



Surveillance de la radioactivité dans l'environnement du bassin de la Loire

Un partenariat entre l'IRSN et les CLI de Dampierre-en-Burly et
de Saint-Laurent-des-Eaux au service de la vigilance citoyenne



Action
Pilote
Environnement
Loire

Rapport APEL - décembre 2008



Surveillance de la radioactivité dans l'environnement du bassin de la Loire

Un partenariat entre l'IRSN et les CLI de Dampierre-en-Burly et de Saint-Laurent-des-Eaux au service de la vigilance citoyenne

Membres de l'Action pilote environnement Loire

Commission locale d'information de Dampierre-en-Burly :

M. Claude de GANAY, *Président de la CLI, Maire de Dampierre-en-Burly* - M. Raymond BESSE, *UFC - Que Choisir*
M. Christian PARCINEAU, *Maire de Nevoy* - M. Jean-Marie POIRIER, *Adjoint au maire de Dampierre-en-Burly* - M. Claude REDON, *Maire des Bordes*
M. Michel TINDILLÈRE, *mairie de Gien, Conseiller municipal délégué à l'environnement*

Commission locale d'information de Saint-Laurent-des-Eaux :

M. Michel EIMER, *Président de la CLI* - M. Gilles CLÉMENT, *Maire de Mont-près-Chambord* - M. Christophe FAUCHEUX, *CFDT*
M. Christian LALLERON, *Conseiller municipal de Saint-Laurent-des-Eaux* - M. Yves LECORDIER, *Président du Comité de Défense du Verdelet*
M. Jean-François MÉZILLE, *Maire d'Avaray* - M. Hubert MORAND, *Sologne Nature Environnement*

M. Dominique BOUTIN, *membre de la CLI de Chinon, présent à titre personnel*
M^{me} Suzanne GAZAL, *Présidente du Comité scientifique de l'ANCU*

Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire :

M. Fabrice LEPRIEUR, *Laboratoire de veille radiologique de l'environnement*
M. Michel CHARTIER, *Adjoint au chef du Service d'études et d'expertise en radioprotection*
M^{me} Nathalie PIREs, *Unité d'expertise en radioprotection des travailleurs et de la population*
M. François ROLLINGER, *Chef de la Division ouverture à la société* - M^{me} Audrey LEBEAU, *Division ouverture à la société*
M. Michaël PETITFRÈRE, *Division ouverture à la société*

Mutadis consultants : M. Serge GADBOIS

CEPN : M. Ludovic VAILLANT

Les membres de l'action pilote remercient l'ensemble des équipes de l'IRSN pour leur apport de données, de connaissances et d'informations.

Comité de rédaction

M. Raymond BESSE - M. Dominique BOUTIN - M. Michel EIMER - M. Serge GADBOIS
M^{me} Audrey LEBEAU - M. Yves LECORDIER - M. Fabrice LEPRIEUR - M. Jean-François MÉZILLE - M. Hubert MORAND
M. Michaël PETITFRÈRE - M. Jean-Marie POIRIER - M. Michel TINDILLÈRE - M. Ludovic VAILLANT

PRÉFACE

La vallée de la Loire, haut lieu géographique et historique, inscrite pour partie au patrimoine mondial de l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture, ne se replie pas sur son passé, si prestigieux soit-il. Elle s'inscrit dans la modernité, en accueillant des installations nucléaires de grande importance. Cependant, il est essentiel que cette modernité respecte la santé des habitants et l'environnement naturel.

La surveillance de la radioactivité participe pleinement à ce suivi de la qualité environnementale et sanitaire. L'étude réalisée conjointement par les Commissions locales d'information de Dampierre-en-Burly et de Saint-Laurent-des-Eaux et l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire est une heureuse contribution car, solidement documentée et accessible au plus grand nombre, elle s'attache à répondre aux attentes des habitants de l'espace ligérien et mérite d'accompagner la mise en œuvre du Plan Loire Grandeur Nature.

Jean-Michel BÉRARD

*Préfet de la région Centre
Préfet coordonnateur du bassin Loire-Bretagne*

AVANT-PROPOS

La surveillance de l'environnement autour des installations industrielles, et en particulier des centrales nucléaires, est depuis longtemps une préoccupation de la population et des associations écologistes. C'est également une des missions de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), expert public des risques nucléaires et radiologiques.

Une enquête menée en 2004 pour l'IRSN et l'Association nationale des commissions locales d'information (ANCLI) a ainsi souligné les attentes fortes des acteurs locaux en matière d'intelligibilité des données de surveillance de la radioactivité de l'environnement autour des installations nucléaires et d'adéquation de ces données aux préoccupations locales. L'IRSN et l'ANCLI ont donc décidé de mener en commun une action pilote dont l'objectif était d'améliorer l'accès et la compréhension de la population aux résultats de cette surveillance en construisant ensemble une information plus intelligible pour le public. Cette action a été proposée aux CLI du Bassin de la Loire en 2005. La CLI de Saint-Laurent-des-Eaux puis celle de Dampierre-en-Burly y ont adhéré.

Cette expérience a demandé à l'IRSN comme aux CLI de s'organiser pour travailler ensemble et partager leurs connaissances et leurs attentes. Les échanges se sont déroulés dans un esprit constant d'ouverture, d'écoute et de dialogue et ont été enrichissants pour chacun des partenaires. Pour les représentants des CLI, commissions locales chargés de la médiation entre les citoyens, les industriels du nucléaire et les responsables du contrôle de cette activité, ce travail a permis de mener pour la première fois une réflexion à l'échelle du bassin et a contribué à l'exercice de leurs missions de suivi, d'information et de concertation.

Pour l'IRSN, cette action a alimenté ses réflexions techniques sur l'organisation et la gestion de ses bases de données relatives aux mesures de radioactivité dans l'environnement, et sur la mise à disposition de ces données auprès du public.

Le défi était de mettre en lumière des données scientifiques qui fassent sens pour les populations riveraines d'une installation nucléaire, en étant le plus complet possible sans se perdre parmi les dizaines de milliers de mesures existantes, ni passer sous silence les questions et les incertitudes.

L'ambition de ce rapport commun est de rendre accessibles à tous les citoyens des données intelligibles sur la surveillance radiologique de l'environnement qui leur permettront de se forger leur propre opinion.

Pour ce travail, nous tenons à remercier les participants à cette action pilote et en particulier ceux du groupe de travail chargé de la rédaction du rapport. Nous sommes certains qu'il permettra d'organiser des moments de partage et d'échanges très riches avec d'autres acteurs concernés par cette thématique tant au niveau local qu'au niveau national. En attendant, nous vous souhaitons une bonne lecture.

Claude de GANAY

Président de la CLI de Dampierre-en-Burly

Michel EIMER

Président de la CLI de Saint-Laurent-des-Eaux

Jacques REPUSSARD

Directeur Général de l'IRSN

Introduction	9
I. Bassin versant de la Loire et acteurs de la mesure de la radioactivité dans l'environnement.....	13
A. L'environnement du bassin de la Loire	13
B. La qualité et les usages des eaux de la Loire	14
1) Le contrôle de la qualité physico-chimique des eaux de la Loire	14
2) Les principaux usages des eaux de la Loire	14
C. Les installations nucléaires du bassin versant de la Loire	15
1) Les Centres nucléaires de production d'électricité (CNPE)	15
2) Autres installations du bassin de la Loire	16
D. Les acteurs de la mesure de radioactivité dans l'environnement du bassin de la Loire	17
1) L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN)	17
2) EDF	17
3) Areva NC	18
4) Les associations agréées pour la surveillance de la qualité de l'air (AASQA)	18
5) Les services de l'Etat	19
E. Le Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement	19
II. Surveillance de la radioactivité de l'environnement dans le bassin versant de la Loire	21
A. Le suivi de la radioactivité dans le milieu atmosphérique	21
1) La mesure du débit de dose de rayonnement gamma ambiant	21
2) La mesure du radon	25
3) La mesure des particules et aérosols radioactifs	27
B. Le suivi de la radioactivité dans les eaux de pluie et les eaux continentales	30
1) Les eaux de pluie	30
2) Les eaux continentales	31
C. Le suivi de la radioactivité dans la chaîne alimentaire	36
1) Le suivi de l'eau de boisson	36
2) Le suivi du lait	36
3) Le suivi des poissons	38
4) Le cas du strontium 90	38
III. Synthèse de l'action pilote sur la surveillance de l'environnement et recommandations des CLI	41
A. Les mesures de la radioactivité dans le Bassin de la Loire : quelle évolution ?	41
B. Le pluralisme des acteurs du prélèvement et de la mesure : une garantie de la transparence du système de surveillance	42
C. La surveillance de la radioactivité dans l'environnement : suivre l'ensemble des sources	43
D. La radioactivité dans l'environnement : évaluer l'impact sur la santé des populations du bassin de la Loire	43
E. Une volonté d'ouverture : vers un suivi global et transparent de l'environnement	43
Références bibliographiques	44



Introduction

Dans le cadre de leur convention de partenariat, et afin de définir des axes de travail en commun, l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) et l'Association nationale des commissions locales d'informations (ANCLI) ont fait réaliser en 2004 une enquête visant à identifier les attentes des Commissions locales d'informations (CLI) en matière de suivi des rejets des installations nucléaires et de surveillance radiologique de l'environnement autour de ces installations [1] - voir p 44.

Cette enquête a souligné, entre autres, leurs attentes en matière d'intelligibilité des données et de leur adéquation aux préoccupations locales. Pour y répondre, l'IRSN, en accord avec l'ANCLI, a souhaité engager une réflexion avec des acteurs locaux sur l'usage des mesures disponibles afin d'identifier précisément leurs questionnements en matière de restitution de données¹.

Une action pilote, dite «**Action Pilote Environnement Loire**» (APEL), portant sur la surveillance de la qualité radiologique dans l'environnement dans le bassin de la Loire a ainsi été engagée entre des CLI de la vallée de la Loire et l'IRSN. Le travail à l'échelle du bassin versant de la Loire présente en effet de nombreux intérêts. Ce bassin versant qui couvre 1/5^{ème} du territoire national, englobe plusieurs centrales nucléaires ainsi que d'autres installations susceptibles de rejeter des radionucléides dans l'environnement. La Loire constitue ainsi un milieu intéressant pour la mesure et le suivi d'un éventuel marquage historique.

Ce partenariat permet également d'alimenter les réflexions menées par l'IRSN dans le cadre de sa mission de gestion technique du Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement², notamment dans la création d'un portail Internet.

La première phase de cette action a été engagée auprès de la CLI de Saint-Laurent-des-Eaux en juillet 2005. Elle a consisté en une présentation des résultats de l'enquête sur les attentes des CLI en matière de surveillance de l'environnement et de l'objet du Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement. L'intérêt d'un travail commun qui permettrait à terme de disposer d'une restitution claire des informations et de répondre aux questionnements locaux et territoriaux, a été souligné [2].

L'IRSN a également pris contact avec les CLI de Dampierre-en-Burly, de Belleville-sur-Loire et de Chinon pour leur proposer de s'associer à l'action dans le cadre d'une coopération entre les CLI du bassin de la Loire. La CLI de Dampierre-en-Burly a décidé de s'engager activement avec la CLI de Saint-Laurent-des-eaux. Un représentant de la CLI de Chinon a participé aux travaux à titre personnel. La CLI de la centrale nucléaire de Civaux n'a pas été initialement contactée car l'installation est située sur un affluent de la Loire, la Vienne. Toutefois, la CLI a été tenue informée de ces travaux.

¹ Cette enquête a contribué à alimenter les débats qui ont eu lieu à l'occasion de la rencontre ANCLI - IRSN du 24 mars 2004 [3].

² Décision n°2008-DC-0099 de l'ASN du 29 avril 2008 portant sur l'organisation du Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement et fixant les modalités d'agrément des laboratoires.

Les premiers échanges ont permis de préciser en quoi une approche territoriale, à l'échelle du bassin versant de la Loire, faisait sens au regard des questionnements suivants des acteurs locaux :

- La radioactivité dans l'espace ligérien évolue-t-elle au cours du temps, notamment après la mise en service des premiers réacteurs nucléaires construits dans le bassin ? Quelles sont les causes des évolutions constatées ?
- Y a-t-il des lieux de concentration de cette radioactivité ?
- La radioactivité observée dans l'espace ligérien peut-elle avoir un impact sur la santé des populations environnantes ?

La deuxième phase de l'APEL, objet de ce présent document, a eu pour objet de répondre aux deux premiers points. Ce rapport n'aborde pas la question de l'éventuel impact des rejets des installations nucléaires sur la santé des populations locales. Cette préoccupation a cependant guidé les choix réalisés dans le cadre de la sélection des schémas de restitution des mesures de la radioactivité de l'environnement. Un inventaire exhaustif des données existantes dans le bassin de la Loire a été réalisé par l'IRSN et a donné lieu à la publication d'un rapport par l'Institut [4]. Une réflexion commune a ensuite été menée afin de dégager les données pertinentes au regard des interrogations des représentants des CLI et de définir des modalités de présentation, d'analyse et d'accompagnement des informations produites dans le cadre du suivi de la qualité radiologique de l'environnement du bassin versant de la Loire.

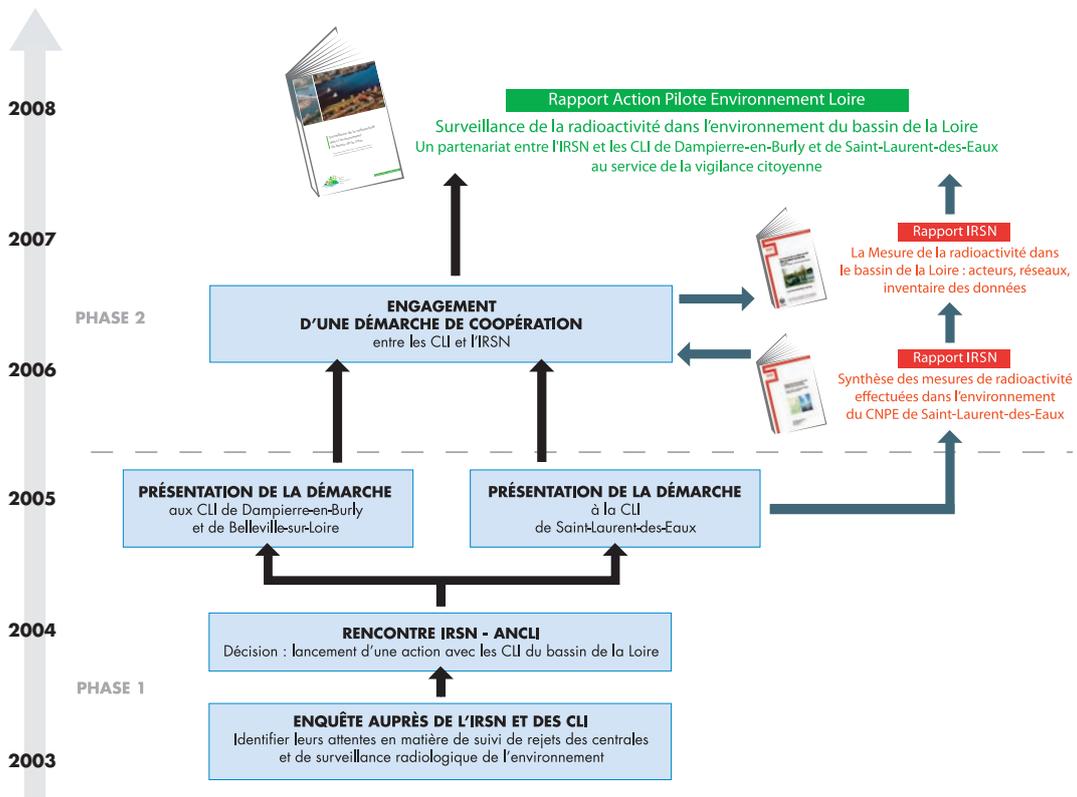


Figure 1 : Logigramme de la démarche APEL

Ce document, rédigé par les CLI participantes et l'IRSN avec l'appui du Centre d'étude sur l'évaluation de la protection dans le domaine du nucléaire (CEPN³) et de Mutadis⁴, rassemble et propose une sélection des données jugées pertinentes au regard des attentes exprimées par les CLI, notamment en termes de suivi de la qualité radiologique de l'environnement dans le bassin de la Loire. Les mesures présentées sont accompagnées de commentaires visant, autant que possible, à en expliciter la signification.

Il convient de noter que si les acteurs locaux attachent une importance particulière à la qualité des eaux de la Loire, leur souci de vigilance quant à la qualité de leur environnement va au-delà et porte également sur la qualité de l'air, celle des produits agricoles cultivés localement, celle des eaux destinées à la consommation... Ce document s'efforce d'aborder de manière claire l'intégralité de ces compartiments, en proposant des schémas souvent innovants de présentation de ces données.

La première partie de ce rapport est dédiée au rappel d'éléments de contexte sur le bassin de la Loire, sur les différentes sources de rejets de radionucléides dans l'environnement et sur les acteurs du suivi de la qualité radiologique de l'environnement.

L'analyse des données du suivi de la qualité radiologique de l'environnement dans le bassin de la Loire est abordée dans une seconde partie. Les données faisant l'objet de cette analyse ont été sélectionnées sur des critères de pertinence par rapport aux questionnements des acteurs locaux, de clarté et d'intelligibilité.

Dans une troisième partie, des éléments de synthèse, de recommandation - notamment formulés par les CLI - et de perspective quant au système de suivi et de surveillance de la qualité radiologique de l'environnement sont proposés.

³ Le CEPN est une association à but non lucratif créée en 1976 pour constituer un pôle de recherche et d'études dans les domaines de l'évaluation des risques pour la santé et l'environnement associés au cycle électronucléaire et l'optimisation de la protection radiologique (www.cepn.asso.fr).

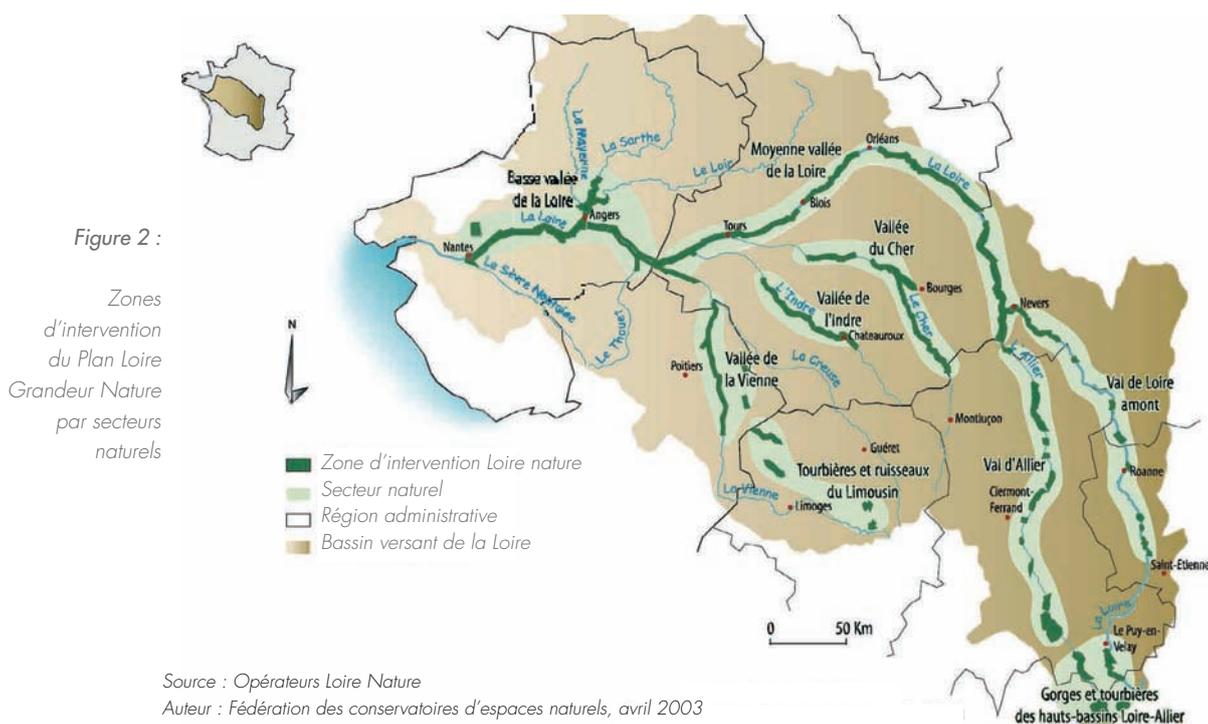
⁴ Créé en 1991, Mutadis Consultants est un groupe de recherche et d'étude sur la problématique sociale du risque et sur la coordination (gouvernance) des activités associées à des risques et à des impacts sanitaires et environnementaux (www.mutadis.fr).



I. Bassin versant de la Loire & acteurs de la mesure de la radioactivité dans l'environnement

A. L'environnement du bassin de la Loire

La Loire traverse cinq régions et douze départements. Son bassin versant comprend 1/5^{ème} du territoire national et couvre neuf régions et vingt-six départements au total. C'est un bassin dont les principales agglomérations sont Saint-Étienne, Clermont-Ferrand, Nevers, Orléans, Limoges, Poitiers, Tours, Angers et Nantes. Le bassin versant de la Loire (Figure 2) abrite des habitats et des espèces à très grande valeur patrimoniale, dont la conservation constitue aujourd'hui un enjeu prioritaire. L'axe ligérien bénéficie d'une réputation internationale et est inscrit, en partie, au patrimoine mondial de l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO).



En 1994, l'Etat a lancé le Plan Loire Grandeur Nature qui marquait une nouvelle approche en matière de gestion du fleuve. En 1999, en lien avec les collectivités territoriales, les quatre priorités du Plan ont été réaffirmées :

- la sécurité des populations face aux risques d'inondation ;
- l'amélioration de la gestion de la ressource en eau ;
- la restauration des espaces naturels et ruraux ;
- la mise en valeur du patrimoine naturel, paysager et culturel des vallées ligériennes.

L'objectif du Plan Loire Grandeur Nature⁵ est également d'assurer la préservation et la gestion durable des écosystèmes ligériens (tourbières, gorges, forêts alluviales) afin de maintenir leurs différentes fonctions écologiques : biodiversité, ressource en eau, zones d'expansion des crues... [5]

B. La qualité et les usages des eaux de la Loire⁶

1) Le contrôle de la qualité physico-chimique des eaux de la Loire

Il existe soixante-trois points de contrôle de la qualité des eaux sur le bassin versant de la Loire. Ils sont gérés par l'Agence de l'eau Loire-Bretagne⁷ et les Directions régionales de l'environnement (DIREN).

La dégradation de la qualité des eaux de la Loire due aux activités économiques du bassin est essentiellement liée à des pollutions organiques, à des nitrates et à des pesticides, d'origine agricole importante. Le développement d'algues (eutrophisation) se produit tout le long de la Loire et le phénomène est accentué dans les retenues. La pollution d'origine urbaine dans le bassin de la Loire reste modérée compte tenu de la taille moyenne des agglomérations et des efforts entrepris pour le traitement des effluents domestiques.

2) Les principaux usages des eaux de la Loire⁸

La batellerie de loisir sur la Loire connaît un nouvel essor. Les loisirs nautiques comme le canoë-kayak, le rafting, la voile ou le ski nautique sont pratiqués sur certains tronçons de la Loire et ses principaux affluents. La baignade et la natation sont parfois pratiquées sur le fleuve, les affluents et dans certaines retenues.

Une centaine de pêcheurs professionnels pratiquent principalement leur activité dans l'estuaire et en basse Loire. Par ailleurs, on dénombre environ 300 000 pêcheurs de loisirs sur l'axe et les principaux affluents. Dans le cadre du Plan Loire Grandeur Nature, un important programme porte sur la préservation et le développement de la population des saumons de l'axe Loire - Allier. Cette population a connu au cours du XX^{ème} siècle une telle régression que sa survie en Loire est menacée. La sauvegarde de ce grand migrateur est un test important de l'amélioration de la qualité des eaux du fleuve.

Les pompages pour l'irrigation s'effectuent en majorité dans les nappes souterraines et sont concentrés dans les régions de la Beauce et de la Champagne berrichonne. Les pompages pour l'alimentation en eau potable s'effectuent en eau souterraine ou en eau de surface. Les prélèvements industriels, moins importants, sont en majorité le fait du secteur agroalimentaire.

On recense quatre barrages hydroélectriques sur la Loire et vingt-quatre sur le bassin, tous gérés par Electricité de France (EDF). On compte également quatre centrales nucléaires sur l'axe Loire et une sur la Vienne qui représentent une dérivation de 967 millions de m³/an d'eau de surface pour une

⁵ Site Internet du Plan Loire Grandeur Nature : www.plan-loire.fr

⁶ Ce paragraphe n'aborde pas la question de la qualité radiologique des eaux de la Loire qui fait l'objet dans la suite de ce document d'importants développements.

⁷ Site Internet de l'Agence de l'eau Loire - Bretagne : www.eau-loire-bretagne.fr

⁸ Site Internet de l'Établissement public territorial du bassin de la Loire : www.eptb-loire.fr

puissance de production de 14 500 MW. Environ 250 millions de m³ sont consommés annuellement par évaporation pour le refroidissement des réacteurs. Les eaux rejetées après prélèvement dans le fleuve conduisent localement à un réchauffement des eaux.

C. Les installations nucléaires du bassin versant de la Loire

1) Les Centres nucléaires de production d'électricité (CNPE)

De l'amont vers l'aval de la Loire, on recense les CNPE de Belleville-sur-Loire, Dampierre-en-Burly, Saint-Laurent-des-Eaux et Chinon (Figure 3). Sur la Vienne se trouve la centrale nucléaire la plus récemment mise en service en France, le CNPE de Civaux.

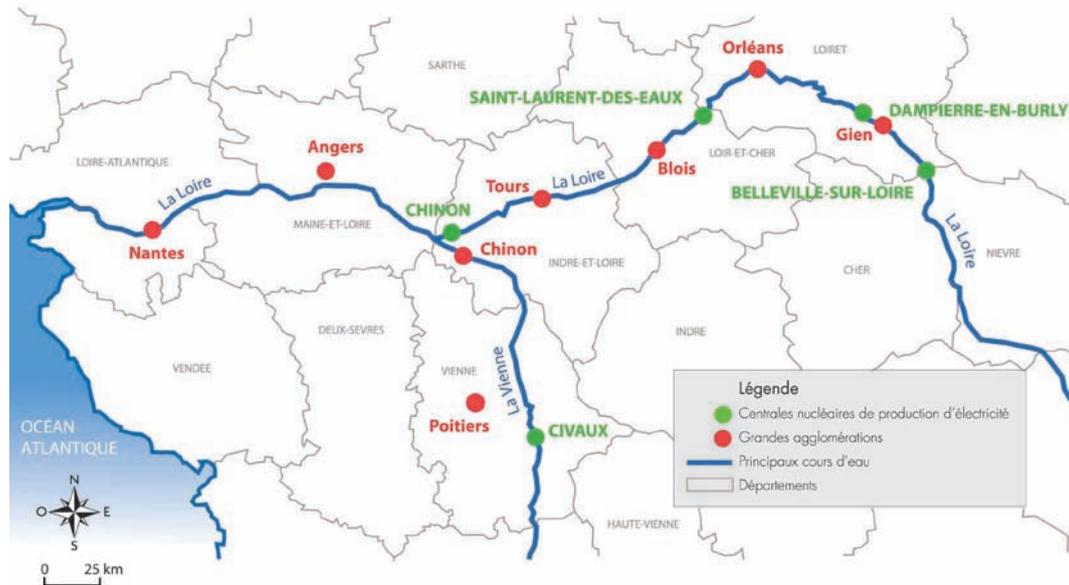


Figure 3 : Centres nucléaires de production d'électricité de la Loire et de la Vienne

Le CNPE de Belleville-sur-Loire est situé en rive gauche de la Loire en amont de la ville de Gien. Il se compose de deux tranches de 1300 MW de la filière des Réacteurs à Eau Pressurisée (REP), couplées au réseau en 1987 et 1988.

Le CNPE de Dampierre-en-Burly est situé en rive droite de la Loire à 10 km en aval de Gien et à 50 km en amont d'Orléans. Il se compose de quatre tranches de 900 MW de la filière des REP, couplées au réseau en 1980 et 1981.

Des installations nucléaires de plusieurs types sont présentes sur le site de Saint-Laurent-des-Eaux, certaines en exploitation, d'autres en cours de démantèlement. Le site comporte deux tranches en exploitation du type REP d'une puissance de 900 MW chacune. Le démarrage de ces deux tranches

a eu lieu respectivement en 1980 et 1981. Le site compte également deux réacteurs de la filière uranium naturel graphite gaz (UNGG) à l'arrêt et en cours de démantèlement. Ces deux réacteurs dénommés A1 et A2 ont été respectivement mis en service en 1969 et 1970 puis exploités jusqu'en 1990 et 1992. La fin des opérations de démantèlement des deux réacteurs de Saint-Laurent A est prévue à l'horizon 2025. Le site abrite également un silo d'entreposage de chemises de graphite irradiées provenant de l'exploitation des réacteurs UNGG.

Le CNPE d'Avoine, plus communément appelé CNPE de Chinon, est situé en rive gauche de la Loire, à 8 km de Chinon. Il se compose de quatre tranches (B1 à B4) de 900 MW de la filière des REP, couplées au réseau respectivement en 1982, 1983, 1986 et 1987. Le site comprend également trois tranches de la filière des réacteurs UNGG de 70, 180 et 360 MW (tranches A1 à A3). Elles ont été mises en service en 1963, 1965 et 1966 et arrêtées en 1973, 1985 et 1990. On note également la présence sur le site de Chinon d'un atelier des matériaux irradiés (AMI), dédié entre autres à la décontamination d'outillages spécifiques et le Magasin interrégional de stockage de combustible neuf (MIR).

Enfin, le CNPE de Civaux est situé à 30 km au sud-est de Poitiers, en rive gauche de la Vienne. Il se compose de deux tranches de 1450 MW, appartenant à la filière des REP. La divergence de la première tranche a eu lieu en novembre 1997, celle de la seconde tranche en 1999.

2) Autres installations du bassin de la Loire

Le bassin versant de la Loire comprend d'autres installations citées notamment à l'inventaire national des déchets radioactifs de l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (ANDRA) [6]. Parmi ces installations, un certain nombre sont associées à des activités anciennes d'extraction et de purification du minerai d'uranium (usine de traitement de Bessines-sur-Gartempe (87) ou de Jouac (87) par exemple). Les activités de ces installations ont parfois été à l'origine d'un marquage radiologique de l'environnement. On rencontre également sur cette même commune de Bessines-sur-Gartempe une Installation classée pour la protection de l'environnement (ICPE) exploitée par Areva pour l'entreposage de l'uranium appauvri.

Un centre du Commissariat à l'Energie Atomique (CEA) est également implanté dans la région Centre, à 15 km de Tours, sur la commune de Monts : le centre CEA du Ripault. Il ne traite cependant plus de matières nucléaires. Aucune mesure de radioactivité n'est donc réalisée dans le cadre de la surveillance réglementaire des installations de ce centre.

D'autres installations, non liées à l'industrie nucléaire, contribuent également aux rejets de radioactivité dans le bassin de la Loire. C'est le cas notamment des services de médecine nucléaire. Dans ces services, les actes à visée diagnostique ou thérapeutique prodigués à des patients sont réalisés à l'aide de radionucléides de période courte. Par exemple, le technétium 99 métastable est utilisé pour les actes à visée diagnostique et l'iode 131 pour les actes à visée thérapeutique. Les radiopharmaceutiques, après avoir été administrés par injection ou ingestion, sont naturellement éliminés par l'organisme (en grande partie dans les urines). Ainsi, une partie des effluents radioactifs produits dans les services de médecine nucléaire est constituée d'urines et de selles contenant de la radioactivité. L'ensemble des effluents des services de médecine nucléaire sont stockés dans des cuves de décroissance ou des fosses tampon (de type fosse septique) avant leur rejet dans le réseau d'eaux usées de la ville. Des contrôles radiologiques, avant rejet, sont réalisés afin de vérifier le respect du seuil de rejet défini par

la réglementation (Circulaire DGS/SD 7 D/DHOS/E 4 n° 2001-323 du 9 juillet 2001 relative à la gestion des effluents et des déchets d'activités de soins contaminés par des radionucléides). Toutefois ce dispositif ne prend pas en compte la contamination des eaux usées du fait des patients rentrés chez eux après un traitement de ce type dans les installations hospitalières.

D. Les acteurs de la mesure de radioactivité dans l'environnement du bassin de la Loire

1) L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN)

La surveillance radiologique de l'environnement du territoire français est une des missions de l'IRSN.⁹ Au sein de l'Institut, les objectifs de la surveillance radiologique de l'environnement français ont été redéfinis en 2004 comme suit :

- observer l'évolution de l'état radiologique dans les différents compartiments de l'environnement à l'échelle du territoire et en particulier à proximité des installations nucléaires ;
- alerter aussi rapidement que possible des hausses anormales de la radioactivité, en particulier du rayonnement gamma ambiant, par le déploiement d'un dispositif de télésurveillance ;
- contribuer à la connaissance du marquage de l'environnement par les différentes sources radioactives et de leur impact radiologique ;
- participer au respect et à l'évolution de la réglementation sur les installations susceptibles de rejeter des radionucléides dans l'environnement ;
- mettre à disposition des autorités et de la population des éléments d'information sur l'état radiologique de l'environnement et de la chaîne alimentaire.

En pratique, cette surveillance se décline selon deux types de moyens :

- la mesure en continu sur site par des systèmes autonomes permettant la transmission en temps réel des résultats (réseaux de télésurveillance) ;
- le traitement et la mesure en laboratoire d'échantillons prélevés dans différents compartiments de l'environnement à proximité ou non d'installations susceptibles de rejeter des radionucléides (réseaux de prélèvements).

Localement, les missions de terrain (prélèvements et maintenance) sont réalisées par les équipes de l'IRSN, mais aussi par d'autres organismes avec lesquels l'Institut développe des collaborations : services techniques des exploitants de l'industrie nucléaire et des centres de recherches, Météo France, Marine Nationale, Ifremer, des collectivités territoriales et des services déconcentrés de l'Etat (préfectures, Direction départementale des affaires sanitaires et sociales (DDASS), Direction régionale des affaires sanitaires et sociales (DRASS)), Office national interprofessionnel des céréales, des particuliers ou exploitants agricoles, d'autres organismes ou laboratoires locaux.

2) EDF

Les CNPE sont soumis, au titre de la réglementation applicable aux Installations nucléaires de base (INB) et à leurs rejets, à des autorisations de rejets d'effluents. La protection de l'homme et de son environnement autour des CNPE est ainsi garantie par des limitations quant à la quantité de radioactivité rejetée et la prescription de modalités de ces rejets, enfin par un suivi qui permet de

⁹ Décret de création de l'IRSN n°2002-254 du 22 février 2002.

vérifier leur conformité aux arrêtés d'autorisation ou décisions de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN). Une surveillance réglementaire est réalisée par l'exploitant dès la mise en service de la première installation et pendant toute la durée de vie du CNPE.

Chaque centrale est ainsi équipée d'un réseau automatique de surveillance de l'environnement dont les résultats sont centralisés par un système informatique. Chaque site dispose également d'un laboratoire de mesures de la radioactivité dans l'environnement qui effectue des contrôles réguliers sur le milieu naturel dans un rayon de quelques kilomètres.

Avant qu'une centrale ne soit mise en service, EDF procède à un bilan radioécologique dit point zéro. Ces mesures servent de référence pour apprécier le marquage dû aux rejets des centrales, même si certains événements indépendants du fonctionnement des installations (essais nucléaires atmosphériques et accident de Tchernobyl) ont modifié l'état radiologique de l'environnement et doivent être pris en compte pour établir des comparaisons pertinentes. Depuis 1991, une campagne de mesures radioécologiques est, de plus, effectuée chaque année sur chaque site. Tous les dix ans, un bilan radioécologique détaillé est effectué afin d'étudier l'évolution des activités des radionucléides présents dans les différents compartiments de l'environnement. Lors d'un tel bilan, le choix et la localisation des échantillons sont faits en fonction du point zéro initial et des spécificités régionales.

3) Areva NC

Areva NC assure la gestion et la surveillance des anciens sites français d'extraction d'uranium qui sont aujourd'hui réaménagés. Ils font l'objet de mesures de surveillance de l'environnement. On dénombre en France près de 200 sites miniers de taille variable et 17 stockages de résidus de traitement de minerai d'uranium couverts par la réglementation ICPE dont quinze sont situés dans le bassin de la Loire [7]. Le programme de surveillance de l'environnement est défini par arrêté préfectoral. Chaque année sont effectuées environ 250 mesures de débits de dose, 750 mesures de radon dans l'air et 800 analyses de radium 226 et d'uranium dans l'eau. Ces mesures et analyses sont associées à 62 points de prélèvement dans l'air et 73 points de prélèvement dans l'eau.

4) Les associations agréées pour la surveillance de la qualité de l'air (AASQA)

Depuis le 30 décembre 1996, la surveillance de l'air a été renforcée dans le cadre de la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie. Le dispositif de surveillance de la qualité de l'air comportait, au 1^{er} janvier 2007, pour l'ensemble du territoire national, 35 associations agréées pour le suivi de la qualité physico-chimique de l'air par le ministère chargé de l'environnement. Elles constituent le dispositif ATMO. Chaque AASQA gère un ou plusieurs réseaux de mesures.

Dans le bassin versant de la Loire, l'association Lig'Air¹⁰, qui assure la surveillance de la qualité de l'air en région Centre, disposait jusqu'en décembre 2005 dans l'agglomération orléanaise d'une balise de mesures des aérosols. Toutefois, contrairement aux autres indicateurs surveillés par Lig'air, la mesure de la radioactivité ne relevait pas d'une mission réglementaire et cette association a choisi de se recentrer sur ses missions prioritaires. Par conséquent, la mesure de la radioactivité a été arrêtée à compter du 1^{er} janvier 2006.

L'association Air Pays de la Loire¹¹ dispose d'une balise de mesure de la radioactivité dans l'agglomération nantaise depuis 1997.

¹⁰ Site Internet de l'association Lig'Air : www.ligair.fr

¹¹ Site Internet de l'association Air Pays de la Loire : www.airpl.org

Dans le Limousin, l'association LIMAIR¹² dispose d'une balise de mesure qui assure la surveillance de la radioactivité. Enfin, l'association Atmo Auvergne¹³ est équipée d'une balise de surveillance de la radioactivité dans l'agglomération clermontoise.

5) Les services de l'Etat

La Direction générale de l'alimentation (DGAL) réalise tous les ans un plan de surveillance de la contamination des denrées alimentaires par les radionucléides. L'objectif de ce plan, mis en place après l'accident de Tchernobyl, est de surveiller l'impact de cet événement radiologique majeur sur la qualité des denrées alimentaires et de s'assurer de l'absence de contamination des produits alimentaires en provenance de zones voisines d'installations nucléaires.

Les analyses de la radioactivité se résument essentiellement à la mesure par spectrométrie gamma des isotopes 134 et 137 du césium. En 2006, 1 200 échantillons ont fait l'objet d'une recherche de ces isotopes, et 30 échantillons de lait ont fait l'objet d'une recherche des isotopes 89 et 90 du strontium. Ces radionucléides (césium et strontium) sont caractéristiques des essais nucléaires atmosphériques et des retombées de l'accident de Tchernobyl et le césium des rejets des CNPE.

La Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes (DGCCRF) effectue depuis 1986, année de l'accident de Tchernobyl, des contrôles réguliers du niveau de la contamination radioactive des produits de consommation. Ces contrôles portent principalement sur les denrées alimentaires d'origine végétale. Chaque année, plus de 1 000 échantillons sont ainsi prélevés sur le marché intérieur au stade de la commercialisation des produits. Le tiers des prélèvements concerne les produits concentrant la radioactivité présente dans l'environnement, notamment certains champignons.

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

Le Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement¹⁴ a pour mission de contribuer à l'estimation des doses dues aux rayonnements ionisants auxquels la population est exposée et à l'information du public. A terme, il rassemblera et mettra à la disposition du public [8] :

- des résultats de mesures de la radioactivité de l'environnement et des documents de synthèse sur l'état radiologique du territoire;
- des documents d'information sur l'évaluation des doses reçues par la population.

Le Réseau national est développé par l'IRSN sous l'égide de l'ASN et en coordination avec les nombreux acteurs de ce réseau. Ces acteurs sont les ministères concernés, les agences sanitaires, les industriels du nucléaire et des associations de protection de l'environnement et des consommateurs. Il répondra ainsi à terme à deux objectifs majeurs :

- assurer la transparence des informations sur la radioactivité de l'environnement en mettant à disposition du public les résultats des mesures de surveillance et des informations sur l'impact sanitaire du nucléaire en France ;
- poursuivre le développement d'une politique de qualité pour les mesures de radioactivité dans l'environnement par l'instauration d'un agrément des laboratoires délivré par décision homologuée de l'ASN.

¹² Site Internet de l'association Limair : www.limair.asso.fr

¹³ Site Internet de l'association Atmo Auvergne : www.atmoauvergne.asso.fr

¹⁴ Site Internet du Réseau national : www.mesure-radioactivite.fr

Les données qui sont intégrées dans le Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement proviennent :

- des laboratoires agréés des industriels du nucléaire ;
- des laboratoires de l'IRSN ;
- des laboratoires agréés rattachés à des administrations, des agences sanitaires, des collectivités territoriales ou effectuant des mesures de radioactivité pour leur compte : contrôle des eaux de consommation par les laboratoires agréés du ministère chargé de la santé, contrôle sur les denrées alimentaires de la DGCCRF, de la DGAL, contrôle sur l'air des AASQA ;
- de tout laboratoire agréé ou de l'organisme commanditaire de ses mesures de radioactivité dans l'environnement, qui demanderait à publier ses résultats de mesure sur le Réseau national : associations de protection de l'environnement, universitaires, industriels...



II. Surveillance de la radioactivité de l'environnement dans le bassin versant de la Loire

Afin d'exercer un suivi dans le temps et dans l'espace en s'appuyant sur la confrontation des différentes sources de données relatives à la radioactivité, le choix a été fait de travailler à l'échelle d'un bassin versant, sur l'ensemble des installations susceptibles de rejeter des radionucléides. Il a par ailleurs été décidé de ne retenir qu'un nombre limité d'indicateurs jugés pertinents, visualisés notamment sous forme de chroniques et de cartes. Ces chroniques et ces cartes comportent les mesures les plus récentes disponibles au moment de la rédaction de ce rapport.

Ces choix ont été retenus afin d'éviter la segmentation que produit la réalisation de mesures compartimentées (par radionucléide, par type de compartiment environnemental). Ils permettent d'assurer un véritable suivi de l'environnement qui ne se limite pas au périmètre des cinq centrales nucléaires du bassin versant de la Loire et tentent de présenter l'ensemble des évolutions et des variations, ainsi que les raisons que l'on peut avancer pour les expliquer. De plus, cette restitution des données sur le long terme permet un suivi de l'évolution des niveaux de radioactivité sur des périodes étendues.

A. Le suivi de la radioactivité dans le milieu atmosphérique

La surveillance de la qualité radiologique de l'air se fait par la mesure des indicateurs suivants :

- le débit de dose de rayonnement gamma ambiant ;
- la concentration de radon, gaz radioactif, lié notamment à la présence d'uranium en particulier dans le granite et le schiste ;
- la concentration en aérosols radioactifs dans l'air.

1) La mesure du débit de dose de rayonnement gamma ambiant

Les mesures en continu du débit de dose gamma ambiant sont intéressantes pour le suivi de la radioactivité de l'air, car elles permettent de détecter directement la plupart des radionucléides naturels et artificiels émetteurs gamma présents localement. Outre le rayonnement cosmique, le rayonnement gamma est produit par les radioéléments naturels du sol et par ceux, naturels ou artificiels, produits par les activités industrielles nucléaires ou minières. Son suivi permet de mesurer l'évolution de la radioactivité naturelle - les conditions climatiques peuvent influencer sur le débit de dose gamma - ou de déceler des événements conduisant à un relâchement significatif de radionucléides dans l'atmosphère, comme l'accident de Tchernobyl.

La mesure du débit de dose gamma ambiant s'exprime en gray par seconde (Gy/s), en gray par heure (Gy/h) ou en gray par an (Gy/an). Elle est réalisée à l'aide des réseaux DTL et Téléray de l'IRSN décrits ci-après. EDF réalise également de telles mesures autour des CNPE dans le cadre du suivi réglementaire de ses installations.

Le réseau DTL

La mesure du rayonnement gamma ambiant peut se faire à l'aide d'un Dosimètre Thermoluminescent (DTL). Ce système permet de mesurer la dose intégrée sur une longue période. Le réseau DTL de l'IRSN (1 000 stations) permet ainsi d'effectuer une surveillance du débit de dose externe dû au rayonnement gamma ambiant, dans l'environnement, sur l'ensemble du territoire national. Les DTL sont implantés de manière à disposer d'au moins un dosimètre par département et à surveiller plus précisément les abords des installations nucléaires.

Les mesures réalisées en 2004 dans le bassin de la Loire par le réseau DTL permettent de visualiser le débit de dose gamma ambiant dans le bassin. Les doses annuelles présentées sur la figure 4 varient en fonction de la nature des roches (contribution des radionucléides naturels présents dans le sol) et de l'altitude (influence du rayonnement cosmique). Aucune particularité liée à la présence d'une installation nucléaire n'est observable sur cette carte.

Le réseau DTL donne ainsi une bonne image de la radioactivité ambiante sur l'ensemble du territoire, mais ceci de façon différée. Pour disposer d'un suivi en temps réel, il convient de s'appuyer sur les données du réseau Téléray.

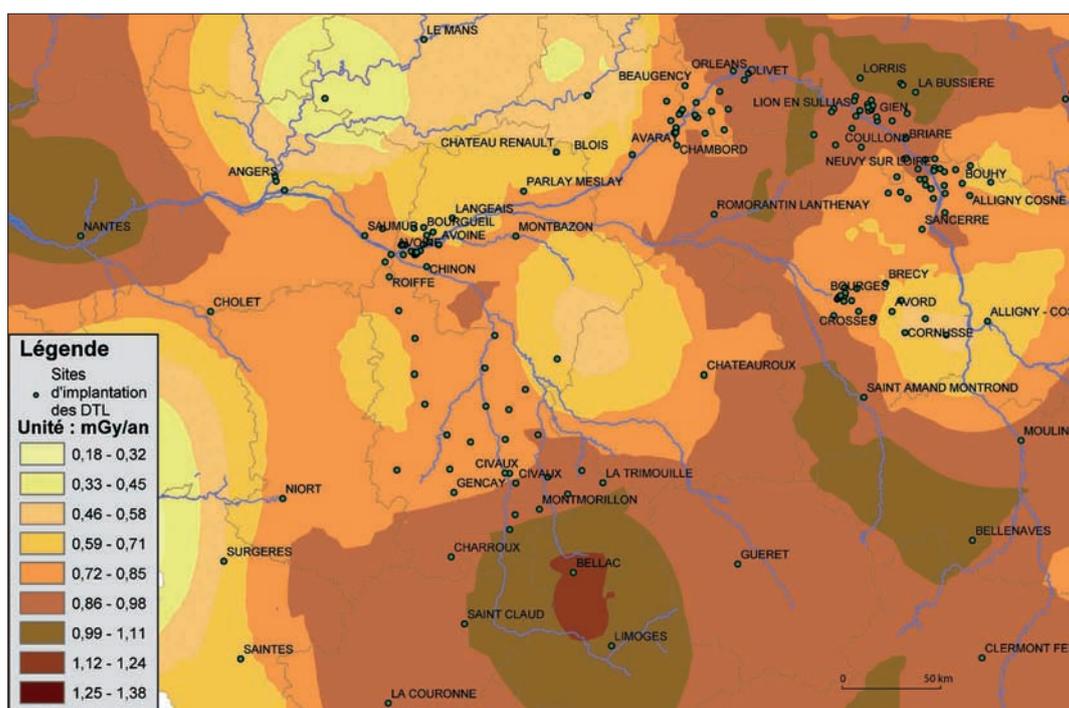


Figure 4 : Dose annuelle liée au débit de dose gamma ambiant dans le bassin de la Loire (IRSN, données du réseau DTL, 2004)

Le réseau Téléray

Pour disposer d'un suivi en temps réel des variations du débit de dose gamma ambiant, le réseau Téléray est plus adapté. Ce réseau d'alerte¹⁵ compte 180 sondes sur le territoire national. Elles sont implantées majoritairement aux abords des sites nucléaires et dans les grandes agglomérations. Ces sondes permettent de mesurer en continu le débit de dose gamma ambiant et de télétransmettre les résultats en temps réel au laboratoire IRSN du Vésinet 24 heures sur 24. L'ensemble des mesures réalisées par les sondes du réseau Téléray y est centralisé.

¹⁵ Le réseau Téléray assure de façon permanente la veille et l'alerte radiologique sur tout le territoire français.

De nombreuses sondes Téléray sont installées dans le bassin de la Loire : Clermont-Ferrand, Nevers, Belleville (CNPE), Saint-Laurent-des-Eaux (CNPE), Dampierre-en-Burly (CNPE), Orléans, Vendôme, Tours, Chinon (CNPE), Angers, Nantes, Civaux (CNPE), Poitiers. Les résultats relevés par ces sondes sont centralisés et accessibles sur le site Internet de l'IRSN¹⁶. Cependant, le nombre de balises est insuffisant pour disposer d'une carte précise de l'évolution du débit de dose gamma ambiant à l'échelle du bassin.

La figure 5 montre l'évolution entre 1999 et 2006 du débit de dose gamma ambiant mesurée par les sondes implantées dans l'environnement proche des CNPE du bassin versant de la Loire.

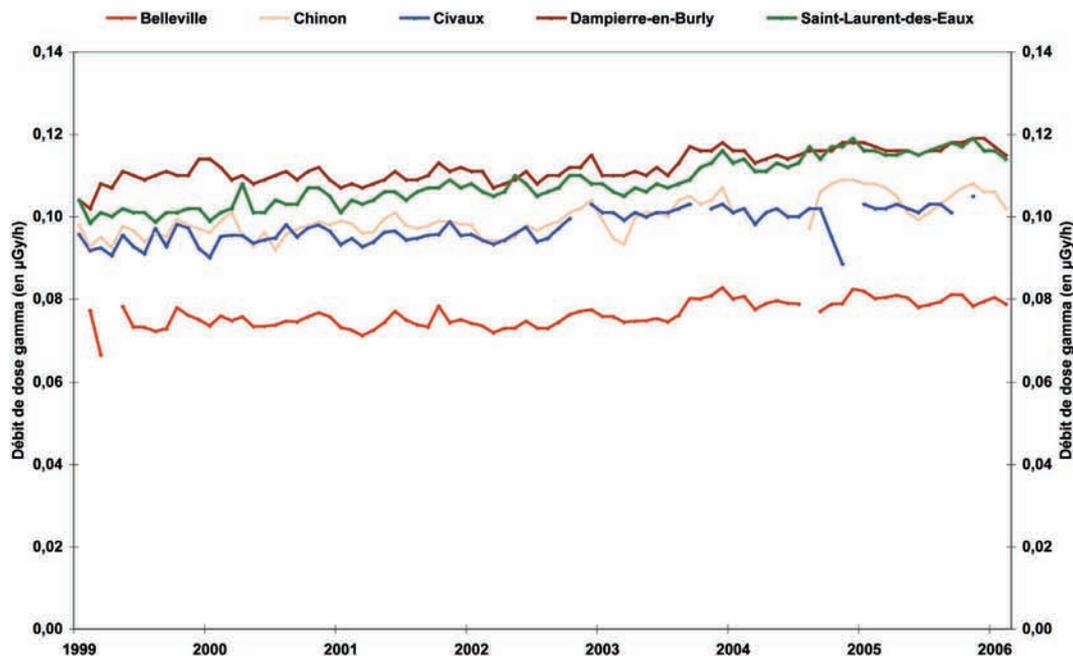


Figure 5 : Évolution du débit de dose gamma ambiant dans l'environnement des CNPE du bassin de la Loire de 1999 à 2006 (Source IRSN)

On peut y noter une légère augmentation de celui-ci. Cette augmentation correspond au vieillissement de l'instrumentation de mesure (qui se traduit par une augmentation du «bruit de fond» des appareils) et n'est pas due à une augmentation du débit de dose gamma ambiant. Certaines interruptions ou variations brutales (hausse ou baisse) sont également visibles : elles correspondent à des pannes des appareils de mesure ou de l'arrêt de transmission des données. Le délai de «réparation» varie en fonction de la nature et de l'origine du problème technique rencontré. On observe également que les résultats des mesures à Belleville correspondent à une implantation de la sonde en un lieu où la radioactivité ambiante est plus faible que pour les autres, du fait de la nature des roches constituant le sol.

L'IRSN s'est doté de seuils d'alarme pour réagir à toute anomalie détectée par le réseau Téléray. Le seuil d'alarme est atteint lorsque la valeur mesurée par une balise dépasse de 0,15 µGy/h la valeur moyenne associée à cette balise, par exemple, $0,08 + 0,15 = 0,23$ µGy/h pour la balise de Belleville. Ce seuil a été fixé au regard de la limite réglementaire d'exposition ajoutée du fait d'une activité nucléaire, fixée pour un individu du public à 1 mSv/an. La figure 5 n'indique aucun événement

¹⁶ http://teleray.irsn.org/irsn/html_irsn/mesure/france.htm

de franchissement de ce seuil depuis la mise en place du réseau de surveillance. Le franchissement de ce seuil entraînerait la mobilisation d'une équipe d'astreinte qui engagerait des investigations pour en comprendre la cause et pourrait déclencher un dispositif de crise si cela s'avérait nécessaire.

La figure 6 est présente les données de l'ensemble des stations implantées dans les principales agglomérations du bassin versant de la Loire (préfectures et sous-préfectures). Le débit de dose gamma est relativement constant pour une même station et varie suivant la localisation de la balise, entre 0,05 $\mu\text{Gy/h}$ et 0,16 $\mu\text{Gy/h}$.

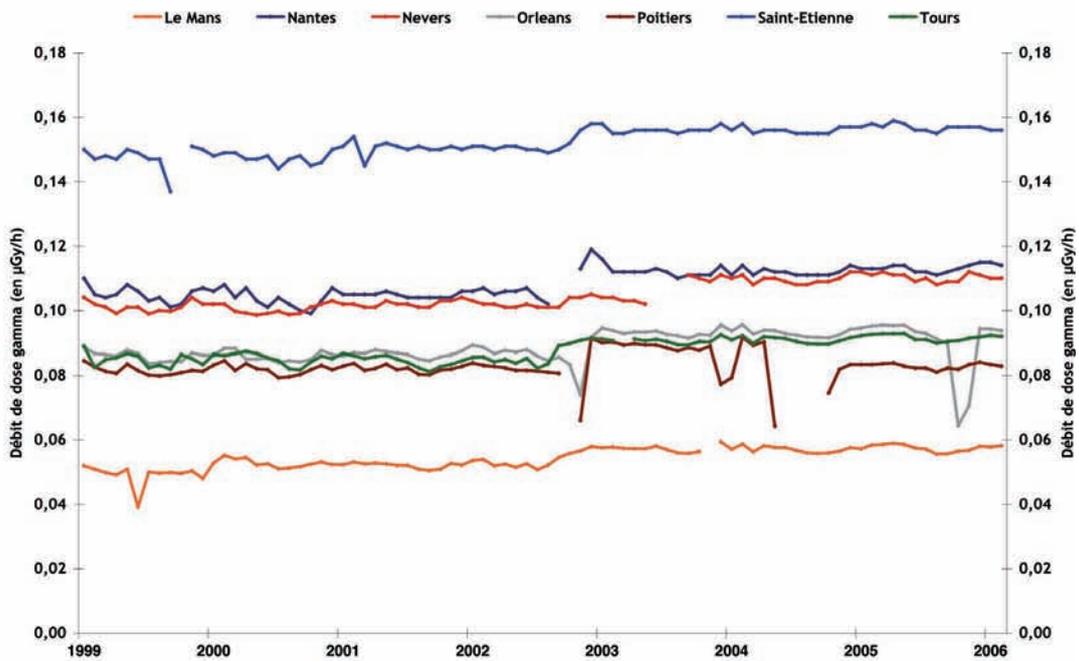


Figure 6 : Évolution du débit de dose entre 1999 et 2006 pour les sondes Téléray implantées dans les principales agglomérations du bassin versant de la Loire (Source IRSN)

On observe que si le débit de dose gamma ambiant est plus élevé à Saint-Etienne (42) qu'au Mans (72), il n'est pas plus élevé autour des CNPE que dans les grandes agglomérations. Ceci est lié au fait que le débit de dose gamma mesuré est principalement lié à la nature des sols et à l'altitude du site sur lequel est implantée la sonde. Aussi, en l'absence d'accident, on n'observe pas, sur cette échelle de temps, de brusques variations du débit de dose gamma. Les interruptions correspondent aux problèmes d'ordre technique évoqués précédemment.

La surveillance des anciens sites miniers d'uranium

Un grand nombre de sites d'extraction d'uranium ont été exploités dans le bassin de la Loire. Cette activité a pu conduire à un marquage local de l'environnement. Ce constat a conduit les CLI à s'intéresser aux modalités de la surveillance de ces sites.

Dans le cadre du suivi réglementaire de ses anciens sites miniers, notamment ceux de la division minière de la Crozille en Haute-Vienne (87), Areva NC a mis en place un plan de surveillance de la

qualité de l'air. Des dosimètres DTL sont ainsi implantés sur les sites miniers et aux alentours, ainsi que dans le milieu naturel afin d'établir des points de référence en dehors de toute influence minière.

La figure 7 présente les résultats obtenus par les DTL installés sur les sites réaménagés. On observe que:

- les valeurs de débit de dose de rayonnement gamma sur les anciens sites miniers sont légèrement plus élevées que dans leur environnement, témoignant d'un marquage localisé - au niveau des installations - lié aux activités minières,
- les valeurs mesurées à proximité immédiate des sites sont très proches en moyenne des valeurs mesurées dans le milieu naturel,
- la diminution importante du débit de dose sur site à partir de 1994 résulte des actions de réaménagement des sites de la division minière de la Crozille, en particulier de la mise en place d'une couverture (roches et terres) au-dessus des résidus de traitement de minerais d'uranium.

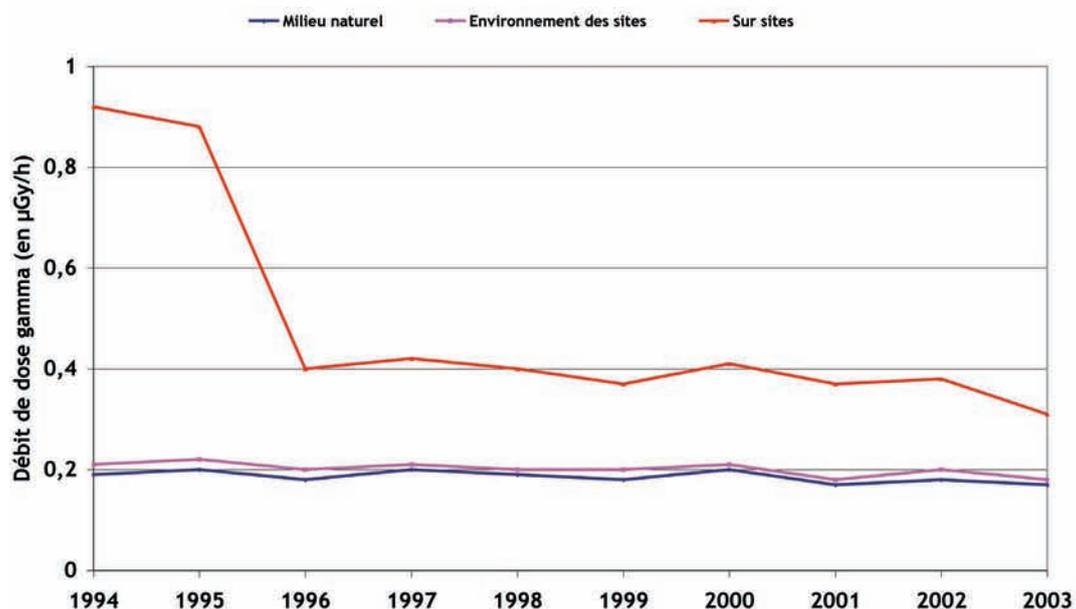


Figure 7 : Comparaison des débits de dose de rayonnement gamma en fonction de l'implantation des DTL (moyennes sur la division minière de la Crozille - données extraites du bilan décennal environnemental 1994-2003 Areva NC [9])

2) La mesure du radon

Le radon est un gaz radioactif d'origine naturelle produit par la décroissance radioactive du radium présent dans le sol. Le suivi de la teneur en radon présente un intérêt dans la mesure où ce gaz contribue majoritairement à l'exposition du public due aux sources naturelles de rayonnement. Sa mesure permet aussi de mieux interpréter les résultats fournis par les réseaux DTL et Téléray.

Le taux d'émanation de radon est variable selon les régions. Il est d'autant plus important que les sols contiennent de l'uranium ou des schistes, comme c'est notamment en Bretagne, en Auvergne et en Franche-Comté. Les concentrations à l'air libre sont généralement faibles comparées à celles qui sont observées dans les bâtiments, car le radon peut s'y concentrer.

C'est donc l'activité volumique du radon dans les habitations qui fait l'objet d'une attention particulière. En France, elle est estimée en moyenne à environ 70 Bq/m³ mais présente une variabilité géographique importante (Figure 8).

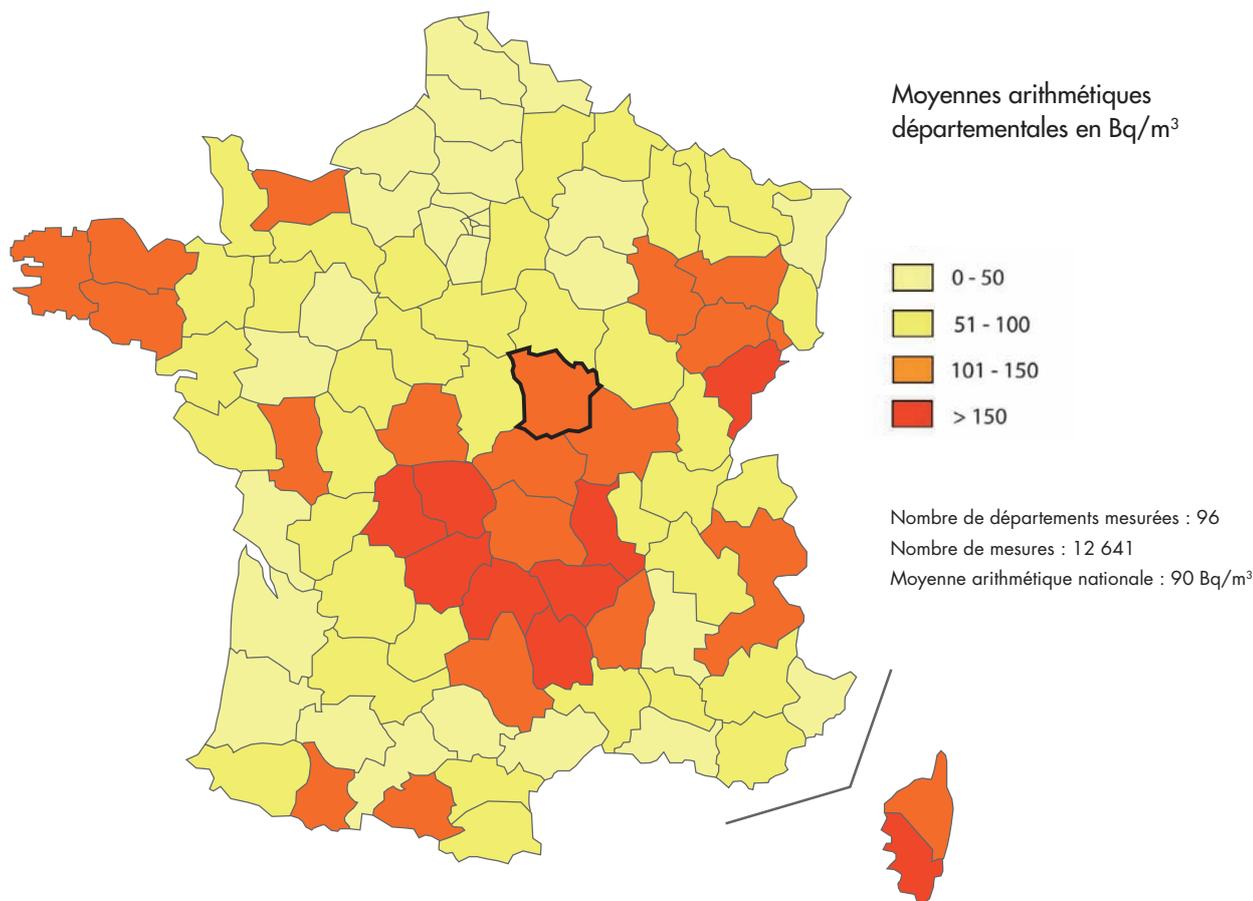


Figure 8 : Activité volumique du radon dans l'habitat en France - bilan de 1982 à 2000 (Source IRSN)

Les niveaux d'action pour le radon dans les établissements recevant du public, niveaux au-dessus desquels doivent être mises en œuvre les actions nécessaires pour réduire l'exposition des personnes, sont fixés par arrêté¹⁷ à 400 et 1 000 Bq/m³ [10] :

- Si lors des campagnes de mesures de radon, un des résultats dépasse le niveau d'action de 400 Bq/m³ et qu'ils sont tous inférieurs à 1 000 Bq/m³, le propriétaire doit mettre en œuvre sur le bâtiment des actions simples visant à réduire l'exposition des personnes au radon. Il fait ensuite réaliser de nouvelles mesures destinées à en contrôler l'efficacité. Si au moins l'un des résultats des nouvelles mesures de contrôle est supérieur au niveau d'action de 400 Bq/m³, le propriétaire fait réaliser un diagnostic du bâtiment et, si nécessaire, des mesures de radon supplémentaires afin d'identifier la source ainsi que les voies d'entrée et de transfert du radon dans le bâtiment. Au vu des résultats, il réalise des travaux en vue d'abaisser la concentration en dessous de 400 Bq/m³, à un niveau aussi bas que raisonnablement possible. Ces travaux doivent être réalisés dans un délai de deux ans à compter de la date de réception des résultats des premières mesures de radon.
- Si un des résultats de mesure de radon dépasse le niveau d'action de 1 000 Bq/m³, le propriétaire effectue, sans délai, des actions simples sur le bâtiment destinées à réduire l'exposition des personnes au radon. Elles sont suivies immédiatement d'un diagnostic du bâtiment et, si nécessaire, des mesures de radon supplémentaires.

¹⁷ Arrêté du 22 juillet 2004 relatif aux modalités de gestion du risque lié au radon dans les lieux ouverts au public.

L'obligation de mesure systématique concerne, en France, 31 départements et quatre types d'établissements (établissements d'enseignement, sanitaires et sociaux avec hébergement, thermaux et pénitentiaires). Sur ces 31 départements, 13 départements dont la Nièvre, sont situés tout ou partie dans le bassin de la Loire Il n'y a pas pour l'instant d'obligation pour l'habitat privé. La nature des actions est liée aux résultats des campagnes de mesures¹⁸. L'IRSN a publié en 2000 les résultats d'une campagne de mesures effectuée entre 1982 et 2000 (Figures 8 et 9). Au total, 12 641 mesures ont été effectuées dans 10 013 communes réparties sur le territoire français. Une cartographie des activités volumiques en radon a été établie pour chaque département [11]. Ces cartes sont accessibles sur le site Internet de l'IRSN¹⁹.

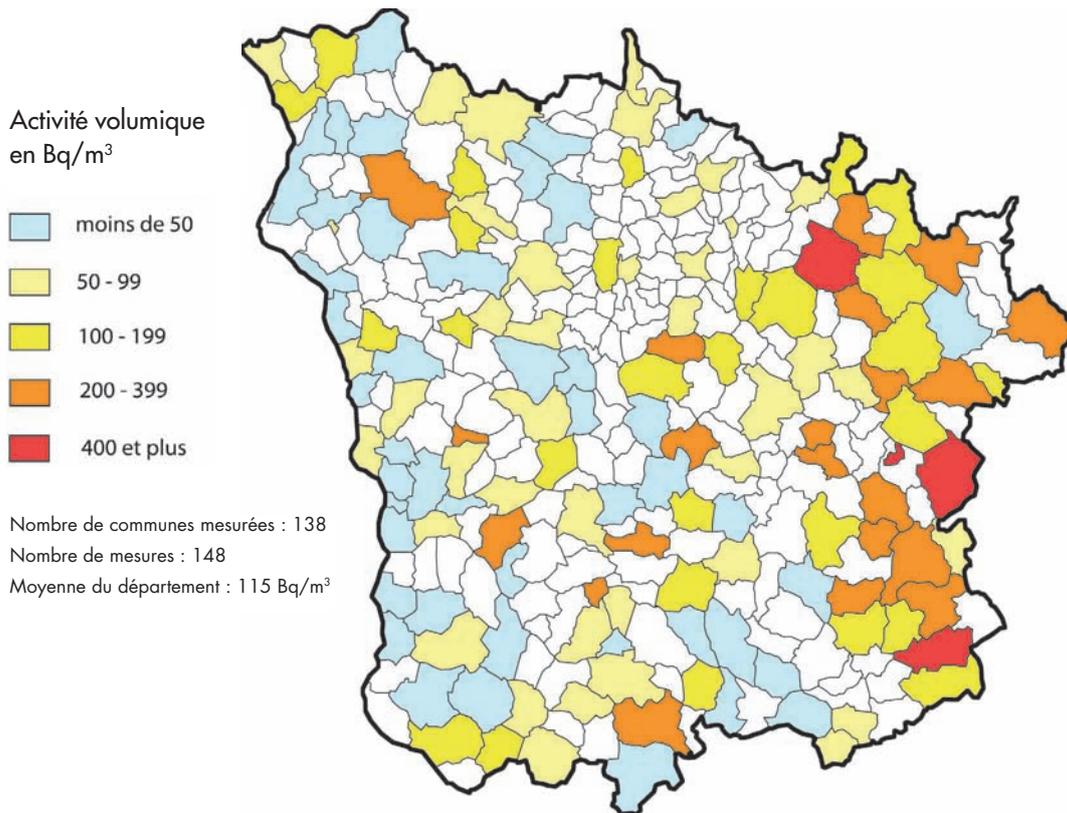


Figure 9 : Le radon dans l'habitat dans les communes de la Nièvre - bilan janvier 2000 (Source IRSN)

3) La mesure des particules et aérosols radioactifs

La surveillance des particules et des aérosols radioactifs se fait notamment à travers la mesure de l'activité bêta globale de l'air. Pour les CLI, l'intérêt de cet indicateur réside dans le fait que la plupart des radionucléides artificiels sont des émetteurs bêta. Cette mesure, exprimée en Bq/m³, permet de détecter et de caractériser une élévation anormale de la radioactivité de l'air.

Cette surveillance sur le territoire français est réalisée par l'IRSN grâce au réseau «aérosol» (AS)²⁰ qui est constitué de 70 stations fixes de prélèvement des aérosols (dont 34 dédiées à la surveillance des

¹⁸ Voir le contenu de l'Arrêté du 22 juillet 2004. Pour aller plus loin : www.irsn.org, www.invs.sante.fr.

¹⁹ http://www.irsn.org/index.php?position=radon_5

²⁰ <http://aerosol.irsn.org>

installations nucléaires). EDF possède également son propre réseau de surveillance autour de chaque CNPE. Dans le bassin de la Loire, on dénombre dix stations de ce réseau, dont cinq sont implantées à proximité immédiate des CNPE. Il est possible, grâce aux données de ces stations, de disposer de chroniques longues (jusqu'à 40 ans). De telles chroniques présentent l'intérêt de pouvoir suivre l'évolution de la radioactivité sur le long terme. Elles permettent en particulier de suivre les évolutions temporelles liées notamment aux événements suivants :

- les retombées des essais nucléaires atmosphériques, notamment au début des années 1960 ;
- les retombées des essais chinois qui se sont poursuivis jusqu'en 1982 ;
- les retombées de l'accident de Tchernobyl correspondant au pic observé en 1986.

Les mesures relevées aux stations AS de Chinon, de Saint-Laurent-des-Eaux, Dampierre-en-Burly et de Belleville-sur-Loire sont reportées sur les figures 10 à 13. Ces figures permettent de distinguer les valeurs significatives mesurées des valeurs situées en deçà de la limite de détection. La limite de détection d'un appareil, qui fluctue en fonction des conditions dans lesquelles est réalisée la mesure, correspond à la valeur la plus basse de l'activité volumique qu'il peut détecter. Aussi, lorsqu'une mesure est en deçà de la limite de détection, cela ne signifie pas que l'activité volumique est nulle, mais qu'elle est «si faible» que l'appareil ne peut pas fournir une valeur précise. Dans ce cas de figure, de manière prudente, on reporte par convention la valeur de la limite de détection (en vert sur les figures) comme valeur de la mesure.

Il est intéressant d'observer que les chroniques de la figure 10 et de la figure 11 présentent les mêmes particularités (essais atmosphériques et accident de Tchernobyl). Aucun effet lié à la présence du CNPE n'est détectable. Depuis 20 ans, les fluctuations mesurées (entre 0,1 mBq/m³ et quelques mBq/m³) sont donc d'ordre naturel, essentiellement dues à des phénomènes météorologiques ainsi qu'à la nature des sols.

NB. Les échelles des figures 10 à 13 sont des échelles logarithmiques : une augmentation d'une unité de l'axe des ordonnées correspond à une multiplication par 10 de l'activité mesurée. Ainsi, en mai 1986, l'activité bêta globale a atteint 10 000 mBq/m³ (10 Bq/m³).

On observe une absence de données sur une courte période en 1997. Cette absence est liée à un problème technique lié à l'archivage en base de ces données. Les informations n'ont pas été récupérées au moment de la rédaction de ce rapport.

Figure 10 :
Variation
quotidienne
de l'activité
bêta globale
pour la station de
Chinon
(Source IRSN)

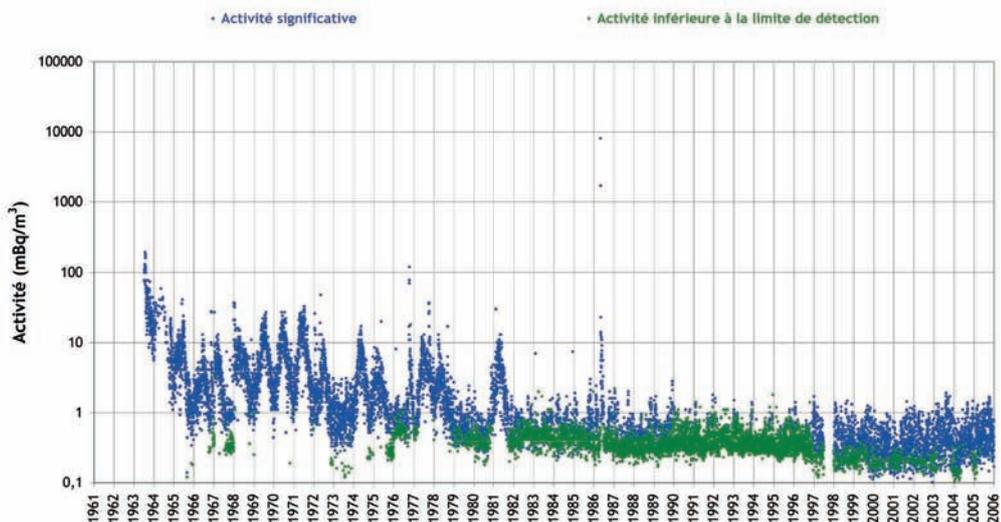


Figure 11 :

Variation quotidienne de l'activité bêta globale pour la station de Saint-Laurent-des-Eaux
(Source IRSN)

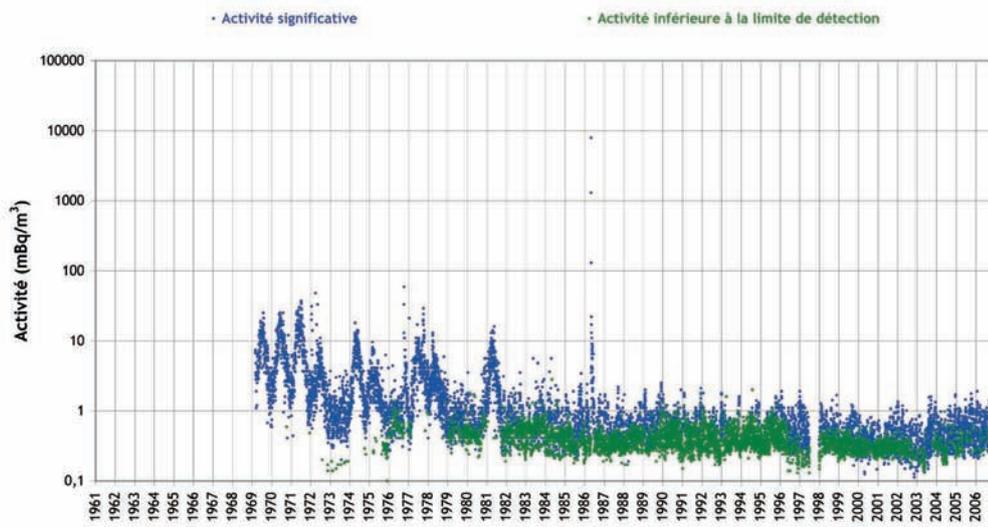


Figure 12 :

Variation quotidienne de l'activité bêta globale pour la station de Dampierre-en-Burly
(Source IRSN)

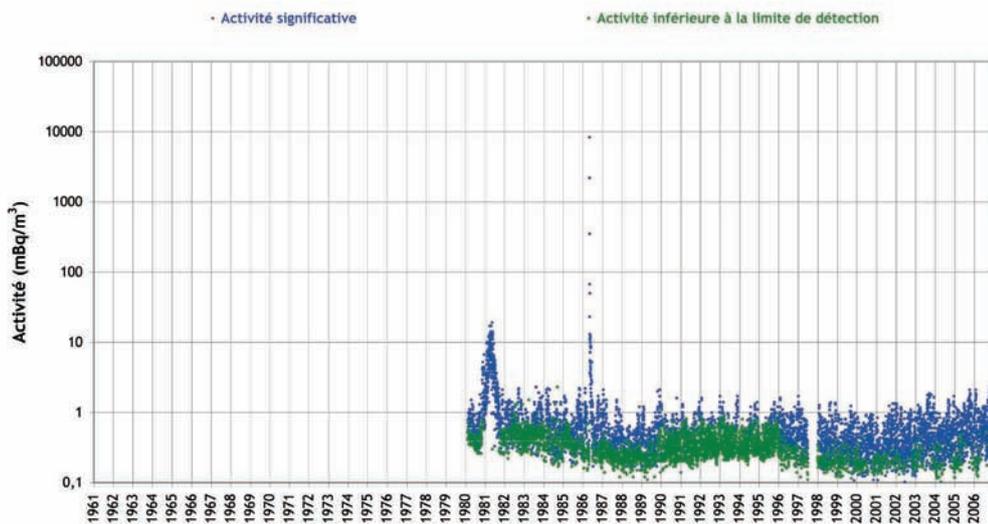
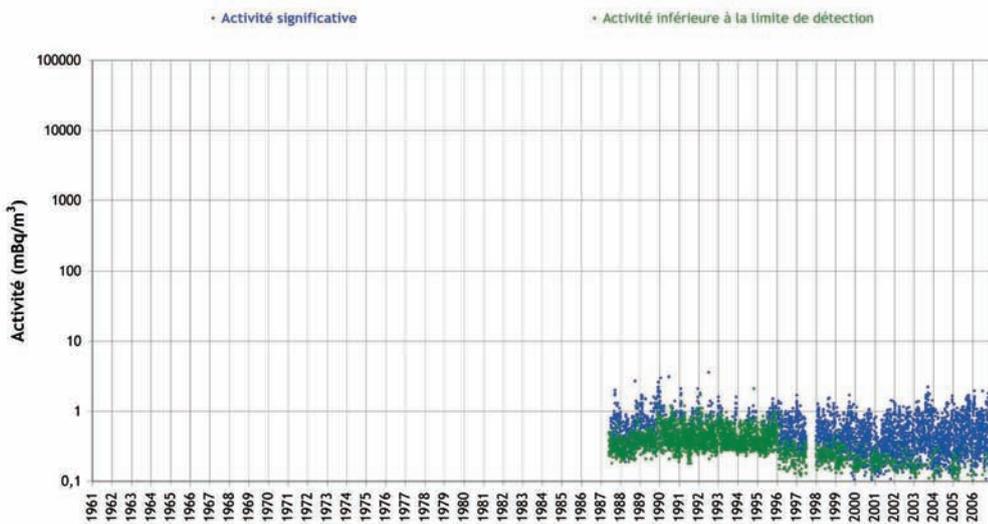
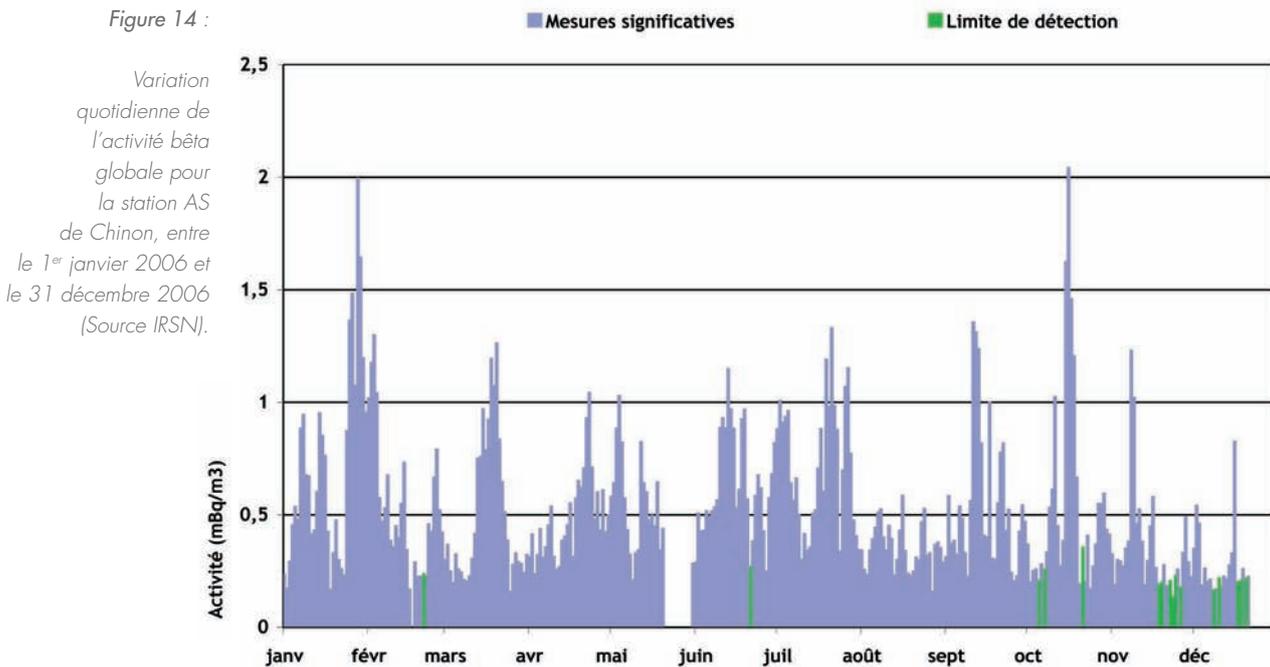


Figure 13 :

Variation quotidienne de l'activité bêta globale pour la station de Belleville-sur-Loire
(Source IRSN)



La figure 14 permet d'observer, pour l'année 2006, l'évolution quotidienne de l'activité volumique bêta globale à proximité du site de Chinon. Sur ce graphique, les barres vertes indiquent des mesures en deçà de la limite de détection. On observe des fluctuations de l'activité bêta globale, de 0 (absence de mesure pour problème technique à la fin mai) à environ 2 mBq/m³. Globalement, les activités mesurées sont faibles. On n'observe pas de marquage particulier lié à la présence du CNPE de Chinon. La comparaison entre les chroniques longues et les variations annuelles de l'activité bêta globale permet de resituer les variations annuelles par rapport à l'évolution historique influencée par la période des essais nucléaires atmosphériques et l'accident de Tchernobyl.



B) Le suivi de la radioactivité dans les eaux de pluie et les eaux continentales

Les CNPE rejettent des effluents liquides dans la Loire. Ces rejets, qui font l'objet d'autorisations, contiennent, entre autres, des radioéléments. Il apparaît essentiel pour les CU de veiller à l'absence d'accumulation de radioactivité artificielle dans le milieu naturel et à la bonne maîtrise des rejets d'effluents car la qualité des eaux de la Loire est en effet un enjeu sensible dans le bassin versant.

1) Les eaux de pluie

L'IRSN et EDF disposent de collecteurs d'eau de pluie situés à proximité de chaque CNPE. Ces collecteurs ont été installés dès la construction des CNPE. Un prélèvement d'eau dans ces collecteurs est généralement effectué avec une fréquence hebdomadaire et les analyses sont réalisées tous les deux mois. En l'absence d'accident majeur comme celui de Tchernobyl, les résultats des analyses effectuées sont généralement tous en dessous des limites de détection car les teneurs en radionucléides sont si faibles que les appareils de mesure utilisés ne les détectent pas²¹.

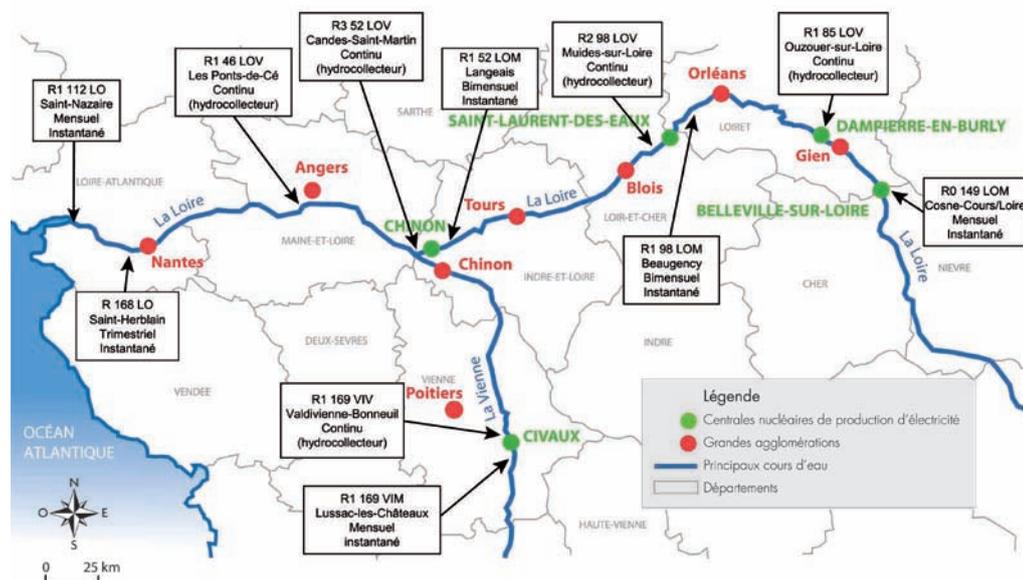
²¹ Cela ne signifie pas pour autant que ces radioéléments sont absents : pour la mesure du tritium, les limites de détection de l'IRSN oscillent entre 8 et 12 Bq/L. Aussi, l'appareil ne détectera pas une activité inférieure à 8 Bq/L.

2) Les eaux continentales

Le dispositif de surveillance et de suivi

La figure 15 présente les réseaux de surveillance radiologique des eaux de surface de la Loire et de la Vienne²². L'implantation des stations de prélèvement tient notamment compte de la présence d'installations nucléaires. Des prélèvements sont effectués en amont et en aval de chaque CNPE ce qui permet d'observer l'éventuel marquage des eaux du fleuve à proximité des installations nucléaires. Des échantillons sont prélevés soit manuellement, soit de façon semi-automatisée par des hydrocollecteurs. Des prélèvements de boues de décantation, de sédiments et de poissons sont aussi généralement réalisés. Les analyses sont effectuées tous les deux mois.

Figure 15 :
Points de surveillance radiologique des eaux de la Loire et de la Vienne dans le bassin versant de la Loire (réseau l'IRSN)



Depuis 1993, le réseau Hydrotéléray de l'IRSN assure de manière automatisée la surveillance radiologique des eaux de surface. Une mesure des teneurs en iode 131, en césium 137 et en cobalt 60 dans les eaux collectées aux points de prélèvement de ce réseau est réalisée toutes les deux heures. En cas d'anomalie, une alarme est déclenchée et des prélèvements automatiques d'eau sont alors effectués pour la réalisation d'analyses complémentaires et plus fines en laboratoire. Sur la Loire, la station Hydrotéléray se situe au lieu dit «Les Ponts de Cé» qui se trouve près d'Angers.

Les données relatives à la surveillance des nappes phréatiques n'ont pas fait l'objet d'une analyse particulière dans la mesure où les chroniques disponibles ne permettaient pas de conduire l'exercice méthodologique d'interprétation et de restitution de l'évolution de radioactivité ajoutée par les CNPE. Ces données ne mettent pas en évidence un marquage significatif de ce milieu par les CNPE. Des informations sur ce sujet sont disponibles, notamment dans le rapport remis par l'IRSN au Haut comité pour la transparence et l'information sur la sûreté nucléaire sur l'état de la surveillance environnementale et le bilan du marquage des nappes phréatiques et des cours d'eau autour des sites nucléaires (www.irsn.org).

²² <http://eau.irsn.org>

Teneur en tritium dans les eaux de la Loire

Les figures 16 à 19 présentent une chronique sur l'évolution du tritium dans les eaux de la Loire prélevées en aval des CNPE de Belleville-en-Loire, Dampierre-en-Burly, Saint-Laurent-des-Eaux et Chinon. Bien que l'eau du fleuve ne soit pas directement destinée à la consommation, il est rappelé à titre d'information que pour les eaux destinées à la consommation humaine, un seuil d'investigation est fixé à 100 Bq/L pour le tritium. Il ne s'agit en aucun cas d'une valeur limite ou d'une limite de potabilité, mais d'une valeur au-delà de laquelle des analyses complémentaires doivent être réalisées. En effet, la mesure du tritium sert d'indicateur susceptible de révéler la présence de radionucléides artificiels et donc une contamination d'origine humaine.

Figure 16 :
Activité volumique
de tritium (en Bq/L)
dans les eaux
de la Loire
en aval du CNPE
de **Belleville**,
de 1987 à 2007
(Source IRSN)

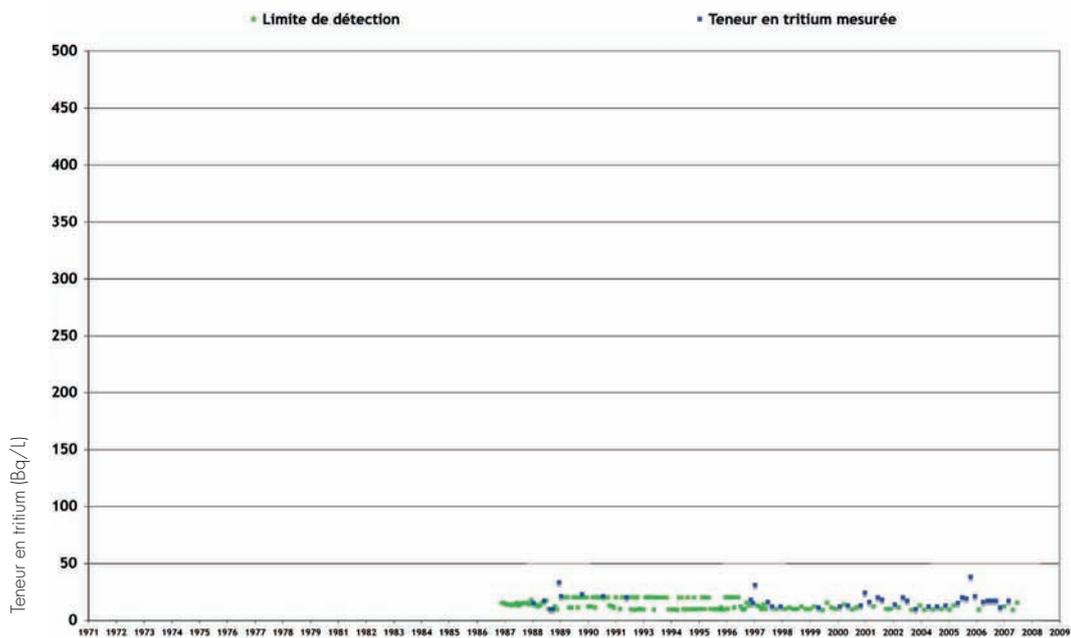
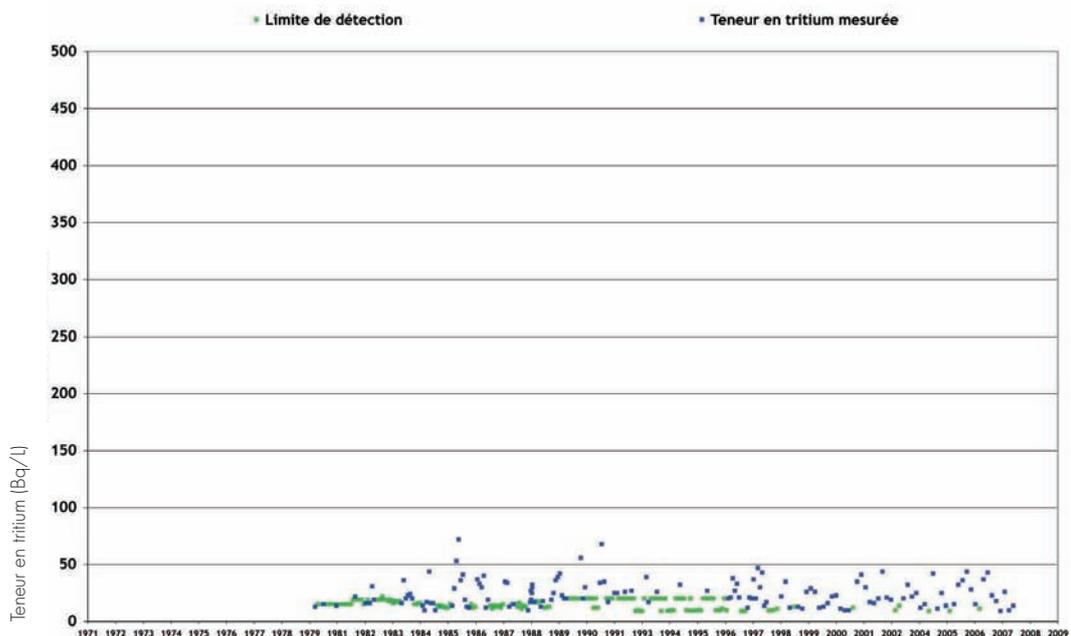


Figure 17:
Activité volumique
de tritium (en Bq/L)
dans les eaux
de la Loire
en aval du CNPE
de **Dampierre**,
de 1978 à 2007
(Source IRSN)



En aval du CNPE de Belleville-en-Loire (Figure 16), les concentrations en tritium mesurées sur la période 1987 à 2007 sont relativement faibles et la plupart du temps inférieures à la limite de détection (en vert sur les figures). La concentration maximale mesurée n'excède pas 40 Bq/L.

En aval du CNPE de Dampierre-en-Burly (Figure 17), même si les concentrations en tritium mesurées sont, en général, supérieures à la limite de détection, la concentration maximale n'excède pas 75 Bq/L (72 Bq/L en octobre 1985).

Il n'en est pas de même en aval des CNPE de Saint-Laurent-des-Eaux (Figure 18) et de Chinon (Figure 19).

Figure 18 :
Activité volumique
de tritium (en Bq/L)
dans les eaux
de la Loire
en aval du CNPE de
Saint-Laurent-des-Eaux,
de 1972 à 2007
(Source IRSN)

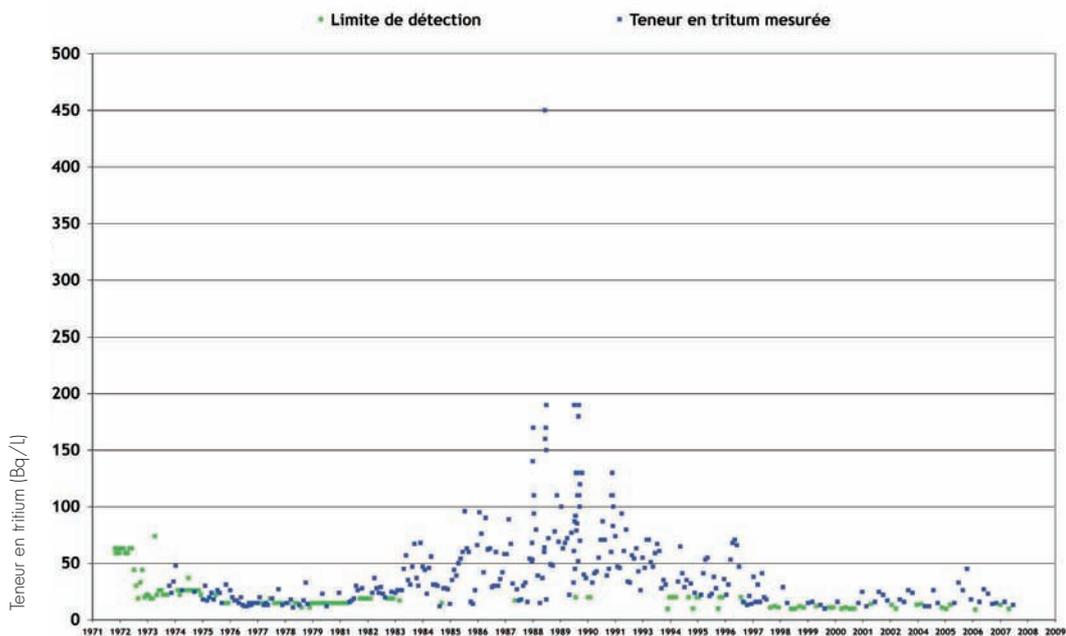
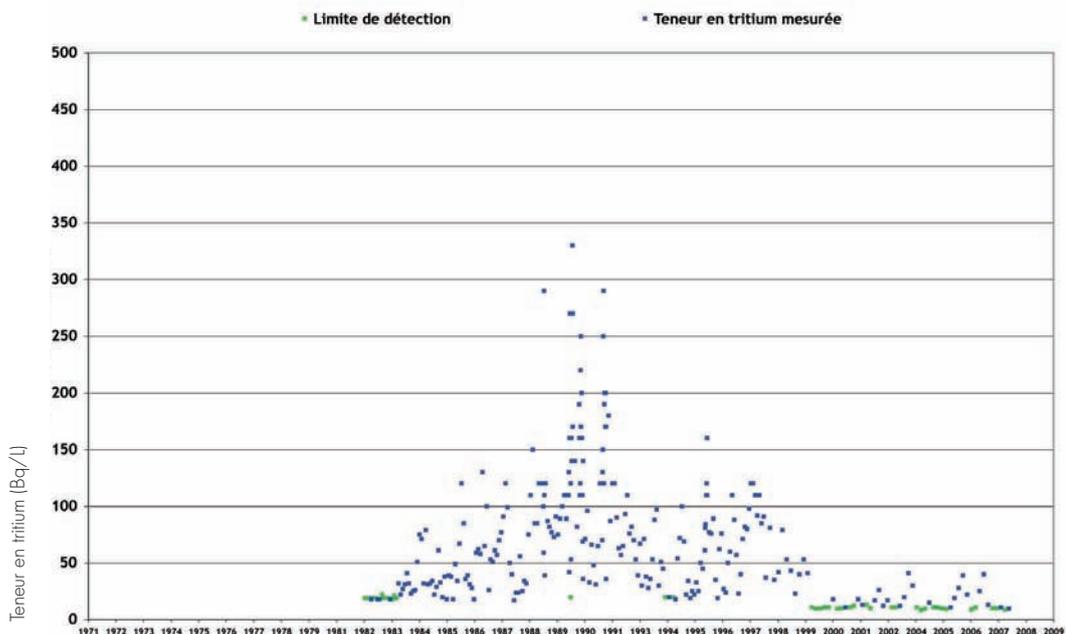


Figure 19 :
Activité volumique
de tritium (en Bq/L)
dans les eaux
de la Loire
en aval du CNPE
de **Chinon**,
de 1982 à 2007
(Source IRSN)



Pour le CNPE de Saint-Laurent-des-eaux, la teneur en tritium dépasse de manière durable 50 Bq/L et la valeur de 100 Bq/L est dépassée à plusieurs reprises à la fin des années 1980 et au début des années 1990. Depuis le début des années 1990, on observe une diminution des concentrations en tritium, qui deviennent à partir de la fin des années 1990 inférieures à 50 Bq/L. On observe en aval du site de Chinon, sur la période 1985 à 1998, des valeurs mesurées supérieures à 100 Bq/L et atteignant 350 Bq/L. Depuis la fin des années 1990, on observe également une nette diminution et des valeurs inférieures à 50 Bq/L.

Les différences notables dans l'évolution de la teneur en tritium en aval des CNPE de Saint-Laurent-des-Eaux et de Chinon ont amené les rédacteurs de ce rapport à s'interroger sur leurs origines.

Le président de la CLI de Saint-Laurent a donc écrit au Directeur du CNPE pour obtenir des éléments d'explication relatifs à cette élévation significative des teneurs en tritium en Loire pendant plusieurs années. La réponse de ce dernier et l'état actuel des investigations permettent de penser que les valeurs les plus élevées en aval du CNPE de Saint-Laurent-des-Eaux pourraient être en partie associées à une augmentation des rejets de tritium du fait d'un renouvellement plus fréquent de l'eau du circuit primaire motivé par un problème de fuite de générateur de vapeur sur la tranche 1, générant une contamination du circuit secondaire. Les spécifications de l'époque n'autorisaient alors pas l'exploitant à dépasser la valeur de 400 Bq/L dans le circuit secondaire et le respect de cette limite a conduit à diminuer plus fréquemment la concentration du tritium du circuit primaire et ainsi à augmenter le volume d'effluents tritiés engendré par cette opération. A partir de 1995, les autorisations annuelles d'exploitation du circuit secondaire ont été réévaluées et une nouvelle limite a été fixée à 3000 Bq/L. Cette limite a permis de diminuer les rejets de tritium dans les eaux du fleuve. Depuis, les générateurs de vapeur de cette tranche ont été remplacés. Enfin, la mise en place d'un système favorisant une meilleure dilution des rejets (clarinette) en 1996 a pu contribuer à une diminution des valeurs mesurées.

Ces éléments et leur transposition au site de Chinon restent à confirmer au moment de la rédaction de ce rapport.

Depuis 1999, un protocole d'accord sur la coordination des rejets a été mis en place entre les quatre CNPE du Val de Loire. Cette coordination des rejets contribue fortement à limiter les effets cumulatifs au fil du fleuve.

Teneurs en radioéléments artificiels dans les sédiments et les matières en suspension

EDF et l'IRSN ont mis en place un dispositif de surveillance de la radioactivité dans les sédiments et les matières en suspension qui permet de suivre localement, en aval des CNPE, un éventuel marquage de l'environnement du fait des rejets liquides de radionucléides. Les sédiments présentent un intérêt particulier car ce sont des accumulateurs de polluants (les métaux en particulier) et on y retrouve notamment les radionucléides artificiels.

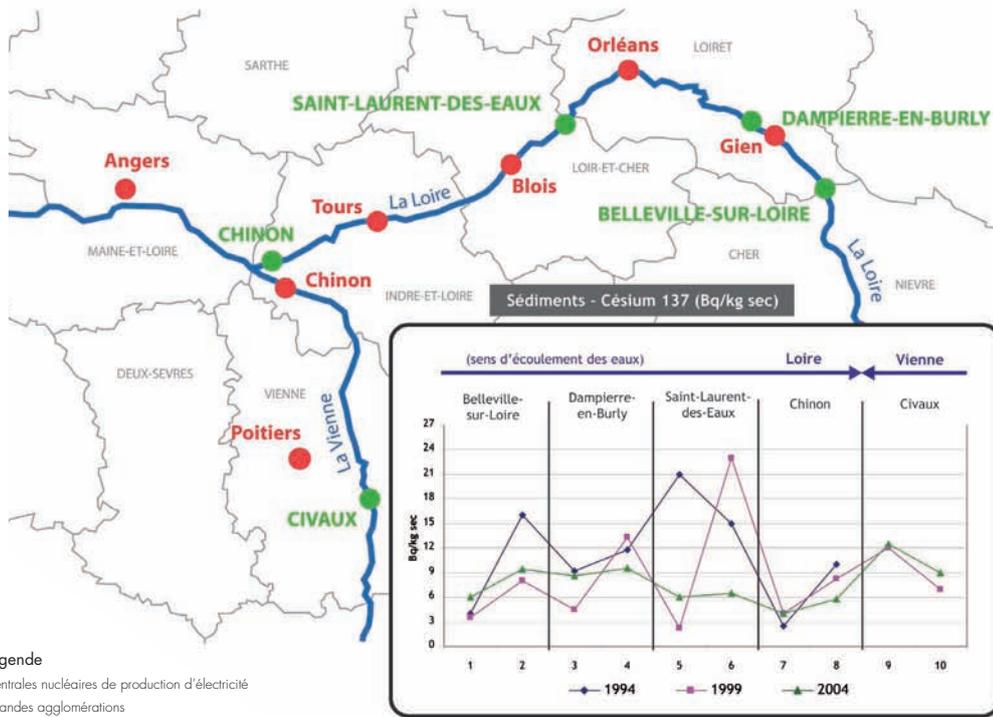
Les mesures indiquent le plus souvent la présence de césium 137 en amont et en aval des CNPE du bassin de la Loire. Les figures 20 et 21 présentent les variations de cette teneur dans les sédiments et les végétaux aquatiques en 1994, 1999 et 2004. Le marquage observé peut être attribué aux retombées de l'accident de Tchernobyl et des essais atmosphériques ainsi qu'aux rejets des CNPE. Il n'est cependant pas possible de quantifier la part respective des différentes sources dans le marquage observé. On peut remarquer des différences notables entre l'amont et l'aval des installations en termes

de marquage de l'environnement, sans pour autant détecter d'effet cumulatif entre l'amont du CNPE de Belleville-en-Loire et l'aval du CNPE de Chinon.

L'argent 110 métastable et le cobalt 60 sont également détectés à l'aval proche des CNPE. Ces observations témoignent d'un marquage local associé uniquement aux rejets des CNPE du bassin de la Loire.

Figure 20 :

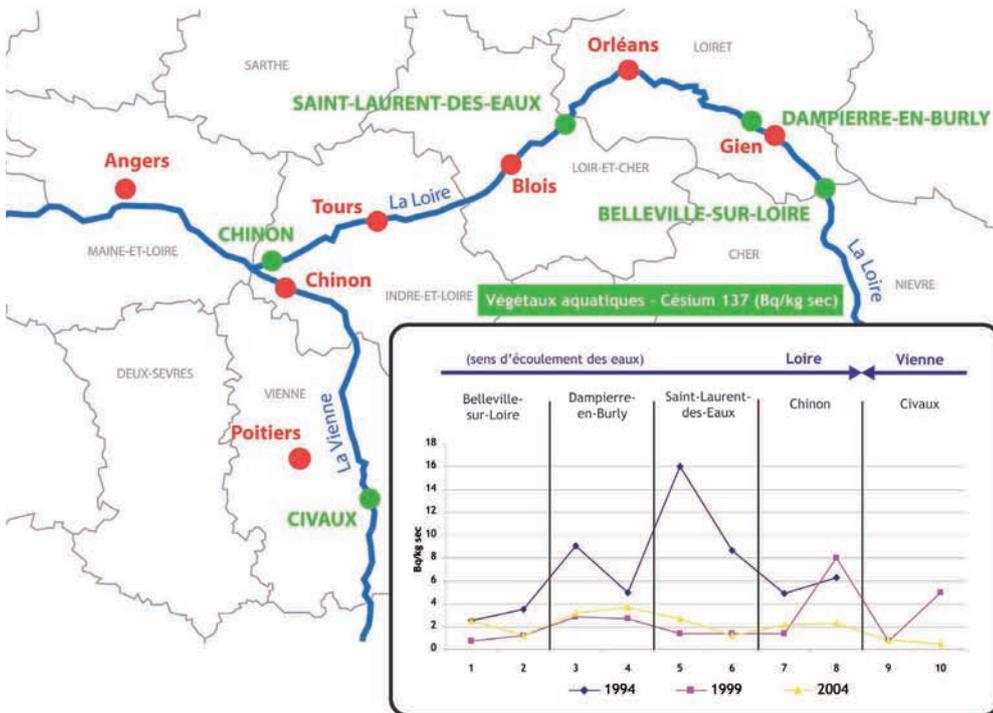
Activités massiques en césium 137 détectées lors des suivis radioécologiques annuels de 1994, 1999 et 2004 (valeurs maximales) dans les **sédiments** en amont et en aval des CNPE du bassin versant de la Loire (Source EDF)



Légende
 ● Centrales nucléaires de production d'électricité
 ● Grandes agglomérations
 — Principaux cours d'eau
 □ Départements

Figure 21 :

Activités massiques en césium 137 détectées lors des suivis radioécologiques annuels de 1994, 1999 et 2004 (valeurs maximales) dans les **végétaux aquatiques** en amont et en aval des CNPE du bassin versant de la Loire (Source EDF)



C. Le suivi de la radioactivité dans la chaîne alimentaire

Le suivi de la qualité des denrées alimentaires produites et consommées localement est important. Il s'agit d'un point sensible aux yeux des populations locales au regard de leur questionnement sanitaire et auquel une attention particulière doit être portée, la consommation de denrées agricoles étant la voie prépondérante d'exposition de l'homme liée à la présence de radioactivité dans l'environnement en dehors de l'inhalation de radon par les populations exposées.

1) Le suivi de l'eau de boisson

Le code de la santé publique impose de manière générale, aux gestionnaires d'un réseau public de distribution d'eau, le suivi de la qualité de l'eau distribuée et en particulier le respect de normes de qualité qui garantissent la potabilité de l'eau fournie au robinet de l'utilisateur. Par exemple, la vérification du respect du seuil d'investigation de 100 Bq/L en tritium est réalisée au point de mise en distribution de l'eau lors d'analyses complémentaires dont la fréquence est variable selon la population desservie²³.

Le tritium est parfois détecté dans les échantillons d'eau de boisson analysés. Sa concentration comprise entre 0,7 et 16 Bq/L est nettement inférieure au seuil d'investigation. De manière générale, les niveaux de tritium dans l'eau de boisson sont proches de la limite de détection (à titre indicatif, la limite de détection maximale du tritium pour l'analyse des eaux destinées à la consommation humaine, fixée par l'arrêté ministériel du 17 septembre 2003 relatif aux méthodes d'analyse des échantillons d'eau et à leurs caractéristiques de performance, est de 10 Bq/L). Les valeurs les plus élevées - supérieures à 5 Bq/L - sont observées dans les eaux de boisson de Blois et de Saumur. C'est le seul signe d'un apport industriel local de radionucléides.

2) Le suivi du lait

Des prélèvements de lait de vache sont réalisés à proximité directe de chaque CNPE. Le lait échantillonné est associé à un prélèvement de pâturage brouté par l'animal ainsi qu'à un prélèvement de sol. Les stations de prélèvements sont situées dans la mesure du possible sous les vents dominants du CNPE (zone influencée par les rejets atmosphériques). Le lait est directement prélevé à la ferme, chez le producteur. Des mesures par spectrométrie gamma sont effectuées de manière générique, ainsi que des mesures du tritium.

La spectrométrie gamma permet de quantifier les activités en potassium 40 et en césium 137 (Figure 22) d'origine artificielle. Le césium 137 détecté a pour origine les retombées de l'accident de Tchernobyl et les rejets atmosphériques des CNPE. Il est cependant impossible de distinguer les contributions respectives de ce marquage. Les valeurs mesurées sont très faibles, entre 0 et 0,12 Bq/L.

²³ Arrêté du 11 janvier 2007 relatif au programme de prélèvements et d'analyses du contrôle sanitaire pour les eaux utilisées dans une entreprise alimentaire ne provenant pas d'une distribution publique, pris en application des articles R. 1321-10, R. 1321-15 et R. 1321-16 du code de la santé publique

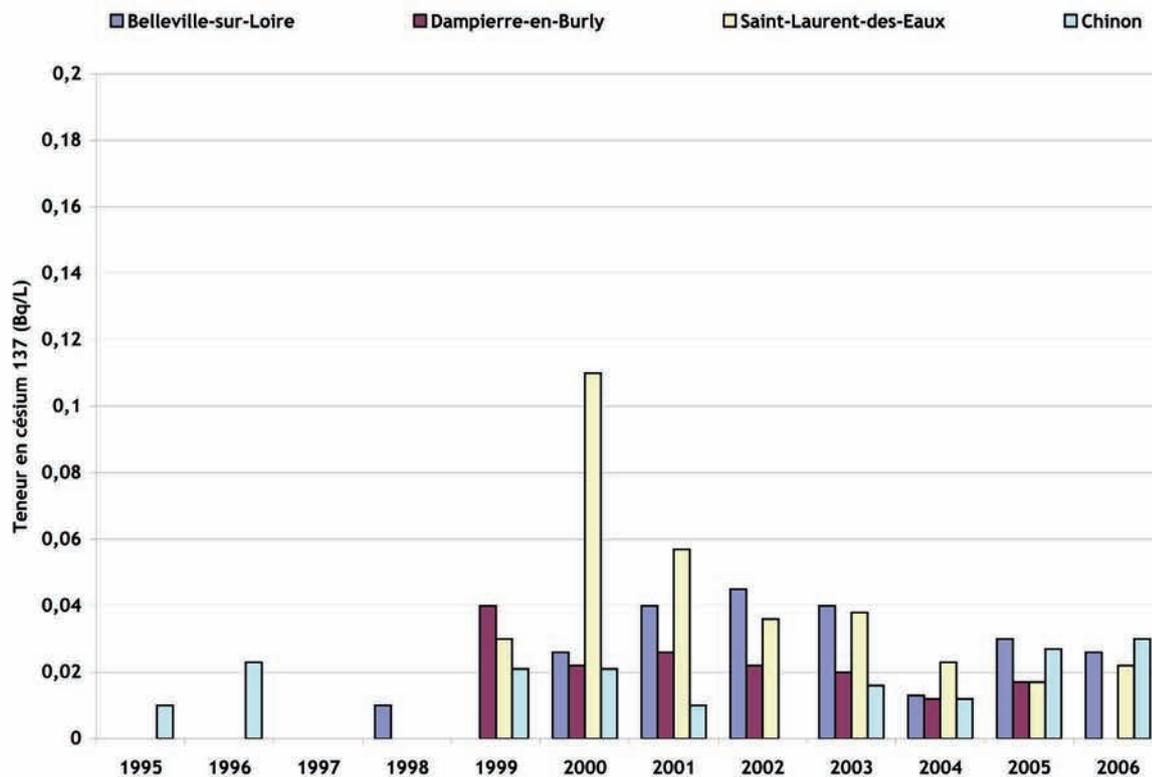


Figure 22 : Activité volumique en césium 137 mesurée dans le lait de vache prélevé à proximité des CNPE du bassin de la Loire entre 1995 et 2006 (Suivi radiologique assuré par l'IRSN pour le compte d'EDF)

Le tritium est également parfois détecté dans le lait (Tableau 1), à des niveaux très faibles, inférieurs à 2 Bq/L en 2005.

CNPE	Lieu de prélèvement	Date de prélèvement	Nature du prélèvement	Teneur en tritium (Bq/L)
Belleville-sur-Loire	Gardefort (18)	19/04/2005		1,1 ± 0,8
Dampierre-en-Burly	Langesse (45)	19/04/2005	Lait entier	1,4 ± 0,9
Saint-Laurent-des-Eaux	Muides-sur-Loire (41)	30/08/2005	de vache	< 2
Chinon-Avoine	Restigné (37)	31/08/2005		0,9 ± 0,7
Chinon-Avoine	Cravant (45)	31/08/2005		< 2
Civaux	Cubord (86)	21/06/2005		< 2

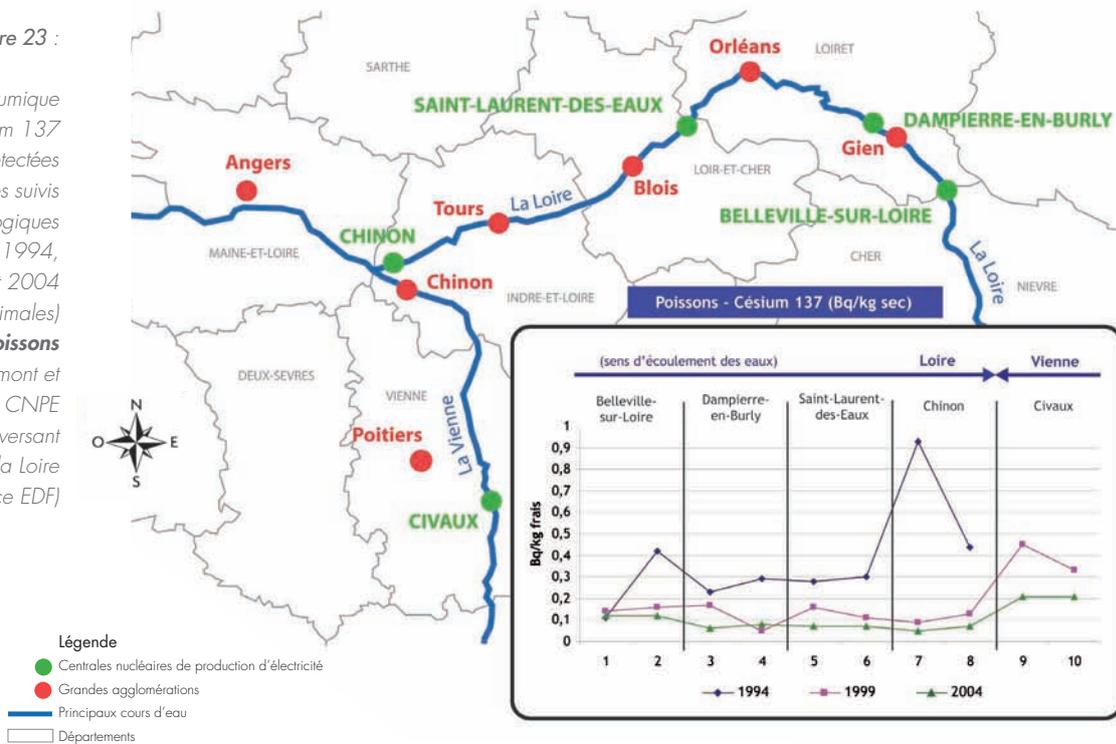
Tableau 1 : Résultats de mesures du tritium dans le lait de vache en 2005 (CNPE du bassin versant de la Loire)

Source EDF

3) Le suivi des poissons

Les mesures réalisées sur les poissons portent sur les chairs susceptibles d'être consommées par l'homme. La radioactivité d'origine naturelle des poissons est principalement due au potassium 40 (activité moyenne d'environ 100 Bq par kilogramme de poisson frais). On observe depuis une dizaine d'années que le césium 137 est le seul radionucléide artificiel présent dans les échantillons de poissons prélevés en amont et en aval de chaque CNPE. Aucun autre radionucléide artificiel n'a été mesuré au-dessus des limites de détection. Les valeurs mesurées en césium 137 (Figure 23) sont comparables en amont et en aval des CNPE : le césium 137 actuellement mesuré dans les poissons provient essentiellement des retombées des essais atmosphériques et des rejets de l'accident de Tchernobyl. La contribution des effluents liquides rejetés par les CNPE, si elle ne peut être exclue est de second ordre.

Figure 23 :
Activités volumique en césium 137 détectées lors des suivis radioécologiques annuels de 1994, 1999 et 2004 (valeurs maximales) dans les **poissons pêchés** en amont et en aval des CNPE du bassin versant de la Loire (Source EDF)



4) Le cas du strontium 90

Le suivi du strontium 90, radionucléide artificiel qui n'est pas rejeté dans l'environnement par les CNPE, aide à retracer la chronologie des essais atmosphériques d'armes nucléaires. L'IRSN dispose de stations de référence, à l'écart des CNPE, qui existent depuis plus de 40 ans, avec un plan de surveillance relativement complet permettant d'établir des chroniques.

Le strontium, qui a une période radioactive d'environ 30 ans, a la particularité de suivre le métabolisme du calcium et donc de se fixer sur les os.

Le suivi du strontium dans le lait

La figure 24 ci-après présente : une chronique entre 1986 et 2005, des mesures «strontium et terres rares». La mesure de l'activité bêta globale est effectuée sur un échantillon susceptible de contenir du strontium 90 et son descendant l'yttrium 90, du baryum et des terres rares.

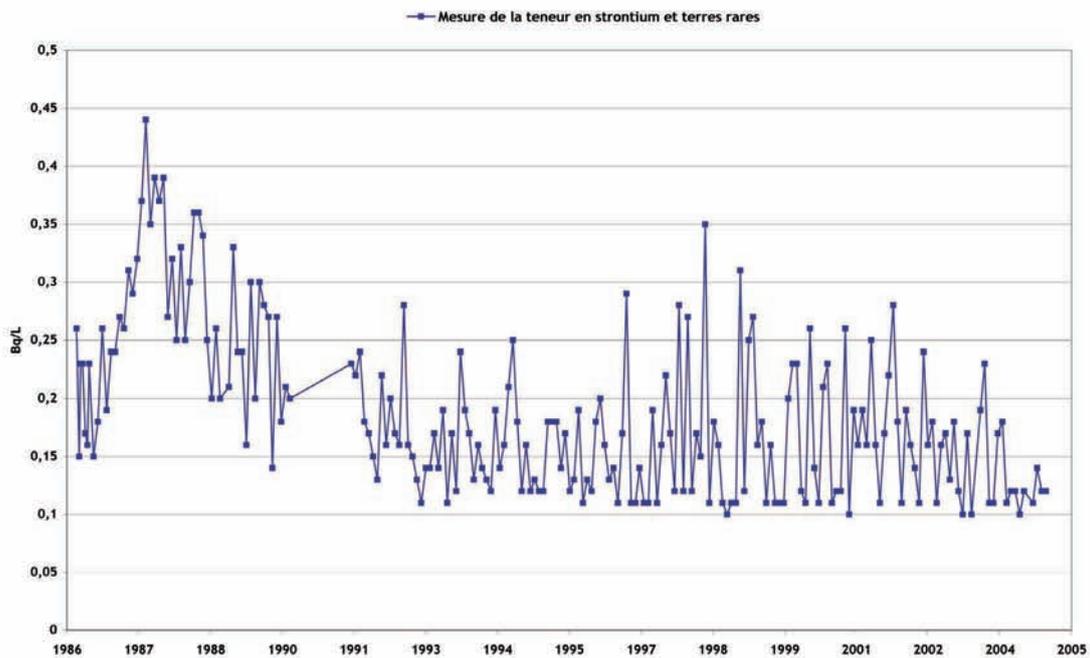


Figure 24 : Strontium 90 dans le lait de vache prélevé dans l'environnement des CNPE de Saint-Laurent-des-Eaux et de Chinon entre 1979 et 1986 (Suivi radiologique assuré par l'IRSN pour le compte d'EDF)

Le suivi du strontium dans les os de lapin

Ont été reportés sur la figure 25, les résultats d'analyses de strontium 90 dans les os de lapin pour les stations de référence de Bellenaves (03) et de Saint-Laurent-de-Céris (16). Des traces de strontium 90 sont généralement décelées dans ces stations, les valeurs les plus élevées témoignent des périodes d'essais atmosphériques d'armes nucléaires. L'absence de mesure au-delà de 2003 est liée au désengagement progressif des exploitants des stations de référence et à l'envoi de plus en plus « sporadique » d'échantillons de ces stations.

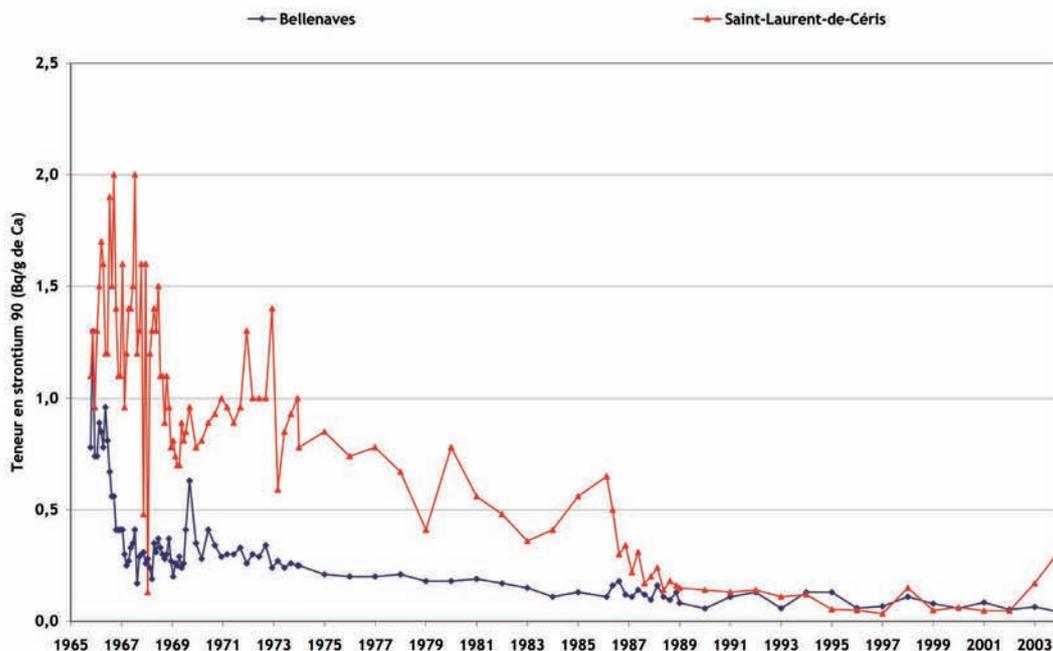


Figure 25 : Evolution de l'activité strontium 90 dans les os de lapin prélevés aux stations de Bellenaves (03) et de Saint-Laurent-de-Céris (16) (Source IRSN)

Le suivi du strontium dans les céréales

Des mélanges de céréales réalisés par régions agricoles sont obtenus à partir d'échantillons de blés envoyés par les services régionaux de l'ONIC (Office national interprofessionnel des céréales) en provenance de 210 silos répartis sur tout le territoire français. En 2005, l'analyse des grains entiers a montré la présence habituelle de strontium 90, qui a pour origine les retombées des anciens tirs atmosphériques d'armes nucléaires, sans augmentation notable par rapport aux années précédentes. Les teneurs en strontium 90 mesurées dans les différentes régions françaises sont homogènes (Tableau 2).

Région agricole	Nombre de départements	⁹⁰ Sr (Bq/kg frais)
Nord	7	0,18 ± 0,03
Est	10	0,22 ± 0,03
Ile de France	4	0,11 ± 0,02
Centre	6	0,15 ± 0,02
Ouest	12	0,22 ± 0,03
Centre Est	7	0,22 ± 0,03
Massif Central	7	0,28 ± 0,04
Rhône Alpes	7	0,24 ± 0,03
Méditerranée	7	0,17 ± 0,02
Poitou Charente Aquitaine	8	0,20 ± 0,03
Midi Pyrénées	8	0,13 ± 0,02

Tableau 2 : Résultats d'analyse en strontium 90 dans les blés des régions agricoles (en noir dans le tableau, principales régions du bassin versant de la Loire) (Source IRSN)



III. Synthèse de l'action pilote sur la surveillance de l'environnement et recommandations des CLI

Le partenariat entre les CLI du bassin de la Loire et l'IRSN repose sur le constat que la combinaison des savoirs contribue à améliorer la pertinence et la qualité du suivi de l'environnement. En effet, cette coopération permet d'associer les compétences techniques de l'IRSN et la connaissance du territoire par les acteurs locaux. Ces derniers disposent parfois d'informations complémentaires sur l'histoire des installations nucléaires et les événements particuliers qui ont pu intervenir au cours des dernières décennies. Ils expriment également des attentes en termes de restitution et de présentation des données. Enfin et surtout, ils mettent en avant une vision de leur territoire qui détermine les aspects saillants de la surveillance radiologique de l'environnement. L'IRSN apporte une expertise dans le domaine de la radioprotection, de la métrologie, ainsi qu'une capacité d'écoute et de «traduction» permettant de proposer des pistes d'amélioration pour la restitution de l'information et de développer des outils techniques qui répondent aux attentes des CLI en matière de suivi de l'environnement.

Ce travail a également conduit à interroger la traditionnelle segmentation dont fait l'objet la présentation des résultats de la surveillance des installations nucléaires : résultats classés par radionucléide, par compartiment de l'environnement et par installation ; le plus souvent avec peu de valeurs de référence et donc difficile à apprécier pour les acteurs locaux.

La volonté de ce rapport a été de resituer les résultats de la surveillance - dans la mesure du possible - dans un contexte géographique (à l'échelle du bassin) et temporel large (via des chroniques s'étendant sur plusieurs dizaines d'années) pour permettre à chacun de donner du sens aux mesures, en construisant sa propre référence. Elle permet par ailleurs de situer le marquage de l'environnement associé aux CNPE au sein d'un ensemble plus large de sources de radioactivité, artificielles ou naturelles, contribuant à la présence de radioactivité dans l'environnement. Une attention particulière a également été portée aux représentations graphiques afin d'en faciliter la lisibilité et donc l'interprétation.

Les travaux réalisés dans le cadre de l'action pilote environnement Loire entre 2005 et 2008 ont conduit l'IRSN et les CLI à l'élaboration d'une série de constats. Ces travaux ont par ailleurs conduit les CLI à exprimer des recommandations relatives à la stratégie de la surveillance de la radioactivité dans le bassin de la Loire.

A. Les mesures de la radioactivité dans le Bassin de la Loire : quelle évolution ?

Les chroniques proposées dans ce rapport sont riches d'enseignements et permettent notamment de souligner les éléments historiques suivants :

- le marquage radioactif de l'environnement par les retombées des essais atmosphériques (dernière explosion chinoise en 1982) est manifeste pour les années 60 à 80,
- le pic de radioactivité issu des retombées de l'accident de Tchernobyl (1986) est également très visible, un pic court mais de forte amplitude.

L'influence de ces événements sur le marquage radiologique des différents compartiments de l'environnement du bassin de la Loire tend aujourd'hui à s'atténuer en l'absence d'autres événements significatifs entraînant des rejets importants de radioéléments dans l'environnement. Ces observations n'atténuent cependant pas le souci de vigilance qui anime tant l'IRSN que les membres des CLI. A ce titre, ces derniers expriment le souhait d'exercer un suivi pérenne de ces chroniques.

Certains indicateurs comme la radioactivité dans les sédiments de la Loire témoignent du marquage de l'environnement du fait des activités de l'homme, qu'il s'agisse des CNPE ou d'autres installations. L'existence d'un tel marquage induit légitimement la question suivante : si l'environnement présente des traces de radioactivité artificielle, le dispositif de surveillance actuel permet-il de détecter et d'étudier des zones d'accumulation privilégiée de cette radioactivité ?

Une attention particulière est par ailleurs portée par les CLI au tritium et au carbone 14, car en l'absence de traitement mis en œuvre pour en atténuer les rejets, la totalité du tritium et du carbone 14 produits sont rejetés.

Dans cette optique, les représentants des CLI, tout en étant conscients des difficultés d'une telle démarche, soutiennent la mise en place (déjà effective sur certaines sites) d'une stratégie de mesure du carbone 14 dans l'environnement qui permettra à l'avenir de disposer de chroniques pour ce radionucléide.

La chronique de la teneur en tritium en aval direct des CNPE de Saint-Laurent-des-Eaux et de Chinon met en évidence un long épisode, dans les années 1980 et 1990, où l'on observe un accroissement significatif des concentrations de tritium dans la Loire. Les travaux de l'APEL ont permis de caractériser ces épisodes et d'obtenir - pour le site de Saint-Laurent-des-Eaux - des explications quant à l'origine plausible de ces observations même si celles-ci demandent encore à être confirmées au moment de la rédaction de ce rapport.

Pour les représentants des CLI, les efforts des Autorités et des opérateurs en matière de maîtrise des rejets doivent être maintenus, poursuivis voire accrus via la mise en œuvre des meilleurs techniques disponibles. Ce travail pourrait également conduire à alimenter une réflexion sur l'amélioration de la surveillance de la radioactivité dans l'environnement.

B. Pluralisme des acteurs du prélèvement et de la mesure : une garantie de la transparence du système de surveillance

Pour les représentants des CLI, le pluralisme des acteurs de la mesure est essentiel et l'émergence de nouveaux acteurs devrait être facilitée.

L'accessibilité à toutes les mesures du Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement, indépendamment de leur origine, est donc une démarche positive dès lors que ce réseau permet l'accès à des informations techniquement solides mais également intelligibles et comparables. La confrontation de ces mesures d'origines variées sera sans aucun doute riche d'enseignements.

Les représentants des CLI ont constaté dans le cadre de ce travail un désengagement d'acteurs de la mesure de la radioactivité (ASQAA et Services de l'Etat) qui, bien que producteurs d'un nombre limité de mesures, participent à la crédibilité du système de surveillance. Ils souhaitent vivement que le pluralisme des acteurs de la mesure soit maintenu.

C. Surveillance de la radioactivité dans l'environnement : suivre l'ensemble des sources

Au-delà de l'influence des installations nucléaires que sont les CNPE, les représentants des CLI sont attachés à une surveillance globale de l'ensemble des sources de radioactivité dans le bassin de la Loire.

Par exemple, le développement de services de médecine nucléaire peut conduire, localement, à un marquage temporaire de l'environnement. Le système de surveillance doit s'adapter à l'évolution des pratiques pour garantir l'efficacité globale du dispositif.

La surveillance des exploitations minières d'uranium dans le haut bassin doit également être maintenue. La chronique des débits de doses ambiants sur les sites de la division minière de la Cruzille est instructive car elle témoigne de l'impact de l'activité ancienne d'extraction de l'uranium. Le maintien de la surveillance contribue à répondre au souci de vigilance à l'égard des activités passées.

La surveillance du radon, bien qu'il soit d'origine naturelle, est également importante pour les représentants des CLI du bassin de la Loire, car ce radionucléide contribue de façon notable à l'exposition des populations. Les cartographies radon, dont la teneur peut varier très fortement d'un point à un autre, présentent donc un intérêt certain, si elles sont par ailleurs accompagnées d'actions visant à diminuer la teneur en radon dans les habitations et les lieux publics.

D. Radioactivité dans l'environnement : évaluer l'impact sur la santé des populations du bassin de la Loire

Les travaux réalisés dans le cadre de l'APEL permettent de répondre à un certain nombre d'interrogations des représentants des CLI du bassin de la Loire en termes de surveillance de la radioactivité dans leur environnement. Cependant, certaines questions subsistent.

Comme ils l'ont fait en matière d'impact environnemental, les représentants des CLI, souhaitent développer leur compréhension du volet sanitaire afin d'être en mesure de tenir un discours clair et intelligible pour répondre au questionnement des populations sur leur santé. Ils estiment d'ores et déjà que des moyens accrus visant au suivi de la santé de la population du bassin de la Loire devraient être mis en œuvre.

E. Une volonté d'ouverture : vers un suivi transparent et global de l'environnement

Le suivi de la radioactivité dans le bassin de la Loire est une des composantes de la surveillance de la qualité l'environnement et de la santé des citoyens du bassin. L'APEL, par sa démarche originale d'ouverture et de pluralité des participants et de leurs expériences, a favorisé une compréhension partagée du dispositif de surveillance de la radioactivité de l'environnement et de ses résultats. L'effort de transparence résulte également du souci de clarté et d'intelligibilité dans la présentation des résultats de mesures. Cette transparence doit être développée, par exemple en intégrant la composante chimique dans la surveillance de l'environnement autour des CNPE, et pérennisée.

Dans cette optique, les représentants des CLI souhaitent que les travaux de l'APEL soient diffusés auprès des acteurs de la surveillance de la qualité de l'environnement du bassin de la Loire (pouvoirs publics, collectivités locales, DIREN, DRASS, DRIRE, Etablissement Public Loire, Lig'Air, EDF, IRSN...). Une large diffusion favorisera en effet, l'intégration de la «composante nucléaire» dans un schéma global de surveillance de la qualité de l'environnement.



Références bibliographiques

- [1] IRSN (2004)
Enquête CEPN-Mutadis - Qualité du suivi de l'environnement
Quelle démarche construire avec les acteurs ?
- [2] LEPRIEUR F. - IRSN (2006)
Synthèse des mesures de radioactivité effectuées dans l'environnement du CNPE de Saint-Laurent-des-Eaux
Acteurs, réseaux, inventaires des données, chroniques, communication.
Rapport IRSN/DEI/SESURE/2006-14.
- [3] ANCLI - IRSN (2004) - Qualité du suivi de l'environnement
Quelle démarche construire avec les acteurs ? Rencontre ANCLI/IRSN du 24 mars 2004.
- [4] LEPRIEUR F. - IRSN (2008)
La mesure de la radioactivité dans le bassin versant de la Loire
Acteurs, réseaux, inventaires des données
Rapport IRSN/DEI/SESURE/2008-25.
- [5] Agence de l'eau Loire - Bretagne (2005), Evaluation du Plan Loire Grandeur Nature
Synthèse générale - Avril 2005.
- [6] Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (2006)
Inventaire national des déchets radioactifs (ANDRA).
- [7] IRSN (2007), Inventaire national des sites miniers d'uranium, Version 2
Programme MIMAUSA (Mémoire et Impact des Mines d'urAniUm : Synthèse et Archives)
Rapport IRSN - MEDAD/DPPR.
- [8] Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement (2006)
Rapport de gestion 2004-2005 du Réseau national.
- [9] Areva NC (2004), Bilan décennal environnemental 1994-2003.
- [10] IRSN (2007), Le radon - Collection les livrets de IRSN.
- [11] IRSN - ministère de la Santé - DGS - DDASS (2000)
Atlas radon : campagne nationale de mesure de l'exposition domestique au radon.
- [12] IRSN (2004), Rayonnements ionisants et santé, Collection «Livret des professionnels».

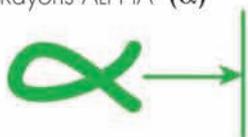
Différents types de rayonnements ionisants

RAYONNEMENTS IONISANTS

NATURE

UTILISATIONS

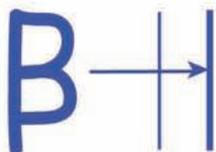
Rayons ALPHA (α)



Ce sont des noyaux d'hélium chargés positivement, très facilement absorbés par la matière sur de faibles épaisseurs. Le rayonnement **ALPHA** est arrêté par une simple feuille de papier.

L'américium, un émetteur **ALPHA**, était autrefois utilisé dans les détecteurs d'incendie.

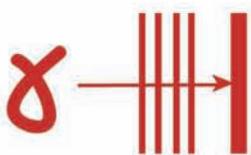
Rayons BÊTA (β)



Le rayonnement **BÊTA** est constitué d'électrons (e^-) ou d'anti-électrons (positrons, e^+). Leur portée dans l'air est de quelques mètres. Ils peuvent traverser la couche superficielle de la peau. Une feuille d'aluminium peut arrêter ces rayons.

Les rayons **BÊTA** ont été utilisés dans les tubes cathodiques et sont aujourd'hui utilisés en radiothérapie.

Rayons GAMMA (γ)



Les rayons **GAMMA** sont une forme de rayonnement électromagnétique de haute énergie. Ils sont de même nature que les rayons X. Ils sont plus pénétrants que les rayonnements alpha et bêta, mais sont moins ionisants. Le blindage contre les rayons gamma requiert des grandes quantités de matière (béton, plomb...).

Les rayons **GAMMA** sont utilisés en médecine nucléaire pour réaliser des scintigraphies, en radiothérapie ou encore en gammagraphie industrielle.

Unités de mesure de la radioactivité

GRANDEUR	DÉFINITION	UNITÉ DE MESURE
Activité d'une substance radioactive	L'activité d'un échantillon est le nombre de désintégrations de noyaux radioactifs qui se produisent en une seconde.	Le becquerel (Bq) est le nom de l'unité d'activité. Un becquerel équivaut à une désintégration par seconde.
Dose absorbée	La dose absorbée correspond à l'énergie délivrée à la matière par unité de masse.	Le gray (Gy) est l'unité de dose absorbée. Le gray correspond à une énergie absorbée par la matière de un joule par kilogramme.
Débit de dose absorbée	Le débit de dose absorbée est la dose absorbée par unité de temps.	En Gy/s ou en Gy/h.
Dose équivalente	La dose équivalente est relative à un tissu ou à un organe. Elle correspond à la dose absorbée par le tissu ou l'organe, pondérée suivant le type et la qualité du rayonnement.	Un sievert (Sv) correspond à un gray multiplié par des coefficients qui rendent compte, d'une part de l'efficacité biologique différente des rayonnements (par exemple les particules α sont considérées comme 20 fois plus nocives que les photons (X et γ), d'autre part de la sensibilité du ou des organes irradiés.
Dose efficace	La dose efficace est la somme de doses équivalentes pondérées délivrées aux différents tissus et organes du corps. Elle permet d'évaluer le risque d'effets probabilistes (cancers, effets héréditaires) chez l'homme et de comparer les effets d'irradiations différentes (nature des rayonnements et organes irradiés). C'est un outil de radioprotection qui tient ainsi compte des caractéristiques du rayonnement, des voies d'exposition et de ou des organes irradiés.	

AASQA	Association agréée pour la surveillance de la qualité de l'air
ANCLI	Association nationale des commissions locales d'information
APEL	Action pilote environnement Loire
AS	Réseau de surveillance de l'air par chambre de prélèvements d'aérosols sur filtre au niveau du sol (Air au Sol)
ASN	Autorité de sûreté nucléaire
ANDRA	Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs
BRGM	Bureau de recherches géologiques et minières
CEA	Commissariat à l'énergie atomique
CLI	Commission locale d'information
CNPE	Centre nucléaire de production d'électricité
DDASS	Direction départementale des affaires sanitaires et sociales
DDE	Direction départementale de l'équipement
DGAL	Direction générale de l'alimentation
DGCCRF	Direction générale, de la consommation, de la concurrence et de la répression des fraudes
DIREN	Direction régionale de l'environnement
DRASS	Direction régionale des affaires sanitaires et sociales
DRIRE	Direction régionale de l'industrie, de la recherche et de l'environnement
DTL	Dosimètre thermoluminescent
DPPR	Direction de la prévention des pollutions et des risques
EDF	Electricité de France
HCTISN	Haut comité pour la transparence et l'information sur la sûreté nucléaire
ICPE	Installation classée pour la protection de l'environnement
IFREMER	Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer
INB	Installation nucléaire de base
IRSN	Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire
ONIC	Office national interprofessionnel des céréales
REP	Réacteur à eau sous pression
RNM	Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement
UNESCO	Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture
UNGG	Réacteur à uranium naturel graphite gaz

Aérosol : suspension dans un milieu gazeux, de particules solides ou liquides ou les deux, présentant une vitesse de chute négligeable. Dans l'air et dans les conditions normales, ceci correspond à des particules de diamètres inférieurs à 100 micromètres, les plus fines n'ayant que quelques fractions de nanomètres.

DTL : Un Dosimètre ThermoLuminescent est un détecteur constitué de matériaux qui ont la propriété, lorsqu'ils sont soumis à un rayonnement ionisant, de piéger les électrons mis en mouvement dans ces matériaux lors de l'irradiation. Le chauffage des matériaux après irradiation a pour effet de libérer les électrons piégés. Ce phénomène s'accompagne d'une émission de lumière proportionnelle au nombre d'électrons libérés. Comme il existe une relation simple entre la quantité de lumière émise et la dose de radioactivité absorbée, il est possible de calculer cette dernière valeur.

Effluent : gaz ou liquide, radioactif ou non, provenant d'une installation.

Incertitude de mesure : paramètre, associé au résultat d'un mesurage, qui caractérise la dispersion des valeurs qui pourraient raisonnablement être attribuées à la grandeur mesurée.

Isotopes : éléments dont les atomes possèdent le même nombre d'électrons et de protons, mais un nombre différent de neutrons. Ils ont le même nom, et les mêmes propriétés chimiques. On connaît actuellement environ 325 isotopes naturels et 1 200 isotopes créés artificiellement.

Exemples :

3H : tritium, isotope radioactif de l'hydrogène.

14C : carbone 14, isotope radioactif du carbone.

Limite de détection : la limite de détection représentant la plus petite valeur d'une activité qui peut être décelée par une méthode de mesure dans des conditions définies et pour un degré de confiance choisi.

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

Radionucléide : isotope radioactif d'un élément.

REP : Réacteur à eau sous pression. Désigne un réacteur nucléaire utilisant l'oxyde d'uranium ou l'oxyde mixte uranium-plutonium comme combustible et de l'eau ordinaire maintenue à haute pression (155 bars, afin d'éviter sa vaporisation) comme modérateur et fluide chargé de transporter la chaleur (caloporteur). Le parc électronucléaire français repose sur l'utilisation de cette filière, qui compte le plus grand nombre d'unités en service dans le monde.

UNGG : Réacteur à uranium naturel graphite gaz. Des réacteurs de ce type ont fonctionné par le passé sur les sites des CNPE de Bugey, Chinon et Saint-Laurent des Eaux. Ils sont aujourd'hui tous arrêtés.

Les Commissions locales d'information (CLI)

Les CLI ont été Instaurées en 1981 et sont dotées, depuis la loi du 13 juin 2006, d'un statut officiel. Ces commissions sont des structures d'information et de concertation établies autour des installations nucléaires de bases. Elles sont composées d'élus locaux, de représentants du monde syndical, médical et associatif et de personnalités scientifiques qualifiées. Sous la responsabilité des Conseils Généraux, elles sont un lieu de dialogue entre l'ensemble des parties prenantes, l'autorité de contrôle et l'exploitant et assurent ainsi une mission de vigilance citoyenne et d'information des populations locales.

L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN)

L'IRSN est un établissement public à caractère industriel et commercial créé par la loi 2001-398 du 9 mai 2001 et placé sous la tutelle conjointe des ministres chargés de la Défense, de l'Environnement, de l'Industrie, de la Recherche et de la Santé. L'IRSN conduit des programmes de recherches et d'études en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection. Il intervient en appui aux autorités et met également son expertise au service de nombreux partenaires. Il contribue à l'information du public sur les risques nucléaires et radiologiques.

Sauf autorisation écrite, tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction par tout procédé et pour tout type d'usage, sont interdits.

Pour plus d'informations, contacter :

Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire

Direction de la stratégie, du développement et des relations extérieures
Division ouverture à la société - BP 17 - 92262 Fontenay-aux-Roses cedex
www.irsn.org

CLI de Dampierre-en-Burly

Mairie de Dampierre - 45570 Dampierre-en-Burly

CLI de Saint-Laurent-des-Eaux

Conseil Général du Loir et Cher
Direction de l'environnement - Place de la République - 41020 Blois Cedex

Document réalisé par les Commissions locales d'information de Dampierre-en-Burly et de Saint-Laurent-des-Eaux
et l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire
avec le soutien de l'Association nationale des commissions locales d'information.

