,17	1	2,09	1	0,79	4	6,92
Total CNPE	8	10,64	34	31,13	33	36,21	50	59,03	125	137,01
<i>SIR^b [IC 95 %]</i>	<i>0,75 [0,32-1,48]</i>		<i>1,09 [0,76-1,53]</i>		<i>0,91 [0,63-1,28]</i>		<i>0,85 [0,63-1,12]</i>		<i>0,91 [0,76-1,09]</i>	
Autres sites nucléaires										
Cadarache (1963)	0	0,05	1	0,70	1	0,86	2	2,49	4	4,09
Creys-Malville (1985)	1	0,19	1	0,94	1	0,66	5	2,41	8	4,20
Grenoble (1956)	14	14,47	9	11,10	5	4,13	10	7,48	38	37,18
La Hague (1967)	2	0,31	0	0,43	1	0,73	2	5,22	5	6,69
Marcoule (1956)	0	0,19	5	4,89	5	2,11	1	1,95	11	9,14
Romans-sur-Isère (1962)	2	3,79	1	0,76	3	2,32	2	2,03	8	8,90
Valduc (1962)	0	0,03	0	0,09	0	0,21	0	0,64	0	0,96
Bruyères/Saclay/Fontenay (1955/1950/1948)	38	45,43	114	124,25	171	203,54	148	147,68	471	520,91
Sous-Total (CNPE et autres sauf B/S/F^c)	27	29,68	51	50,05	49	47,22	72	81,24	199	208,18
<i>SIR^b [IC 95 %]</i>	<i>0,91 [0,60-1,32]</i>		<i>1,02 [0,76-1,34]</i>		<i>1,04 [0,77-1,37]</i>		<i>0,89 [0,69-1,12]</i>		<i>0,96 [0,83-1,10]</i>	
Total (CNPE et autres)	65	75,11	165	174,3	220	250,76	220	228,92	670	729,09
<i>SIR^b [IC 95 %]</i>	<i>0,87 [0,67-1,10]</i>		<i>0,95 [0,81-1,10]</i>		<i>0,88 [0,77-1,00]</i>		<i>0,96 [0,84-1,10]</i>		<i>0,92 [0,85-0,99]</i>	

^a Puissance électrique en MWe – nombre de tranches multiplié par la puissance de chaque tranche.
^b SIR = « ratio d'incidence standardisé ».
^c B/S/F = Bruyères/Saclay/Fontenay.

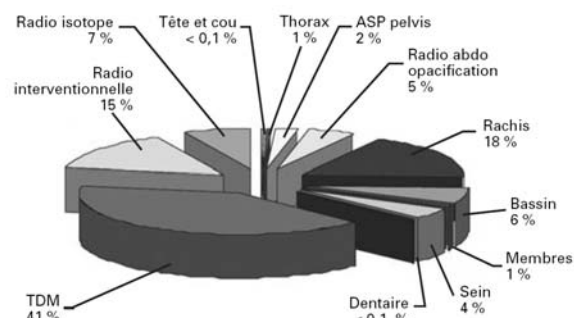
Source : BEH « Incidence des leucémies aux alentours des sites nucléaires français »¹⁶.

5. Irradiations médicales

Répartition du nombre d'actes en fonction des différents secteurs. Hypothèse haute : 73 639 047 examens.



Répartition de la dose en fonction des différents actes. Hypothèse haute.



Source : BEH « Exposition aux radiations ionisantes d'origine médicale »²⁵.

TDM = Tomodensitométrie, ASP = Abdomen sans préparation

Glossaire

Désintégration : Transformation spontanée, inéluctable et aléatoire, de certains noyaux atomiques, trop lourds pour rester stables.

Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) : Installations soumises à autorisation qui entrent dans le champ d'application de la loi sur les ICPE. Il peut s'agir d'usines, d'élevages importants ou d'autres installations industrielles ou de production d'énergie. Sont considérées comme potentiellement dangereuses les installations classées qui présentent, en raison de l'activité exercée, des risques technologiques importants : incendie, explosion, émanation de substances toxiques, etc.

Radioactivité : Propriété de certains éléments chimiques dont les noyaux se désintègrent spontanément pour former d'autres éléments en émettant des rayonnements ionisants.

Radioélément : Élément radioactif naturel ou artificiel.

Radioprotection : Ensemble des règles, des procédures et des moyens de prévention et de surveillance visant à empêcher ou à réduire les effets nocifs des rayonnements ionisants produits sur les personnes directement ou indirectement, y compris par les atteintes portées à l'environnement.

Quelques ressources et acteurs

NIVEAU NATIONAL

L'Autorité de sûreté nucléaire

<http://www.asn.gouv.fr>

Le Ministère de l'écologie et du développement durable

<http://www.ecologie.gouv.fr>

L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire

<http://www.irsn.org>

Le Plan national santé environnement

<http://www.sante.gouv.fr/htm/dossiers/pnse/sommaire.htm>

La Société française d'énergie nucléaire

<http://www.sfen.org>

L'Institut de veille sanitaire

<http://www.invs.sante.fr>

Les Observatoires de la radioactivité de l'environnement

<http://www.irsn.fr>

L'Observatoire de la qualité de l'air intérieur

<http://www.air-interieur.org>

L'Association nationale pour la gestion des déchets radioactifs

<http://www.andra.fr>

La Société française de radioprotection

<http://www.sfrp.asso.fr>

La Commission de recherche et d'information indépendantes sur la radioactivité

<http://www.criirad.com>

Le Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement

<http://www.mesure-radioactivite.fr>

L'Institut national de l'environnement industriel et des risques

<http://www.ineris.fr>

NIVEAU REGIONAL

La Direction régionale de l'industrie, de la recherche et de l'environnement

<http://www.rhone-alpes.drيره.gouv.fr>

Les Commissions locales d'information

<http://www.asn.gouv.fr/cli/presentation/index.asp>

L'Autorité de sûreté nucléaire de Lyon (Division de sûreté nucléaire et de radioprotection)

<http://www.asn.gouv.fr/regions/lyon/index.asp>

Les Directions départementales et régionale des affaires sanitaires et sociales de Rhône-Alpes

<http://rhone-alpes.sante.gouv.fr>

Le Plan régional santé-environnement

<http://rhone-alpes.sante.gouv.fr/sante/prsp/acrobat/prse.pdf>

La Communauté urbaine de Lyon

<http://www.grandlyon.com>

NIVEAU INTERNATIONAL**La Commission internationale de protection radiologique**

<http://www.icrp.org>

Le Centre international de recherche sur le cancer

<http://www.iarc.fr>

Bibliographie

1. Gérard J.P., Jacquet J.P. Radioactivité et rayonnements ionisants. Synthèse pratique : les messages. Académie nationale de médecine, Académie nationale de pharmacie, Société française de radiologie, Société française de radiothérapie oncologique et Société française de biophysique et médecine nucléaire. 2003, p9-12.
2. Momas I., Caillard JF., Lesaffre B. Plan National Santé Environnement. Rapport de la Commission d'Orientation. La Documentation Française, 296p, 2004
3. Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN). La radioactivité dans notre environnement. Les dossiers, 2004. Disponible sur <<http://www.irsn.org/>> (consulté en mai 2006).
4. Ministère de la Solidarité de la Santé et de la Protection Sociale. Ministère de l'écologie et du développement durable. Ministère de l'emploi du travail et de la cohésion sociale. Ministère Délégué à la Recherche. Santé environnement ; Franchir une nouvelle étape dans la prévention des risques sanitaires liés à l'environnement. Plan national 2004 – 2008. Paris : Mssps, 88p, 2004. (+synthèse 7p.).
5. Le radon en question. Lettre bilan des journées d'information sur le radon. Rennes, Montluçon, Lyon. IRSN, mai 2002, 8p.
6. Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN). Le radon. IRSN, les livrets de l'IRSN. 2003, 13p.
7. Gérin M., Gosselin P., Cordier S. et al. Environnement et santé publique. Fondements et pratiques. Éditions Tec & Doc, Edisem, fév. 2003, 1023p.
8. Préfecture de la région Rhône-Alpes, Région Rhône-Alpes, Direction régionale de l'environnement (DIREN) Rhône-Alpes et Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME). Profil environnemental régional 2005. Mars 2006, 174p.
9. Organisation mondiale de la santé (OMS). Radon et cancer. Aide-mémoire n°291, juin 2005, 4p.
10. Dossier santé et environnement. Actualité et Dossier en santé publique, 1995, n°13, 43p.
11. Catelinois O, Rogel A, Laurier D, et al. Lung cancer attributable to indoor radon exposure in france: impact of the risk models and uncertainty analysis. Environ Health Perspect, 114 (9). Sept. 2006, p1361-1366.
12. Direction régionale des affaires sanitaires et sociale (DRASS) Rhône-Alpes. Radon : l'État informe des risques potentiels et des mesures nécessaires dans le Rhône. Communiqué de presse. Juin 2002 Disponible sur <<http://rhone-alpes.sante.gouv.fr/sante/environn/radon0.htm>> (consulté en mai 2006).
13. Organisation mondiale de la santé (OMS). Uranium appauvri. Aide-mémoire n°257, janv. 2003, 4p.
14. Aurengo A., Tubiana M. L'évaluation du risque des faibles doses : l'exemple des rayonnements ionisants en pratique médicale. Environnement, Risques & Santé, éditorial juil.-août 2005, vol. 4, n°4, p245-7.
15. Cardis E. Données épidémiologiques et estimations de risques radio-induits. Rev Epidemiol Sante Publique. 2002, vol.50, n°1, p27-39.
16. White-Koning M. Incidence des leucémies de l'enfant aux alentours des sites nucléaires français entre 1990 et 1998. Bulletin épidémiologique hebdomadaire (BEH) n°4, 24 janv.2006, p31-32.
17. Gautheron S., Chevrier C., Laborier J.C, Robert-Gnansia E. Prévalence des malformations congénitales autour des centrales nucléaires/utilisation des données du registre France Centre-Est. Environnement, Risques & Santé, mai-juin 2005, vol.4, n°3, p179-86.
18. Institut de veille sanitaire (InVS). L'InVS dresse un bilan de la surveillance des cancers de la thyroïde en France en lien avec l'accident de Tchernobyl à l'occasion du 20^{ème} anniversaire de la catastrophe. InVS, communiqué de presse, 24 avr. 2006, 1p.
19. Saint-Ruf M. Un registre des cancers thyroïdiens créé en Rhône-Alpes. Le quotidien du médecin, 30 mai 2000, n°6717.
20. De Vathaire F. Données épidémiologiques sur les effets cancérigènes des faibles doses de rayonnements ionisants. Environnement, Risques & Santé, synthèse, juil.-août 2005, vol.4, n°4, p283-93.

21. Zmirou D., Bard D., Dab W., Dor F., Goldberg M., Hubert P., Potelon JL., Quenel P., Pelt JM. Quels risques pour notre santé ? Paris, Syros, 335p., 2000.
22. Institut français de l'environnement (IFEN). Base de données EIDER (ensemble intégré des descripteurs de l'environnement régional). CD-Rom de données n°1, Sept. 2005.
23. Cardis E, Howe G, Ron E, et *al.* Cancer consequences of the Chernobyl accident: 20 years on. J Radiol Prot. 26(2). Juin 2006, p127-40.
24. Autorité de sûreté nucléaire (ASN). Les situations d'urgence radiologique. Fiche d'information ASN n°6, nov.2005, 6p.
25. Bulletin épidémiologique hebdomadaire (BEH). Exposition aux radiations ionisantes d'origine médicale. BEH, n° 15-16/2006 (thématique), 18 avr. 2006, 12p.

Dossiers complémentaires à consulter :

- ◆ Les rayonnements non ionisants
- ◆ L'habitat et l'air intérieur
- ◆ Les sols
- ◆ Le traitement des déchets

Sont remerciés pour leur précieuse relecture :

- ◆ Michel Bourguignon, Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN)
- ◆ Jacques Orgiazzi, Centre Hospitalier Lyon Sud
- ◆ Cellule d'intervention régionale en épidémiologie (CIRE) de Rhône-Alpes