



**Ministère de l'écologie,
du développement durable et de l'énergie**

Conseil général de l'environnement
et du développement durable

N° 010241-01

**Ministère de l'économie,
de l'industrie et du numérique**

Conseil général de l'économie,
de l'industrie, de l'énergie et des technologies

N° 2015/22/CGE/SG

Les incidents et accidents nucléaires dans la centrale de Saint-Laurent-des-Eaux sur les réacteurs uranium naturel – graphite – gaz

Rapport à

Madame la Ministre de l'écologie, du développement durable et de l'énergie

établi par

Philippe GUIGNARD

Ingénieur en chef des ponts,
des eaux et des forêts

Serge CATOIRE

Ingénieur en chef des mines

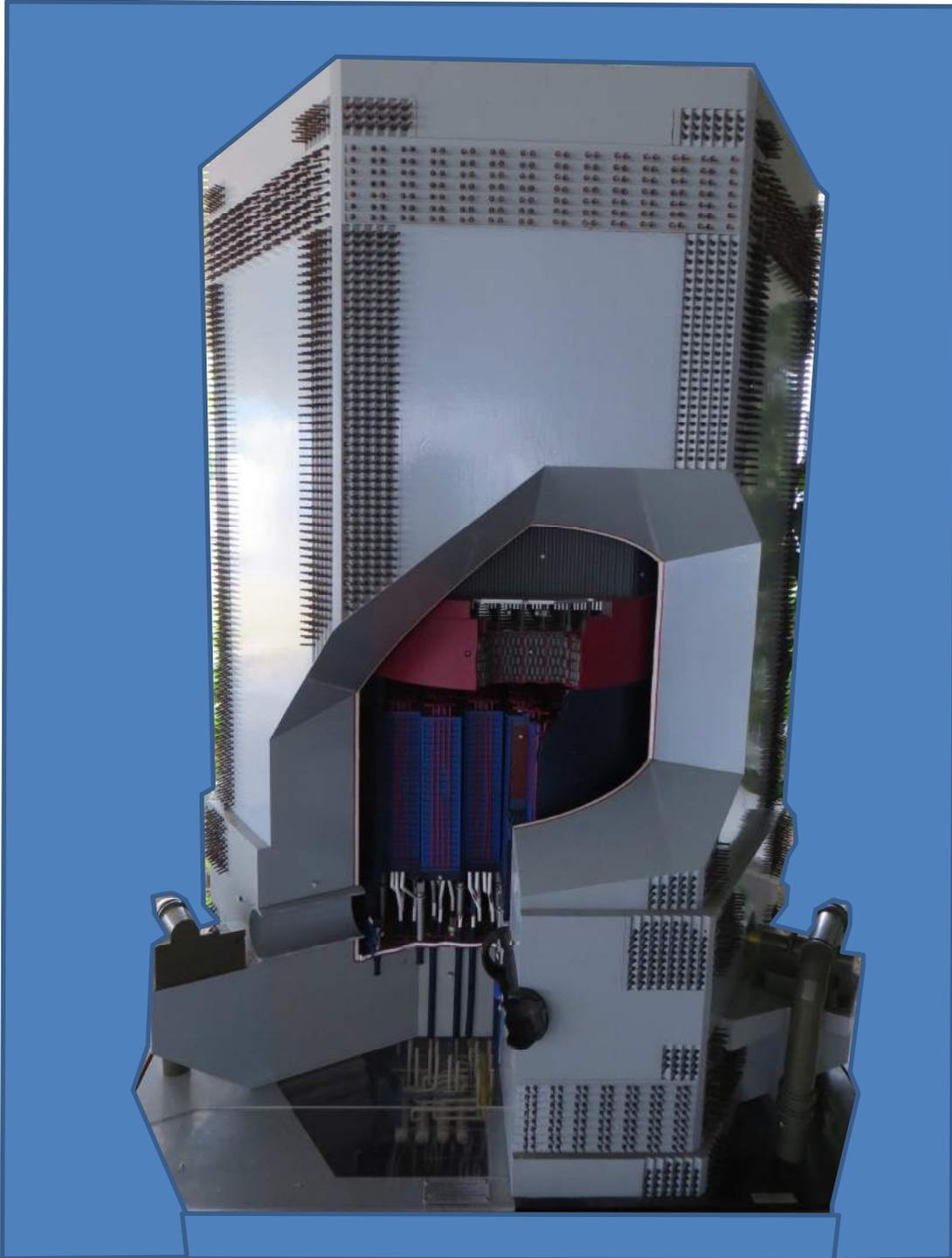
Les auteurs attestent qu'aucun des éléments de leurs activités passées ou présentes n'a affecté leur impartialité dans la rédaction de ce rapport.

Maquette d'une des tranches UNGG de la centrale nucléaire de Saint Laurent des Eaux.....	6
Résumé.....	7
Introduction.....	10
1. La radioactivité dans l'environnement du bassin de la Loire	12
1.1. les différentes formes de radioactivité, leurs conséquences, leur détection et leur origine	12
1.1.1. les différentes émissions.....	12
1.1.2. la signature isotopique caractérise l'origine des matériaux radioactifs d'un prélèvement ..	14
1.2. la surveillance de la radioactivité de l'environnement dans le bassin versant de la Loire	16
1.2.1. les résultats de mesure de surveillance d'ensemble actuels sont l'objet de publications étendues, impliquant toutes les parties prenantes.	19
1.2.2. les analyses par l'IRSN montrent une radioactivité dans l'environnement « en diminution » et « principalement liée à la rémanence des retombées aériennes de tirs d'armes nucléaires ».	23
1.2.3. les émetteurs alpha	24
1.2.4. le colloque « nucléaire-santé-sécurité » des 21-22-23 janvier 1988 rapporte un impact « faible » des accidents et incidents de 1980	26
2. Les accidents et incidents de 1969 et 1980 : description.....	32
2.1. rappel : l'échelle INES, origine, niveaux.....	32
2.2. l'accident de 1969.....	38
2.2.1. déroulement	39
2.2.2. les mesures immédiates et les impacts sanitaire et environnemental	40
2.2.3. les informations publiques.....	41
2.2.4. les conséquences sur les installations et leur remise en marche	42
2.3. l'accident et les incidents de 1980.....	43
2.3.1. la Centrale nucléaire de Saint-Laurent a connu plusieurs accidents et incidents en 1980 ...	43
2.3.2. l'accident du 13 mars 1980.....	44
2.3.2.1. le déroulement	44
2.3.2.2. les mesures immédiates et les impacts sanitaire et environnemental	45

2.3.2.3.	les informations publiques	46
2.3.2.4.	les conséquences sur les installations et leur remise en marche.....	46
2.3.3.	l'incident du 21 avril 1980.....	47
2.3.3.1.	déroulement	47
2.3.3.2.	les mesures immédiates et les impacts sanitaire et environnemental	48
2.3.3.3.	les questions complémentaires.....	49
2.3.3.3.1.	les effluents ajoutés aux eaux d'épuration des piscines dont les eaux de dessiccation du CO ₂	49
2.3.3.3.2.	l'identification du conteneur rompu	52
2.3.3.4.	les informations publiques	53
2.3.3.5.	les conséquences sur les installations et leur remise en marche.....	53
3.	Le circuit des déchets radioactifs à SLA et les volumes des rejets.....	54
3.1.	<i>un encadrement juridique incertain</i>	54
3.2.	<i>les déchets solides</i>	55
3.3.	le passage en piscine des combustibles usés dans le cycle normal.....	56
3.4.	les rejets gazeux.....	56
3.5.	les rejets liquides, origine et circuit de traitement.....	58
4.	La réglementation applicable aux rejets avant et après 1980, le cas particulier des « émetteurs alpha »	62
4.1.	situation antérieure à 1980 et arrêté de décembre 1980	62
4.2.	les rejets postérieurs à 1980 n'ont été conformes à l'arrêté de décembre 1980 qu'à partir de juillet 1985.....	64
4.3.	une situation réglementaire insatisfaisante mais qui était connue des autorités de contrôle et de sûreté, suivie régulièrement par elles et qui n'a pas présenté de danger	66
5.	Les informations publiques sur l'accident de 1980.....	67
5.1.	le contexte institutionnel local : une des premières CLI françaises.....	68
5.2.	informations communiquées en 1980 (CLI, presse, etc ...).....	69
5.3.	le colloque de Montauban, 1988.....	71

5.4. les informations ultérieures (e g : revue contrôle en 2000, « le point », livres, etc.).....	72
6. Conclusion : des évènements qui ont été l’objet de publications depuis près de trente ans, qui n’ont jamais mis en danger les riverains de la centrale et dont la trace n’est que difficilement décelable depuis près de trente ans.	73
ANNEXE I : lettre de mission.....	75
ANNEXE II : la radioactivité (extraits du site « la radioactivité.com » issu d’une exposition au Palais de la Découverte)	78
.1 La radioactivité naturelle	78
.2 La radioactivité artificielle.....	79
.3 Les trois rayonnements émis par les noyaux.....	80
ANNEXE III : Quelques rappels de physique nucléaire, principes de fonctionnement des réacteurs uranium naturel – graphite – gaz et de la centrale de Saint-Laurent des Eaux, importance des gaines de protection de l'uranium combustible et de la détection de leur rupture.....	82
Bref rappel historique :.....	82
Quelques rappels succincts sur la structure atomique :	82
ANNEXE IV : communications entre EdF et les autorités de contrôle de 1980 à 1994 au sujet des émetteurs alpha	90
ANNEXE V : articles parus dans la presse locale en 1980.....	95
ANNEXE VI : lettre publiée par la Commission Locale d’Information en juillet 2015	101
ANNEXE VII : bibliographie succincte et principaux documents consultés	104
ANNEXE VIII : sigles et acronymes.....	106
ANNEXE IX : liste des personnes rencontrées	107
Organismes et structures à compétence nationale.....	107

Maquette d'une des tranches UNGG de la centrale nucléaire de Saint Laurent des Eaux



Résumé

La chaîne de télévision Canal + a diffusé le 4 mai 2015 une enquête sur la filière nucléaire intitulée « Nucléaire, la politique du mensonge ? ».

Cette émission s'est intéressée aux deux événements les plus graves survenus sur une centrale électrique nucléaire en France, accidents survenus à la centrale nucléaire de Saint-Laurent-des-Eaux le 17 octobre 1969 et le 13 mars 1980. La présentation était susceptible d'engendrer une certaine émotion dès lors que ce reportage prétendait révéler des faits qui auraient été cachés pendant trente-cinq ans et que les extraits des différents entretiens obtenus pour sa réalisation indiquaient que l'exploitant (EdF) aurait pratiqué de manière illégale et dangereuse des rejets de plutonium sans que les pouvoirs publics de l'époque réagissent.

La Ministre de l'écologie, du développement durable et de l'énergie a dès lors souhaité que ces deux accidents soient étudiés aussi bien au niveau de leurs causes, de leur gestion que de leurs conséquences et de la communication au public.

La mission constituée à cet effet a recueilli un nombre important de documents, très cohérents entre eux. Elle a rencontré des responsables de l'Autorité de sûreté nucléaire, de l'Institut de la radioprotection et de la sûreté nucléaire ainsi que de EdF, plusieurs élus et des représentants de la société civile, notamment membres de la commission locale d'information. Ultérieurement, elle a pu contacter des cadres d'EdF ayant été responsables de réacteurs « uranium naturel – graphite – gaz » (UNGG) et, pour certains, ayant connu les accidents.

* * *

En premier lieu, la santé du public et l'environnement n'ont jamais été menacés et, selon les éléments recueillis, les rejets, essentiellement gazeux, relatifs à ces deux accidents ont été effectués sans dépasser les limites qui étaient alors imposées.

En 1980 notamment, les actions entreprises ont donné lieu à de nombreux échanges entre l'exploitant et les autorités de contrôle qui ont supervisé et validé les décisions. Le contenu de ces échanges démontre à la fois que chacun a joué son rôle et que tous ont mis en œuvre leurs compétences pour maîtriser les conséquences de l'accident.

Il paraît opportun de rappeler que la conception de ces réacteurs, avec un caisson de confinement efficace et des chutes de barres automatiques, s'est révélée pertinente et a concouru à circonscrire les conséquences éventuelles.

En second lieu, à la question de savoir si ces accidents ont été cachés à la population, la réponse est sans ambiguïté négative.

La récupération des éléments fondus a mobilisé à l'époque l'intégralité du personnel du site ainsi que celui de plusieurs sites voisins d'EdF (soit quelques centaines de personnes), ce qui peut difficilement être considéré comme « secret ». En 1970 et 1971, l'accident de 1969 a été évoqué dans des conférences internationales et dans le « bulletin d'information scientifique et technique du CEA ». En 1980, l'accident a été annoncé sans délai dans plusieurs média régionaux et nationaux, information

reprise ultérieurement plusieurs fois. La commission locale d'information a été convoquée immédiatement.

Néanmoins, les pratiques en matière de communication et de transparence ont profondément évolué en quatre décennies et la communication, réelle, à l'époque des faits serait jugée insuffisante aujourd'hui. Les pratiques sont devenues beaucoup plus systématiques ; la loi de 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire a marqué une avancée significative en la matière.

En troisième lieu, une faible pollution du fleuve Loire a été observée et son origine résulte selon toute vraisemblance du centre nucléaire de production d'électricité de Saint-Laurent des Eaux.

Ceux qui ont assisté au colloque de Montauban, au cours duquel le professeur Jean-Marie Martin a présenté cette pollution au public en janvier 1988, ont pu avoir la sensation que les informations qu'ils y recevaient étaient totalement nouvelles. Néanmoins l'accident de 1980 présenté comme responsable avait fait l'objet d'une information locale significative, la possibilité de rejets d'émetteurs alpha avait déjà été mentionnée (cette perspective figure dans le compte rendu que la presse locale a fait de la réunion de la CLI organisée immédiatement après l'accident), et la lecture que fait le professeur Martin des décrets et arrêtés de 1974 – 1976 pour considérer que ces rejets étaient interdits n'est pas conforme à la réalité des textes.

Une question est alors de savoir si ces rejets ont été réalisés en enfreignant des dispositions législatives ou réglementaires et, dans l'affirmative, si cela a été fait en le dissimulant aux autorités de contrôle ou avec leur information. La réponse est a priori négative avant décembre 1980 et doit être nuancée après.

L'encadrement des rejets des effluents radioactifs de la centrale de Saint-Laurent des Eaux a été incertain ou peu formalisé au moins jusqu'en 1976. Aucun texte juridiquement opposable ne s'appliquait avant les arrêtés ministériels du 5 juillet 1979. Ces arrêtés qui encadraient les rejets lors de l'accident du 13 mars 1980 ne fixent pas de limite particulière pour les émetteurs alpha et ne les mentionnent pas.

Le 13 décembre 1980, dans la perspective du démarrage de deux réacteurs à eau pressurisée sur le même site, deux nouveaux arrêtés ont été pris. Ils remplacent les arrêtés précédents et comportent la même phrase : « ces rejets liquides [ou gazeux] ne doivent en aucun cas ajouter d'émetteurs alpha à l'environnement ». Cette interdiction de rejets qui n'étaient jusque là pas mentionnés ne résultait pas directement d'un texte de loi ou d'une réglementation antérieure, elle ne répondait pas non plus à un impératif de sécurité ou de santé publique.

Les échanges avec la direction de la centrale montrent que l'administration était consciente que les unités de Saint-Laurent des Eaux A (les deux tranches UNGG) ne pouvaient pas respecter l'interdiction et qu'elle a été ensuite informée de la persistance des rejets. Qui plus est, ces échanges pouvaient donner à EDF la conviction que les rejets, qui ont été supprimés en juin 1985, étaient autorisés.

Ce contexte réglementaire ne saurait aucunement être tenu pour satisfaisant et la mission ne peut que constater la distance entre les pratiques qui existaient en 1976 et les années suivantes et ce qui

serait aujourd'hui considéré comme une situation réglementairement solide, fondée en particulier sur une séparation stricte entre le contrôleur et le contrôlé.

Toutefois, la question des rejets n'était aucunement ignorée et a été précisément suivie et encadrée dès la mise en service de la centrale.

En quatrième lieu, une dernière question est de connaître l'origine de cette pollution par des émetteurs alpha. Celle-ci a commencé avant que ne survienne l'accident de mars 1980 et ne paraît pas totalement liée à celui-ci. Trois causes possibles ont été identifiées :

- Une cause certaine et importante : les rejets des eaux des piscines où étaient stockés les combustibles usés avant d'être évacués pour retraitement. Ces eaux ont, en particulier, été polluées de manière très significative par l'éclatement, le 21 avril 1980, d'un conteneur protégeant une cartouche de combustible endommagé ; elles étaient aussi polluées à un degré moindre par les barreaux de combustible usés.
- Une cause possible, plausible et quasi certaine, mais dont l'importance n'a pas pu être évaluée : les eaux de dessiccation du CO₂ de la centrale. Cette cause pourrait avoir un lien indirect avec l'accident de mars 1980 et celui d'octobre 1969. Ces événements ont pu conduire à la mise en suspension dans le CO₂ d'émetteurs alpha lesquels ont pu, pour partie, être collectés avec les eaux de dessiccation.
- D'autres causes, dont la contribution sans doute plus modeste est difficile à évaluer : le nettoyage des châteaux servant à transporter les cartouches de combustible entre la centrale et les usines de fabrication, par exemple.

Sans que la mission puisse trancher définitivement, beaucoup d'indices suggèrent que la pollution radioactive des eaux de dessiccation du CO₂ était une question pertinente et pourrait apporter une origine très plausible à la présence de plutonium ou d'autres éléments métalliques radioactifs dans l'eau et les sédiments de la Loire. Bien que les traitements possibles fussent un peu difficiles, compte tenu des quantités faibles, il aurait pu être alors judicieux d'étudier un circuit spécialisé pour leur élimination.

Introduction

Les activités nucléaires et leurs conséquences éventuelles sont une source de vigilance légitime au sein de notre société. Celle-ci se traduit, de façon assez régulière, par des contributions par les médias écrits ou radio-télévisés.

Ainsi, la chaîne de télévision Canal + a diffusé le 4 mai 2015 une enquête sur la filière nucléaire intitulée « Nucléaire, la politique du mensonge ? ».

Cette émission s'est intéressée, notamment, aux deux accidents survenus à la centrale nucléaire de Saint-Laurent-des-Eaux le 17 octobre 1969 et le 13 mars 1980. Ce choix est assez classique ; il est largement connu et public qu'il s'agit des deux événements les plus graves survenus sur une centrale électrique nucléaire en France. Néanmoins, la présentation de ce reportage était susceptible d'engendrer une certaine émotion dès lors qu'il prétendait révéler des faits qui auraient été cachés pendant trente-cinq ans et que les extraits des différents entretiens obtenus pour sa réalisation indiquaient que l'exploitant (EdF) avec l'aval des pouvoirs publics de l'époque, aurait pratiqué de manière illégale et dangereuse des rejets de plutonium. En considération des interrogations suscitées par cette émission, par une lettre du 7 mai 2015, la Ministre de l'écologie, du développement durable et de l'énergie a souhaité que les deux accidents qu'a connus la centrale nucléaire de Saint-Laurent des eaux le 17 octobre 1969 et le 13 mars 1980 soient étudiés aussi bien au niveau de leurs causes, de leur gestion que de leurs conséquences et de la communication au public.

La mission constituée à cet effet a rencontré, d'une part, à Paris l'Autorité de sûreté nucléaire, l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire, ainsi que, d'autre part, sur le site l'exploitant EdF et différents élus ou représentants de la société civile, notamment membres de la commission locale d'information le 5 juin 2015. Elle a recueilli un nombre important de documents, très cohérents entre eux. Ultérieurement, elle a pu rencontrer ou contacter des cadres d'EdF ayant été responsables de réacteurs « uranium naturel – graphite – gaz » (UNGG) à Saint-Laurent des Eaux dans le Loir et Cher et ayant connu pour partie les accidents ainsi qu'au au Bugey dans l'Ain.

L'utilisation de toutes ces sources a permis de constater sans ambiguïté que ces accidents, connus du public dès leur origine et dont l'importance matérielle s'est notamment traduite, pour celui de 1980, par plus de trois ans d'arrêt de la tranche correspondante, n'ont pas présenté de conséquence qui mette en danger la population proche ou l'environnement de la centrale. Il est également apparu que les actions entreprises par l'exploitant l'avaient été en bonne information des autorités de contrôle et sous leur supervision.

L'importance des échanges entre les autorités de contrôle et l'exploitant, et le contenu de ces échanges démontrent à la fois que chacun a joué son rôle et que tous ont mis en œuvre leurs compétences pour maîtriser les conséquences de l'accident. Depuis cette époque, et notamment à la suite de l'accident de Tchernobyl, les pratiques françaises en matière de communication des informations sur les centrales nucléaires ont vu leur formalisme accru et sont devenues beaucoup plus systématiques. La loi n° 2006-686 du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire marquant une avancée significative en la matière.

Au-delà des incertitudes inhérentes à l'exploitation de documents anciens, l'examen attentif des éléments recueillis a confirmé, si besoin était, d'une part, que les pratiques en vigueur au début des

années 1980 en matière de communication des informations étaient moins structurées et moins pro-actives qu'aujourd'hui, d'autre part, que le formalisme dans l'encadrement réglementaire des rejets de la centrale aurait pu être meilleur, en particulier pour les années antérieures à 1979.

L'émission de Canal + ayant suggéré qu'une pollution grave et dangereuse pour la santé et l'environnement aurait eu lieu, cette question est traitée en premier lieu dans ce rapport et reçoit une réponse négative.

Une faible pollution du fleuve Loire ayant toutefois été observée et son origine résultant selon toute vraisemblance du centre nucléaire de production d'électricité EDF de Saint-Laurent des Eaux, il a été nécessaire d'en trouver l'origine. Après avoir étudié les accidents et incidents qui se sont déroulés sur la centrale, quelques hypothèses ont été identifiées, sans lien ou en lien indirect avec les accidents du 17 octobre 1969 et du 13 mars 1980. Elles permettent d'apporter des origines très plausibles à la présence de plutonium ou d'autres éléments métalliques radioactifs dans l'eau et les sédiments.

Une troisième question est de savoir si ces rejets ont été réalisés en enfreignant des dispositions législatives ou réglementaires et, dans l'affirmative, si cela a été fait en le dissimulant aux autorités de contrôle ou avec leur information. Il apparaît que ces accidents sont survenus dans une période de mise en place puis de renforcement de l'encadrement et du contrôle des rejets. La réponse ne peut alors être que nuancée et variable selon l'époque des faits. Notamment, ces derniers n'ont été soumis à des seuils opposables juridiquement que de nombreuses années après la mise en service des réacteurs nucléaires.

Une quatrième et dernière question est de savoir si ces accidents ont été cachés à la population. La réponse est sans ambiguïté négative. Néanmoins, il convient de souligner que les pratiques en matière de communication et de transparence ont profondément évolué en quatre décennies et que la communication à l'époque des faits serait jugée insuffisante s'ils se déroulaient aujourd'hui.

1. La radioactivité dans l'environnement du bassin de la Loire

1.1. les différentes formes de radioactivité, leurs conséquences, leur détection et leur origine

Ces brefs rappels à l'usage de personnes déjà informées sont complétés par quelques éléments plus précis dans l'annexe 1

1.1.1. les différentes émissions

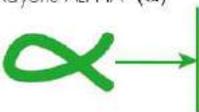
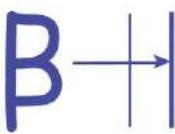
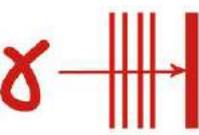
La radioactivité se manifeste sous trois formes, dites « α » (alpha), « β » (bêta) et « γ » (gamma).

Ces trois formes de radioactivité correspondent à l'émission de particules de masse décroissante et de portée croissante :

- La particule correspondant à une émission alpha (α) est un noyau d'hélium. La portée de cette émission est de quelques centimètres, elle peut être arrêtée par une feuille de papier ;
- La particule correspondant à une émission bêta est un électron (β^-) ou un positron (β^+). Sa masse est environ sept mille fois plus faible que celle du noyau d'hélium. La portée est de quelques centimètres ;
- La particule correspondant à une émission gamma (γ) est un photon, comme pour la lumière et les rayons X (mais avec une énergie nettement supérieure).

Les émissions alpha présentent un risque élevé pour les tissus qui sont immédiatement au contact des émetteurs. Ainsi, l'inhalation de poussières contenant des émetteurs alpha, ou l'inhalation de radon – dont la désintégration radioactive produit du polonium, lui-même émetteur alpha – peut conduire à des cancers du poumon. En revanche, tandis que les rayonnements X ou les émissions gamma peuvent avoir un effet pathologique sans que ceux qui en sont victimes soient au contact direct de l'émetteur, les émetteurs de rayonnement alpha ne sont nocifs que par inhalation ou par ingestion. Les émetteurs β le sont de même ainsi que par contact. Le tableau suivant résume ces questions ; il est extrait d'un rapport public, partenariat entre l'IRSN et les commissions locales d'information de Dampierre-en-Burly et Saint-Laurent des Eaux.

Différents types de rayonnements ionisants

RAYONNEMENTS IONISANTS	NATURE	UTILISATIONS
<p>Rayons ALPHA (α)</p> 	<p>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.</p>	<p>L'américium, un émetteur ALPHA, était autrefois utilisé dans les détecteurs à incendie.</p>
<p>Rayons BÊTA (β)</p> 	<p>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.</p>	<p>Les rayons BÊTA ont été utilisés dans les tubes cathodiques et sont aujourd'hui utilisés en radiothérapie.</p>
<p>Rayons GAMMA (γ)</p> 	<p>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...).</p>	<p>Les rayons GAMMA sont utilisés en médecine nucléaire pour réaliser des scintigraphies, en radiothérapie ou encore en gammagraphie industrielle.</p>

Il est impératif de rappeler que les mesures de radioactivité les plus efficaces sont capables de détecter une à quelques désintégrations² qui correspondent chacune à un atome. Les types de rayonnements et leurs énergies sont précisément mesurables et caractéristiques de chaque isotope ; ce qui permet d'identifier chacun individuellement.

Ainsi les mesures de radioactivité sont beaucoup plus précises que toutes les mesures chimiques qui exigent en général plusieurs millions au moins d'atomes dans un échantillon pour donner un résultat (plutôt quelques milliards avec les méthodes usuelles). C'est pour cela qu'une pollution de l'ordre de 0.1 à 1 g de plutonium a pu être détectée alors qu'elle était dispersée dans les sédiments de la vallée de la Loire (qui s'estiment en centaines de milliers ou millions de tonnes, son débit solide étant estimé à 1Mt/an [6, p. 3])³.

¹ Les nombres entre crochets [...] renvoient à la bibliographie.

² Pour accroître la sensibilité et la qualité des mesures, le temps de comptage est augmenté. Il est fréquemment de plusieurs heures et peut atteindre quelques jours, voire plusieurs semaines.

³ Ce point ne doit jamais être perdu de vue. 240 g de plutonium contiennent environ $6.0 \cdot 10^{23}$ atomes, ce qui correspond à 2 500 milliards d'atomes dans un milliardième de gramme (nanogramme).

Les rayonnements bêta et gamma, donc la présence d'émetteurs correspondants, se révèlent aisément et de manière fiable par les moyens habituels de détection de la radioactivité.

La présence d'émetteurs alpha est beaucoup plus difficile à détecter compte tenu de la faible portée des radiations correspondantes qui sont très rapidement arrêtées au sein des échantillons eux-mêmes : il faut étaler les prélèvements correspondants en couches très minces pour éviter que le rayonnement alpha reste piégé dans la matière qu'on veut analyser. Une des raisons pour lesquelles il a été décidé dès les débuts de l'industrie nucléaire de proscrire ou de limiter dans toute la mesure du possible les rejets d'émetteurs alpha aurait été que l'on ne pouvait ni les détecter, ni les quantifier facilement dans l'environnement. Une autre raison est que à leur contact immédiat ou à l'intérieur des organismes, les dégâts des particules α (ruptures, ionisation, etc.) sur les molécules constituant les cellules vivantes, notamment les acides nucléiques, sont beaucoup plus importants que ceux dus aux émissions β ou γ . Ainsi, dans le calcul de l'effet de la radioactivité sur les tissus biologiques, les désintégrations α sont pondérées (ou comptabilisées) 20 fois plus que les désintégrations β ou γ . Mais cette toxicité n'existe que s'il y a contact interne (la couche externe de la peau suffit à arrêter les rayonnements alpha, contrairement aux autres rayonnements ionisants), absorption ou assimilation dans l'organisme.

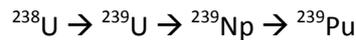
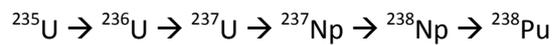
1.1.2. la signature isotopique caractérise l'origine des matériaux radioactifs d'un prélèvement

La radioactivité présente dans l'environnement peut avoir plusieurs origines notamment :

- naturelle : le radon, en particulier, émane naturellement de roches telles que le granit ; d'autres éléments radioactifs se trouvent, le plus souvent sous forme de traces, dans les dépôts sédimentaires ou, en quantité plus élevée, dans les roches magmatiques et, encore plus, dans les gisements d'uranium ;
- militaire : les traces des retombées des essais nucléaires réalisés dans le passé dans l'atmosphère ;
- industrielle : issue de centrales de production d'énergie ou de dispositifs de mesures et de contrôle (par exemple la gammagraphie pour détecter des défauts dans les soudures) ;
- médicale : rejets par les voies naturelles des patients de composés utilisés pour des traitements ou des examens.

Pour certains éléments, comme le plutonium, l'analyse de la proportion respective de leurs différents isotopes constitue une « signature isotopique » et permet de connaître l'origine du matériau. La proportion de ces isotopes n'est en effet pas la même dans un gisement naturel, dans les retombées d'une explosion nucléaire ou dans le combustible issu d'une centrale nucléaire.

- Le plutonium possède 20 isotopes connus dont 8 ont des demi-vies supérieures à quelques heures : cet élément n'est naturellement présent qu'à l'état de traces tout à fait infimes, essentiellement sous la forme de l'isotope 244 d'une demi-vie de 80 millions d'années ;
- Dans un réacteur nucléaire, du plutonium est créé à partir des isotopes 235 et 238 de l'uranium par des captures neutroniques successives et d'éventuelles désintégrations β^- transformant l'uranium en neptunium puis en plutonium. Les principales chaînes sont les suivantes :



Pour la seconde chaîne, l'uranium 239 et le neptunium 239 (^{239}Np) sont instables (avec des demi-vies ou périodes respectives de 23 mn et de 2.3 j) et se transforment ainsi rapidement en plutonium 239 qui est beaucoup plus stable.

Les isotopes 238 et 239 du plutonium sont assez stables (demi-vies ou périodes de 87.7 et 24 110 ans) mais ils peuvent connaître des captures neutroniques successives conduisant aux isotopes 240, 241 et 242 dont la présence, pour des raisons non développées ici, doit être évitée dans les armes atomiques.

- Dans une bombe atomique au plutonium, l'isotope utilisé est prioritairement du plutonium 239 (à plus de 93% selon les sources usuelles), il y a donc peu de plutonium 238 dans les résidus constituant les retombées atmosphériques.

Ainsi, la définition de l'origine du plutonium repose souvent sur la détermination des rapports isotopiques :

- $^{238}\text{Pu}/^{239,240}\text{Pu}$ de l'ordre de 0,04 pour les retombées des essais militaires et de 0,2 à plus de 1 pour les rejets industriels ;
- $^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$ de l'ordre de 0,18 pour les retombées des essais militaires et de 0,42 pour Tchernobyl ;
- $^{241}\text{Pu}/^{239,240}\text{Pu}$ de l'ordre de 30 pour les usines de retraitement et de 16 pour des retombées de tests militaires.

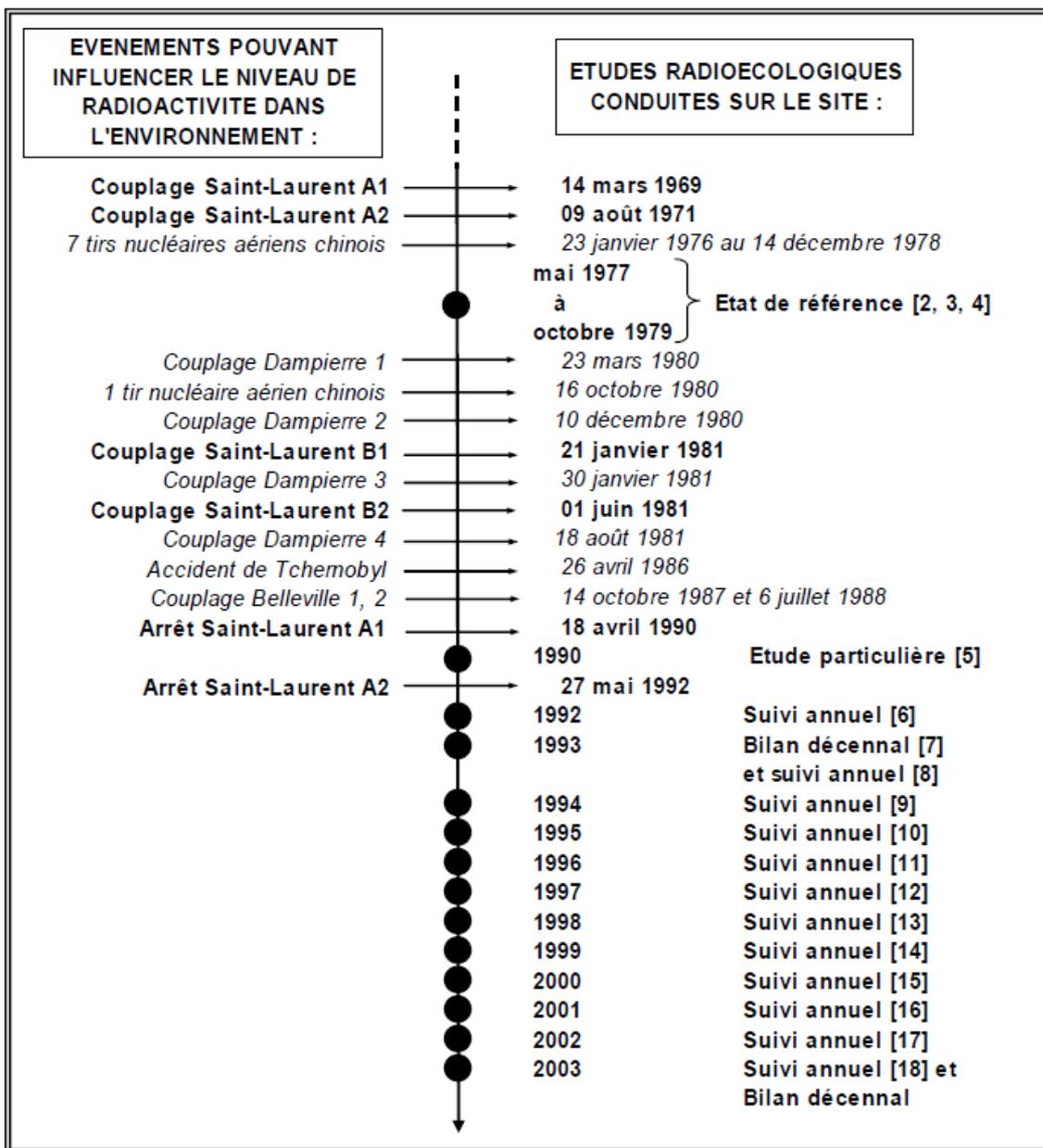
Ces données sont utiles pour les études radio-écologiques, mais également pour la connaissance océanographique, comme la cinétique du déplacement des particules sédimentaires [2].

Ainsi et de façon très simplifiée, ces développements permettent de comprendre pourquoi les proportions des différents isotopes du plutonium ne seront pas les mêmes selon que la pollution provient d'un réacteur nucléaire où les réactions de fissions sont entretenues et contrôlées pour produire de l'électricité ou qu'elle résulte des retombées aériennes d'une explosion atmosphérique.

1.2. la surveillance de la radioactivité de l'environnement dans le bassin versant de la Loire

Les Pouvoirs Publics se sont attachés à la surveillance des rejets radioactifs dès l'origine du programme de production d'électricité nucléaire en France. La création en 1957 du SCPRI (service central de protection contre les rayonnements ionisants) devenu en 1994 l'OPRI (office de protection contre les rayonnements ionisants) et intégré en 2002 dans l'IRSN (institut de radioprotection et de sûreté nucléaire) a permis la réalisation de mesures par une entité indépendante d'EdF, en complément des mesures demandées à l'opérateur et réalisées par ses équipes.

Le tableau ci-après indique ainsi les principales études radio-écologiques réalisées sous la conduite du SCPRI, puis de l'OPRI, puis de l'IRSN sur le site de Saint-Laurent des Eaux du démarrage de la première unité graphite-gaz sur le site jusqu'en 2003 (le bilan annuel et le suivi décennal se sont, bien sûr poursuivis depuis pour les unités REP ; plus de vingt ans après la fermeture de la dernière unité graphite-gaz, un suivi environnemental très régulier continue donc d'être assuré) :



Le développement d'un programme nucléaire de grande ampleur en France à partir de la seconde partie des années 1970, puis les accidents de Three Mile Island (mars 1979) et de Tchernobyl (1986) ont par ailleurs mis en évidence un besoin d'information transparente de la part des riverains et, plus globalement, de l'ensemble des populations concernées par les centrales.

La demande d'une information locale transparente, qui avait ainsi conduit dès 1977 à constituer à Fessenheim une Commission Locale d'Information (dénommée initialement Commission Locale de Surveillance, puis – à partir de 2008 – Commission Locale d'Information et de Surveillance), a également conduit pour Saint-Laurent des Eaux à la constitution, en février 1980, d'une Commission de Surveillance, qui deviendra en 1983 une Commission Locale d'Information.

Au-delà des bilans décennaux réalisés par l'IRSN en 1993 puis en 2003 [3] et [4] et plus récemment, une démarche a été engagée en 2004 par l'IRSN et l'Association Nationale des Commissions Locales

d'Information (ANCLI) pour identifier les attentes des CLI et a abouti à l'Action Pilote Environnement Loire (APEL). Celle-ci vise notamment à répondre aux questions suivantes : « la radioactivité dans le bassin de la Loire 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 ? ». Cette démarche a notamment abouti au rapport APEL de décembre 2008 « surveillance de la radioactivité dans l'environnement du bassin de la Loire ». Plus généralement, on peut rappeler que le site du réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement publie aujourd'hui toutes les données de surveillance de la radioactivité dans l'environnement, accessibles sur son site : www.mesure-radioactivite.fr.

1.2.1. les résultats de mesure de surveillance d'ensemble actuels sont l'objet de publications étendues, impliquant toutes les parties prenantes.

Le logigramme ci-après résume la démarche qui a abouti au rapport APEL de décembre 2008 et montre l'association au travers des CLI des différentes composantes de la société civile et des parties prenantes.

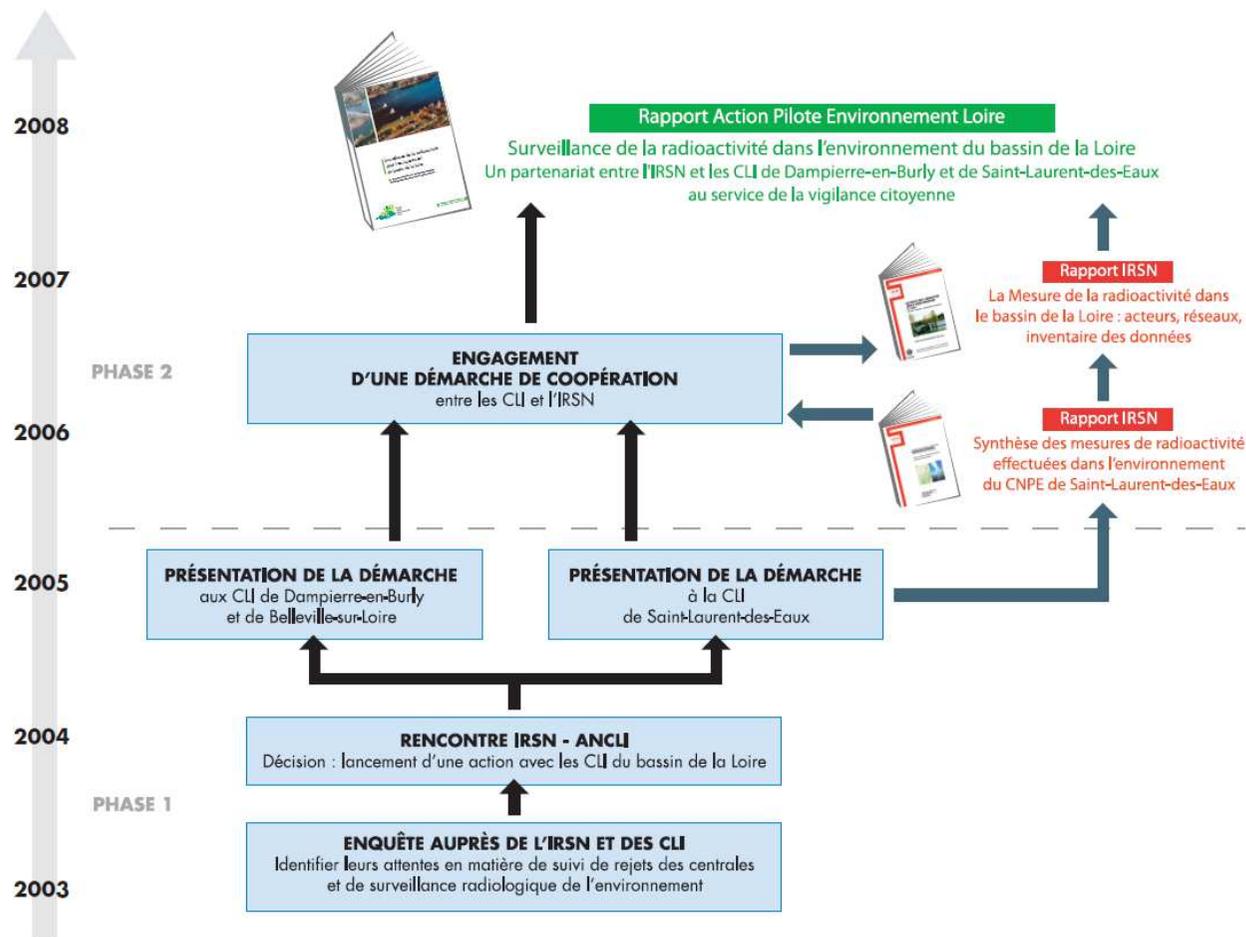


Figure 1 : Logigramme de la démarche APEL

Ce rapport met en évidence la dose annuelle de rayonnement gamma dans l'ensemble du bassin versant de la Loire. Cette dose est fortement influencée par la nature géologique des sous-sols (magmatique, métamorphique ou sédimentaire).

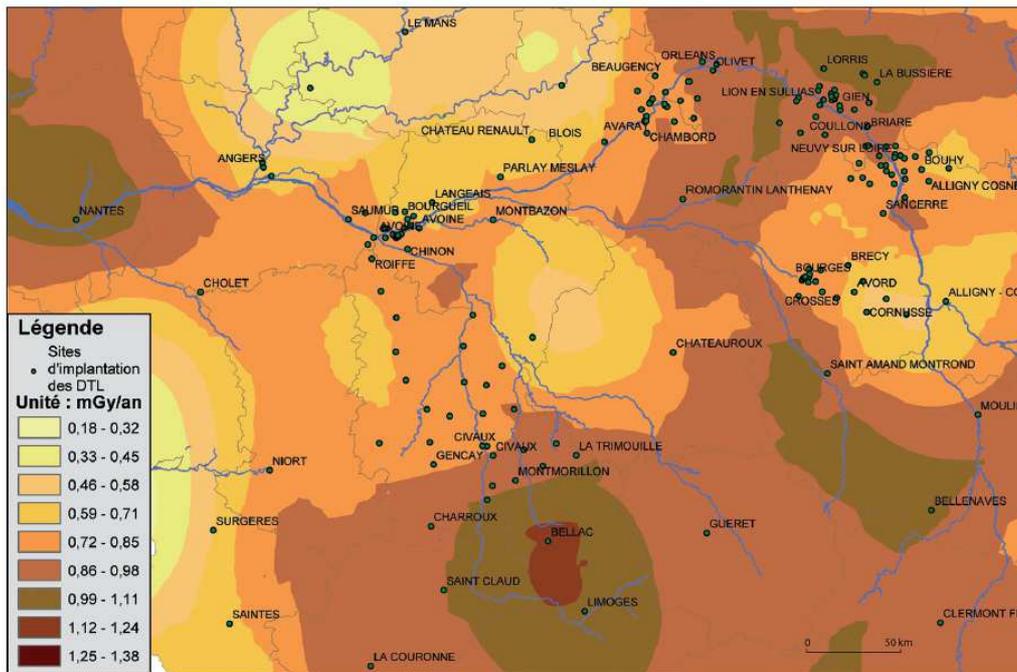


Figure 4 : Dose annuelle liée au débit de dose gamma ambiant dans le bassin de la Loire (IRSN, données du réseau DTL, 2004)

Il en va de même de l'exposition au radon, plus élevée dans les massifs granitiques que dans les zones sédimentaires :

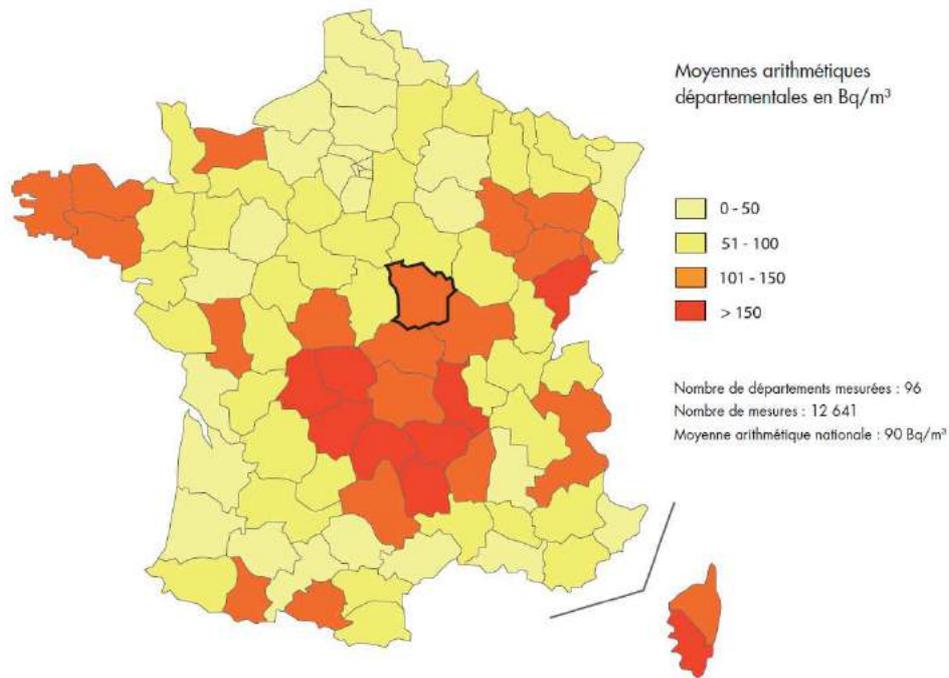
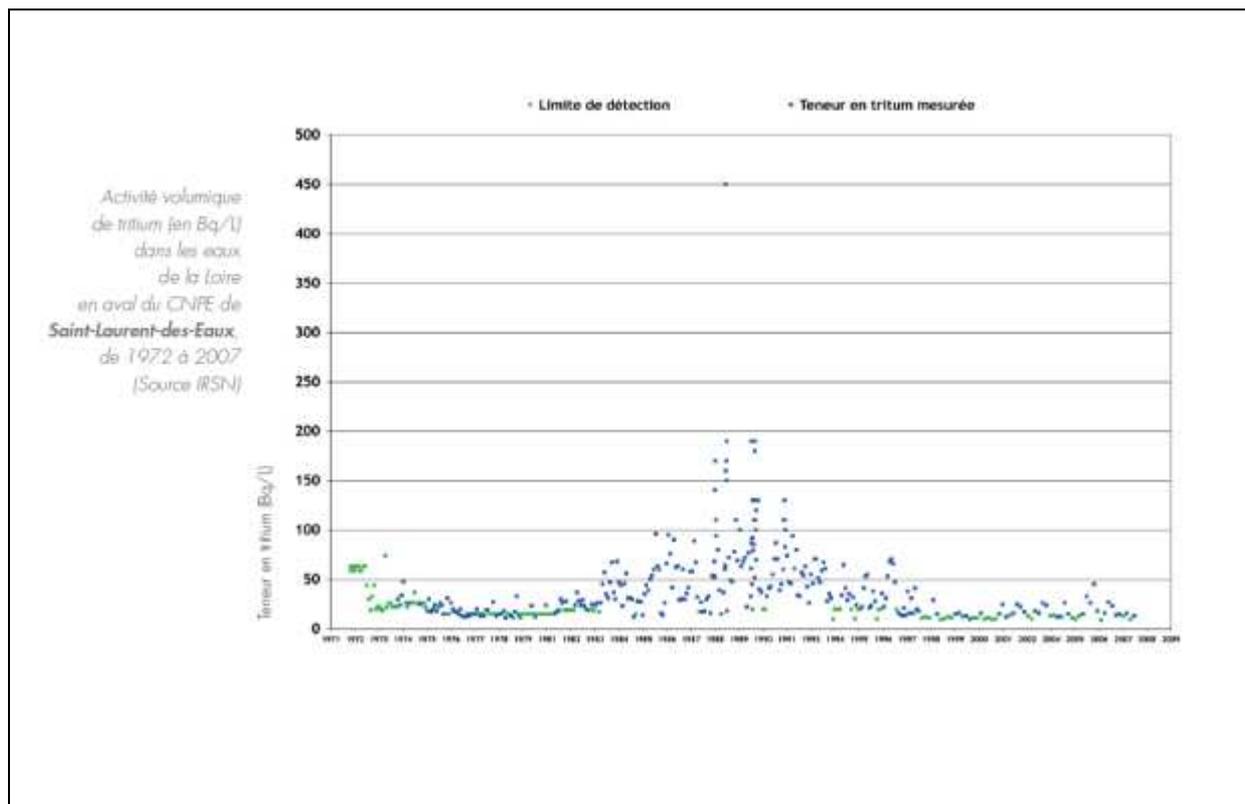


Figure 8 : Activité volumique du radon dans l'habitat en France - bilan de 1982 à 2000 (Source IRSN)

Le rapport présente par ailleurs les résultats des mesures d'« activité bêta globale de l'air », dont il souligne qu'elles constituent un outil pertinent de surveillance des émissions radioactives, dans la mesure où la plupart des radionucléides artificiels sont des émetteurs bêta. Pour Saint-Laurent des eaux et pour Chinon, le rapport signale que les points singuliers des mesures traduisent, de manière identique pour les deux centrales, les conséquences des essais nucléaires militaires dans l'atmosphère et de l'accident de Tchernobyl. Il conclut à cet égard « *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.* »

Pour ce qui est des eaux de la Loire et de Saint-Laurent des Eaux, ce rapport présente l'évolution dans le temps (la « chronique ») des teneurs en tritium (un isotope de l'hydrogène émettant des radiations bêta, peu présent dans la nature et produit dans les centrales nucléaires) dans l'eau de la Loire en aval de Saint-laurent des Eaux. Il indique que le tritium a été choisi parce que « la mesure du tritium sert d'indicateur susceptible de révéler la présence de radionucléides artificiels et donc une contamination d'origine humaine ». Ces teneurs en tritium connaissent leur maximum entre 1988 et 1990 et décroissent depuis, pour être aujourd'hui proches du seuil de détection :



Le rapport ne comporte pas d'indication particulière sur les émetteurs alpha autres que le radon, et en particulier sur les éventuels émetteurs alpha dans la Loire (eaux, sédiments, végétaux aquatiques). La lecture des autres rapports de surveillance antérieurs disponibles laisse entendre que l'absence de préoccupation sur ce sujet est une des raisons de cette absence.

1.2.2. les analyses par l'IRSN montrent une radioactivité dans l'environnement « en diminution » et « principalement liée à la rémanence des retombées aériennes de tirs d'armes nucléaires ».

L'IRSN a réalisé et publié en 1993 et 2003 un « bilan radio-écologique décennal de l'environnement proche du centre nucléaire de production d'électricité de Saint-Laurent des Eaux » [3] et [4].

Celui de 2003, dont les résultats peuvent être perçus comme satisfaisants, est résumé ainsi :

RESUME

Le C.N.P.E. de Saint-Laurent-des-Eaux, situé sur la Loire, contribue depuis 1981 à la production française d'électricité d'origine nucléaire.

En 1993, le premier bilan radioécologique décennal a été réalisé par l'IPSN afin d'évaluer le marquage potentiel des environnements terrestre et aquatique. Dix ans après, le second bilan décennal est réalisé dans le but de rendre compte de la présence potentielle d'un marquage de l'environnement par les rejets du C.N.P.E., de quantifier les niveaux d'activités des différents radionucléides et d'évaluer l'évolution de la radioactivité au cours de cette décennie.

Ainsi, 36 échantillons ont été prélevés dans différentes matrices des milieux terrestre et aquatique suivant un plan d'échantillonnage pré-établi. Les analyses de radionucléides émetteurs α , β et γ , sont réalisées suivant un protocole permettant de détecter de « bas niveaux » de concentration en radionucléides dans les différentes matrices.

Les résultats obtenus témoignent que, de manière générale, la radioactivité artificielle mise en évidence dans l'environnement du C.N.P.E. de Saint-Laurent-des-Eaux est en diminution par rapport aux activités mesurées en 1993 et reste principalement liée à la rémanence des retombées aériennes des tirs d'armes nucléaires. Cette diminution est exacerbée dans le milieu aquatique par une baisse des rejets d'effluents liquides, notamment des émetteurs γ .

Quelques valeurs de carbone-14 suggèrent un léger marquage de l'environnement terrestre par les rejets atmosphériques du C.N.P.E. de Saint-Laurent-des-Eaux sans toutefois qu'il soit possible de leur en attribuer l'origine de façon exclusive. Dans l'environnement aquatique, les activités mesurées en tritium et ^{14}C sont supérieures à celles de milieux non soumis aux effluents, et attestent d'un marquage du milieu par les rejets du C.N.P.E. de Saint-Laurent-des-Eaux.

Globalement, le rapport conclut ainsi :

Au final, la radioactivité artificielle mise en évidence dans l'environnement de l'installation de Saint-Laurent-des-Eaux est majoritairement liée à la rémanence des retombées aériennes anciennes bien que les rejets atmosphériques et liquides du C.N.P.E. contribuent à un faible enrichissement des concentrations en ^{14}C et ^3H des indicateurs prélevés.

1.2.3. les émetteurs alpha

Le rapport souligne que les éléments transuraniens, tels que le plutonium, ne sont présents dans l'environnement de la centrale qu'à l'état « d'ultra-traces ».

- Les éléments transuraniens ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$, ^{241}Am sont mesurés par spectrométrie α . Ces mesures destructives, complexes et longues à réaliser car les éléments recherchés sont à l'état d'ultra-traces dans l'environnement, ne sont conduites que sur un nombre limité d'échantillons, les plus susceptibles de concentrer les radionucléides (sédiments et indicateurs végétaux) ou les plus intéressants d'un point de vue sanitaire.

Les auteurs se sont néanmoins attachés à les analyser, comme cela avait déjà été fait en 1993. De façon très résumée les marquages ne sont pas différents en amont et en aval du site et les rapports isotopiques indiquent que leur origine résulte des essais atmosphériques d'armes nucléaires :

Bilan des émetteurs alpha réalisé en 2003 à Saint Laurent des eaux :

- Dans le milieu terrestre

Les résultats de mesures de ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$ et ^{241}Am sont présentés dans le Tableau A. 3. 12 p.92. Les rapports d'activités $^{238}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu}$ et $^{241}\text{Am}/^{239+240}\text{Pu}$, calculés à chaque fois que c'est possible, sont également mentionnés dans ce tableau. Le ^{238}Pu a pu être détecté dans quatre des huit échantillons mesurés. Ses concentrations varient de $0,6 \pm 0,2$ (mousse) à $3,4 \pm 0,8$ mBq.kg^{-1} (sol). Le $^{239+240}\text{Pu}$, détecté sur six des huit échantillons mesurés, présente des activités plus élevées, comprises entre $0,28 \pm 0,08$ (herbe) et 122 ± 6 mBq.kg^{-1} (sol). Quand à l' ^{241}Am détecté à cinq reprises, il varie de $0,10 \pm 0,05$ (herbe) à 47 ± 5 mBq.kg^{-1} (sol). Les rapports d'activités $^{238}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu}$ et $^{241}\text{Am}/^{239+240}\text{Pu}$, compris respectivement entre $0,028 \pm 0,008$ et $0,040 \pm 0,020$ et entre $0,3 \pm 0,2$ et $0,4 \pm 0,3$ attestent de l'origine ancienne de cette contamination, héritée des retombées des essais nucléaires aériens.

- Dans le milieu aquatique

Les résultats des mesures ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$ et ^{241}Am sont présentés dans le Tableau A. 3. 24 p.106. Le ^{238}Pu n'est détecté que dans les sédiments, à des concentrations homogènes, comprises entre $3,2 \pm 0,8$ et $5,8 \pm 0,9$ mBq.kg^{-1} sec. Le $^{239+240}\text{Pu}$ et l' ^{241}Am ont été détectés dans les sédiments et dans les phanérogames semi aquatiques. Dans les sédiments, les teneurs sont comprises entre 86 ± 6 et 184 ± 9 mBq.kg^{-1} sec pour le $^{239+240}\text{Pu}$ et 39 ± 9 et 70 ± 20 mBq.kg^{-1} sec pour l' ^{241}Am . Dans les baldingères, leurs concentrations sont moins élevées, respectivement comprises entre $4,7 \pm 0,6$ et 8 ± 2 mBq.kg^{-1} frais pour le $^{238+239}\text{Pu}$ et $2,3 \pm 0,4$ et $3,7 \pm 0,7$ mBq.kg^{-1} frais pour l' ^{241}Am .

Ces résultats, obtenus en amont et en aval du point de rejet, ne mettent en évidence aucune évolution spatiale des concentrations d'actinides. Le calcul des rapports d'activités $^{238}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu}$ et $^{241}\text{Am}/^{239+240}\text{Pu}$, qui permettent de préciser l'origine de ces éléments, confirme ce constat puisque les valeurs obtenues, comprises entre 0,032 et 0,040 pour le premier rapport et entre 0,39 et 0,50 pour le second, sont caractéristiques des activités mesurées dans les retombées globales des essais nucléaires anciens.

Les analyses réalisées en 1993, rappelées par le rapport, donnaient déjà des résultats comparables quoiqu'un peu plus élevés en général sans que cela soit nécessairement significatif (compte-tenu de la dispersion et du nombre assez réduit d'analyses) :

Bilan des émetteurs alpha **réalisé en 1993** à Saint Laurent des Eaux :

- Dans le milieu terrestre

La mesure des transuraniens avait mis en évidence leur présence en faible quantité dans l'herbe, les mousses, les sols, les boues et le lait. Les concentrations en ^{238}Pu étaient comprises entre 21 ± 1 et $38 \pm 36 \text{ mBq.kg}^{-1} \text{ sec}$ (4 détections sur 10 analyses). Les activités en $^{239+240}\text{Pu}$ s'étendent de $1,6 \pm 1$ à $303 \pm 36 \text{ mBq.kg}^{-1} \text{ sec}$ (8 détections sur 10 analyses), tandis que celles d' ^{241}Am vont de $0,23 \pm 0,08 \text{ Bq.l}^{-1}$ dans le lait à $248 \pm 27 \text{ mBq.kg}^{-1} \text{ sec}$ dans un échantillon de boues de decantation. Les rapports isotopiques de $^{238}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu}$ qui avaient pu être calculés avaient montré que ces radionucléides provenaient des retombées atmosphériques anciennes liées aux tirs d'armes nucléaires.

- Dans le milieu aquatique

Les premiers résultats des mesures de ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$ et ^{241}Am acquises lors du bilan radioécologique décennal de 1993 confirmaient l'absence d'impact du C.N.P.E. Les concentrations de ^{238}Pu restaient inférieures aux limites de détection sur l'ensemble des échantillons analysés. Le $^{238+239}\text{Pu}$ et l' ^{241}Am n'étaient détectés à l'état de trace que dans les sédiments et les parties souterraines des végétaux semi aquatiques. Les teneurs étaient comparables dans ces deux types de matrices, comprises entre $0,012 \pm 0,003$ et $0,027 \pm 0,005 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$ pour le $^{239+240}\text{Pu}$ et entre $0,007 \pm 0,001$ et $0,013 \pm 0,002 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$ pour l' ^{241}Am . Les rapports d'activités $^{241}\text{Am}/^{239+240}\text{Pu}$ calculés révélaient que cette contamination était issue des retombées globales des tirs militaires.

1.2.4. le colloque « nucléaire-santé-sécurité » des 21-22-23 janvier 1988 rapporte un impact « faible » des accidents et incidents de 1980

A l'occasion du colloque « nucléaire santé-sécurité, organisé à Montauban les 21, 22 et 23 janvier 1988 par le Conseil Général du Tarn-et-Garonne, le Pr J.-M. Martin est intervenu pour un exposé sur la « contamination radioactive de l'environnement par l'industrie nucléaire ». Fondée sur les résultats de mesures dans différents fleuves français, cette communication compare leurs situations et identifie des zones plus spécifiquement marquées.

Les actes du colloque rendent compte de cet exposé.

Il faut souligner que les moyens de mesure dont disposait le Pr J.-M. Martin dans son activité de Directeur de l'Institut de Biogéochimie Marine de l'École Normale Supérieure de Paris lui ont permis de faire une analyse très poussée des sédiments de la Loire.

C'est à cette occasion qu'a été mentionné une première fois le rejet d'émetteurs alpha par la centrale de Saint-Laurent des Eaux.

« le problème du plutonium est plus controversé : il est censé ne pas y en avoir dans les rejets des centrales (c'est un émetteur alpha). Sa présence n'est ni mentionnée dans les effluents liquides ni recherchée dans l'environnement par le SCPRI. Nous avons néanmoins pu mettre en évidence la présence indiscutable de plutonium d'origine industrielle dans les sédiments déposés et les matières en suspension de la Loire fluviale dès 1980 (figures 20 et 21). Ces figures montrent qu'en amont des centrales, la « composition isotopique » du plutonium (rapport de l'activité du plutonium 238 sur l'activité du plutonium 239-240) dans les matières en suspension est caractéristique de la retombée atmosphérique globale (3 à 5% de plutonium 238, soit un rapport de 0,03 à 0,05). Mais ce rapport atteint 0,15 à 0,40 en aval de la centrale de Saint Laurent des Eaux ... confirmant le rejet dans la Loire d'une faible quantité de plutonium 239+240 (évalué à 10 à 20 millicuries, soit 535 à 740 millions de becquerels) consécutif à l'accident survenu en mars 1980 à l'un des réacteurs UNGG de Saint Laurent, accident qui a conduit à la fusion de 2 éléments combustibles de la tranche 2 ».

Sans remettre en cause les propos et leurs conclusions et sans que cela constitue une critique, il convient de souligner que les raisonnements sont parfois abrégés ou éludés pour arriver aux conclusions ; cette rédaction est vraisemblablement due au caractère plus vulgarisateur que strictement scientifique de la communication.

Ainsi, la distinction entre les rapports isotopiques et les concentrations aurait parfois pu être plus précise. De même, les tableaux de mesures avec les dates et lieux de prélèvements ne sont pas disponibles et les calculs et leurs hypothèses non explicités ([6] apporte quelques compléments et précisions toutefois).

La faible quantité de plutonium 239 + 240 n'est pas convertie en masse, ce n'est en effet pas simple pour plusieurs raisons. La distinction entre les émissions α des deux isotopes est difficile en raison de leurs énergies proches (5.156 et 5.168 MeV) et le professeur Martin n'explique pas les hypothèses permettant de passer de ses mesures en quelques points du fleuve à la quantité dans l'ensemble des sédiments. Sans remettre aucunement en cause les valeurs, il est possible de déterminer la masse minimale et maximale de plutonium correspondant à 535 à 740 millions de becquerels, soit entre 0.063 et 0.322 g de $^{239+240}\text{Pu}$.

Sachant que, hormis le plutonium 238 et en fonction du degré de consommation (ou d'irradiation) du combustible d'un réacteur, les isotopes ^{239}Pu et ^{240}Pu constituent 75 à 80 % du plutonium et que les isotopes ^{241}Pu et ^{242}Pu en représentent entre 18 et 22% [7]⁴. Considérant enfin que le plutonium 238 peut représenter entre 20 et 100 % du total [2], il est possible d'estimer la quantité totale de plutonium correspondant à la radioactivité détectée de l'ordre de 0.1 à 1 g (soit un volume de 0.005 à 0.05 cm³).

⁴ Ces valeurs concernent les réacteurs à eau pressurisée.

CONCENTRATION DES ISOTOPES DE CESIUM DANS LES MATIERES EN SUSPENSION DES FLEUVES ET RIVIERES FRANÇAIS (1979-1985).

Source : actes du colloque de 1988, présentation du Pr Martin [5]

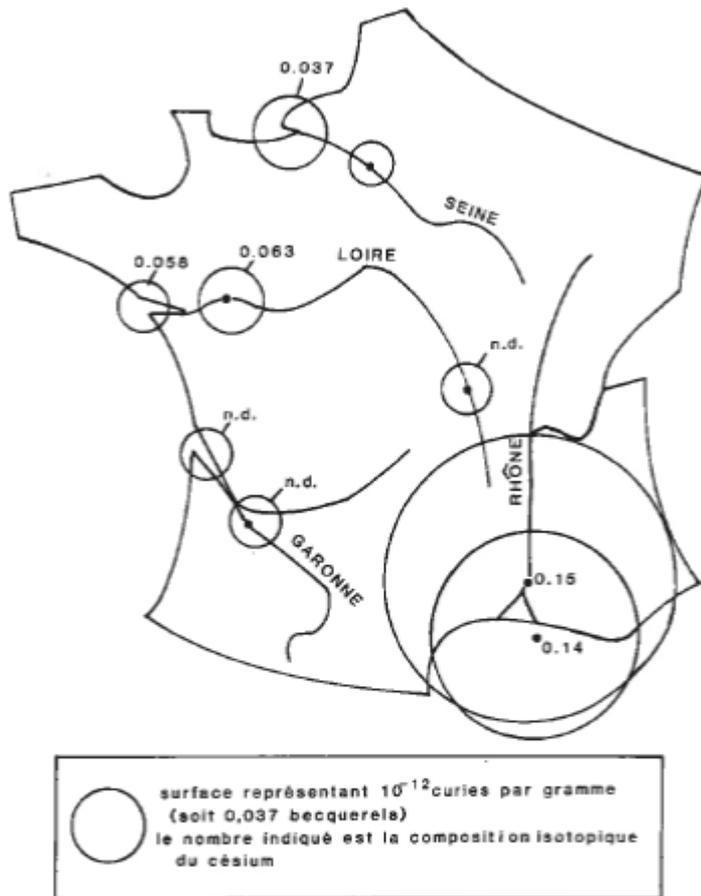


Figure 20

Concentration des isotopes du césium dans les matières en suspension des fleuves et estuaires français (1978-1985).

La surface des cercles est proportionnelle à la concentration en césium-137. La « composition isotopique » est le rapport activité du césium-134 / activité du césium 137. Le césium-134 (période 2 ans), absent des retombées atmosphériques globales, est d'origine industrielle.

CONCENTRATION DES ISOTOPES DU PLUTONIUM DANS LES MATIÈRES EN SUSPENSION DES FLEUVES
ET RIVIERES FRANÇAIS (1979-1985).

Source : actes du colloque de 1988, présentation du Pr Martin [5]

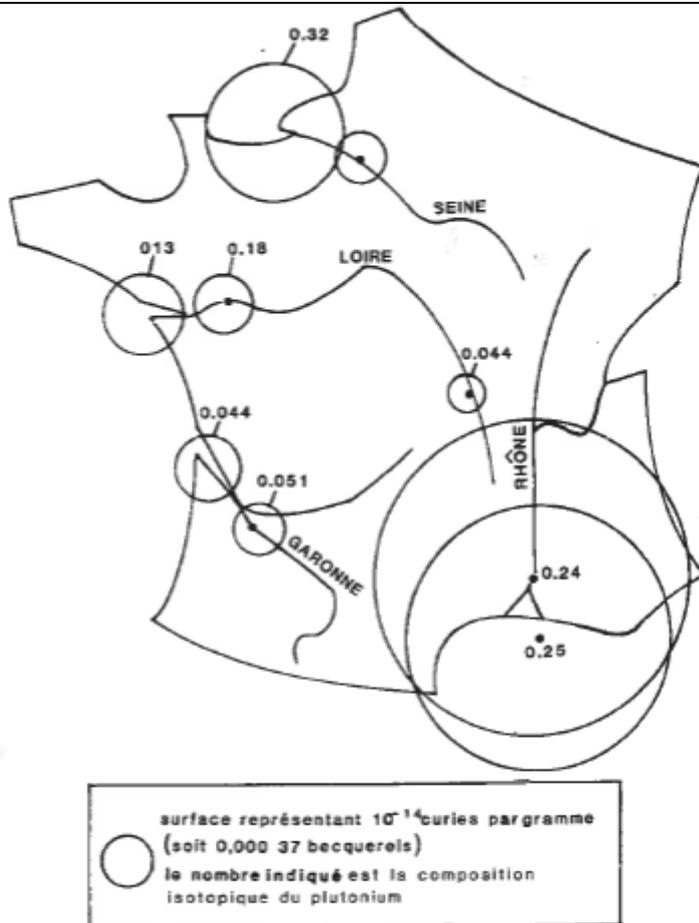


Figure 21

Concentration des isotopes du plutonium dans les matières en suspension des fleuves et estuaires français (1978-1985).

La surface des cercles est proportionnelle à la concentration en plutonium-239 + 240.
Les chiffres correspondent à la « composition isotopique » du plutonium (rapport activité du plutonium 238 / activité du plutonium 239 + 240).

COMPOSITION ISOTOPIQUE DU PLUTONIUM DANS LA LOIRE

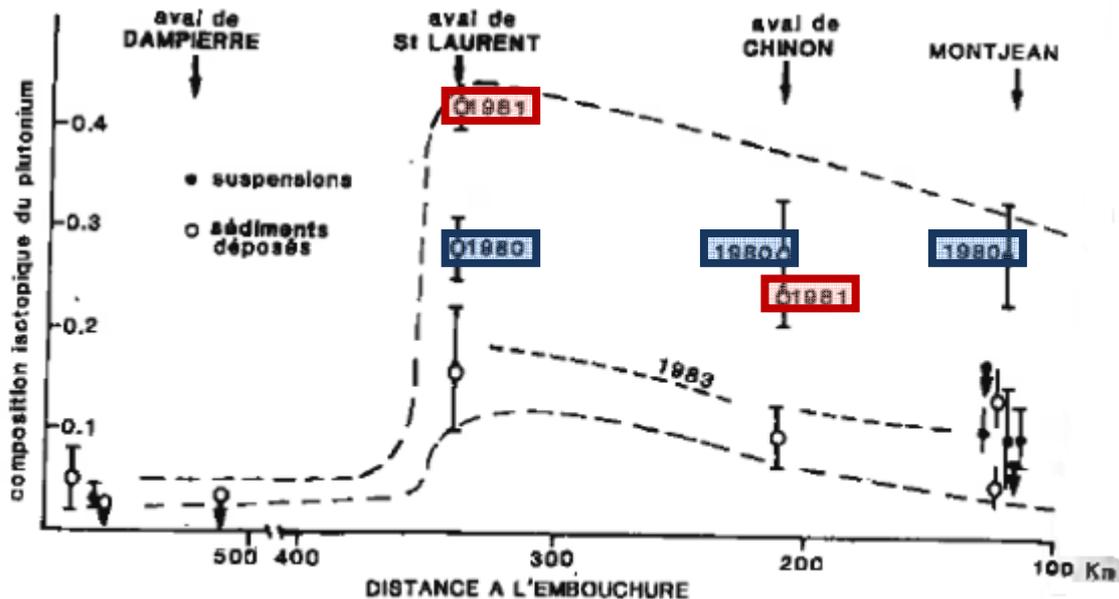


Figure 18

Source [5], les couleurs sont ajoutées par la mission

Pour permettre d'apprécier ce que représentent les 10 à 20 milli-Curies évoqués dans l'exposé cité plus haut, les débats à la suite de cet exposé mentionnent que « lors d'une scintigraphie thyroïdienne (examen réalisé pour le diagnostic de certaines maladies), on administre au patient 0,1 millicuries », et qu'une thérapie radiative du cancer de la thyroïde conduit à lui « administrer plus de 5 curies »⁵.

Lors de son exposé, le Pr J.-M. Martin poursuit : « Par ailleurs, la comparaison de la Loire et de la Gironde montre le faible impact des rejets des centrales nucléaires. »

Comme l'indiquent les graphiques de son exposé, la concentration en plutonium dans les eaux de la Garonne (où il n'y avait pas à l'époque de centrale nucléaire, celle de Golfech n'ayant été mise en service qu'en avril 1990) n'est pas significativement différente de celle dans les eaux de la Loire (où il y en a plusieurs). Ce qu'il a détecté en 1980, 1981 et, dans une moindre mesure en 1983, et présenté lors du colloque de 1988, c'est une signature isotopique différentes en amont et en aval, témoignant de rejets issus de la centrale, rejets qui s'ajoutent à ceux provenant des explosions d'armes nucléaires.

⁵ On doit toutefois souligner que ni la scintigraphie, ni la thérapie radiative ne portent sur des émetteurs alpha. L'iode radioactif, pour le traitement radiatif du cancer de la thyroïde, émet en particulier des radiations bêta et gamma. Cette comparaison a donc une valeur essentiellement qualitative.

La faiblesse de ces rejets, leur décroissance puis leur arrêt ont comme conséquence que leurs traces ont disparu dès 1990, même sous la forme de cette signature isotopique.

En revanche, l'attribution des rejets de plutonium « consécutifs à l'accident survenu en mars 1980 à l'un des réacteurs UNGG de Saint-laurent, accident qui a conduit à la fusion de 2 éléments combustible de la tranche 2 » n'est pas argumentée. L'accident de 1969 est ignoré et aucune comparaison n'est faite avec des mesures antérieures à 1980 (ce qui est d'autant plus dommage que la présentation signale par ailleurs que les mesures réalisées par le Pr Martin et son équipe l'ont été sur la période « 1978-1985 »). Or cette affirmation (qui n'est pas aussi évidente qu'il y paraît) sera reprise ultérieurement sans vérification par différentes personnes.

La présentation du Pr Martin contient des précisions essentielles, qui ont été omises dans la plupart des commentaires ultérieurs y faisant référence :

- Des isotopes du plutonium sont présents dans les alluvions de tous les fleuves français⁶, y compris ceux, tels la Garonne, qui n'avaient aucune centrale nucléaire sur leurs rives au moment où il a fait les mesures présentées en 1988 ;
- La quantité de plutonium présente dans les alluvions de la Loire n'est pas significativement différente de celle présente dans la Garonne ;
- Seule l'analyse de la signature isotopique permet de déceler qu'une partie du plutonium détecté par le Pr Martin dans la Loire provient d'une centrale nucléaire ; les rejets correspondants correspondent à « une faible quantité » (0.1 à 1 g selon l'estimation de la mission correspondant aux 10 à 20 milli-Curies, soit 535 à 740 millions de Becquerels, cités par le Professeur Martin).

On peut ajouter que les études effectuées ultérieurement ([3] et [4]) ne trouvent plus, ni dans la signature isotopique, ni, encore moins, dans les volumes présents, de traces laissées par des rejets de plutonium issus de la centrale.

⁶ Dans la mesure où ils viennent pour l'essentiel des retombées dans l'atmosphère des essais nucléaires, on pourrait ajouter : « et du monde entier ».

2. Les accidents et incidents de 1969 et 1980 : description

Les échanges entre EdF et les autorités de sûreté et dans les documents internes à EdF, fournissent le suivi des événements qui ont conduit la centrale à sortir de son fonctionnement nominal, en particulier en matière de sécurité interne ou de rejets d'éléments radioactifs (événements qu'on qualifierait aujourd'hui, selon le cas, d' « écarts » ou d' « incidents » pour la plupart d'entre eux, et qui relèvent de la catégorie « accident » pour deux d'entre eux).

Ainsi, en ce qui concerne le combustible, 15 événements sont recensés pour la tranche n° 1 entre 1969 et 1982, 3 pour la tranche n° 2. La plupart (12) correspondent à des ruptures de la gaine protectrice des éléments combustibles, deux à des fusions d'éléments (17 octobre 1969, tranche 1, et 13 mars 1980, tranche 2), deux à des remontés de gaz chauds dans le dispositif principal de manutention (i.e. machine de chargement/déchargement du combustible du réacteur), un à un dysfonctionnement de ce dispositif et le dernier est consécutif à la perte de thermocouples lors d'une divergence (10 février 1980, tranche 1) [8].

Les événements les plus graves correspondent à l'obturation, partielle ou non, des canaux abritant le combustible dans lesquels circule le gaz carbonique (CO₂) sous pression. Bien que rare, cette obturation a été observée pour la première fois en France sur le réacteur G1 à Marcoule dès 1956 en raison d'un chiffon oublié ([9], p. 17). La centrale de Saint-Laurent des Eaux a connu trois événements de ce type : sur la tranche n° 1, le 28 février 1969 (film dosimétrique perdu par un agent lors du chargement) et le 17 octobre 1969 (« rondin régulateur » chargé à la place d'un élément de combustible) puis, sur la tranche n° 2, le 13 mars 1980 (le seul événement dont l'origine n'est pas liée à une action humaine mais à un événement matériel : le détachement par corrosion d'une tôle à l'intérieur du réacteur).

2.1. rappel : l'échelle INES, origine, niveaux

A la suite de l'accident de Tchernobyl, il est apparu nécessaire de disposer d'une échelle de comparaison claire, fiable et reconnue internationalement pour pouvoir comparer avec des critères objectifs les incidents ou accidents pouvant survenir dans le domaine nucléaire.

Cette échelle est « un outil international pour communiquer avec le public » [10], elle n'est destinée ni à évaluer ou à mesurer la sûreté nucléaire, ni à permettre des comparaisons internationales et encore moins à établir des relations de cause à effet ou de probabilité entre des méthodes opératoires et de contrôle ou des organisations et l'occurrence d'événements nucléaires.

Dès 1987, la France avait établi une classification, avec 6 niveaux seulement, issue des travaux d'un groupe de travail présidé par le journaliste Pierre Desgraupes qui était, intuitu personæ, vice-président du Conseil supérieur de la sûreté et de l'information nucléaires (remplacé en juin 2008 par le *Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire* (HCTISN)).

Celle-ci a nourri les travaux internationaux, menés notamment dans le cadre de l'AEIA conduisant à l'établissement de l'échelle INES (International Nuclear Events Scale). Celle-ci a été mise en application au niveau international en 1991 et en France en 1994 [11]. Sa révision en 2006 a été adoptée en 2008, elle est aujourd'hui utilisée par plus de 60 pays. L'objectif est qu'elle devienne « un outil universel pour donner une idée juste de l'importance des événements nucléaires et radiologiques pour la sûreté » [10].

L'échelle INES distingue huit niveaux de gravité depuis « l'écart », classé 0 qui ne présente « aucune importance du point de vue de la sûreté » [10], aux « accidents » classés de 4 à 7, en passant par les incidents classés de 1 à 3. De façon schématique, la gravité d'un événement augmente d'un facteur dix à chaque niveau.

Trois critères de classement sont pris en compte : les conséquences à l'extérieur du site, les conséquences à l'intérieur du site et la dégradation de la défense en profondeur⁷. Le niveau le plus élevé atteint pour l'un des critères détermine le classement. Les tableaux suivants p. 31, 32 et 33 précisent les éléments pris en compte et les illustrent par des exemples réels.

Les événements survenus depuis 1990 sont inscrits sur cette échelle mais un classement rétroactif a été souvent établi pour ceux antérieurs ; ainsi l'accident du 13 mars 1980 dans le réacteur 2 de la centrale de Saint-Laurent des Eaux a été classé au niveau 4.

Le schéma suivant reprend la partie qui semble commune à toutes les présentations notamment internationales mais celle-ci est souvent précisée et enrichie par des commentaires. Pour l'ASN les niveaux 4 et 5 sont des accidents distingués par leurs conséquences, pour l'AIEA et l'Agence pour l'énergie nucléaire (AEN-OCDE) le niveau 4 concerne les « accidents ayant des conséquences locales » et le niveau 5 les « accidents ayant des conséquences étendues » [10], ce qui devient selon l'IRSN [12] ou Wikipedia [11] pour le niveau 4 « accident (n'entraînant pas de risque important à l'extérieur du site) » et « accident (entraînant un risque hors du site) » pour le niveau 5.

⁷ Il s'agit de l'ensemble des barrières, indépendantes, destinées à prévenir la survenue d'un accident et la dissémination de matières radioactives.

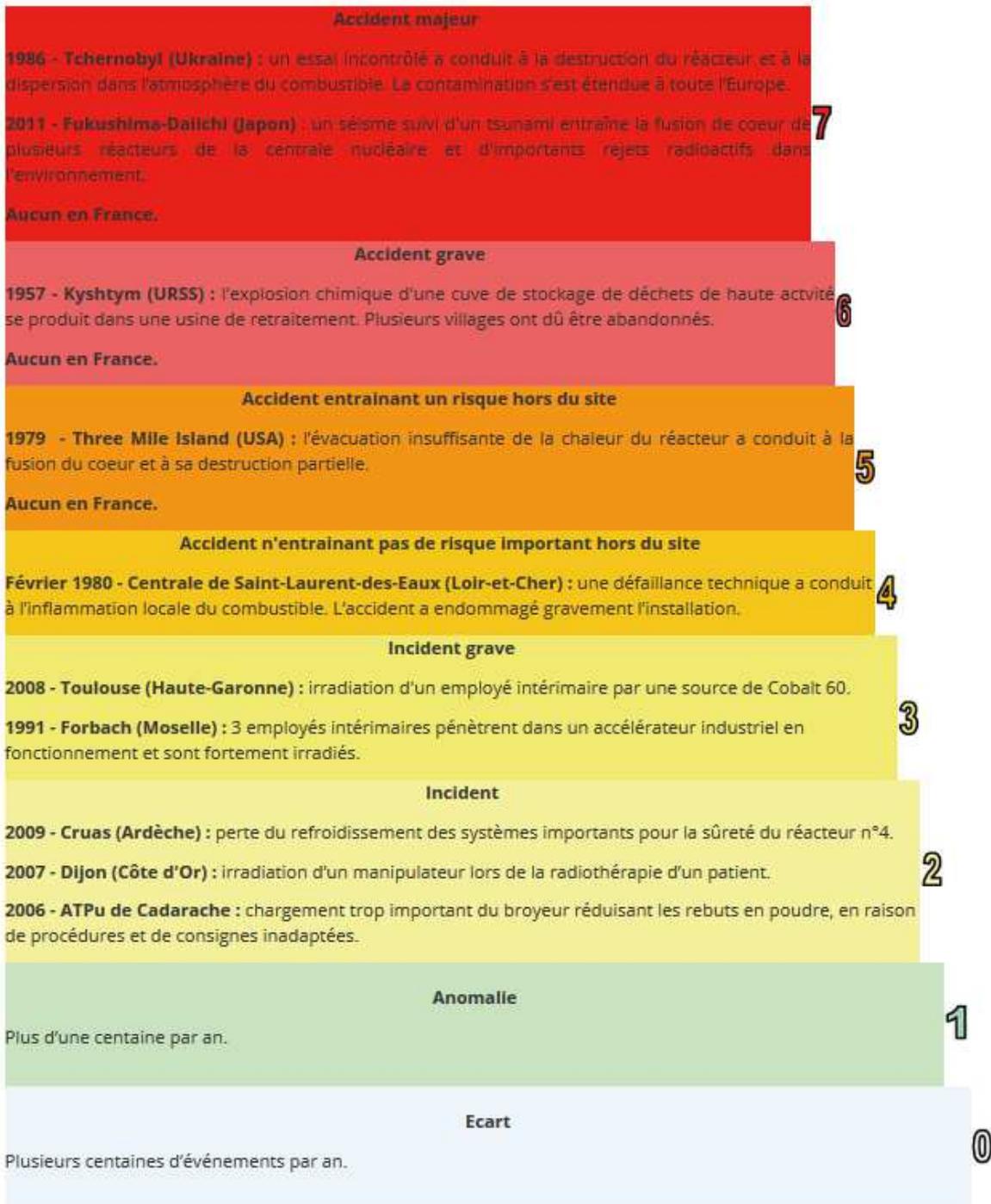
Présentation par l'IRSN de l'échelle INES



Conséquences à l'extérieur du site	Conséquences à l'intérieur du site	Défense en profondeur	
Rejet majeur : effets considérables sur la santé et l'environnement			7
Rejet important susceptible d'exiger l'application intégrale des contre-mesures prévues			6
Rejet limité susceptible d'exiger l'application partielle des contre-mesures prévues	Endommagement grave du cœur du réacteur / des barrières radiologiques		5
Rejet mineur : exposition du public de l'ordre des limites prescrites	Endommagement important du cœur du réacteur / des barrières radiologiques / exposition mortelle d'un travailleur		4
Très faible rejet : exposition du public représentant une fraction des limites prescrites	Contamination grave / effets aigus sur la santé d'un travailleur	Accident évité de peu / perte des barrières	3
	Contamination importante / surexposition d'un travailleur	Incidents assortis de défaillances importantes des dispositions de sécurité	2
		Anomalie sortant du régime de fonctionnement autorisé	1
	Aucune importance du point de vue de la sûreté		0

Modélisation des niveaux de l'échelle INES

Principaux incidents et accidents enregistrés



La mission souligne toutefois, que la comparaison des présentations de l'échelle INES selon les sources (Wikipédia, OCDE/AEN, AIEA, ASN, IRSN) n'est pas toujours parfaitement cohérente. Elles ont semble-t-il fluctué entre 2010 et 2013 (selon la comparaison des plaquettes de l'ASN) et tous les organismes n'ont pas pris en compte ces changements.

Pour l'application du niveau 4, les critères sont aujourd'hui selon l'ASN ou l'AIEA, rattachée à l'ONU, et l'AEN, rattachée à l'OCDE :

AIEA et AEN ASN 2013	population et environnement	barrières et contrôles radiologiques	défense en profondeur
accident ayant des conséquences locales	<ul style="list-style-type: none"> ● rejet mineur de matières radioactives n'exigeant probablement pas la mise en œuvre de contre-mesures prévues autres que la surveillance des aliments locaux ● au moins un décès radio-induit 	<ul style="list-style-type: none"> ● fusion ou endommagement du combustible provoquant le rejet de plus de 0,1 % de la radioactivité du cœur ● rejet de quantités importantes de matières radioactives dans l'installation avec une probabilité élevée d'exposition importante du public. 	

Auparavant ils étaient, toujours pour le niveau 4 :

ASN en 2010 et nombreux sites en 2015 dont l'IRSN	conséquences à l'extérieur du site	conséquences à l'intérieur du site	dégradation de la défense en profondeur
accident	Rejet mineur : exposition du public de l'ordre des limites prescrites	Endommagement important du cœur du réacteur / des barrières radiologiques / exposition mortelle d'un travailleur	

Le classement au niveau 4 des événements survenus sur la centrale de Saint-Laurent des Eaux en 1980 pourrait surprendre à partir d'une première lecture des critères ci-dessus : il n'y a eu, fort heureusement, aucun décès radio-induit et (cf. infra) les rejets gazeux sont restés sensiblement inférieurs aux limites hebdomadaires prescrites ([13], III.4.), très inférieurs à 0,1 % de la radioactivité du cœur. Le rejet de quantités importantes de matières radioactives dans l'installation est resté confiné sans une probabilité élevée d'exposition importante du public. La fusion de 5 éléments de combustibles sur 44 000 correspond à la fusion de 1/10 000^{ème} du cœur (même en ajoutant les barres dont la gaine protectrice a été endommagée, l'ordre de grandeur du 1/10 000^{ème} reste conservé).

On doit néanmoins garder en tête pour comprendre ce classement que :

- le manuel de l'AIEA recommande de classer un événement à un niveau (4 en l'occurrence) dès lors qu'il est classé à ce niveau sur un des critères ;
- de le classer, pour un des critères à un niveau dès lors qu'une des conditions pour le classer à ce niveau est remplie.

Même si cette approche peut paraître rigoureuse, il suffit donc, en l'occurrence, qu'il y ait eu un « rejet mineur de matières radioactives n'exigeant probablement pas la mise en œuvre de contre-mesures prévues autres que la surveillance des aliments locaux » pour classer l'évènement au niveau 4, ce qui est le premier niveau qualifié d'« accident ».

Dans le langage courant, cette classification se justifie par ailleurs : qualifier d'accident un événement qui conduit à plusieurs années d'arrêt de l'installation correspond bien à la notion d'accident, sans que cela implique nécessairement qu'il y ait eu des risques humains (un arbre qui tombe la nuit sur une voiture vide serait de même, dans la vie quotidienne, qualifié d'accident).

En ce qui concerne l'évènement de 1969, aucun document faisant état d'un classement officiel sur l'échelle INES n'a été identifié, mais les commentaires précédents resteraient valables compte-tenu de sa moindre gravité.

2.2. l'accident de 1969

Les documents relatifs à cet accident et au suivi de la centrale à l'époque sont assez incomplets et émanent principalement de l'exploitant bien qu'ils aient été transmis à la mission par l'ASN. Le recoupement avec quelques documents du CEA ou des comptes rendus d'inspection ultérieurs montre une grande cohérence qui conduit à valider les faits rapportés ci-dessous.

L'origine des documents n'est pas surprenante dès lors que, jusqu'en 1973, le contrôle des installations nucléaires était confié au CEA ([9], p. 57).

2.2.1. déroulement

Le 17 octobre 1969 à 7h08, à la suite d'une erreur humaine, un dispositif de mesure-contrôle des flux de gaz a été introduit derrière les éléments de combustible dans le canal n° 21 du puits F9 M15 du réacteur n° 1. Ce dispositif est un rondin de graphite percé d'un trou de 20 mm de diamètre engendrant une perte de charge⁸ (c'est à dire opposant une résistance au passage du gaz, en l'occurrence le CO₂) près de 40 fois supérieure à celle d'un élément combustible ([14], p. 23).

La circulation entravée du gaz carbonique (CO₂) ne permettant pas le bon refroidissement du combustible, celui-ci s'est échauffé très rapidement (quelques dizaines de secondes), la gaine en alliage d'aluminium/magnésium a fondu, ce qui a conduit à la libération immédiate de certains produits de fission, notamment des gaz rares (krypton et xénon radioactifs). Ceux-ci ont été détectés par les compteurs de radioactivité suivant la cellule du canal en cours de chargement (accroissement brutal des mesures de 7h05 00s à 7h08 00s, lues ex post) et par un dispositif indépendant, la détection générale de rupture de gaine (7h08 10s). La « chute de barres » (absorbant les neutrons et interrompant ainsi la réaction en chaîne) a lieu à 7h08 11s par fonctionnement de la sécurité « détection générale de rupture de gaine » (a priori par automatisme mais le rapport ne le précise pas). L'arrêt de la tranche s'est effectué dans des conditions normales.

L'origine de l'erreur de chargement est complexe. Le réacteur fonctionnait depuis quelques mois et, dans le cadre de la montée en puissance de la tranche n° 1 pour des raisons de régulation et d'optimisation du flux neutronique, son chargement était un peu différent de celui prévu en marche normale. Des essais avaient lieu parallèlement sur le « canal d'essais à chaud » afin de vérifier que les chargements d'associations d'éléments modifiés (trois types de rondin de « dégavage », c'est à dire en graphite dépourvu d'éléments combustibles) et normaux ne présentaient pas d'inconvénient dans les conditions normales d'exploitation.

Le réacteur et le « canal d'essai à chaud » étaient tous les deux chargés/déchargés par le « dispositif principal de manutention » qui avait accumulé les pannes et les difficultés de fonctionnement (214 d'août à octobre 1969 engendrant une perte de production de près de 12 GWh), d'où des retards et une utilisation intensive de ce dispositif.

A l'origine sur le canal d'essai à chaud, une première erreur humaine a vraisemblablement consisté à retirer une fausse chemise sur un chargement expérimental car la configuration avec deux n'était pas habituelle. Face au constat d'un élément manquant (le 8 octobre), une nouvelle bande (carte perforée) pour le programme de chargement a été réalisée. Le dispositif principal de manutention en panne du 10 au 16 octobre a alors retardé les essais. En complément, une erreur d'adresse sur les canaux du barillet de stockage des éléments déchargés ou à charger s'est ajoutée dans la programmation (par une machine produisant des cartes perforées). La relecture du programme a été notée comme faite mais n'a pas conduit à relever l'erreur. Sans doute pour gagner du temps, la mesure des écoulements après le chargement dans le « canal d'essai à chaud » (et non seulement pendant le chargement) n'a pas été effectuée, ce qui aurait vraisemblablement conduit à déceler la présence du rondin de graphite percé d'un trou de 20 mm.

⁸ De façon très schématique la charge correspond à l'énergie d'un fluide provoquant son écoulement.

Lors du chargement du réacteur, la poursuite des opérations a eu lieu en conjuguant commandes manuelles et automatismes quand une alvéole du barillet devant contenir cinq rondins s'est révélée vide (l'opérateur a imaginé a priori un décalage général, en bloc, sur 6 alvéoles). Un dispositif de pesée automatique qui aurait pu détecter l'erreur de chargement n'était exploitable que par certains personnels formés par le constructeur et l'opérateur n'a pas su interpréter ses indications.

Les pannes et dysfonctionnements multiples du dispositif principal de chargement et les pratiques de l'époque expliquent (sans nécessairement les justifier) les libertés qu'ont pu prendre les opérateurs au cours des semaines précédant l'accident. L'enchaînement des causes et les absences de correction sont très représentatives de ce qui est observé lors de nombreux accidents technologiques.

Le déroulement de l'accident a été très brutal à partir de 7h05 avec la fin du chargement car auparavant le canal F9 M15 n° 21 était alimenté par le dispositif principal de manutention avec du CO₂ à 60°C et non à 225°C (température de circulation normale dans le réacteur), ce qui avait contenu l'échauffement.

2.2.2. les mesures immédiates et les impacts sanitaire et environnemental

La réaction de l'opérateur est d'appeler les agents d'astreinte tandis qu'une nouvelle zone contrôlée est définie et que le port du « masque spiratom » y est imposé.

Le « dégonflage » (i.e. mise à la pression atmosphérique du réacteur soit un passage de 35 à 1 bar) est réalisé partiellement²⁹ le samedi 18 et achevé le dimanche 19 octobre.

Des mesures de radioactivité sont réalisées rapidement à l'intérieur de l'installation (de « 7h08 à 7h50 », elles détectent des maxima sur des emplacements liés au détecteur de rupture de gaine. Des prélèvements par bouteille de gaz et sur filtre papier ont été effectués.

La question des iodes radioactifs a été précisément appréhendée sur la base d'un calcul sans qu'il soit apparemment accompagné d'une réflexion approfondie sur sa précision. Les mesures effectuées ont montré des teneurs inférieures à 1 % de ce qui était attendu indiquant que moins de 1 % de l'iode formé a été libéré. Une raison possible mais non évoquée en 1969 est une adsorption sur le graphite (elle sera évoquée en 1980, cf. telex SCPRI-EdF mais aussi dans le compte rendu de l'inspection du 1er juin 1976, C.N. 1840 et surtout son principe a été confirmé suite à des expériences sur le réacteur de Chinon [13]). Quoi qu'il en soit, l'activité de l'iode 135 de période 6,6 h avait été divisée par 16 et les rejets ont été passés sur des filtres à iodes dont l'efficacité a été testée après deux heures de rejets, soit environ 10 000 Nm³).

La décroissance des gaz rares a été aussi significative (d'un facteur 15 environ) durant les 30 heures de confinement dans le caisson, l'argon 41 (de période inférieure à 2h) ayant disparu.

⁹ Environ 12 Nm³ (i.e. mesurés aux conditions de pression et de température normales) ont toutefois été rejetés le 17 octobre et 90 Nm³ le 18 octobre avant 14h.

Les calculs montrent qu'à 500 m des rejets les concentrations correspondaient à 1-1.5 % de la CMA (concentration maximale admissible).

Rien n'est précisément identifié en ce qui concerne les aérosols mais les rejets ont été filtrés par les « filtres fins de rejet » et les analyses par les « dispositifs de prélèvement permanent des aérosols » (10-12 à 10-11 Ci/m³) montrent leur bon fonctionnement.

Des contrôles ont été réalisés sous les vents dominants et aucune irradiation ou contamination n'a été décelée.

En conclusion, selon EdF « les nuisances au point de vue de la radioprotection ont été extrêmement faibles et se résument en :

a - aucune fuite de CO₂ décelée,

b - aucune contamination répandue

c - irradiation localement importante mais décroissant rapidement, ce qui n'a entraîné qu'une très faible irradiation du personnel »

(toutefois le cadre de sécurité a reçu 230 mrem soit 2,3 mSv¹⁰, tous les autres moins de 0.1 mSv à deux exceptions près, 0.2 et 0.6 mSv).

2.2.3. les informations publiques

Très peu d'éléments concrets ont pu être communiqués à la mission sur cet événement maintenant ancien de plus de 45 ans. Localement des élus ou membres de la CLI, parfois anciens salariés d'EdF ont souligné que les accidents étaient connus sans réticence particulière d'information en interne et que l'on ne pouvait pas maintenir à l'arrêt plusieurs mois une installation à l'insu du personnel ou de la population locale.

Le bulletin d'information scientifiques et techniques n° 157 de mars 1971 relate la « contribution du CEA au dépannage du réacteur SL 1 après l'accident du 17 octobre 1969 » [15]. Il a fait l'objet d'une demande de copie le 7 octobre 1977 par un laboratoire de Berkeley (UK, Gloucestershire). Ceci ne saurait aucunement traduire le caractère « public » des informations, dès lors que ce qualificatif est associé à une diffusion proactive de l'information, mais confirme qu'elles n'étaient pas secrètes.

¹⁰ On peut rappeler que la limite réglementaire pour l'exposition du « public » était alors de 5mSv/an (elle a depuis été réduite à 1mSv/an). La limite d'exposition professionnelle est plus élevée. Les radiations auxquelles chacun est exposé en dehors du cadre professionnel ne sont pas incluses dans cette limite. La moyenne d'exposition en France hors cadre professionnel est de 3,6 mSv par personne : 2,5 mSv de radioactivité naturelle et 1,1 mSv d'origine médicale.

2.2.4. les conséquences sur les installations et leur remise en marche

Les éléments du canal accidenté ont été retirés rapidement par le dispositif principal de manutention (à partir de 9h le 17 octobre) permettant leur examen quasi immédiat. Les deux derniers ne pouvant être accrochés, ne seront enlevés que le 20 octobre avec un système adapté, des examens par caméra avaient montré une rupture du système de récupération prévu en cas d'incident (« culasse poubelle »).

Les cinq éléments inférieurs du canal (50 kg d'uranium) non ou très mal refroidis ont fondu. Une partie importante a été projetée sur la plate-forme supérieure de l'échangeur de vapeur. Des réactions d'oxydation ont disséminé une partie de l'uranium sous forme de particules dans l'ensemble du réacteur.

Toutefois le combustible venant d'être chargé, le taux de produits de fission qu'il contenait était faible et la contamination (restée interne au réacteur) a été limitée. Sa durée de combustion (c'est à dire la durée pendant laquelle il avait participé à des réactions nucléaires et donc été en conséquence irradié) moyenne était de 87 min, diminuant les rejets d'un facteur approximatif de 5 à 100 (selon les radioactivités) par rapport au maximum potentiel [compte-rendu de l'inspection du 1er juin 1976].

Les opérations vont consister à récupérer tout le métal fondu possible sur la plate-forme et dans certains tubes de l'échangeur. Pour cela, des hommes vont pénétrer successivement et une seule fois quelques minutes (jamais plus de 8 au total pour chacun) pour récupérer, décoller, gratter les débris de métal fondu et projeté. Il faudra selon le CEA 105 intervenants, il a été fait appel au personnel de la centrale de Saint-Laurent mais aussi, au moins, de celle de Chinon. Une maquette avait été réalisée pour préparer les manipulations. De nombreuses mesures de radioactivité sont effectuées, certaines portent sur les émissions alpha montrant que ce problème n'était pas ignoré [15, p. 7]

Une note d'EdF du 11 février 1970 décrit le principe des opérations projetées et de leur réalisation. Des comptes-rendus d'inspection du 27 février et du 28 juillet 1970 (se fondant sur une note EdF du 8 juin 1970) confirment leur mise en place. Des rapports de l'époque sont cités mais la mission ne les a pas eus.

Toutefois, la récupération des poussières disséminées dans le réacteur présente des difficultés. Si diverses solutions sont envisagées, dont le lavage, un dispositif de filtration du CO₂ à la sortie de l'échangeur est retenu et mis en place (avec essentiellement des cartouches en laine de verre et des tamis métalliques).

Au final un bilan assez précis montre que les interventions humaines ont permis de récupérer entre 39.37 et 45.50 kg d'uranium sur un total de 51.25 Kg, Il restait donc entre 5.75 et 11.88 kg dans le réacteur (les équipes prenant plutôt l'estimation haute).

Les résultats de la filtration sont présentés par le CEA comme décevants, 1,5 kg de poussières ont été rapidement récupérés puis presque plus rien. La filtration a été manifestement poursuivie assez longtemps à chaud pour permettre une oxydation de l'uranium par le CO₂ à 400 °C. Les derniers filtres seront retirés en 1978 [rapport d'activité 1981, p. 93].

Le fonctionnement des détecteurs de rupture de gaine a été modifié pour s'adapter à la pollution résiduelle dans le réacteur. Un « organe de calcul auxiliaire » a été prévu pour réaliser « un contrôle très soigneux des bandes programmes » du dispositif principal de manutention. Ce dernier a été équipé d'un dispositif de pesée continue et d'une caméra pour permettre l'identification des éléments manipulés.

Les travaux de nettoyage et la mise en place de la filtration ont été réalisés assez rapidement, le réacteur est de nouveau couplé au réseau le 16 octobre 1970.

L'élimination des déchets solides, sans être parfaitement reconstituée, montre un suivi précis au travers des bilans annuels produits par la centrale. Il n'y pas eu a priori de passage par des piscines de stockage. Ces déchets sont restés au moins pour partie stockés sur le site puisque l'inspection du SCSIN du 17 novembre 1981 les mentionne en soulignant le problème de leur maintien.

Quoi qu'il en soit, une incertitude sur le devenir exact de quelques kilogrammes d'uranium subsiste et n'a pas pu être levée par la mission. Ils sont manifestement restés assez longtemps dans le réacteur, ont subi des flux neutroniques et ont donc connu des réactions de fission. Ils peuvent être à l'origine de pollutions des eaux de dessiccation du CO₂.

2.3. l'accident et les incidents de 1980

Les documents relatifs à cet accident et au suivi de la centrale à l'époque sont assez incomplets et émanent principalement de l'exploitant bien qu'ils aient été transmis par l'ASN. Le recoupement avec quelques documents du CEA ou des comptes rendus d'inspection ultérieurs montre une grande cohérence qui conduit à valider les faits rapportés ci-dessous.

2.3.1. la Centrale nucléaire de Saint-Laurent a connu plusieurs accidents et incidents en 1980

- le 13 février dans le réacteur de Saint-Laurent 1, une montée en puissance trop rapide se produit ; son mauvais contrôle résulte de pertes d'informations (mesure de températures), de consignes mal respectées, d'une mauvaise compréhension des phénomènes physiques par le chef de quart et d'actions désordonnées de la part de ce dernier. Les gaines de plusieurs éléments combustibles fondent sans que l'uranium ne subisse ce phénomène. L'arrêt d'urgence du réacteur a été déclenché en raison de la température trop élevée du réacteur.
- toujours en février, [inspection du 21 mars 1980, VII] une fuite est apparue sur les échangeurs principaux (CO₂/eau-vapeur) de la tranche n° 2, « l'isolement » du quart d'échangeur correspondant venait d'être achevé avant l'accident du 13 mars 1980 (des fuites équivalentes, au nombre de 7, détectées entre la fin de 1979 et le début de 1980 avaient donné lieu à un arrêt pour isoler les panneaux fuitards sur le réacteur n° 1 (rapport d'activité de la centrale 1980, [16], p. 55)), la fuite précédente sur le réacteur n° 2 remontait à octobre 1979). Les fuites sur les échangeurs de vapeur sont une difficulté souvent rencontrée dans les réacteurs nucléaires.

- Le 13 mars 1980, une tôle se détache des structures supérieures du réacteur et obstrue partiellement ou en totalité quelques canaux du réacteur n° 2 après avoir été entraînée par le flux de CO₂. L'élévation de température entraîne la fusion de deux éléments de combustible (20 kg) et une élévation brutale de la radioactivité à l'intérieur du réacteur car, ayant subi pendant une longue période les réactions atomiques au cœur du réacteur, ces éléments contenaient une proportion notable de produits de fission. C'est notamment cette circonstance qui confère à l'événement sa gravité supérieure à celui de 1969.
- le 21 avril un conteneur « explose » dans une piscine dans laquelle étaient stockés, en régime normal, des barreaux de combustibles « usés » retirés du réacteur et dont la gaine était endommagée (en attente de leur évacuation hors du site).

Seuls les deux derniers événements seront repris ici. Toutefois, celui du 13 février laisse apparaître qu'il y avait des manquements significatifs dans l'organisation et le contrôle des opérations de la centrale, l'autorité de contrôle parle de « multiples défaillances étalées dans le temps » ou d'un « déroulement des opérations effectué d'une manière un peu désordonnée et sans respecter les prescriptions des consignes » ([13], p. 5 et 22). Ces manquements ont conduit à des commentaires très sévères du groupe permanent de suivi des centrales nucléaires. Il constate notamment que « en effet, il s'est instauré une pratique d'exploitation dont les modalités étaient parfois différentes des prescriptions contenues dans les consignes, ces dernières n'étant perçues par les exploitants que comme un cadre général d'exploitation » (avis du 10 juillet 1980). Cet accident ne semble pas avoir eu de conséquences radiologiques et le réacteur a été remis en puissance à partir du 9 mars 1980.

2.3.2. l'accident du 13 mars 1980

Les documents relatifs à cet événement sont beaucoup plus nombreux qu'en 1969 et montrent un suivi immédiat par les autorités de contrôle. Une inspection est diligentée dès le lendemain, 14 mars 1980, une autre est réalisée le 21 mars. Plusieurs suivront avec la production de rapports circonstanciés.

2.3.2.1. le déroulement

Des opérations de chargement avaient lieu sur les canaux n° 20 et 21 du puits F05 M19 à partir de 17h environ. Suite au dépassement sur une dizaine de collecteurs/détecteurs de radioactivité, la détection de rupture de gaine générale fonctionnelle déclenche à 17h40 10s la chute des barres automatiques (17h40 12s). Le réacteur se met à l'arrêt. La détection de rupture de gaine autonome encrassée était en cours de maintenance (mais procédait à des enregistrements non exploités sur le moment), ce qui a pu retarder de près d'une minute (57 s) l'arrêt d'urgence.

Dès le 14 mars, les analyses des données de radioactivité indiquaient toutes une fusion d'uranium irradié de l'ordre de 2 à 8 kg [DSN n° 363].

Compte-tenu de la radioactivité importante qui régnait dans le réacteur, il a été nécessaire d'attendre avant de pouvoir rechercher les causes de l'accident. Dès le 19 mars, le dispositif principal de manutention a pu être mis hors de cause. Les examens du 27 mars ont mis en évidence la présence d'une tôle obstruant partiellement une douzaine de canaux de la cellule F05 M19 et de deux cellules voisines. Il a été ensuite déterminé que cette tôle provenait de l'espace annulaire autour du réacteur et s'était détachée suite à de la corrosion.

La coïncidence entre le lieu de dépôt de la tôle et celui des opérations de chargement ne semble avoir fait l'objet d'aucune interrogation (elle n'est jamais citée, même si l'on comprend que ce n'est pas nécessairement la question essentielle). Les rapports ([13], III p. 6, et [17]) affirment que le corps préexistait à la mise en place du dispositif principal de manutention sans l'étayer.

A la différence de l'accident de 1969, celui-ci ne résulte pas directement d'erreurs humaines. Toutefois, il faut souligner que des signes avant-coureurs avaient été enregistrés en janvier 1980 (détérioration des capteurs de pression en raison, non identifiée, de corrosions/décollement des tôles de carénages). Ils étaient comparables à ceux qui avaient été observés en septembre 1976 sur la centrale de Vandelos en Espagne. Reprise dans un rapport en espagnol, cette information n'avait pas été exploitée (ni même vraiment relevée).

Il est noté qu'une augmentation importante d'hygrométrie dans le CO₂ avait eu lieu après l'accident [inspection du 21 mars]. Celle-ci résulte du fait que l'isolement de l'échangeur fuyard (cf. supra) n'avait été réalisé que du « côté eau » et « non côté vapeur », conformément à la pratique habituelle et parce que l'obturation côté vapeur « ne pouvait être faite qu'à l'arrêt »¹¹. Quoi qu'il en soit, les teneurs ayant pu atteindre plus de 1 000 vpm (volumes par million)¹², la quantité d'eau pourrait être estimée à 1/1000 du volume total du réacteur 10⁵ Nm³ (donné par le rapport EdF 30 054 du 22 janvier 1970), soit 100 m³ de vapeur, équivalant approximativement à 100 kg d'eau. Il a été immédiatement relevé que cette eau pouvait engendrer la formation d'hydrures d'uranium (pulvérulents et pyrophoriques).

2.3.2.2. les mesures immédiates et les impacts sanitaire et environnemental

En raison de la radioactivité importante, le « dégonflage » ou mise à la pression atmosphérique du réacteur a eu lieu seulement à partir du 22 mars jusqu'au 26 mars en procédant par paliers et en vérifiant l'efficacité des pièges à iode.

Les rejets cumulés sont restés inférieurs aux autorisations hebdomadaires et a fortiori annuelles [13] :

- 1.5 mCi d'iodes et d'aérosol pour des maxima hebdomadaires et annuels de 15 mCi et 0.2 Ci,
- 775 Ci de gaz rares pour des maxima hebdomadaires et annuels de 1 200 Ci et 8 000 Ci.

De nombreux telex tracent les analyses quotidiennes de la radioactivité (α, β et γ). Leur décroissance (bien que les mesures de la radioactivité α restent fluctuantes) souligne l'intérêt du confinement maintenu durant plusieurs jours. Les mesures prises pour filtrer les rejets (iodes et particules) et tester leur efficacité sont précisément évoquées [telex SCSIN et EdF fournis par l'ASN].

Des mesures sont effectuées dans l'environnement : « Aucune augmentation de la radioactivité due à ces rejets n'a été mise en évidence dans l'eau de la Loire, ce qui était prévisible » ; « en ce qui concerne l'eau de pluie, très légère augmentation de l'activité volumique β totale du 14 au 22 mars, qui paraît plutôt due à la faible pluviosité pendant cette période, car les activités déposées sont tout

¹¹ Les raisons de cette impossibilité n'ont pas été comprises par la mission.

¹² C'est à dire 20 à 30 fois plus que ce qui pouvait être obtenu en fonctionnement normal (cf. infra).

à fait similaires pendant les trois dernières semaines de mars » (SCPRI – radioanalyse n° 13162-R-JZ/BE).

2.3.2.3. les informations publiques

Ce point détaillé ci-après (5), n'est pas développé ici.

2.3.2.4. les conséquences sur les installations et leur remise en marche

L'expérience acquise lors de 1969 à été utilisée pleinement. Le dossier pour demander la première divergence reprend des annexes issues du retour d'expérience de 1969.

Toutefois la situation était beaucoup plus complexe car le réacteur avait fonctionné plusieurs années et le combustible avait été chargé plusieurs mois auparavant. Les opérations sont précisément décrites dans le document EdF centrale Saint-Laurent A, [8]. Outre l'attente nécessaire avant le relargage du CO₂, des précautions importantes devront être prises pour pénétrer dans l'enceinte : utilisation de robots dans quelques sections, observation par caméra dans d'autres, mise en place d'une protection biologique constituée par 50 t (ultérieurement portée à 100 t) de sacs de grenaille d'acier (12 kg). En revanche l'uranium s'est moins répandu et sa récupération est facilitée ; il est resté dans le canal accidenté ou dans la culasse poubelle et seule une partie assez réduite a été projetée sur l'aire support.

En revanche comme en 1969, il a fallu mettre en place une filtration pour récupérer les particules dispersées dans le réacteur sur des bougies en laine de verre. Cette filtration, d'abord à froid en plusieurs phases d'une semaine chacune, n'a commencé qu'en novembre 1981 pour se poursuivre en janvier et février 1982. Les débris récupérés étaient essentiellement composés de graphite sous forme d'écaillés de 5 à 10 mm.

Il est indiqué que lors de la première phase de filtration à chaud, « l'humidité accumulée pendant deux ans d'arrêt a été extraite sans poser de problème particulier ». Toutefois, aucune précision sur les quantités, les caractéristiques et le devenir de l'eau collectée n'est apportée ([8], p. 17).

244 000 h de travail ont été nécessaires, réalisées à près de 80 % par des entreprises sous-traitantes mais qui n'ont supporté qu'un peu moins des 2/3 des doses (197,7 homme.Rem). Ces données, cumulées, ne sont pas particulièrement inquiétantes mais sont difficilement, voire non, exploitables.

Le bilan de l'uranium récupéré est peu explicite et conduit à estimer la matière manquante à un maximum compris entre 2.6kg +/- 0.8kg ; ce qui est cohérent en ordre de grandeur avec les données de 1969 [8]. L'inspection du 17 novembre 1981 évoque les différents déchets mais ne les quantifie pas et n'établit pas de bilan. Le compte rendu de l'inspection du 9 septembre 1981 (transmis par EdF) fournit un inventaire précis mais non quantifié.

EdF indique que la divergence à faible puissance réalisée le 21 février 1982 a permis d'estimer la quantité résiduelle d'uranium à 6 grammes environ tandis que les filtres avaient permis de récupérer plus de 11 kg de débris (graphite et matière manquante).

Le redémarrage à puissance partielle (pour la poursuite des filtrations à chaud) ne sera effectif qu'en 1983 (plusieurs divergences ont toutefois eu lieu en 1982) et la pleine puissance ne sera atteinte qu'en 1984 [comptes rendus d'activité de la centrale, extraits et notes d'entretiens].

Outre une amélioration du traitement des signaux précurseurs et des retours d'expériences sur d'autres installations, il a été mis en place un dispositif (« tulipes ») sur chaque canal pour empêcher qu'un corps mobile puisse boucher totalement l'un ou plusieurs d'entre eux.

En conclusion partielle, il peut être noté que les fusions d'éléments de combustibles en 1969 et 1980 ont fait l'objet de réactions adéquates lors de leurs survenues et d'analyses approfondies pour en identifier les causes et les corriger. Les émissions directes dans l'environnement (gaz) ont été contrôlées ainsi que les déchets, même si l'on peine à établir des bilans exhaustifs quantifiés pour ces derniers.

En revanche, les eaux éliminées en faibles quantités mais potentiellement très contaminées n'ont manifestement pas donné lieu à un suivi totalement adéquat (cf. 2.3.3.3.1.). Cette question n'apparaît que marginalement et indirectement dans les différents documents étudiés.

La conception de ces réacteurs avec un caisson de confinement efficace et des chutes de barres automatiques s'est révélée pertinente et a concouru à ce que le département de sûreté nucléaire du CEA considère que : « la fusion de deux éléments combustibles survenue le 13 mars 1980 sur la tranche n° 2 de la centrale nucléaire de Saint-Laurent-des-Eaux constitue un incident qui, bien qu'important, ne présente pas un caractère de gravité exceptionnel, car il avait peu de chances de dégénérer en un accident nucléaire ».

2.3.3. l'incident du 21 avril 1980

2.3.3.1. déroulement

Lors du fonctionnement normal du réacteur, après avoir été utilisés, les éléments combustibles sont retirés par le dispositif principal de manutention, transférés en piscine de pré-stockage par le descendeur (ou « pondoir » selon l'appellation imagée largement retenue par le personnel) avant d'aller dans la piscine de déchemisage où l'élément combustible métallique est séparé de sa chemise en graphite.

Les éléments intègres (c'est à dire dont la gaine en alliage d'aluminium-magnésium n'est pas endommagée) sont ensuite mis dans des paniers envoyés en piscine de stockage au moins 120 jours pour connaître une désactivation partielle des produits de fissions qu'ils contiennent (laquelle produit de l'énergie et des radiations qui sont absorbées par l'eau). La gaine empêche les produits de fission de s'échapper dans l'eau et celle-ci de réagir avec l'uranium pour former des hydrures (et des oxydes).

Les éléments dont la gaine en alliage aluminium-magnésium est endommagée ou « ruptée » ne peuvent pas aller au contact direct de l'eau. Ils sont mis dans un étui ou conteneur (sorte de tube fermé assurant une séparation entre l'eau et le combustible) et sont évacués par voie « sèche ». Ce

cas représente une occurrence de 6.10^{-5} sur l'historique d'exploitation [compléments de réponse d'EdF à des questions de la mission].

Il arrive toutefois que des ruptures de gaine apparaissent ou soient révélées lors du stockage en piscine grâce aux mesures d'activité réalisées en piscine. Ce dernier cas s'est produit huit fois et seulement sur la tranche 2 ; il représente une occurrence de 8.10^{-5} sur l'historique d'exploitation ([compléments de réponse d'EdF à des questions de la mission] et [8]). Le barreau est alors repéré puis isolé et mis dans un conteneur qui est balayé puis « gonflé » à l'argon (ces opérations sont réalisées sous eau, ce qui les rend difficiles). Les containers sont alors stockés séparément dans le bassin « divers » dans l'attente de leur expédition pour retraitement dans une autre usine, dotée des équipements nécessaires.

Le 21 avril 1980, un de ces conteneurs explose (« éclate » serait sans doute plus approprié) dans cette piscine séparée. De l'eau ayant pénétré dans le conteneur puis étant entrée en contact avec le combustible, cela a conduit à des dégagements gazeux et à une montée en pression. Cette « explosion » libère des produits de fission qui contaminent l'eau.

Les différentes piscines communiquent entre elles ; ainsi, bien que l'incident soit immédiatement détecté par son bruit, puis des bulles de gaz accompagnées d'un trouble important de l'eau et les alarmes de détection de radioactivité, l'ensemble des eaux sera pollué parce que la piscine « divers » n'est isolée qu'environ une heure après l'accident.

L'origine probable est un mauvais vissage du couvercle du conteneur associé à un temps de séjour trop long en raison des difficultés d'acceptation de ces combustibles par une autre usine, dotée des équipements nécessaires à leur traitement.

Il convient de souligner que tous les éléments recueillis, notamment le compte rendu de l'inspection du 9 septembre 1981, indiquent que les débris issus de l'accident de mars 1980 ont suivi une filière spécifique de « déchets solides » après avoir transité et été stockés temporairement sur le site de la centrale de Chinon. Ils ne paraissent donc aucunement avoir transité par les piscines du site (ce qui aurait été particulièrement inadapté et dangereux¹³ vu leurs caractéristiques) et ils n'auraient donc pas participé, aux rejets liquides de la centrale.

2.3.3.2. les mesures immédiates et les impacts sanitaire et environnemental

Des mesures de la radioactivité à l'intérieur du bâtiment sont effectuées « tout de suite après l'incident » indiquant l'absence de « contamination volumique et surfacique » (bien que les alarmes aient réagi sur l'air du bâtiment piscine, ce qui indique que la contamination a été brève) et dans l'eau des piscines contaminées.

La dépollution de l'eau est difficile parce que les traitements sur zéolithes, sur résines échangeuses d'ions ou par des filtres en cellulose ne captent qu'une partie des éléments radioactifs (l'inspection de 1976, p. 11, indique que les zéolithes sont prévues pour adsorber le césium, ce qu'a confirmé un agent EdF de l'époque). Il faudra plusieurs années avant qu'une solution efficace soit mise en place ; ce qui est décrit dans la partie suivante (4.).

¹³ Risque de réactions d'oxydation et d'hydruration.

Toutefois, selon un opérateur à l'époque des faits, il est certain que les filtres en cellulose capturaient des émetteurs alpha et donc présentaient une certaine efficacité, mais les difficultés de mesure ne permettaient pas de connaître le rendement exact de cette capture.

Les conséquences de cet accident seront donc l'émission de rejets limités mais tout à fait mesurables dans la Loire, rejets comportant des émetteurs α . Le traitement de l'eau de cette piscine de stockage temporaire mélangée aux autres, apparaît donc être, pour partie au moins, à l'origine de la pollution du fleuve mentionnée dans l'étude des années 1980 du professeur J.-M. Martin.

Par ailleurs, même sans cet incident, les eaux de piscine contenaient des traces d'uranium et de produits de fission parce que les éléments combustibles neufs présentaient des traces d'uranium à leur surface, traces issues des procédés de fabrication et détectables par frottis. Bien qu'extrêmement faibles, ces traces engendraient de très légères contaminations des eaux de piscine en uranium et en produits de fission.

2.3.3.3. les questions complémentaires

2.3.3.3.1. les effluents ajoutés aux eaux d'épuration des piscines dont les eaux de dessiccation du CO₂

Les effluents liquides ne proviennent pas que de la filtration des eaux de piscine. S'y ajoutent les eaux d'épuration et de dessiccation du CO₂ dont il a été vu qu'elles pouvaient revêtir une certaine importance et méritaient une attention réelle¹⁴, les eaux de décontamination de matériel, de lavage des sols, etc.

L'inspection du 1er juin 1976 précise que tous les effluents sont d'abord envoyés dans deux réservoirs de stockage de 210 m³ et qu'il y a trois « bidons » de 70 m³ pour récupérer les boues et décantats de lavage des filtres. Enfin elle indique que « la piscine est contaminée par de l'antimoine (Sb), du Cs 137, des poussières d'uranium emportées par les cartouches de SL 1 ». De même, l'inspection sur le thème des déchets du 12 janvier 1990 rappelle, dans le chapitre relatif au transfert des effluents liquides, que « depuis les incidents de 1969 et 1980, des particules α ont été mises en suspension dans le gaz carbonique ». Cela suggère que la contamination de la piscine en émetteurs α et l'insuffisance des pièges à zéolithe étaient connues ou au moins identifiables.

Enfin, le document « expérience et enseignements tirés de l'exploitation » ([8], p. 257), postérieur à janvier 1983 indique les activités des effluents fortement actifs :

- eau de dessiccation du CO₂ : 10 à 20 Ci/m³ en tritium, 0.1 Ci/ m³ en β hors tritium,
- filtration de l'eau de piscine : 1 à 3 10⁻³ Ci/ m³ en β hors tritium,
- rinçage des châteaux de plomb : 10⁻⁴ à 10⁻⁵ Ci/ m³ en β hors tritium,
- décontamination du matériel : 10⁻³ à 10⁻⁵ Ci/ m³ en β hors tritium,
- vidange piscine : < 5.10⁻³ Ci/ m³ en β hors tritium,

¹⁴ Chaque réacteur était équipé de trois « files » remplies d'alumine, puis d'un tamis moléculaire de « silliporite » après 1978, l'eau étant captée par passage du CO₂ puis désorbée par chauffage.

- vidange circuit de réfrigération caisson : 10^{-3} à 10^{-4} Ci/ m³ en β hors tritium,
- traitement eau en cas de rupture de gaine : 10^{-2} à 10^{-4} Ci/ m³ en β hors tritium.

Les eaux de dessiccation du CO₂ apparaissent sans ambiguïté comme les effluents les plus radioactifs et, ce, d'un facteur approximativement de 100. Qui plus est, cette question était précisément identifiée de façon récurrente :

- Le rapport de 1972 mentionne pour la pollution des eaux : « *on constate une nette augmentation de l'activité rejetée ; elle provient en grande partie de vidange partielle des eaux de piscine et de l'eau extraite des réacteurs par les chaînes de dessiccation* ».
- Celui de 1974 expose : « *l'activité rejetée est en diminution par rapport à l'année passée ce qui s'explique par la diminution des vidanges partielles des piscines pour intervention sur les machines à déchemiser et par l'obtention de valeurs d'hygrométrie basse pour le CO₂ des réacteurs (35 à 50 vpm max.)* ».
- En 1978, le rapport d'activité signale (p. 79) « *l'augmentation notable du cobalt provient de l'eau extraite du caisson de Saint-Laurent 1 après l'incident survenu en cours d'arrêt de tranche* » et (p. 81) une augmentation des rejets en tritium provenant « *essentiellement des travaux effectués sur deux files de dessiccation de Saint-Laurent 2 et de l'eau extraite de Saint-Laurent 1 après l'incident survenu pendant l'arrêt de tranche* ». Or les rejets liquides seront particulièrement élevés cette année-là (8.08 Ci en émissions β), comme en 1972 (9.44 Ci), 1973 (7.26 Ci) ou 1980 (11 Ci) [8]. La question du tritium est encore évoquée dans des rapports ultérieurs. De même, le rapport d'activité de 1979 (p. 9) indique que les eaux des piscines « *restent la source principale d'activité, avec les eaux de dessiccation du CO₂, et la contamination interne des emballages revenant des usines de traitement* ».

Toutefois, d'une part, les quantités d'effluents n'étant connues que de façon agrégée, il n'est pas possible de connaître les parts relatives de chacun. D'autre part, bien que la présence d'émetteurs α soit quasi certaine dans les eaux de dessiccation du CO₂ aucune information n'est jamais apportée à leur sujet dans les documents qu'a pu consulter la mission. Tout au plus est-il dit qu'elles « *sont produits en faible volume* » (rapport de 1976) mais qu'elles posent un problème pour le tritium ; ce qui est répété en 1977 avec la précision que « *il a donc été réalisé une modification des circuits de la station de conditionnement des effluents pour utiliser en stockage tampon un bidon de 8 m³ qui était disponible* ».

- Le rapport de 1983 présente parmi les causes des effluents « *les rejets des eaux provenant des files de dessiccation du CO₂ en ce qui concerne le tritium. En effet, le stockage de cet effluent, pendant un an, a permis de limiter l'activité S 35 à 329 MBq, soit 9 mCi pour 380 mCi en 1982* ». Ainsi le seul soufre ³⁵S (de demie-vie 87.5 j) issu des eaux de dessiccation aurait été responsable, approximativement, de 7 % des rejets liquides en 1982 tandis que le volume des eaux de dessiccation a priori inférieur aux 8 m³ du « bidon » cité en 1977 devait représenter moins de 0.3 % des rejets.

Les opérateurs de l'époque confirment que les eaux de dessiccation étaient « très » ou « extrêmement radioactives » en particulier en raison de leur teneur en tritium. Du fait de cette pollution par du tritium, il était très difficile de faire des mesures sur les autres éléments qui étaient "masqués" mais qui existaient nécessairement, d'une part, parce que les « jus étaient très colorés » – ce qui traduit la présence abondante d'autres composés chimiques (non nécessairement radioactifs) – et, d'autre part, « parce qu'il ne pouvait pas ne pas y en avoir » en raison de la

contamination interne d'un réacteur nucléaire (même en l'absence de tout accident ou incident). Ainsi, beaucoup d'indices suggèrent que la pollution radioactive des eaux de dessiccation était une question pertinente et que, si les quantités étaient faibles, il aurait pu être particulièrement judicieux, voire impératif de les traiter selon un circuit spécialisé. La mission ne peut que s'étonner de l'absence apparente de réflexion approfondie à ce sujet dans les documents consultés.

Toutefois plusieurs éléments doivent être rappelés et expliquent cette situation :

- le tritium est un émetteur β^- pur de faible énergie donc de courte portée, des émetteurs α mélangés à une solution riche en tritium sont dès lors extrêmement difficiles à détecter et sont donc « masqués », de surcroît les méthodes de l'époque étaient moins élaborées qu'aujourd'hui, notamment pour la préparation des échantillons ; cela explique l'absence de toute référence à des mesures d'émetteurs α dans les eaux de dessiccation ; ne pouvant pas les mesurer, il était supposé implicitement que leur concentration était suffisamment faible pour que l'on puisse considérer qu'il n'y en avait pas¹⁵ ; enfin le soufre 35 semblait représenter une partie essentielle de la radioactivité hors tritium ;
- le tritium associé à l'eau ne pouvait pas être récupéré par évaporation ;
- enfin sa faible radio-toxicité et sa rapide élimination dans les organismes vivants permettait de considérer que sa bonne gestion était assurée par une dilution adéquate des rejets dans la Loire, ce qui était pratiqué.

La mise en cause des eaux de dessiccation comme une origine possible de la pollution de la Loire en liaison avec la pollution interne des réacteurs que ces eaux auraient pu pour partie reprendre est corroborée par plusieurs points qui soulignent que des traces d'éléments radioactifs ont été mesurées avant avril 1981 et donc avant l'éclatement du conteneur en piscine :

- un courrier du SCPRI en date du 1^{er} décembre 1980 expose : « j'ai relevé à plusieurs reprises en 1980 la présence de strontium 90 en quantité non négligeable dans la Loire en aval immédiat de la centrale nucléaire de Saint-Laurent des Eaux » et surtout « nous constatons fréquemment, depuis près de 4 ans, la présence d'émetteurs alpha d'activité variant de 1 000 pCi/l à 30 000 pCi/l ».
- les mesures de l'activité alpha des rejets liquides, mises en œuvre dès le début de l'année 1980, montrent un rejet significatif en février (0.819 mCi) donc antérieur à l'accident du 13 mars et surtout du 21 avril 1980 (des rejets plus importants auront lieu au cours des mois suivants sans régularité, ni explication apparente : mars – 5.56 mCi, juin, juillet, août – 7.64 mCi, octobre, novembre et décembre 1980, avril, mai, juin, juillet, août 1981, juillet août et novembre 1982, ...) ¹⁶.

¹⁵ Tous les opérateurs d'EdF ayant eu à connaître le sujet précisent que le SCPRI imposait strictement les méthodes et les équipements de mesure. Il a été aussi souligné que les lots (ou bâches) d'effluents liquides faisaient l'objet d'une analyse par le service compétent d'EdF qui en envoyait les résultats avec un échantillon au SCPRI, et que ce n'est qu'après une nouvelle analyse et une comparaison des résultats que le SCPRI donnait l'accord pour le rejet effectif dans la Loire.

¹⁶ Toutefois, la mission n'est pas parvenue à établir une cohérence entre les quelques relevés (« registres ») transmis par la centrale au SCPRI, concernant a priori toutes les tranches UNGG et REP, et les bilans annuels relatifs aux seules tranches UNGG.

- La centrale de Chinon a eu à gérer des eaux de dessiccation (comme il ressort incidemment de la lecture des documents de l'époque) sans a priori qu'il soit détecté de pollution par des émetteurs alpha selon la communication du professeur J.-M. Martin.

Cette hypothèse de mise en cause des eaux de dessiccation, plausible mais non démontrée, n'a pas pu être approfondie et donc éventuellement validée en l'absence de résultats de mesures. Certains ont pu (ont dû pour ceux traités par le SCPRI) être remis aux Archives nationales, mais même accessibles, il est probable qu'ils ne permettraient pas de trancher totalement.

Compte-tenu de la faible quantité de plutonium mesurée par le professeur Martin, du fait que celle-ci n'est pas significativement différente de celle trouvée dans la Garonne dépourvue de centrale nucléaire lorsque le professeur Martin a procédé à ses mesures, et des incertitudes multiples, il n'est pas apparu utile, ni même possible, à la mission de poursuivre ses investigations.

2.3.3.3.2. l'identification du conteneur rompu

Un autre point a été sujet d'interrogations. Le 21 avril 1980 huit conteneurs sont stockés dans la piscine et l'un d'entre eux « explose ». La note explicative du 10 juin 1980 (EdF, note technique C.21.80) n'est pas un modèle de clarté, certains passages sont rédigés de facto à la date du 21 avril « en piscine SL2 sont actuellement stockées 8 cartouches ... » (I. p. 1), d'autres à la date de sa rédaction « actuellement, les travaux nécessaires à la mise en place de la cartouche accidentée dans un nouveau conteneur ... sont en cours » (V, p. 3). L'annexe 2 décrit précisément 9 conteneurs ! ...¹⁷, le conteneur n°4 ne contient pas d'élément combustible mais un demi barreau d'uranium en provenance de La Hague et un bouchon. Connaître celui qui a éclaté reste difficile ... et la mission n'y est pas parvenue.

Le document EdF/DCE du 25 septembre 1980 (note technique C. 40.80) apporte des explications complémentaires et conduit à préciser qu'il ne faut pas assimiler cartouches et conteneurs :

« - l'incident du 21/4/80 dans le bassin de stockage divers (note technique C.21.80) a entraîné la modification suivante :

la cartouche issue du conteneur accidenté a été placée dans deux nouveaux conteneurs AA87 équipés de raccords Staubli

. SL. 06 renfermant la plus grande partie de la cartouche,

. SL 18 équipé d'une chaussette interne en acier inoxydable à mailles fines et recueillant tous les débris restant dans le conteneur accidenté.

- le morceau de combustible tubulaire en provenance de La Hague et placé dans le conteneur D1111 a reçu l'autorisation d'évacuation ...

Le nombre de conteneurs pouvant être évacué a été ainsi porté à 10 ».

¹⁷ L'examen précis montre deux cartouches ruptées adjacentes dans le réacteur (F09 M07 C29 en position 4 et 5 dont la rupture à la même période (en piscine les 14 et 22 octobre 1976) suggère qu'elle pourrait résulter d'un incident non tracé dans la liste de ceux qu'a subi la tranche SLA 2 [8].

La note EDF du 30 janvier 1981 indique l'évacuation de 4 conteneurs les 20 août et 4 septembre 1980 et annonce l'expédition des 6 derniers par trois envois à Cadarache avant avril 1981.

Tous les éléments ayant connu une rupture de gaine ont été mis en conteneur entre le 14 octobre 1976 et le 16 novembre 1978 ; ils ne sont donc pas liés à l'accident du 13 mars 1980. Le conteneur n° 4 avec un demi barreau d'uranium a été constitué le 9 novembre 1977.

2.3.3.4. les informations publiques

Aucun élément ne permet de dire à la mission que cet incident (contamination de l'eau de piscine par la rupture d'un conteneur de stockage) a fait l'objet d'une communication ou d'une information du public.

2.3.3.5. les conséquences sur les installations et leur remise en marche

Cet incident a eu deux conséquences, la première a été d'accélérer l'évacuation des barres de combustible endommagées, l'autre la mise en place, assez longue, d'un dispositif de traitement des effluents liquides (cf.infra).

3. Le circuit des déchets radioactifs à SLA et les volumes des rejets

3.1. *un encadrement juridique incertain*

En parallèle de leur production d'énergie électrique, les tranches UNGG de la centrale de Saint-Laurent des Eaux (SLA1 et SLA2) engendraient des rejets d'effluents solides (déchets), liquides et gazeux.

Les déchets et rejets non radioactifs ne sont pas pris en considération ici. Ils concernent les activités propres à tout site industriel important (déchets administratifs, eaux vannes, rejets des installations de combustion qui étaient importants, etc.).

La compilation des différents documents, bilans annuels, rapports d'inspection, etc. permet de reconstruire, de façon cohérente mais non toujours aussi précisément que certains résultats l'affichent, les rejets liquides ou gazeux de la centrale de Saint-Laurent des Eaux.

L'encadrement des rejets des effluents radioactifs de la centrale de Saint-Laurent des Eaux a été incertain ou peu formalisé au moins jusqu'en 1976. L'inspection du 1^{er} juin 1976 rapporte ainsi :

*« Le rejet des effluents radioactifs de la centrale de Saint-Laurent des eaux n'est actuellement régi par aucun document officiel. En fait, l'exploitant se base sur une reconduction tacite du protocole du 15 mars 1965, joint en annexe (établi pour un an) entre EdF et le SCPRI, et sur le respect du décret du 20 juin 1966 »*¹⁸. Un cadre de l'ASN a confirmé qu'il n'y avait pas de texte juridiquement contraignant avant les arrêtés ministériels du 5 juillet 1979 qui sont effectivement les premiers textes juridiquement normés qu'a identifiés la mission.

Concernant les rejets gazeux, il y est ajouté : *« par ailleurs, la limite admise (126 Curies) a été fournie à la centrale par le département de radioprotection d'E.D.F. Elle a été élaborée en considérant un mélange de radioéléments et un coefficient de diffusion donnés, pour ne pas dépasser la C.M.A.¹⁹ à 500 m de 4.10^{-8} Ci/m³ pour les populations (avec un facteur de sécurité de 10) »*.

Les bilans annuels de 1976 à 1978 retiennent comme valeurs maximales celles qui ont été demandées en 1976 pour les rejets gazeux et liquides (sur laquelle la mission n'a pas connaissance qu'il y ait eu de réponse). Celles-ci sont significativement supérieures aux valeurs prises antérieurement (depuis 1971), lesquelles présentent de petites variations sans que la mission ait pu en identifier exactement l'origine. Les rapports antérieurs rappellent que *« les limites admissibles*

¹⁸ Ce document ajoute : *« cette situation devrait être régularisée et mise au clair, dans le cadre de l'application des décrets des 6 novembre 1974 et 31 décembre 1974 sur les rejets d'effluents liquides et gazeux »* (sic alors que le document est écrit en juin 1976).

¹⁹ C.M.A. : concentration maximale admissible ?, interprétation du sigle par la mission.

sont calculées conformément à la législation en admettant une contamination radioactive de 0.1 CMA, ... ». S'il semble qu'une relative confusion ait entouré la notion de « législation », la question des rejets n'était aucunement ignorée et précisément suivie dès la mise en service de la centrale.

Toutefois, la mission ne peut que constater la distance entre les pratiques qui existaient en 1976 et même dans les années suivantes et ce qui serait aujourd'hui considérée comme une situation réglementairement solide, fondée en particulier sur une séparation stricte entre le contrôleur et le contrôlé.

3.2. *les déchets solides*

Les déchets sont de différents types et précisément listés dans les rapports annuels d'activité de la centrale :

- vinyle,
- chiffon papier,
- ferraille, divers,
- bougies de filtration,
- laine de verre
- filtres de ventilation.

Ils donnent lieu à une description de leur conditionnement qui devient plus précise au cours des années 1980 (paquets, fûts métalliques de 200 l ou 225 l, containers de type 11 ou 31, etc.). La comptabilité par nombres d'emballages laisse place après 1979 à des indications de masse et de volume (t et m³).

Les déchets produits chaque année, les déchets évacués en centre de stockage du CEA ou de l'ANDRA (s'il y a lieu, certaines années il n'y a pas eu d'envoi comme en 1976, 1977 et 1980) et les déchets stockés sur le site en fin d'année sont indiqués.

Des inspections spécifiques ont été diligentées en 1976 (1^{er} juin), 1980 (5 décembre), 1981 (9 septembre), toutes deux liées aux accidents et incidents de 1980, 1985 (27 juin) et 1989 (15 décembre). Ces inspections traitaient aussi la question des effluents liquides. Les constats sont satisfaisants, sauf pour celle de 1985 qui pointe des défauts d'organisation et de suivi.

Les déchets engendrés suite aux accidents de 1969 et 1980 sont évoqués avec leur mode de collecte dans la description des mesures consécutives à ces événements et dans le compte-rendu de l'inspection du 9 septembre 1981 qui reprend un document d'EdF. Ce document liste les déchets et indique, pour la plupart, leur conditionnement actuel ou à venir. Il s'agit des éléments accidentés : éléments combustibles, projections et coulures de métaux, chemises et culasses en graphite endommagées, outils, équipements et matières de protection (grenaille métallique) ainsi que tous les filtres placés à la sortie des échangeurs gaz/eau-vapeur (bougies filtrantes en laine de verre et tamis-treillis en acier inoxydable), notamment.

Leur conditionnement et leur évacuation ont fait l'objet de nombreux échanges avec le CEA puis l'ANDRA. Il convient de souligner la longueur de ces derniers et quelques difficultés à résoudre pratiquement le devenir (stockage) de ces déchets.

3.3. le passage en piscine des combustibles usés dans le cycle normal

Le circuit suivi par les éléments combustibles en cycle normal (gaine intègre) ou spécial pour les éléments ayant connu une rupture de gaine dans le réacteur ou en piscine de stockage est décrit en partie 2.3.3.1.

Il ne s'agit pas en tant que tels de déchets mais leur prise en charge engendre des effluents liquides et, pour les éléments endommagés, des déchets.

3.4. les rejets gazeux

Les données qui ont pu être transmises à la mission sont reprises dans le tableau ci-après.

A partir de 1976 des données mensuelles sont disponibles pour les rejets liquides et gazeux.

Pour les deux types de rejets (gazeux et liquides), les rapports soulignent le très faible niveau (quelques centièmes ou millièmes) des rejets rapportés aux quantités maximales admissibles calculées non par rapport à ce qu'il est possible de faire (meilleures techniques disponibles) mais par rapport à ce qui pourrait causer des dommages à la santé ou à l'environnement (avec des coefficients de sécurité). Au cours des années ultérieures, la recherche de rejets aussi faibles qu'il est raisonnablement faisable techniquement (approche « ALARA » pour « as low as reasonably achievable ») deviendra la référence.

Il est nécessaire toutefois de préciser que les quantités rejetées sont calculées de façon majorante. Le CO₂ rejeté provient notamment des injections réalisées et des pertes au niveau des joints des turbosoufflantes, il est à priori beaucoup moins contaminé que le CO₂ interne qui sert de base pour les calculs. De même, à certaines périodes les mesures sont faites en continu et prennent comme valeur minimale le seuil de détection des appareils de mesure (qui peut être sensiblement supérieur à la valeur de la pollution effectivement présente).

Rejets gazeux*

année	gaz nobles (ou rares)		rejets de poussières et dérosols		halogène (iode 131)			
	rejet effectif	rejet maximal autorisé	% rejet effectif (bêta global)	rejet maximal autorisé	% rejet effectif	rejet maximal autorisé		
1969	1 829 Ci	126 144 Ci		0.2 mCi		315 mCi	n.d.	
1970	306 Ci	126 290 Ci		4.7 mCi		315 mCi	n.d.	
1971	3 424 Ci	126 144 Ci		41 mCi		315 mCi	n.d.	
1972	3 850 Ci	126 290 Ci		29 mCi		315 mCi	n.d.	
1973	4 966 Ci	126 144 Ci		39 mCi		315 mCi	n.d.	
1974	4 337 Ci	126 144 Ci		25 mCi		315 mCi	n.d.	
1975	3 475 Ci	126 144 Ci		17 mCi		315 mCi	n.d.	
1976	2 893,3 Ci	20 k Ci **		12,73 mCi		1000 mCi **	10,63 mCi	
1977	4217 Ci	20 k Ci **		6,33 mCi		1000 mCi **	4,76 mCi	
1978	6 909,44 Ci	20 k Ci **		5,517 mCi		1000 mCi **	2,51 mCi	
1979	2 762,4 Ci	8 kCi		4,969 mCi		200 mCi	2,63 mCi	
1980	2 700 Ci	40 kCi		201,6 mCi***		1,5 Ci ***	50,2 mCi	
1981	2 395 Ci	40 kCi		11,75 mCi		1,5 Ci ***	33,15 mCi	
1982	4 080 Ci	40 kCi		3,6 mCi		1,5 Ci ***	22,02 mCi	1500 mCi ***
1983	150,6 Ci	1480 TBq = 40 kCi		170,8 mCi	55 500 Mbq = 1,5 Ci ***	639 mCi****	55 500 Mbq = 1,5 Ci ***	

* les valeurs sont reprises des rapports d'activité annuels ou de l'inspection du 1er juin 1976

** valeur indiquée dans la demande d'autorisation de rejet d'effluents radioactifs gazeux

*** iode + aérosols

**** cette valeur due à deux rejets massifs en juin et décembre (401 et 171 mCi) n'a pas été éclaircie.

après 1980 les valeurs maximales sont établies pour l'ensemble de la centrale (tranches A et B)

3.5. les rejets liquides, origine et circuit de traitement

L'origine des différents effluents liquides est précisée dans la partie 2.3.3 lors de la description de l'accident de 1980.

Les données qui ont pu être transmises à la mission sur les volumes des rejets correspondants sont reprises dans le tableau ci-dessous. Les commentaires sont comparables à ceux formulés pour les rejets gazeux.

Rejets liquides*

année	alpha		beta		gamma		tritium		strontium 90	volumes	
	rejets effectifs	rejet maximal	rejets effectifs	rejets effectifs	rejet maximal	rejet effectifs	rejet maximal				
1969				3.2 Ci			1 200 Ci				
1970				2.25 Ci			1 200 Ci				
1971				2,2 Ci			788 Ci				
1972				9,4 Ci			880 Ci				
1973				7,26 Ci			744 Ci				
1974				4,2 Ci			1 170 Ci				
1975				4,7 Ci			1 009 Ci				
1976				2,97 Ci			20 Ci **	577,7 Ci	1 500 Ci **	2 720	
1977				4,91 Ci			20 Ci **	352,89 Ci	1 500 Ci **	3 647	
1978				8,08 Ci			20 Ci **	683,84 Ci	1 500 Ci **	3 375	
1979				5 677 mCi			8 Ci	770,35 Ci	1 000 Ci	2 541	
1980		31 mCi		10 977 mCi	2 124 mCi		30 Ci ***	417 520 mCi	2,5kCi	584 mCi NS	4 294

1981	< 11,4 mCi	0	6 460,5 mCi	5 841,7 mCi	30 Ci	22 039 mCi	2,5kCi	1 283 mCi	4 037
1982	6,2 mCi	0	5 353 mCi	4 385 mCi	30 Ci	259 500 mCi	2 500Ci	1 060 mCi	2 812
1983	217 MBq = 5,9 mCi	0	135 130 M Bq	68 640 Mbq	1,11 T Bq	6,43 T Bq	92,5 TBq639 mCi	23 043 MBq	1 923

* les valeurs sont reprises des rapports d'activité annuels ou de l'inspection du 1er juin 1976

** valeur indiquée dans la demande d'autorisation de rejet d'effluents radioactifs de novembre 1976

*** cette valeur est celle qui apparaît dans le rapport annuel EdF

Après 1980 les valeurs maximales sont établies pour l'ensemble de la centrale (tranches A et B)

beta et gamma (sauf tritium potassium 40 et radium)

Après 1983, les rejets sont exprimés en Becquerels, sans changement (1.11 TBq = 30 Ci, 92.5 TBq = 2 500 Ci).

Après 1976, les volumes rejetés sont donnés et des analyses particulières sont effectuées pour les principaux radioéléments : ^{90}Sr , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{95}Nb , ^{60}Co , $^{106}(\text{RU} + \text{Rh})$, $^{144}(\text{Ce} + \text{Pr})$. Toutefois, tous les éléments suivis varient légèrement, ^{125}Sb apparaît ainsi en 1982 tandis que ^{95}Nb , $^{106}(\text{RU} + \text{Rh})$ et $^{144}(\text{Ce} + \text{Pr})$ disparaissent ; les données pour 1980 ne sont pas disponibles complètement pour des raisons d'incompréhension avec le SCPRI semble-t-il.

Il faut souligner que le SCPRI a « *relevé à plusieurs reprises en 1980 la présence [de strontium 90] en quantité non négligeable dans la Loire, en aval immédiat de la centrale...* » [courrier SCPRI du 1^{er} décembre 1980].

Jusqu'en 1985, les différents effluents (eaux de filtration des piscines, eaux de dessiccation du CO_2 , diverses eaux de lavages) étaient réunis avant rejets dans la Loire. Les eaux de piscine étaient filtrées sur de la cellulose ou sur des zéolithes, minéraux capables d'adsorber certains éléments en solution, de façon manifestement incomplète et sélective (ils sont mis en avant pour capter le césium).

Dans les rapports annuels, les rejets totaux ne sont pas toujours exactement égaux à ce qui apparaît dans les tableaux sans que les différences soient très significatives mais les explications ne sont pas toujours présentes.

La mise au point d'une solution pour réduire ces rejets liquides et éliminer les rejets d'émetteurs alpha a été assez longue.

A partir de 1980 les rejets d'émetteurs alpha sont interdits, sans que l'application immédiate de cette interdiction soit possible car la centrale ne dispose pas des équipements nécessaires. Un premier projet de construction d'un évaporateur (« Kestner ») spécifique pour les tranches UNGG est étudié pour une mise en place après l'été 1983. Il a été abandonné en raison de son coût 36 MF ; le SCPRI en a été informé tardivement par un échange téléphonique en septembre 1983.

Après plus de trois ans en décembre 1983, un courrier va proposer une solution utilisant l'évaporateur des tranches B (à eau pressurisée) pour réduire ces effluents. Cette solution sera mise en place à partir de juin 1985. Autorisée à titre expérimental pour un an, elle sera reconduite ainsi – sans jamais être transcrite dans une autorisation définitive – jusqu'à l'arrêt de la centrale !

Il apparaît que les effluents bruts sont moins actifs que les effluents neutralisés (d'un facteur 3 à 4), cette question qui ne paraît pas totalement inintéressante ne recevra jamais, semble-t-il, de réponse convaincante ; « nous pensons que les principaux problèmes de mesure de l'activité des effluents sont liés à la décantation dans les bâches et à la solubilité des divers radio éléments en fonction de leurs caractéristiques chimiques »²⁰.

²⁰ Courrier d'EdF au SCPRI du 31 juillet 1986

4. La réglementation applicable aux rejets avant et après 1980, le cas particulier des « émetteurs alpha »

4.1. situation antérieure à 1980 et arrêté de décembre 1980

Jusqu'en décembre 1980, la présence d'émetteurs alpha dans les rejets liquides de la centrale n'était pas visée par une interdiction spécifique.

Le cadre d'ensemble des rejets des installations nucléaires a été précisé en 1974 et 1976 par deux décrets et sept arrêtés :

- Le décret 74-945 du 6 novembre 1974 relatif aux rejets d'effluents radioactifs gazeux provenant des installations nucléaires de base et des installations nucléaires implantées sur le même site
- Le décret 74-1181 du 31 décembre 1974 relatif aux rejets d'effluents radioactifs liquides provenant d'installations nucléaires. Ce décret définit les études à réaliser et le processus à suivre pour demander une autorisation de rejet, ainsi que les modalités d'instruction de cette demande
- Les sept arrêtés du 10 août 1976 :
 1. Arrêté du 10 août 1976 : conditions dans lesquelles doit être effectuée l'étude préliminaire en vue de la demande d'autorisation de rejet d'effluents radioactifs liquides provenant des installations nucléaires (Application de l'art 16 du décret n° 74-1181 du 31 décembre 1974)
 2. Arrêté du 10 août 1976 : règles générales applicables à la fixation des limites et modalités de rejet des effluents radioactifs liquides provenant des installations nucléaires, choix des mesures de surveillance de leur environnement et modalités de leur contrôle par le service central de protection contre les rayonnements ionisants (SCPRI) (Application de l'art 16 du décret n° 74-1181 du 31 décembre 1974)
 3. Arrêté du 10 août 1976 : règles propres aux centrales nucléaires de puissance équipées de réacteurs à eau ordinaire applicables aux limites et modalités de rejets de leurs effluents radioactifs liquides, mesures de surveillance de leur environnement et contrôle par le service central de protection contre les rayonnements ionisants (SCPRI) (Application de l'art 16 du décret n° 74-1181 du 31 décembre 1974)
 4. Arrêté du 10 août 1976 : rejet d'effluents radioactifs gazeux provenant d'installations nucléaires et conditions de l'enquête publique prévue à l'article 5 du décret 74-945 du 06-11- 74

5. Arrêté du 10 août 1976 : conditions dans lesquelles doit être effectuée l'étude préliminaire en vue de la demande d'autorisation de rejet d'effluents radioactifs gazeux provenant des installations nucléaires (Application de l'art 14 du décret 74-945 du 6 novembre 1974)
6. Arrêté du 10 août 1976 : règles générales applicables à la fixation des limites et modalités de rejet des effluents radioactifs gazeux provenant des installations nucléaires, choix des mesures de surveillance de leur environnement et modalités de leur contrôle par le service central de protection contre les rayonnements ionisants (SCPRI) (Application de l'art 5 du décret 74-945 du 6 novembre 1974)
7. Arrêté du 10 août 1976 : règles propres aux centrales nucléaires de puissance équipées de réacteurs à eau ordinaire applicables aux limites et modalités de rejets de leurs effluents radioactifs gazeux, mesures de surveillance de leur environnement et contrôle par le service central de protection contre les rayonnements ionisants (SCPRI) (Application de l'art 14 du décret 74-945 du 6 novembre 1974)

Aucun de ces décrets et arrêtés ne porte de règle générale sur les rejets comportant des émetteurs alpha.

Un seul des arrêtés d'application mentionne une catégorie particulière d'émetteurs alpha : c'est le troisième des arrêtés cités ci-dessus. Dans son article 6, il interdit les rejets de radium (226 et 228) et porte spécifiquement sur les centrales à eau ordinaire (celles qu'on appelle couramment « réacteurs à eau pressurisée »), il ne dit rien, ni sur les autres isotopes du radium, ni sur les autres émetteurs α .

On peut donc retenir que ce ne sont pas les arrêtés du 10 août 1976 qui encadraient les rejets liquides ou gazeux de la centrale UNGG de Saint Laurent des Eaux, et qu'ils ne portaient en outre pas sur les rejets liquides comportant des émetteurs alpha.

Les rejets de la centrale étaient en revanche, comme ceux de toute installation nucléaire, et conformément en particulier au cadre général défini par les décrets de 1974, réglementés par des autorisations de rejet.

Lorsque l'accident de mars 1980 s'est produit, les rejets étaient encadrés par deux arrêtés, datant du 5 juillet 1979 (pages 5743 et 5744 du JO) :

- Autorisation de rejets d'effluents radioactifs liquides par la centrale nucléaire de Saint-Laurent des Eaux (tranches A1 et A2) ;
- Autorisation de rejets d'effluents radioactifs gazeux par la centrale nucléaire de Saint-Laurent des Eaux (tranches A1 et A2).

Aucun de ces arrêtés ne fixe de limite particulière pour les émetteurs alpha, ni ne les mentionne.

Le 13 décembre 1980, notamment dans la perspective du démarrage des centrales REP sur le même site (les tranches B1 et B2), sont pris deux nouveaux arrêtés, qui annulent et remplacent les arrêtés précédents :

- Autorisation de rejets d'effluents radioactifs liquides par la centrale nucléaire de Saint Laurent des Eaux (tranches A1, A2, B1 et B2²¹)
- Autorisation de rejets d'effluents radioactifs gazeux par la centrale nucléaire de Saint Laurent des Eaux (tranches A1, A2, B1 et B2¹⁴)

Ces deux arrêtés comportent la même phrase : « ces rejets liquides ne doivent en aucun cas ajouter d'émetteurs alpha à l'environnement », « ces rejets gazeux ne doivent en aucun cas ajouter d'émetteurs alpha à l'environnement ».

La publication de ces deux arrêtés au JO du 13 décembre 1980 conduisait donc à imposer à l'ensemble du site, UNGG comprises, les contraintes de rejet des REP, notamment l'absence d'émetteurs alpha dans ces rejets.

4.2. les rejets postérieurs à 1980 n'ont été conformes à l'arrêté de décembre 1980 qu'à partir de juillet 1985

Lorsqu'il ne prévoit pas explicitement une date à partir de laquelle il s'applique, un arrêté est d'application immédiate à partir du moment où il est porté à la connaissance de celui ou ceux qu'il concerne, par exemple par publication au journal officiel.

L'arrêté de décembre 1980 introduisait une évolution majeure dans les paramètres de gestion technique de la centrale, en mentionnant les « émetteurs alpha » et en interdisant les rejets correspondants.

Cette interdiction²² ne résultait pas directement d'un texte de loi ou d'une réglementation antérieure, elle ne répondait pas non plus à un impératif de sécurité ou de santé publique, comme l'a montré la suite des événements.

²¹ Les tranches A1 et A2 sont des centrales UNGG, les tranches B1 et B2, qui ont été reliées au réseau respectivement en janvier 1981 et juin 1981 sont des centrales « à eau ordinaire » (des réacteurs à eau pressurisée).

²² Qui ne mentionnait pas de seuil, posait ainsi un problème de détection assez difficile à résoudre en pratique : lorsqu'on dispose d'un temps d'analyse élevé, la présence de quantités d'émetteurs alpha dans un échantillon, même en quantité très faible, est détectable, en revanche lorsqu'il s'agit de mesurer en continu ce que contiennent des rejets liquides, on constate que les émetteurs alpha – qui correspondent par définition à des radiations à très courte distance – sont masqués par les autres types d'émissions.

Il n'est pas anormal que les arrêtés d'autorisation soient périodiquement « durcis », notamment pour traduire l'évolution des possibilités techniques et des meilleures pratiques disponibles. La bonne administration, lorsque ceci est réalisé, est de procéder à des échanges avec l'industriel avec suffisamment de préavis pour s'assurer que le nouvel arrêté sera applicable lors de sa parution. Sanctionner la non-application peut alors se faire dans le respect du principe de proportionnalité (il ne doit pas y avoir de disproportion, à un instant donné, entre les contraintes posées et les objectifs que ces contraintes poursuivent).

En pratique, comme le montrent les échanges entre l'administration et la direction de la centrale, l'administration était consciente, lorsqu'elle a pris l'arrêté d'autorisation de rejets, que les unités de Saint-Laurent des Eaux A (les deux tranches UNGG) ne pouvaient pas respecter l'arrêté. On peut souligner qu'elles ne pouvaient pas le respecter même si elles s'arrêtaient de fonctionner, dans la mesure où les rejets d'une période donnée étaient la conséquence d'évènements produits plusieurs mois, voire plusieurs années auparavant.

Les échanges entre l'administration et l'exploitant (voir annexe IV) mettent en évidence que :

- Les autorités de contrôle étaient conscientes que les rejets n'allaient pas disparaître dès la parution de l'arrêté les interdisant et étaient ensuite informées de leur persistance ;
- Les modalités et l'échéance de suppression de ces rejets ont été l'objet d'échanges entre EdF et les autorités de contrôle. On relève, en particulier, que la possibilité d'évacuer par la route les déchets vers une unité ayant les moyens de les traiter a été exclue par le SCSIN, celui-ci ayant vraisemblablement estimé que les risques liés au transport sur la route étaient plus élevés et moins maîtrisables que les risques liés au rejet dans la Loire (rejets que le SCSIN n'était par ailleurs pas chargé de réglementer – il était chargé du contrôle de sûreté –, cette responsabilité relevant, à l'époque du SCPRI²³);
- Les échanges entre les autorités de contrôle et EdF pouvaient donner à EdF la conviction que les rejets étaient autorisés. Pour ne prendre que deux exemples : le courrier manuscrit du SCPRI en date du 20/7/1982 indiquant à EdF de mettre en œuvre une solution « *le plus tôt possible avant la date limite du 31 décembre 1983.* » et le telex du SCPRI en date du 24/1/1984 indiquant que la « *régularisation des rejets de votre centre doit intervenir au plus vite. Dernière limite acceptable 1/6/1985, sinon, je serai dans obligation de demander arrêt des rejets en cause.* » pouvaient légitimement être compris comme autorisant les rejets.
- Le processus d'échanges techniques entre l'administration et l'exploitant, puis de définition d'une date à partir de laquelle des mesures techniques permettant qu'il n'y ait plus d'émetteur alpha dans les rejets doivent avoir été mises en œuvre, et enfin de décision selon laquelle des sanctions seront prises si ces mesures techniques ne sont pas réalisées, a abouti à fixer la date de juin 1985 pour éliminer les émetteurs alpha des rejets (voir annexe IV). Cette échéance a in fine été tenue.

²³ Aujourd'hui, le contrôle de sûreté et le contrôle des rejets sont exercés par le même organisme, ce qui simplifie l'organisation.

La logique suggère que le processus préparation par des échanges -> décision -> application ou sanction, est censé être réalisé avant la prise d'un arrêté, il semble ici avoir commencé avec la prise de cet arrêté.

4.3. une situation réglementaire insatisfaisante mais qui était connue des autorités de contrôle et de sûreté²⁴, suivie régulièrement par elles et qui n'a pas présenté de danger

Au lieu d'être le résultat d'un processus, marquant la date à partir de laquelle des rejets d'émetteur alpha n'avaient plus lieu, l'arrêté a marqué le début d'un processus qui a conduit à mettre en place les outils permettant de faire disparaître ces rejets.

Le fait que ce processus a eu lieu après la prise de l'arrêté et non avant est anormal, la longueur du processus est également anormale.

On peut attribuer la longueur de ce processus au cumul de plusieurs causes. Celles-ci ne sont pas explicitées dans les échanges de l'époque entre EdF et les autorités de contrôle, probablement parce que le cadre technique dans lequel s'insérait leur travail était connu des deux :

- Une des deux unités de la centrale A est restée arrêtée depuis l'accident de mars 1980 jusqu'à octobre 1983. Pendant cette période, une part importante des capacités techniques de la centrale était orientée vers la remise en état de cette tranche et l'évacuation des déchets solides. L'encadrement technique local, dont la contribution était nécessaire pour la recherche et la mise en œuvre d'une solution de traitement des émetteurs alpha était sans doute en conséquence moins disponible ;
- La montée en puissance du programme REP mobilisait à l'échelon central l'essentiel des capacités techniques d'EdF. Il s'accompagnait de l'abandon progressif de la filière UNGG, ce qui n'était pas favorable à la mobilisation de compétences techniques pour la résolution d'un problème relatif à cette filière ;
- Une part importante des rejets d'émetteurs alpha était due à des défauts d'étanchéité des gaines de combustible – un incident majeur s'est produit à cet égard en février 1980 – et aux pollutions de ces gaines liées, indirectement, à l'accident de mars 1980. Il semble que l'intégrité des gaines de combustible ait été mieux sauvegardée les années suivantes, et la mission n'a, en particulier, pas trouvé de traces d'éclatement de conteneur postérieur à celui survenu en 1980, EdF pouvait donc espérer avoir réduit fortement voire supprimé les sources d'émetteurs alpha.

24

Comme indiqué plus haut, ces deux Autorités ont fusionné depuis.

- Enfin, bien que cela ne soit jamais mis en avant, la possibilité d'un non redémarrage de la tranche Saint-Laurent A2 devait être présente. A ce titre, le rapport d'activité de 1983 (p. 3) indique : « *l'année 1983 a vu se lever en grande partie les risques d'arrêt de la centrale du fait des exigences du S.C.S.I.N. concernant la sûreté du soufflage* ». Toutefois, les cadres d'EdF présents à l'époque ont démenti que cette hypothèse ait jamais été évoquée et indiqué que le redémarrage était le seul objectif retenu, l'arrêt ayant un coût important.

Quoi qu'il en soit, les échanges relativement fréquents de courriers entre EdF et les autorités de contrôle, résumés dans l'annexe n° 3, conduisent aux constats suivants :

- Le contexte réglementaire se caractérise par un arrêté publié au JO interdisant les rejets d'émetteurs alpha, tempéré voire contredit par des échanges écrits entre l'administration et les responsables du site autorisant temporairement ces mêmes rejets, dans certaines limites, dans l'attente de la mise en œuvre d'une solution technique de suppression de ces rejets (et, implicitement, dans l'attente du redémarrage de l'unité arrêtée de la centrale).
- Ce contexte réglementaire n'est pas satisfaisant. Il conduit néanmoins à considérer que l'exploitant a procédé dans une certaine transparence envers les autorités de contrôle et pouvait considérer qu'elles l'autorisaient. La présence de quantités faibles d'émetteurs alpha dans les rejets liquides n'a par ailleurs pas présenté de danger pour les personnes : l'arrêté qui a été pris en décembre 1980 ne signifiait pas que ce qui n'était auparavant pas mentionné était dangereux, mais traduisait le fait que la mise en place de nouveaux dispositifs (qui ont in fine été mis en place et ont fonctionné à partir de juin 1985) permettait de supprimer cette composante des rejets.

5. Les informations publiques sur l'accident de 1980

Quarante-six ans nous séparent aujourd'hui de la première fusion d'éléments combustibles, qui s'est produite en 1969 à Saint-Laurent des Eaux. La mission n'a pas eu d'information, ni effectué de recherche spécifique pour connaître le niveau d'information qui a pu à l'époque être donné ou non dans la presse locale. On peut toutefois remarquer que la récupération des éléments fondus a mobilisé à l'époque l'intégralité du personnel du site ainsi que celui de plusieurs sites voisins d'EdF. Une opération qui mobilise l'intégralité de l'effectif de plusieurs sites (soit quelques centaines de personnes), peut difficilement être considérée comme « secrète ». On note par ailleurs que dès mars 1971, le « bulletin d'information scientifique et technique du CEA »²⁵ consacrait un article à la « contribution du CEA au dépannage du réacteur SL1 après l'accident du 17 octobre 1969 ». Cet

²⁵ Diffusé à l'époque dans les centres de recherche français et étrangers concernés : l'Université américaine de Berkeley a ainsi été destinataire d'une copie.

article décrit l'accident et signale que « *l'accident et le dépannage de SL1 ont déjà fait l'objet de communications (voir bibliographie) ainsi que d'un film, réalisé par la Centrale de Saint Laurent, montrant les différentes phases du dépannage* »²⁶. La « bibliographie » mentionnée dans cet article comporte trois conférences internationales, une à Londres, une à Paris et une en Allemagne, réalisées entre octobre et décembre 1970 : cela témoigne d'une volonté de faire connaître aux spécialistes concernés, en France et à l'étranger, l'incident et ses méthodes de résolution. Dès lors que le déroulement de l'accident a été publié dans une revue spécialisée et qu'il a été exposé dans des conférences internationales, on peut constater que ni l'exploitant, ni les Pouvoirs Publics n'ont cherché à le cacher.

Les modalités d'information du public sur le nucléaire ont considérablement évolué au cours des décennies, non seulement depuis l'accident de 1969, mais même depuis celui de 1980. L'information est aujourd'hui systématiquement disponible, en particulier sur internet, des réunions d'information sont régulièrement organisées, et des outils, tels que l'échelle INES (évoquée plus haut) ont été élaborés pour rendre cette information plus facilement compréhensible.

L'information transmise lors de l'accident de 1980 ne s'appuyait ni sur ce formalisme, ni sur ces méthodes. On peut rappeler que la première échelle de gravité qui permette de classer les événements pour clarifier l'usage des termes « incident » et « accident » a été élaborée en France en 1987, sept ans après l'accident de mars 1980 de Saint-Laurent des eaux, et que l'échelle internationale INES n'est d'usage courant que depuis 1991. Il n'est à cet égard pas anormal que la communication réalisée en 1980 ne respecte pas l'intégralité des règles et méthodes élaborées au cours de la décennie suivante. Il serait en revanche inexact de considérer que l'évènement ait été tenu secret : la communication a été réelle, elle s'est faite selon les normes de l'époque.

5.1. le contexte institutionnel local : une des premières CLI françaises

Dans le numéro de novembre 2000 que la revue « Contrôle » publiée par l'ASN a consacrée aux rejets nucléaires, Michel Eimer, président de la Commission Locale d'Information du Loir et Cher et Conseiller Général du canton de Blois décrit dans les termes suivants l'origine de la CLI du Loir et Cher :

²⁶ Cette « bibliographie » comporte six références : (1) BNES meeting, active working in reactors. Londres 01/01/70 ; (2) journées d'informations de l'ATEN Paris 29 octobre 1970 ; (3) Journées d'information Euratom Eberbach am Neckar 02/12/1970 ; (4) communication n° 570 conférence de Genève 1971 (alors à paraître) ; (5) rapport de sûreté de SLI dossier complémentaire n°8 ; (6) rapport de dépannage de SLI (n°1 à 15).

Extrait du « Témoignage sur les rejets d'effluents du centre nucléaire de production d'électricité de Saint Laurent des Eaux » paru dans le numéro de novembre 2000 de la revue « Contrôle »

Quant au mouvement de contestation, il a motivé la création début 1980 de la « Commission d'information auprès des grands équipements énergétiques » à la suite de l'adoption au Conseil général en décembre 1979 d'un vœu demandant au Préfet la création d'une « commission de surveillance » en s'appuyant sur l'initiative alsacienne de Fessenheim. Ainsi la Commission locale d'information (CLI) du Loir-et-Cher est la plus ancienne après celle du Haut-Rhin.

Cette CLI a connu rapidement son baptême du feu, car en mars 1980 s'est produit sur l'un des réacteurs graphite-gaz de Saint-Laurent le plus grave accident recensé en France (reclassement au niveau 4 de l'échelle INES). Un canal du réacteur a été obstrué par une tôle de capotage qui s'était détachée, entraînant la fusion de quelques kilogrammes d'uranium et polluant gravement l'intérieur du réacteur.

Force était de reconnaître que le risque zéro n'existait pas.

Par la suite, une campagne de prélèvements de sédiments en Loire conduite par un laboratoire universitaire a établi la présence de traces de plutonium depuis Saint-Laurent jusqu'à l'estuaire, dont l'origine est à imputer soit à l'accident de 1980, soit à celui qui s'était déjà produit au démarrage de la centrale A en 1969.

Lentement, trop lentement, EDF en est arrivé à publier un bulletin mensuel de surveillance de l'environnement du centre nucléaire de production d'électricité après l'accident de Tchernobyl, bulletin porté à la connaissance du public dans les mairies environnantes.

5.2. informations communiquées en 1980 (CLI, presse, etc ...)

Certains des documents cités sont reproduits en annexe V.

Le **13 mars** 1980, l'accident s'est produit.

Le **14 mars**, les responsables de la centrale ont diffusé un communiqué de presse (non retrouvé par la mission).

Le **jour même et le lendemain, 15 mars**, ce communiqué a été repris dans les journaux locaux (la Nouvelle République, Centre-Ouest, a publié dans son numéro des 14 et 15 mars un article intitulé « l'unité n°2 de la centrale A de Saint Laurent des Eaux arrêtée à la suite d'un incident », la République du centre a publié le 15 mars un article intitulé « incident sur un réacteur de la centrale nucléaire », puis le **17 mars** un article complémentaire « incident sérieux sur un réacteur ».)

Le **19 mars**, la commission départementale d'information sur le fonctionnement des centrales nucléaires était réunie, sous la présidence du président du Conseil Général, M Kléber Loustau, et en présence du directeur de cabinet du Préfet, M Jean Labussière, et du directeur de la centrale EdF, M Guy Malhouitre.

Le 21 et le 24 mars, des articles des journaux locaux reprennent le contenu des échanges entre les membres de la CLI et la direction de la centrale. On y trouve notamment les échanges suivants, tels que repris dans l'édition du 24 mars de la République du centre, édition du Loir et Cher :

<p>Question : vous avez mentionné que le gaz carbonique contaminé sera vidangé, que fera-t-on après ?</p> <p>Réponse : le gaz carbonique contenu dans le caisson vidangé doit être rejeté dans l'atmosphère, les normes de ces rejets ayant été préalablement discutées et admises par le service central de protection des rayonnements ionisants²⁷. Selon les types d'émission et le caractère propre de chacune des substances à rejeter, des concentrations maximales admissibles sont définies et publiées par la centrale sous la forme d'un arrêté fixant les normes de rejet à respecter.</p> <p>La quantité de gaz carbonique à rejeter à la suite de l'incident survenu le 13 mars est de l'ordre de 100 000 m³ à pression atmosphérique mais ces rejets s'effectueront de manière contrôlée</p> <p>...</p> <p>Question : y a-t-il du strontium, des émetteurs alpha ?</p> <p>Réponse : oui, il y a du strontium, du coesium²⁸, du krypton, de l'argon, des émetteurs alpha. Les émetteurs alpha ne sont pas dangereux puisqu'ils donnent lieu à un rayonnement arrêté par la peau ou une feuille de papier. Toutefois, il ne faut pas les inhaler ou les intégrer²⁹. La concentration maximale admissible pour le public est de 10-12³⁰, ce qui correspond à la concentration existant dans le caisson en l'absence de filtration.</p>
--

Lorsque la presse a repris les informations diffusées par le site et lorsque, quelques jours plus tard, la CLI a été réunie, la cause de l'incident n'était pas encore trouvée. Des ruptures de gaine de cartouches de combustible (il y avait un peu plus de quarante mille cartouches de combustible dans la centrale) s'étaient déjà produites dans le passé – une s'était produite le mois précédent dans l'autre unité UNGG de la centrale - et les responsables de la centrale croyaient

²⁷ Il s'agit bien sûr du service de protection contre les rayonnements ionisants.

²⁸ césium

²⁹ ingérer

³⁰ Probablement 10⁻¹²

avoir affaire à un incident de ce type. Il n'était donc pas encore possible aux responsables de la centrale d'indiquer l'origine de l'incident dans la mesure où ils ne la connaissaient pas encore.

Il paraît difficile de considérer que l'accident ait été tenu secret et que l'existence de rejets d'émetteurs alpha n'ait été découverte que de nombreuses années après cet accident dans la mesure où la survenue de l'accident et les perspectives de rejet de dioxyde de carbone radioactif et d'émetteurs alpha figurent dans le compte rendu que la presse locale a fait de la réunion de la CLI organisée immédiatement après l'accident.

5.3. le colloque de Montauban, 1988

La construction de la centrale nucléaire de Golfech, commencée en 1981 et dont les deux unités ont été couplées au réseau en 1991 et 1994 s'est initialement heurtée à de fortes oppositions locales. En 1979, dix mille opposants ont ainsi manifesté pour faire connaître leur hostilité au projet.

C'est dans ce contexte que le Conseil Général du Tarn et Garonne a organisé les 21-22 et 23 janvier 1988 à Montauban un colloque « nucléaire, santé-sécurité ».

A cette occasion, le Pr Jean-Marie Martin a exposé le résultat des recherches sur la présence de radioactivité dans les sédiments de la Loire, dans le cadre d'une intervention plus large faisant référence à d'autres régions françaises. Les résultats qu'il a présentés sont repris au chapitre 1-2-3 ci-dessus. On peut les résumer comme suit :

- La quantité de plutonium ou de césium présente dans les sédiments de la Loire, qui a sur ses rives des centrales nucléaires, n'est pas notablement différente de celle présente dans les sédiments de la Garonne, qui n'en a pas (figures 20 et 21 pages 373 et 374 des actes du colloque) ;
- La signature isotopique du plutonium dans les sédiments de la Loire montre néanmoins que des rejets provenant des centrales nucléaires et en particulier de celle de Saint Laurent des Eaux, ont eu lieu au début des années 1980 ;
- Ces rejets correspondent à une « faible quantité » (page 371 des actes du colloque).

Dans cette intervention, le Pr Martin indique par ailleurs qu'à la suite des décrets des 6 novembre et 31 décembre 1974 et leurs sept arrêtés d'application du 10 août 1976 « aucun rejet atmosphérique d'émetteur alpha (donc par exemple de plutonium) n'est autorisé ». Cette affirmation, qui sera reprise ensuite dans plusieurs articles et dans l'émission récente de Canal Plus, est erronée : les émetteurs alpha ne sont mentionnés que dans un des arrêtés du 10 août 1976, cet arrêté porte sur les centrales à eau pressurisée et ne concerne donc pas directement la centrale UNGG de Saint Laurent des Eaux ; enfin, il mentionne une seule catégorie d'émetteurs alpha, les radium 226 et 228.

La nature du colloque lui a assuré une forte publicité nationale sur le moment et par la suite. Ceux qui y ont assisté ont pu avoir la sensation que les informations qu'ils y recevaient étaient totalement nouvelles. On note néanmoins que l'accident que mentionne le Pr Martin avait fait l'objet d'une

information locale significative dès 1980, soit huit ans avant, que la perspective de rejets d'émetteurs alpha y avait déjà été mentionnée, et que la lecture que fait le Pr Martin des décrets et arrêtés de 1974 – 1976 n'est pas conforme à la réalité des textes.

5.4. les informations ultérieures (e g : revue contrôle en 2000, « le point », livres, etc.)

L'ensemble des interlocuteurs que nous avons rencontré localement (CLI, élus, administration, responsables de la centrale) nous ont indiqué que les accidents de 1969 et 1980 sont connus par la presse depuis qu'ils se sont produits, et qu'ils constituent en particulier la référence française à laquelle les journalistes spécialisés viennent comparer les événements internationaux nucléaires lorsqu'ils se produisent (Tchernobyl 1986, Fukushima 2011).

Sans que la liste ci-après ait vocation à être exhaustive, on peut citer les publications suivantes :

En **novembre 2000**, la revue « Contrôle » de l'ASN a consacré un numéro aux « rejets nucléaires ». Ce numéro comportait un article de M. Michel Eimer, président de la Commission Locale d'Information du Loir et Cher et Conseiller Général du canton de Blois. Cité plus haut (chapitre 4-1), cet article rappelait le rôle de la CLI dans les jours qui ont suivi l'accident, mentionnait l'intervention du Pr Martin en 1988 et prenait acte des progrès réalisés au fil des années par EdF dans la communication.

Plus récemment, en **mars 2011**, deux semaines après l'accident de Fukushima, le journal « Le Point » publiait un article consacré aux deux accidents de Saint Laurent des Eaux, sous le titre « **le jour où la France a frôlé le pire** » et sous titré « **Exclusif. C'est à Saint-Laurent- des-Eaux qu'a eu lieu le plus grave accident nucléaire français.** » Cet article souligne le nombre de salariés d'EdF qui sont intervenus, à la suite des accidents de 1969 et de 1980 pour nettoyer la centrale et qualifie ces deux accidents dans les termes suivants : « Un épisode très longtemps demeuré secret. »

En **mars 2013**, trois ans plus tard, les Presses de la Cité publient « les dossiers noirs du nucléaire », qui décrivent de manière détaillée l'accident et ses suites.

6. Conclusion : des évènements qui ont été l'objet de publications depuis près de trente ans, qui n'ont jamais mis en danger les riverains de la centrale et dont la trace n'est que difficilement décelable depuis près de trente ans.

Les informations recueillies par la mission mettent en évidence que les deux accidents rapportés avaient donné lieu à une information a priori conforme aux pratiques et aux exigences alors en vigueur. En particulier, il ne ressort pas de fondement pour qualifier l'accident du 13 mars 1980 de secret ou caché – il était par ailleurs connu depuis cette époque comme l'accident le plus important survenu dans un site nucléaire français et relaté dans de nombreuses publications (presse locale, presse nationale, presse spécialisée, émissions de télévision) –.

Selon les éléments recueillis, la santé du public et l'environnement n'ont jamais été menacés et les rejets, essentiellement gazeux, relatifs à ces deux accidents ont été effectués sous la surveillance constante des Autorités de contrôle et de sûreté. La conception des réacteurs, permettant notamment un arrêt automatique et un confinement des fluides pollués, est un des éléments qui a concouru à ce résultat.

Les rejets liquides de 1980 et des années suivantes étaient connus de l'administration et surveillés par elle. Bien que significatifs, ils n'ont à aucun moment engendré de risques.

L'administration était en particulier consciente que l'arrêté interdisant, à partir de décembre 1980, les rejets d'émetteurs alpha ne pouvait pas être immédiatement respecté. La mise en place des évolutions d'équipements et de procédés nécessaires pour le respecter a été débattue avec elle, et le calendrier de mise en place a été approuvé par elle. Le fait que les différentes actions aient été réalisées avec l'aval des Pouvoirs Publics s'inscrit donc en l'occurrence dans un processus d'information, de prescription et de contrôle.

L'origine de ces rejets d'émetteurs alpha, qui ont commencé avant que ne survienne l'accident de mars 1980, ne paraît pas directement liée à cet accident.

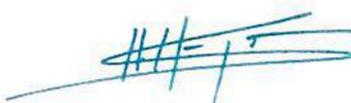
Parmi les causes de ces rejets, apparaissent notamment :

- Une cause certaine et importante : les rejets des eaux de piscines où étaient stockés les combustibles après avoir servi dans la centrale et avant d'être évacués vers le retraitement. Ces eaux ont, en particulier, été polluées de manière très significative par l'éclatement, le 21 avril 1980, d'un conteneur protégeant une cartouche de combustible usagé ;
- Une cause possible, en tout état de cause plausible et vraisemblablement probable, dont l'importance n'a pas pu être évaluée : les eaux de dessiccation du CO₂ de la centrale. Si cette cause était confirmée, elle pourrait avoir un lien indirect avec l'accident de mars 1980 et celui d'octobre 1969, dans la mesure où cet accident a pu conduire à la mise en suspension dans le CO₂ d'émetteurs alpha et où une partie de ces émetteurs alpha ont pu ensuite se retrouver dans les eaux de dessiccation ;

- D'autres causes possibles, dont la contribution sans doute plus modeste est difficile à évaluer : le nettoyage des châteaux servant à transporter les cartouches de combustible entre la centrale et les usines de fabrication ou de retraitement, par exemple.



Serge CATOIRE



Philippe GUIGNARD

ANNEXE I : lettre de mission



MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE
ET DE L'ÉNERGIE

Paris, le - 7 MAI 2015

La ministre

à

Monsieur Luc ROUSSEAU
Vice-président du Conseil général de
l'Economie, de l'Industrie, de l'Energie
et des Technologies

Monsieur Patrice PARISE
Vice-président du Conseil général de
l'Environnement et du Développement
durable par intérim

La chaîne de télévision Canal + a diffusé le 4 mai 2015 une enquête sur la filière nucléaire intitulée « Nucléaire, la politique du mensonge ? ». Cette enquête revient notamment sur les deux accidents survenus à la centrale nucléaire de Saint-Laurent-des-Eaux le 17 octobre 1969 et le 13 mars 1980.

Le président directeur général d'Electricité de France à l'époque du deuxième accident précité, Monsieur Marcel Boiteux, reconnaît selon les médias que son entreprise a rejeté délibérément du plutonium dans la Loire. Il indique également que cette action a été réalisée avec l'aval des pouvoirs publics.

Dans ce contexte, je souhaite vous confier la mission d'étudier ces deux accidents aussi bien au niveau de leurs causes, de leur gestion que de leurs conséquences et de la communication faite au public.

Vous prendrez soin d'analyser le contexte de l'époque en matière de sûreté et de transparence nucléaire.

Vous interrogerez les principaux acteurs concernés au sein d'EDF, de la Commission Locale d'Information de Saint-Laurent-des-Eaux, de l'Autorité de Sûreté Nucléaire, de l'Institut de la Radioprotection et de la Sûreté Nucléaire et des administrations concernées.



Vous examinerez les conséquences environnementales liées à ces événements. La revue Contrôle de l'ASN de novembre 2000 fait notamment état de traces de plutonium dans les sédiments de la Loire depuis Saint-Laurent jusqu'à l'estuaire, « dont l'origine est à imputer soit à l'accident de 1980, soit à celui qui s'était déjà produit au démarrage de la centrale A en 1969 ».

Vous étudierez enfin les mesures prises depuis ces événements pour éviter que de tels accidents ne se reproduisent et pour assurer de manière générale la transparence nécessaire sur les incidents et accidents susceptibles de se produire sur les installations nucléaires de base.

Je vous remercie de bien vouloir me transmettre vos premières conclusions d'ici la fin du mois de mai, et votre rapport final sous trois mois.



Ségolène ROYAL

ANNEXE II : la radioactivité (extraits du site « la radioactivité.com » issu d'une exposition au Palais de la Découverte)

.1 La radioactivité naturelle

Exposés de tout temps à la radioactivité naturelle, les hommes ne soupçonnaient d'ailleurs pas son existence jusqu'au siècle dernier. Ce n'est qu'à partir de 1896, avec la découverte des rayons uraniques par Henri Becquerel, que l'humanité a pris conscience de ces rayonnements et a cherché à en comprendre les multiples origines.

La radioactivité naturelle provient principalement de radioéléments produits dans les étoiles, il y a des milliards d'années. On trouve des traces de ces éléments radioactifs et de leurs descendants dans notre environnement.

Quatre éléments contemporains de la naissance et de la mort des étoiles ont survécu car leurs durées de vie se mesurent en milliards d'années : deux isotopes de l'uranium, l'uranium-238 et l'uranium-235, le thorium-232 et enfin le potassium-40 qui constitue environ un dix millième du potassium naturel.

Les noyaux d'uranium et de thorium qui se désintègrent se transforment par « filiation » en une succession d'éléments radioactifs. On retrouve ces descendants, en équilibre radioactif (c'est-à-dire que pour chacun de ces descendants il s'en forme autant qu'il s'en désintègre), au sein des minerais d'uranium et de thorium. Les plus célèbres sont le radium, et le polonium, identifiés par Pierre et Marie Curie, et le radon en raison de sa part importante dans la radioactivité naturelle. Finalement, au bout de milliards d'années, les noyaux d'uranium et de thorium deviennent des noyaux stables de plomb, après être passés par toute la série de leurs descendants.

La radioactivité naturelle résulte également du bombardement du globe terrestre par des particules de haute énergie en provenance de l'espace : les rayons cosmiques. L'atmosphère et le champ magnétique terrestre servent de bouclier et en réduisent l'importance. Le bombardement des atomes de l'atmosphère génère aussi des éléments radioactifs dont les plus connus sont le carbone-14 et le tritium.

Toutes ces sources de radioactivité naturelle sont modestes et constantes à l'échelle des temps humains. Au total, les effets de l'exposition sont faibles ou bénins, comme en témoigne le foisonnement des espèces vivantes. Lors de l'apparition de la vie sur terre la radioactivité naturelle due à l'uranium était le

double de celle d'aujourd'hui.

Depuis quelques dizaines d'années de nouvelles sources liées à l'activité humaine s'ajoutent aux sources naturelles. La plus importante résulte des soins et traitements médicaux.

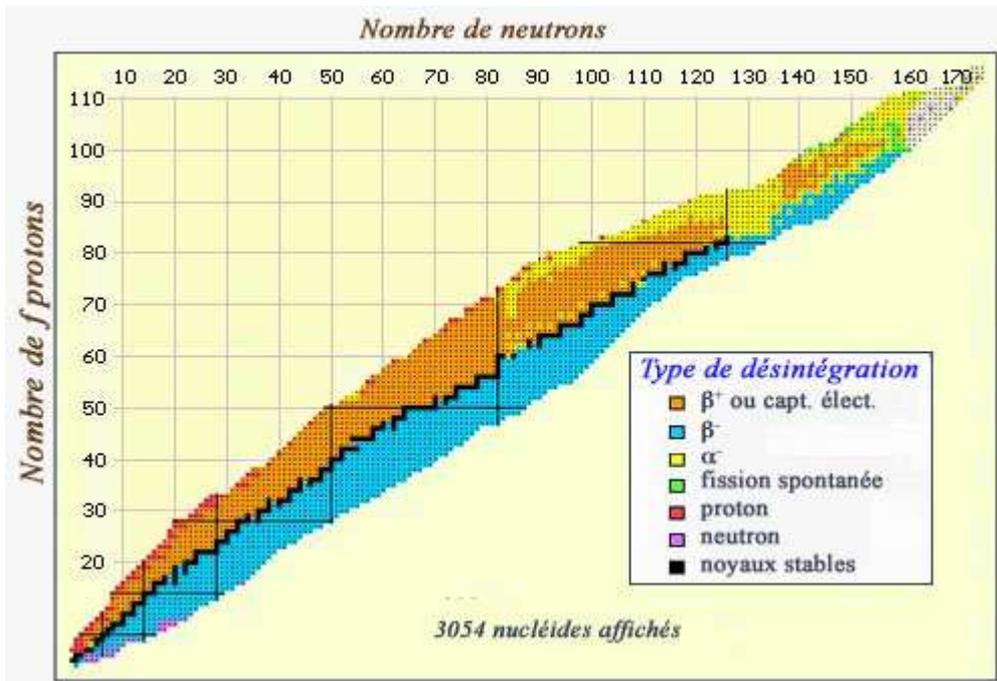
.2 La radioactivité artificielle

La grande majorité des noyaux naturels sont stables. C'est la raison pour laquelle on les observe dans la Nature, les noyaux instables qui sont radioactifs disparaissent avec le temps.



1934 : la radioactivité artificielle
Irène et Frédéric Joliot-Curie dans le laboratoire où ils fabriquèrent au début de 1934 un atome radioactif qui n'existait pas dans la nature : le bombardement d'une feuille d'aluminium par des particules alpha produisait un atome de phosphore qui se désintégraît comme un élément radioactif naturel. En raison de ses innombrables applications, en particulier médicales, la découverte de la radioactivité artificielle eut un grand impact. Son importance fut très vite reconnue. Le prix Nobel de Chimie fut attribué dès 1935 à Irène et Frédéric Joliot-Curie. ©AssociationCurie/Joliot-Curie(ACJC)

3 Les trois rayonnements émis par les noyaux



Carte des modes de radioactivité

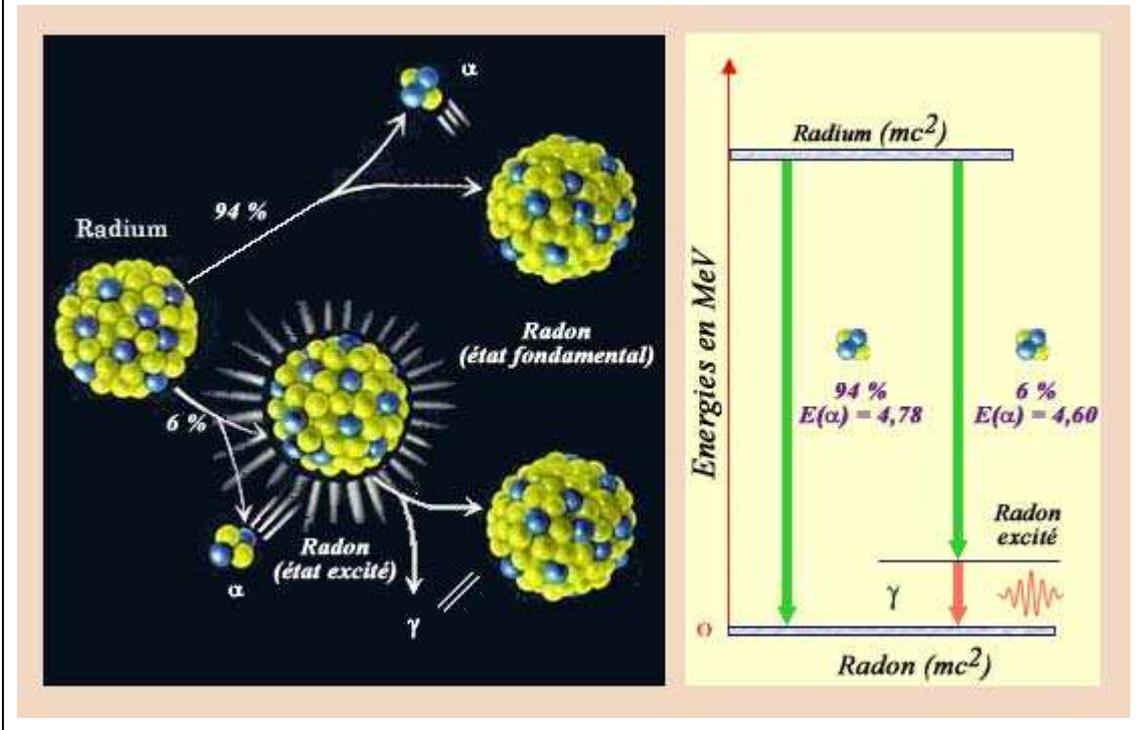
La carte des noyaux est coloriée en fonction des modes de désintégrations. Les noyaux stables, situés au fond de la « vallée de stabilité », sont en noir. Les émetteurs bêta sont situés de part et d'autre cette courbe : les bêta-moins (en bleu) du côté excédentaire en neutrons, les bêta-plus (en orange) du côté excédentaire en protons. La ligne de stabilité se prolonge à droite par une zone où dominent les émetteurs alpha (en jaune). On remarque quelques noyaux très lourds qui subissent des fissions spontanées (en vert) et très loin de la ligne de stabilité une poignée de noyaux émetteurs de protons (en rouge) ou de neutrons (en mauve).

©NUCLEUS

L'habitude d'appeler rayons **alpha, bêta et gamma** les noyaux d'hélium, les électrons ou les photons émis lors de désintégrations radioactives remonte à l'époque de la découverte. Nourris de culture classique, les physiciens étaient alors férus de grec et de latin.

L'appellation est demeurée. La découverte de « rayons » d'origine inconnue émis par des sels d'uranium faisait suite en 1896 à celles d'autres rayons dont on n'avait pas encore élucidé la nature : les rayons X et les rayons cathodiques. Il faudra longtemps pour comprendre l'origine des uns et des autres.

Schéma de désintégration



Les désintégrations alpha, bêta, et gamma font intervenir les forces fortes, faibles et électromagnétiques présentes dans le noyau : le noyau évolue vers un état plus stable en émettant un rayonnement. Les deux principales causes d'instabilité sont un trop grand nombre de nucléons ou un déséquilibre entre les nombres de protons et de neutrons.

Dans le premier cas de la **radioactivité alpha**, le noyau recherche la stabilité en émettant un noyau d'hélium ou particule alpha. Dans le second cas, un proton se transforme en un neutron (ou l'inverse), avec émission d'un électron ou un positon, c'est la **radioactivité bêta**.

La radioactivité **gamma** est une simple désexcitation du noyau, de même nature que l'émission de lumière ou de rayons X par les atomes. Les désintégrations gamma sont généralement instantanées et suivent de très près l'émission de particules alpha ou bêta. En effet, ces émissions laissent presque toujours le noyau dans un état excité.

Les désintégrations alpha et bêta ont en général du mal à se produire. Les durées de vie des noyaux radioactifs sont longues pour les horloges de l'infiniment petit. Elle peuvent l'être aussi pour nous. Certains éléments radioactifs naturels comme l'uranium ou le thorium ont des durées de vie de quelques milliards d'années.

Ces émissions changent la composition du noyau, donc la nature de l'atome.

ANNEXE III : Quelques rappels de physique nucléaire, principes de fonctionnement des réacteurs uranium naturel – graphite – gaz et de la centrale de Saint-Laurent des Eaux, importance des gaines de protection de l'uranium combustible et de la détection de leur rupture

Bref rappel historique :

L'uranium est connu depuis 1841 en étant isolé à partir d'un minerai connu depuis plusieurs siècles en Autriche : la pechblende. Ce n'est qu'en 1896 que la radioactivité naturelle est découverte, puis que le radium et le polonium sont isolés (H. Bequerel, P. et M. Curie).

La physique atomique se développe alors fortement. La structure de l'atome est découverte (H. Rutherford, N. Bohr, L. de Broglie, E. Schrödinger, ...). La radioactivité artificielle, c'est à dire à partir d'atomes (isotopes) ou d'éléments n'existant pas à l'état naturels est mise en évidence entre les deux guerres mondiales (I. et F. Joliot-Curie, E. Fermi, ...).

Les applications militaires puis industrielles sont développées au cours de la seconde guerre mondiale et après celle-ci. Très rapidement, l'importance stratégique de leur maîtrise est identifiée.

Quelques rappels succincts sur la structure atomique :

De façon extrêmement schématique, les atomes sont composés d'électrons répartis inégalement dans l'espace (les orbitales atomiques) autour d'un noyau ; le nombre d'électrons détermine les propriétés chimiques de l'élément. L'atome est essentiellement composé de vide.

Le noyau associe deux types de particules : les protons, chargés positivement et en nombre égal à celui des électrons, et les neutrons qui ne sont pas chargés électriquement. Le nombre de neutrons peut être variable pour un même élément ; cette variation engendre les isotopes.

La radioactivité :

La plupart des noyaux possibles n'est pas stable parce qu'ils comportent un excès ou un déficit (cf. annexe II) de neutrons. Cette instabilité est à l'origine de la radioactivité.

Le noyau diminue son énergie en émettant des particules α (noyaux d'hélium), des rayonnements β^- (électrons suite à la transformation d'un neutron en proton), plus rarement des rayonnements β^+ (positrons suite à la transformation d'un proton en neutron) ou des rayonnements γ (ondes électromagnétiques de très courte longueur d'onde et donc d'énergie élevée) ;

Les réactions de fission, de capture neutronique et la formation d'isotopes artificiels :

Une autre évolution possible des noyaux, naturellement rare, est la fission spontanée qui concerne quelques isotopes des éléments les plus lourds. Un gros noyau se sépare en deux parties, le plus souvent inégales, voire beaucoup moins fréquemment en trois ; des neutrons sont alors émis (l'uranium 235, le plutonium 240, le californium 254 sont naturellement fissiles).

En percutant d'autres noyaux proches, ces neutrons peuvent provoquer de nouvelles fissions et engendrer une réaction en chaîne. Cette fission induite est possible sur un plus grand nombre d'isotopes (l'uranium 235 et le plutonium 239 sont ainsi fissiles³¹) ; elle est beaucoup plus probable avec des neutrons lents dits thermiques qu'avec des neutrons rapides qui sont moins facilement capturés. Dans un réacteur nucléaire, cette réaction de fission en chaîne est maîtrisée en limitant le nombre de neutrons efficaces par la taille et la géométrie des matériaux fissiles (notion de masse critique), en absorbant les neutrons excédentaires avec des éléments chimiques comme le bore et en les ralentissant (rôle du modérateur et des barres de contrôle). Dans une arme nucléaire, cette réaction en chaîne est facilitée et accélérée.

Les éléments chimiques résultant de la fission, appelés « produits de fission », sont eux-mêmes souvent instables et hautement radioactifs, donc dangereux et toxiques.

Seul certains isotopes sont naturellement (spontanément) fissiles ou présentent une fission pouvant être activée par des neutrons « lents ». Il s'agit notamment de l'uranium 235, du plutonium 239, d'autres peuvent connaître une fission induite par des neutrons « rapides » ; ils sont plus nombreux.

³¹ Un plus grand nombre d'isotopes sont susceptibles de fission sous l'impact de neutrons rapide ou de haute énergie. Ils sont dit fissiles (c'est le cas de l'uranium 238, des isotopes du plutonium).

Les neutrons peuvent aussi être capturés et former un nouvel isotope. Celui-ci souvent instable va se désintégrer, soit par radioactivité alpha, soit plus fréquemment par radioactivité bêta, et donner un nouvel élément.

Les réacteurs nucléaires des tranches 1 et 2 de la centrale de Saint-Laurent des Eaux :

Après la victoire, la France a souhaité maîtriser les filières nucléaires, notamment pour se doter de l'arme atomique. Des réacteurs de différents types ont été développés au stade du prototype puis des réalisations industrielles (réacteur à eau lourde de Brennilis en Bretagne, puis une succession de réacteurs graphite-gaz avant de développer, sous licence américaine, la filière à eau pressurisée exploitée actuellement).

Sans entrer dans les détails, un réacteur nucléaire exploite l'énergie engendrée par les fissions engendrées par l'instabilité des noyaux atomiques lourds riches en neutrons évoquée précédemment.

Les particules (neutrons principalement mais aussi électrons et particules alpha résultant de désintégrations radioactives) ou les noyaux atomiques (produits de fissions) émis sont dotés d'une grande vitesse qui se transforme en chaleur par chocs successifs avec les atomes environnants. Si cette chaleur n'est pas évacuée et si le nombre de fissions est important, le combustible nucléaire peut fondre³².

Pour prévenir cette fusion du combustible nucléaire, celui-ci doit être constamment refroidi par un fluide caloporteur (gaz ou liquide) et le flux de neutrons maîtrisé, c'est-à-dire amené à une vitesse adéquate (rôle du modérateur) et limité par des éléments chimiques absorbeurs de neutrons (rôle des barres de contrôle et d'éventuelles injections de bore dans le fluide caloporteur).

Les réacteurs UNGG 1 et 2 de la centrale de Saint-Laurent des Eaux utilisaient de l'uranium naturel comme combustible, du graphite comme modérateur et du gaz carbonique sous pression comme fluide caloporteur.

Les réacteurs à uranium naturel graphite-gaz ou UNGG présentaient plusieurs avantages. Relativement simples à mettre en œuvre, ils ne requièrent pas d'étape d'enrichissement isotopique et permettent de produire du plutonium dont les applications militaires étaient connues et recherchées. Dans une certaine mesure liée à la densité énergétique du combustible non enrichi, ces réacteurs sont sans doute un peu plus faciles à conduire en termes de sécurité. En revanche, il est difficile de dépasser une puissance de quelques centaines de méga-Watt pour des raisons d'encombrement et leur rendement thermodynamique reste relativement modeste.

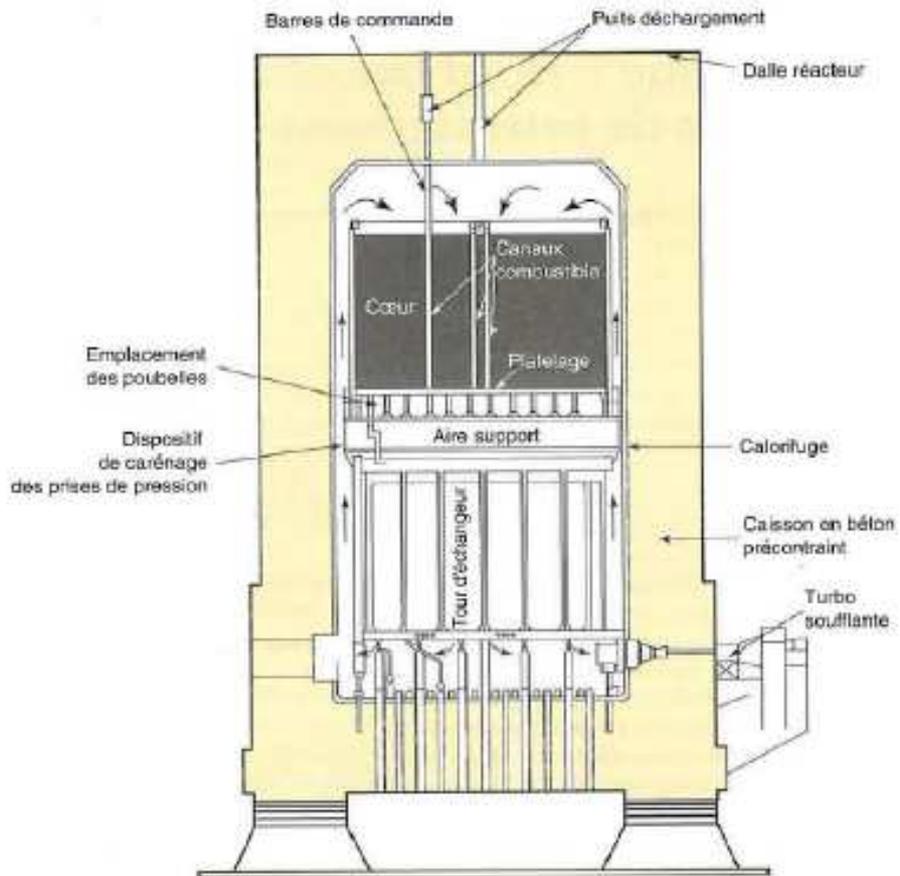
³² Il s'agit d'une fusion métallique, c'est à dire d'une transition de phase, de l'état solide à l'état liquide. Ceci ne doit aucunement confondre avec une fusion nucléaire qui est une réaction (inverse de la fission) où deux noyaux légers fusionnent pour constituer un élément plus lourd.

La France a construit neufs réacteurs UNGG, trois à Marcoule dans le Gard, trois à Chinon en Indre et Loire, deux à Saint-Laurent des Eaux dans le Loir et Cher et un au Bugey dans l'Ain. Cette technologie a été abandonnée en 1969 au profit des réacteurs à uranium enrichi et à eau pressurisée.

Lors de leur construction, ces réacteurs étaient perçus comme au summum technique, supérieurs aux réalisations nord-américaines ou britanniques :

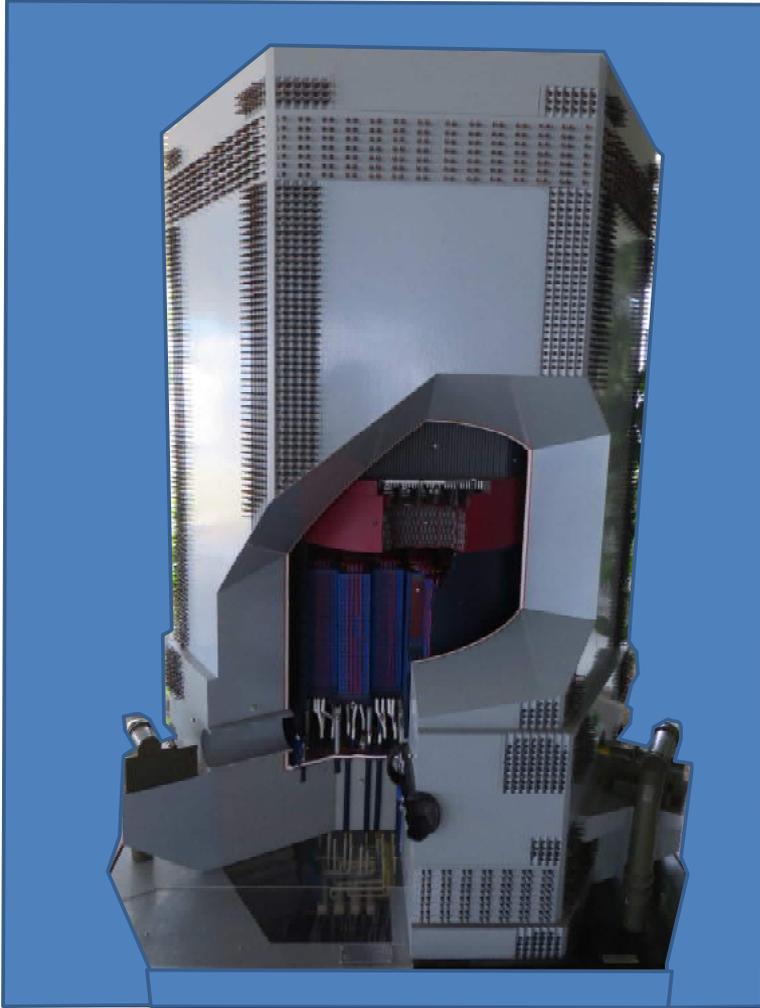
1. le caisson en béton précontraint des UNGG de Saint Laurent des Eaux, englobant le réacteur et les échangeurs permettait en cas d'accident de confiner le gaz et d'attendre (notamment pour bénéficier de la décroissance rapide d'une partie de la radioactivité des produits de fission et organiser la filtration des gaz),
2. le fluide était du gaz carbonique et non de l'hélium (coûteux) ou de l'air (risques d'oxydation et de combustion interne),
3. le chargement était assuré en marche grâce à une machine automatisée (à cartes perforées).

Le schéma et les photographies suivantes permettent de comprendre la structure générale des réacteur UNGG de Saint-Laurent des Eaux et l'ampleur des dispositifs. Le réacteur avec le combustible surmontait les échangeurs de température, ce qui simplifiait le dispositif de chute des barres de régulation/arrêt automatique et les opérations de chargement/déchargement mais non le refroidissement assuré par quatre turbosoufflantes.



Réacteur de la centrale de Saint-Laurent-des-Eaux, coupe verticale

Le caisson en béton précontraint est une structure particulièrement massive.



Cette conception a, fort heureusement, prouvé son intérêt lors des accidents de 1969 et 1980.

L'importance des gaines protégeant le combustible et de la vérification de leur intégrité :

Pour contenir les produits de fissions nécessairement engendrés et dont la dispersion est redoutée, le combustible est entouré d'une enveloppe ou **gaine** (barrière primaire), le circuit du fluide caloporteur est fermé (barrière secondaire), le réacteur est lui-même inclus dans une enceinte de béton (barrière tertiaire).

Cette **gaine** possède un rôle essentiel et la question de son intégrité est récurrente tout au long du rapport. Sa rupture engendre immédiatement la libération de produits de fission dans le réacteur dont des gaz rares très radioactifs mais de période courte (argon, xénon, krypton) et rend l'uranium susceptible d'attaques chimiques par l'oxygène (formation d'oxydes) ou par l'hydrogène (formation d'hydrures). L'oxygène et l'hydrogène peuvent provenir de pollutions du gaz de refroidissement ou du gaz carbonique lui-même (CO₂) ou des traces d'eau (H₂O) qu'il contient, d'où l'importance des opérations de dessiccation pour éliminer cette eau.

Les éléments combustibles, au nombre de 44 010 (soit environ 440 t d'uranium) étaient empilés par 15 dans des canaux (tubes) de graphite (2934) dans lesquels circulait le gaz carbonique. Les canaux étaient suivis par deux dispositifs de contrôle : un thermocouple pour surveiller la température en sortie et une mesure de la radioactivité par sondes (scintillateur-amplificateur) dont l'élévation indique un endommagement de la gaine d'un ou plusieurs éléments combustibles (par libération des produits de fission, Xénon et Krypton).

De façon plus exacte, ces équipements de mesure étaient partagés, certains canaux dont celui accidenté en 1969 ne disposaient pas de thermocouple. Notamment, les gaz étaient prélevés sous chaque canal, puis regroupés par « ligne » de 8 ou par « colonne » de 8 d'une même « matrice » (certaines matrices comportaient moins de 64 canaux en raison de la géométrie cylindrique du réacteur) et envoyés sur des analyseurs-détecteurs de radioactivité en nombre limité. Chaque canal correspondant à l'intersection d'une ligne et d'une colonne déterminées était identifié. Les « matrices » étaient regroupées en 9 zones dont la scrutation (effectuée en parallèle et durant 1mn par ligne ou par colonne) prenait 48 mn pour chacune. Ainsi chaque canal était périodiquement analysé toutes les 48 mn. Cette scrutation était adaptée pour détecter les ruptures de gaine lente.

En cas de rupture de gaine brutale, du fait du recyclage du CO₂, différents détecteurs mesuraient simultanément une radioactivité excessive. Le dépassement d'un seuil de sécurité pour quatre d'entre eux (sur 17) déclenchait la chute des barres et l'arrêt du réacteur.

En 1969, il a été conclu que l'observation plus minutieuse du canal en chargement/déchargement et dans une moindre mesure une détection générale de rupture de gaine au niveau des turbosoufflantes aurait permis une détection un peu plus précoce [EdF 30 054]. Des suites positives semblent avoir été données.

En 1980, la double détection de rupture de gaine générale (DRGG) était mise en place en utilisant les détecteurs scrutant les canaux (DRGG fonctionnelle) ou d'autres prélevant le gaz dans le circuit général (DRGG autonome) ; malencontreusement le 13 mars, ce dernier dispositif était indisponible car en cours d'entretien. Le déroulé de l'accident du 13 mars 1980 confirme aussi que le canal à charger F05 M19 C20 avait été bien mis sur suiveur (des détecteurs de radioactivité surnuméraires) permettant sa scrutation continue [DSN 363] mais c'est le F05 M19 C14 qui a été accidenté.



Un élément combustible dans sa chemise en graphite



Photographie correspondant a priori à l'accident de 1969

Source EDF

ANNEXE IV : communications entre EdF et les autorités de contrôle de 1980 à 1994 au sujet des émetteurs alpha

date	de	à	Contenu clef
1/12/1980	SCSIN	EDF	<p>Constata la présence de strontium 90 dans la Loire</p> <p>...</p> <p><i>« L'arrêté d'autorisation de rejets liquides ... précisera, comme pour les autres centrales, que les rejets liquides ne doivent en aucun cas ajouter d'émetteurs alpha à l'environnement. Or nous constatons fréquemment, depuis près de quatre ans, la présence d'émetteurs alpha d'activités variant de 1000 pCi/l à 30 000 pCi/l »</i></p>
16/1/1981	EDF	SCSIN	<p>Mentionne l'origine possible des rejets :</p> <p><i>« Il apparaît d'ores et déjà que les deux principales sources d'effluents sont :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • L'eau recueillie lors de la régénération des dessiccateurs de gaz carbonique, qui contient du tritium et du soufre 35 ; • L'eau provenant de l'épuration des eaux des piscines de stockage du combustible irradié et qui contient des émetteurs alpha. Ces derniers proviennent de la pollution des gaines du combustible et des chemises de graphite et surtout de ruptures de gaine en piscine et de la contamination apportée par les châteaux de transport. L'accident du réacteur de LSA2, en augmentant la pollution de la charge de combustible, ne peut que rendre le problème encore plus critique. <p>Il faut noter par ailleurs que l'éclatement d'un conteneur dans lequel se trouvait un élément combustible rupté en avril 1980 dans la piscine de stockage de SLA2 est à l'origine d'une augmentation sensible de l'activité rejetée au cours de cette année. »</p> <p>...</p> <p>Conclut :</p> <p><i>« Il reste donc beaucoup à faire sur le problème des émetteurs alpha et aucune solution simple n'est en vue. »</i></p>
20/1/81	SCSIN	EDF	<p>Demande quand le sujet sera résolu.</p>
19/3/81	EDF	SCSIN	<p>Estime qu'il ne sera résolu <i>« dans le meilleur des cas »</i>, qu'en 1982</p>
17/7/1981	SCSIN	EDF	<p>Demande que les travaux <i>« aboutissent pour le 1^{er} janvier 1982. »</i></p> <p>Souligne :</p> <p><i>« En effet, les analyses effectuées par mon service dans l'eau de la Loire en aval immédiat de votre centrale mettent toujours en évidence des activités en strontium 90 non négligeables et qui semblent croître depuis mars 1980.</i></p>

			<i>En attendant la réalisation de ce nouveau traitement, il y a lieu de doser le strontium 90 systématiquement ... et de prévoir une dilution la plus grande possible par étalement de vos rejets. »</i>
30/9/1981	EDF	SCSIN	Présente une solution consistant en l'installation d'un « évaporateur Kestner ». Signale : « <i>il ne semble pas que l'installation puisse être mise en service avant l'été 1983</i> »
6/11/1981	SCPRI	EdF	« <i>Je vous donne mon accord sur la solution proposée pour l'amélioration du traitement des effluents liquides de la centrale « A » qui devra être mise en application le plus rapidement possible.</i> »
17/12/1981	EdF	SCPRI	« <i>Nous vous tiendrons informé de l'avancement des travaux de la nouvelle installation de traitement des effluents de la tranche A.</i> »
4/05/1982	EdF	SCPRI	Indique que les études de principe sont bien avancées. Signale : « <i>l'activité alpha totale rejetée n'est pas nulle. Il n'est pas possible d'envisager d'amélioration sensible de la situation tant que l'installation de traitement ne sera pas opérationnelle, sauf à pouvoir mettre en œuvre la solution proposée ci-après</i> » (il s'agit d'évacuer les 600m3 annuels d'effluents liquides par la route vers Saclay, qui les traiterait).
6/7/1982	SCPRI	EDF	Manuscrit. Envisage de fixer, de manière temporaire, à 10mCi par an le plafond de « <i>l'activité totale ajoutée annuellement dans la Loire</i> » par des émetteurs alpha
20/7/1982	SCPRI	EDF	Manuscrit. Fixe, jusqu'au 31 déc 83 (« 2 » raturé en rouge par une écriture différente), à 10mCi par an le plafond de « <i>l'activité totale ajoutée annuellement dans la Loire</i> » par des émetteurs alpha + conditions de dilution. Conclut « <i>je vous demande de prendre toutes les dispositions pour que la mise en route industrielle de l'installation de traitement des effluents liquides des tranches UNGG intervienne le plus tôt possible avant la date limite du 31/12/1983.</i> »
30/09/1983	SCPRI		CR d'entretien téléphonique. Le projet initialement prévu (évaporateur) a été refusé par la direction de l'EdF car trop cher (36 millions de francs) solution non rentable car activité rejetée en alpha trop faible (environ 4 mCi pour les 8 premiers mois de 1983), de plus, la durée de fonctionnement des tranches « A » est peut être plus courte que prévue (étude du service central de sûreté en cours, décision d'ici quelques mois). ... M Leblond n'avait pas repris contact avec M Pellerin car il n'était pas sûr de la solution adoptée.
30/11/1983	SCPRI	EDF	« <i>Suite à notre entretien téléphonique d'octobre dernier, vous demande de me transmettre au plus tôt le rapport annoncé sur dispositions proposées pour traitement des effluents liquides de SLA.</i> <i>Vous rappelle situation actuelle non conforme à la réglementation en vigueur.</i> »

1/12/1983	EdF	SCPRI	Indique que des actions sont en cours pour réduire les rejets, faute de les avoir éliminés. Propose une autre solution qui consiste à neutraliser les effluents et à les évacuer par citerne vers l'évaporateur de la centrale B
24/1/1984	SCPRI	EDF	Accord <i>« vous rappelle que régularisation des rejets de votre centre doit intervenir au plus vite. Dernière limite acceptable 1/6/1985, sinon, je serai dans obligation de demander arrêt des rejets en cause. »</i>
27/1/1984	EdF	SCPRI	Décrit les actions en cours pour réduire les effluents .
19/3/1984	EdF	SCSIN	<i>« suite à votre telex du 14/3/1984 j'ai pris bonne note de votre accord pour la réalisation de l'essai de traitement des effluents de la centrale A sur les installations de la centrale B, cet essai commence ce jour. »</i> ... <i>« les réserves importantes que vous avez exprimées sur mes propositions rendent incertain le respect des délais. Aussi, afin d'apporter tous les compléments souhaités, ainsi que les résultats de l'essai prévu, je vous propose d'organiser le 29 mars 1984 une réunion avec vos représentants et ceux de l'IPSM DAS ».</i>
29/3/1984	EdF	SCPRI et SCSIN	Résultats d'essai.
10/4/1984	SCPRI	SCSIN	Souhaite connaître « l'essentiel de vos réserves éventuelles ».
12/4/1984	EdF		Modalités de transfert des effluents de SLA vers SLB.
20/4/1984	EdF	SCSIN (copie SCPRI)	Fait le bilan des essais et répond aux inquiétudes du SCSIN qui paraissent porter sur une saturation de l'évaporateur de SLB.
7/5/1984	SCSIN	EdF (copie SCPRI)	accord
16/5/1984	EdF		Bilan des essais : « confirme la validité de la solution proposée ».
7/1/1985	EdF	SCPRI	Signale que pour mettre en place la nouvelle solution, l'art 5 de l'arrêté d'autorisation des rejets d'effluents liquides doit être modifié (stipulait « tous les effluents liquides des tranches A1, A2 de la centrale nucléaire de Saint-Laurent des Eaux doivent aboutir dans les eaux de refroidissement des condensateurs de ces tranches. » ³³
27/3/1985	EdF	SCPRI	Transmet le dossier du « système élémentaire TEL »
2/4/1985	SCPRI	EdF	Annonce une visite le 11 avril
16/4/1985	SCPRI		CR de cette visite P1 : « la situation qui nous a été présentée, tant sur le plan technique que sur celui des délais de réalisation me paraît satisfaisante. A compter du 1 ^{er} juin prochain tous les effluents de SLA seront traités et par conséquent le site de Saint-Laurent des Eaux ne sera plus en infraction par suite du rejet d'émetteurs alpha » ; P4 : historique des événements.
23/5/1985	EdF	SCPRI	Rappelle les résultats des essais et demande à mettre en place une

³³

Cette modification réglementaire ne semble jamais avoir été réalisée.

			« expérimentation » de un an.
31/5/1985	SCPRI	EdF	Accord
28/6/1985	EdF	SCPRI	Transmet la procédure de transfert des effluents de SLA vers SLB
18/7/1985	EdF	SCPRI	Le premier transfert a eu lieu
24/1/1986	EdF	SCPRI	Premier bilan semestriel
8/7/1986	SCPRI	EdF	Demande un bilan pour renouveler l'autorisation expérimentale de un an.
11/7/1986	EdF	SCPRI	Second bilan semestriel et demande accord pour poursuivre
30/7/1986	SCPRI	EdF	Demande pourquoi les effluents bruts sont moins actifs que les effluents neutralisés ³⁴
31/7/1986	EdF	SCPRI	« nous pensons que les principaux problèmes de mesure de l'activité des effluents sont liés à la décantation dans les bûches et à la solubilité des divers radio éléments en fonction de leurs caractéristiques chimiques. »
4/8/1986	SCPRI	EdF	Accord pour poursuivre jusqu'au 31/12/1986
6/11/1986	EdF	SCPRI	P2 l'efficacité du brassage du bac TEL est nettement supérieure à celle des bacs GOiRV et semble être la seule explication de l'élévation systématique (facteur 3 à 4) de la mesure d'activité alpha dans le bac TEL par rapport aux bacs GOiRV ³⁵
10/12/1986	SCPRI	EdF	« je note que les campagnes de traitement des effluents des tranches A par la centrale B effectuées de juin à octobre 1986 confirment l'efficacité de l'opération vis-à-vis des émetteurs alpha notamment puisque les distillats présentent une activité alpha pratiquement négligeable. »
12/12/1986 lettre	EdF	SCPRI	Demande autorisation de poursuivre
23/12/1986	SCPRI	EdF	Accord pour poursuivre jusqu'au 31/12/1987
15/1/1987	EdF	SCPRI	Mode opératoire particulier dû à la période de grand froid
16/1/1987	SCPRI	EdF	OK
5/6/1987	EdF	SCPRI	Prochaine campagne de traitement en septembre 1987
8/7/1987	EdF	SCPRI	Procédure de transfert des effluents liquides de SLA vers SLB
13/1/1988	EdF	SCPRI	Transmet les résultats de l'année 1987 et demande l'autorisation de poursuivre
16/2/1988	SCPRI	EdF	« A titre exceptionnel j'autorise la reprise du traitement et du rejet des effluents liquides de la centrale SLA par les installations de SLB jusqu'au 31/12/1988, étant entendu que la reconduction éventuelle de cette autorisation devra être demandée avant le 10 décembre prochain accompagnée du dossier et des justificatifs appropriés. ... par ailleurs les essais et les vérifications en vue d'expliquer les différences observées, pour certaines campagnes, entre les activités des effluents bruts et les effluents neutralisés doivent être poursuivis, la situation actuelle n'étant pas satisfaisante. »
24/6/1988	EdF	SCPRI	Résultats des mesures
7/12/1988	EdF	SCPRI	Résultat des mesures. Résultats d'analyse qui n'expliquent pas les

³⁴ Cette question, loin d'être inintéressante, paraît n'avoir jamais reçu de réponse convaincante.

³⁵ Ce qui suggère qu'une centrifugation efficace aurait pu être une première réponse.

			hétérogénéités antérieures mais permettent d'éliminer une cause (les matériels équipant les différents laboratoires donnent des résultats comparables, à 20% près). Demande l'autorisation de poursuivre.
20/12/1988 télex	EdF	SCPRI	Compléments de résultats de mesure
20/12/1988 télex	SCPRI	EdF	Autorisation de poursuivre un an
20/2/1989	EdF	SCPRI	Procédure de transfert des effluents liquides de SLA vers SLB
11/7/1989	EdF	SCPRI	Résultats des campagnes
14/12/1989	EdF	SCPRI	Résultat des campagnes et demande de poursuivre
20/12/1989	SCPRI	EdF	Autorisation de poursuivre un an
29/12/1989	EdF	SCPRI	précisions
9/1/1990	EdF	SCPRI	Pas de campagne au 1 ^o semestre
14/12/1990	EdF	SCPRI	Résultat des campagnes et demande de poursuivre
21/12/1990	SCPRI	EdF	Autorisation de poursuivre un an
18/12/1991	EdF	SCPRI	Résultat des campagnes et demande de poursuivre
23/12/1991	SCPRI	EdF	Autorisation de poursuivre un an
15/7/1992	EdF	SCPRI	Résultats des campagnes
23/12/1992	EdF	SCPRI	Résultat des campagnes et demande de poursuivre
29/12/1992	SCPRI	EdF	Autorisation de poursuivre un an
28/6/1993	EdF	SCPRI	Résultats des campagnes
29/12/1993	EdF	SCPRI	« dans l'attente du décret de mise à l'arrêt définitif de la centrale A », demande autorisation de poursuivre.
29/12/1993	SCPRI	EdF	En réponse à votre telex , je vous autorise à poursuivre en 1994
13/1/1994	EdF	SCPRI	Résultat des campagnes de 1993
25/1/1994	EdF	SCPRI	Tableau corrigé
17/8/1994	EdF	SCPRI	Résultats des campagnes
30/8/1994	EdF	SCPRI	Tableau corrigé (là où il était écrit « activité totale », il fallait lire « activité alpha totale »)
19/1/1994	EdF	SCPRI	Depuis le début du second semestre, nous n'avons pas réalisé d'opérations de transfert et de traitement sur les installations de la centrale B ³⁶

³⁶ Il n'y aura jamais eu a priori de régularisation et l'installation de traitement des rejets aura fonctionné près de neuf ans « à titre expérimental ».

Année 1980

15/16 Mars

Centre - ouest

NUCLÉAIRE

L'UNITÉ N° 2 DE LA CENTRALE A DE SAINT-LAURENT-DES-EAUX ARRÊTÉE A LA SUITE D'UN INCIDENT

Blais — Un « incident » dont la nature n'a pu encore être déterminée est survenu jeudi en fin d'après-midi à la centrale nucléaire de Saint-Laurent-des-Eaux (Loir-et-Cher), dite centrale de Saint-Laurent-A. Vers 18 h, l'unité numéro 2 de la centrale (filère graphite-gaz) a dû être mise à l'arrêt.

Cet incident a, selon le communiqué publié hier matin par la direction de la centrale, « provoqué une augmentation importante de la radioactivité dans le circuit primaire de refroidissement de cœur du réacteur ». Le « confinement » de ce circuit étant « normalement assuré », aucune extension de la radioactivité à l'extérieur du cœur du réacteur n'est à craindre.

Actuellement, les responsables de la centrale de Saint-Laurent n'ont « pas pu établir de façon précise » les causes ni la nature de l'incident. Hier, en fin d'après-midi, ils « envisageaient les moyens d'investigation selon les méthodes de travail habituelles pour localiser l'incident dans le réacteur », avant de pouvoir

expliquer ce qui s'est passé et prendre les mesures nécessaires à la remise en marche de la centrale.

Il est impossible de dire combien de temps durera l'arrêt du réacteur, qui a pour conséquence l'interruption de la production de 90 % de l'électricité fournie par Saint-Laurent-A. La direction dit que c'est « une affaire de jours », mais dans le communiqué diffusé, explique que « la date de remise en service de cette unité ne peut encore être déterminée ».

Le personnel, auquel aucune explication précise n'a été donnée, a vaqué normalement à ses occupations hier matin, et se trouvait comme à l'habitude en congé hier après-midi.

La commission départementale d'information sur le fonctionnement des centrales nucléaires de Saint-Laurent-des-Eaux, mise en place voici quelques semaines par le préfet de Loir-et-Cher, a décidé de se réunir mercredi prochain pour se pencher sur le problème.

Certains observateurs, en appréhendant l'incident, survenu à

Saint-Laurent, ont immédiatement fait le rapprochement avec ce qui, en 1968, s'est passé après la mise en service du premier réacteur de la centrale. Avant d'être mis en service pendant un an, ce réacteur a dû être arrêté à deux reprises avec toute la complexité qui s'ensuit. A la verticale de ce problème, la « chronologie des événements » a été cette fois-ci différente de celle de 1968.

Toutefois, selon certains renseignements qui ne sont pas confirmés officiellement, il se pourrait que certains radars et autres boîtes, entraînant comme il y a eu case aria, la casse de barres d'uranium.

Rappelons que les deux unités de la centrale de Saint-Laurent-A ont été mises en service en 1969 et 1971. Elles ont une puissance maximale de 500 000 kW. Le combustible utilisé dans ces réacteurs est l'uranium naturel dont le refroidissement est assuré par du gaz carbonique sous pression.

La centrale de Saint-Laurent-B entrera en service au moins d'un an.

Après l'incident à la centrale de Saint-Laurent-des-Eaux

Le rapport de la commission départementale d'information

Blois. — A la suite de l'incident technique survenu le 13 mars dernier à la centrale électronucléaire « A » de Saint-Laurent-des-Eaux, la commission départementale d'information sur le fonctionnement des centrales nucléaires s'est réunie le mercredi 19 mars, sous la présidence de M. Kléber Loustau, président du conseil général de Loir-et-Cher.

Après avoir rappelé que l'incident en cause était dû à une déformation de gaine d'éléments combustibles (uranium naturel), ainsi mis au contact du gaz carbonique chargé de refroidir ces mêmes combustibles, M. Kléber Loustau a tout d'abord demandé à M. Jean Labusnière, directeur du cabinet du préfet de Loir-et-Cher, de bien vouloir choisir aux membres de la commission les mesures prises immédiatement par l'administration pour prévenir d'éventuels risques de pollution radioactive.

M. Labusnière a indiqué que moins d'une heure après avoir eu connaissance de cet incident, les autorités compétentes avaient été prévenues.

Ainsi mis en place, ce dispositif d'alerte devait permettre de faire face rapidement aux conséquences que pourrait avoir cet incident sur l'environnement, bien qu'aucun risque réel de rejet radioactif gazeux ne soit apparu à un moment quelconque de ce même incident.

M. Kléber Loustau a ensuite demandé à M. Guy Malhouitre, directeur de la centrale nucléaire « A » de Saint-Laurent-des-Eaux, d'exposer les causes et les circonstances de cet incident, ainsi que les mesures prises pour remettre en fonction le réacteur stoppé de la centrale « A ».

Arrêt automatique du réacteur

M. Malhouitre a donné les précisions suivantes :

La centrale de Saint-Laurent « A » comporte deux unités de production mises en service en 1969 et 1971, d'une puissance électrique de

radioactivité du gaz carbonique n'a induit à la clôture de la centrale qu'un débit de dose de l'ordre de 1/100 de celui engendré par le port d'une montre lumineuse.

L'ensemble des informations connues à ce jour et les conclusions qui l'on peut en tirer, tendent à indiquer que l'incident de 1980 est moins sévère que celui survenu en 1969 sur la tranche n° 1.

Les dispositions prises jusqu'à présent consistent :

— L'assurance de la continuité du confinement afin d'éviter le rejet dans l'atmosphère, d'effluents radioactifs gazeux.

— La surveillance continue de l'activité du gaz carbonique et de l'ensemble des installations de l'unité n° 2.

L'activité du gaz carbonique diminue régulièrement en raison de la décroissance naturelle des éléments présents dans le gaz, dont la durée de vie est relativement courte.

Aucun rejet radioactif volontaire n'a été effectué vers l'extérieur sur cette tranche. Ce rejet ne pourra pas être entrepris tant qu'il existe un écart entre le résultat des mesures effectuées sur les paramètres nucléaires caractéristiques, et les valeurs limites d'autorisation de rejet correspondantes.

Il est encore trop tôt pour donner une explication complète de l'étendue du défaut résultant de cet incident. L'hypothèse la plus vraisemblable, retenue actuellement, concerne la rupture de la gaine d'un ou de plusieurs éléments combustibles, responsable de cette augmentation de la radioactivité. Un manque de débit du gaz carbonique de refroidissement pourrait être à l'origine de cette rupture de gaine et s'expliquer par une obturation importante du canal par un corps étranger.

Expertise télévisuelle du réacteur

Le programme des jours prochains prévoit l'expertise du bras de chargement du dispositif principal de manutention de façon à contrôler la présence de tous les éléments

Après cet exposé, M. Guy Malhouitre a bien voulu répondre à diverses questions.

Après avoir précisé que la prochaine réunion de la commission d'information sur le fonctionnement des centrales électronucléaires de Saint-Laurent-des-Eaux se tiendra le 22 avril, M. Kléber Loustau demandait à M. Malhouitre qu'à cette prochaine occasion soient communiqués aux membres de la commission les résultats des investigations en cours sur le réacteur en panne.

UN COMMUNIQUÉ DE LA SECTION DE BLOIS DU P.S.U.

Pour la seconde fois en un mois, un « incident » s'est produit à la centrale nucléaire de Saint-Laurent. Le premier, en février, n'a, semble-t-il, eu aucune conséquence durable. Le second, concernant le 2e réacteur, est, quant aux résultats, le même qu'en 1969. Cela signifie un arrêt complet du réacteur et son déchargement pour déterminer les causes de la brusque et grave élévation de radioactivité constatée dans l'écoulement de confinement. Les questions, elles aussi graves, se posent alors. Qui va décider d'envoyer dans l'atmosphère les 100 tonnes de gaz confiné dans le réacteur ? Quelle efficacité ont les filtres à travers lesquels il passera ? Les normes de rejets sont-elles fixées à un niveau tel que tout danger soit absolument écarté ? Quelle confiance peut-on avoir en une installation dont on nous vante la fiabilité, mais qui connaît en dix ans deux accidents suffisamment graves pour justifier un arrêt prolongé de son fonctionnement (un an en 1969 pour Saint-Laurent « AII » ? Ou en septembre avec Saint-Laurent B, dont un certain nombre de pièces présentent des « fissures » avant la mise en service et qui, avec les réacteurs PWR, doit être considéré comme « fragile » que Saint-

Le combustible utilisé dans les réacteurs est l'uranium naturel, refroidi par du gaz carbonique sous pression. Ce combustible est constitué par des tiges de uranium d'environ 60 cm de long, recouvertes d'une gaine en alliage de magnésium, munies d'ailettes destinées à améliorer le refroidissement.

Chaque élément combustible est logé dans une chemise de graphite, l'espace annulaire compris entre la gaine et la chemise permettant la circulation du gaz carbonique. Quinze éléments combustibles remplissent les vides sur les autres forment un cœur ; le réacteur, dans son ensemble, en comprenant plus de 3.000. Le renouvellement de ces éléments combustibles s'effectue alors que le réacteur est en marche, à l'aide d'une machine automatique, appelée dispositif principal de manipulation (D.P.M.).

Le jeudi 13 mars, alors que l'unité n° 2 était à une puissance électrique de 450 MW, en situation stable, le dispositif principal de manipulation s'appuyant à renouveler le combustible d'un canal, une augmentation très rapide et importante de la radioactivité du gaz carbonique de refroidissement a été observée. Les systèmes de sécurité en service, surveillant l'activité du gaz, ont provoqué l'arrêt automatique du réacteur.

L'intégrité du circuit n° 2, à aucun moment, été mise en cause. De ce fait, le confinement du circuit primaire et de la radioactivité qu'il contient sont assurés.

1.000 fois plus que la normale

L'augmentation de la radioactivité à 0,65 du moment de l'incident, de l'ordre de 1.000 fois la valeur habituelle en exploitation normale. Toutefois cette augmentation de la

concentration en ^{131}I a été observée, en se détachant, par un effet de la cause de l'élévation de la radioactivité dans les gaz de refroidissement du réacteur.

Lorsque les conditions de refroidissement sont normales, le gaz carbonique du circuit sera saturé et n'acquerra plus de radioactivité.

Quant à l'absence de radioactivité dans les gaz de refroidissement, elle est due à la mesure du gaz, et les résultats sont en accord avec les données de la mesure de la radioactivité dans le gaz de refroidissement avant l'incident du 13 mars. La suite d'exploitation de l'unité est en cours.

AUX ASSISES D'INDRE-ET-LOIRE

Réclusion à perpétuité pour le magasinier d'Amboise meurtrier d'une septuagénaire

Tours. — M. Gérard Trompet, 30 ans, un magasinier d'Amboise, a été condamné jeudi, à Tours, à la réclusion à perpétuité par les Assises d'Indre-et-Loire.

Les jurés ont suivi l'avis de l'avocat général. Celui-ci avait préconisé que, selon le Code pénal, trois articles concernant la peine de mort étaient applicables.

Trompet avait, le 24 septembre 1978, attiré dans un guet-apens une septuagénaire, Mme Pottier, qui gardait toujours ses économies dans son sac à main. Le cadavre de la victime fut retrouvé le 24 septembre, dans la forêt d'Amboise, à moitié calciné. Pendant cinq semaines, personne ne s'était étonné de

l'absence de la victime dans sa maison pendant six semaines qu'on venait la chercher pour aller à Amboise.

Lors de l'enquête, Trompet reconnut avoir emporté la victime par le toit, s'étant cognée la tête contre un arbre. Devant le juge, il l'avait alors nié.

Mardi, lors de la première journée d'audience, l'accusé était revenu sur ses déclarations et affirmé qu'il était avec un complice qui avait tué Mme Pottier. La défense a estimé que cette présentation des faits n'était pas invraisemblable, et regrette que le complément d'information demandé ait été refusé par le tribunal.

Concours départemental de bobote des A.C.P.G. et C.A.T.M.

Année 1980

24 mars - Repris dans la république du centre Loir-et-Cher

Un problème important : le rejet de l'iode

Après les précisions données par M. Malouitre (voir notre édition du vendredi 21 mars) à la commission départementale d'information sur le fonctionnement des centrales nucléaires, à la suite de l'accident survenu le jeudi 13 mars, à la première tranche de Saint-Laurent A, diverses questions ont été posées par les membres de la commission au directeur de la centrale.

Détection de rupture

Question : Y a-t-il eu incendie dans les canaux ?

Réponse : L'analyse des informations disponibles montre qu'il n'y a eu aucun incendie de canal.

Q : On a parlé de système de détection de rupture de gaines après l'accident. Qu'en est-il ?

R : Il existe, dans un réacteur du type de la centrale de Saint-Laurent A, plusieurs systèmes de surveillance de l'activité du gaz, la raison d'être de ces dispositifs de surveillance étant de détecter et d'entretenir contact entre l'uranium et le gaz carbonique.

Le premier système très localisé permet d'obtenir une information précise quant à la localisation du canal en rupture de gaine. Ce système réalise une analyse du gaz

deux d'un même canal toutes les vingt-quatre heures.

En cas d'accident local, tel que celui qui a affecté l'axe 1 numéro 2, ce système localisé ne peut réagir assez rapidement pour valider le panne. C'est pourquoi, le second système double le premier. Cette seconde détection de rupture de gaines assure un traitement de l'ensemble des signaux émis par le premier système et procure l'arrêt du réacteur lorsque quatre canaux doivent être surveillés au cours d'une minute.

Enfin, un troisième système autonome, assure des prélèvements continus de gaz et renforce, en les complétant, les deux dispositifs précédemment décrits.

Les consignes approuvées par le service central de sûreté des installations nucléaires prévoient que parmi les deux systèmes :

- Le second système (détecteur de rupture de gaine fonctionnant)

- Le troisième système (détecteur de rupture de gaine autonome)

L'un des deux est toujours en service lorsque le réacteur est en marche, ce qui était le cas lors de l'accident.

Déjà des problèmes en février

Q : Quels sont les incidents du réacteur de Saint-Laurent dans le domaine antécédents ?

R : Il n'y a pas les réacteurs ni pour répondre à votre question.

Q : Mais sur la tranche numéro 2, en février, il y a eu des problèmes ?

R : C'est vrai qu'au mois de février, il y a eu des éléments combustibles qui ont donné lieu à des ruptures de gaines. Ce problème est en cours de solution puisque la tranche numéro 2 est reprise et que l'on évacue les derniers éléments nucléaires.

Q : L'installation, au-delà d'incident dans le canal, ne présente-t-elle pas des signes de vieillissement ?

R : Sa réponse est formellement non. Les incidents survenus récemment sont sans corrélation entre eux.

Q : Vous avez mentionné que le gaz carbonique contenait une violence. Qu'en est-il en fait ?

R : Le gaz carbonique contenu dans le circuit primaire doit être rejeté dans l'atmosphère, les normes de ces rejets ayant été préalablement discutées et admises par le service central de protection des rayonnements ionisants. Selon les types d'émission et le caractère propre de chacune des substances à rejeter, des concentrations maximales admissibles vis-à-vis du public sont définies et publiées par le centrale sous la forme d'un arrêté fixant les normes de rejets à respecter.

La quantité de gaz carbonique à rejeter à la suite de l'accident survenu le 13 mars est de l'ordre de 100 000 m³ à pression atmosphérique, mais ces rejets s'effectuèrent de manière contrôlée et, en tous les cas, au travers de

des procédures strictement approuvées.

Pour ce qui est de l'efficacité des de l'ordre de 95 à 98 %.

Q : Y a-t-il du strontium, des isotopes alpha ?

R : Oui, il y a du strontium, du césium, du krypton de l'argon, des isotopes alpha. Les isotopes alpha ne sont pas dangereux puisqu'ils restent liés à un atome, même arrêté par la peau ou une feuille de papier. Toutefois, il ne faut pas les inhaler ou les ingérer. La concentration maximale admissible pour le public est de 10-12, ce qui correspond à la concentration existant dans le canal en l'absence de situation.

Un problème important : l'iode

Le seul problème important relatif à cet incident concerne l'iode contenu dans le calson contaminé. En effet, l'iode présente la caractéristique de se fixer dans les structures et le graphite du réacteur. Il convient donc de s'en débarrasser en le faisant dans l'atmosphère. En raison du caractère extrêmement dangereux pour l'organisme de cette iode une réunion spéciale regroupant les représentants d'E.D.F., du Coeur maritime à l'Energie atomique et

de l'Énergie atomique et de la Santé publique, ont eu lieu le 17 février dernier, afin de discuter les modalités de rejet seront alors définies et s'effectueront conformément à des règles strictes.

Q : Les résultats d'analyse prévus se sont communiqués à la commission ?

R : Oui.

Q : Quel est le statut, pour E.D.F., de cet iode ?

R : Il est difficile de répondre à cette question puisque ce doit varier selon la période pendant laquelle il est fait appel à une énergie de substitution pour qu'un équilibre s'établisse entre l'offre d'énergie fournie par l'ensemble des centrales nucléaires ou non, et la demande (consommation des usagers). À titre indicatif, on peut évaluer que l'énergie de remplacement représente environ un coût de l'ordre de 1 000 000 de francs par jour.

Q : Quel est le coût des investigations actuellement en cours sur le réacteur en panne ?

R : Pour l'instant, il n'est pas connu.

Q : Y a-t-il une relation avec le problème des échangeurs ?

R : Il n'existe aucune corrélation.



LA CROIX ROUGE
CONTRE TOUTE SOUTFRANCE

Incident sur un réacteur de la centrale nucléaire

(De notre correspondant à Blois)

Un réacteur de la centrale nucléaire de Saint-Laurent à Blois a été remis à l'arrêt jeudi 13 février. Il se agit d'un incident sérieux qui a entraîné le relâchement de la radioactivité dans le circuit de refroidissement de la centrale. Une augmentation importante de la radioactivité a été constatée dans le circuit de refroidissement de la centrale de Blois. Les investigations effectuées ont permis de constater que les opérations de maintenance effectuées sur le réacteur ont entraîné un relâchement de la radioactivité dans le circuit de refroidissement de la centrale.

De source officielle, on peut dire que cet incident de la centrale de Blois n'est pas grave. Les niveaux de radioactivité du réacteur pourraient se prolonger au-delà de quelques semaines. Les deux tranches de Saint-Laurent à Blois (graphite gaz) ont été mises en service en 1969 et 1971, avec une puissance unitaire d'environ 500 mégawatts. Les deux réacteurs utilisent comme combustible de l'uranium naturel refroidi dans le circuit primaire, en gaz carbonique sous pression. Un incident sérieux du même type avait déjà affecté le premier réacteur en 1968, provoquant l'arrêt de la production pendant un an.

Aucun danger

Selon des renseignements que nous avons pu obtenir sur place et à Blois, il s'avère que la radioactivité est actuellement bien « confinée dans la boîte ». Il n'y aurait « absolument aucun danger, tant pour les populations environnantes que pour les travailleurs de la centrale ».

En ce qui concerne l'origine de l'incident, la direction de la centrale déclare que « les investigations actuelles ne permettent pas de le dire avec certitude ». Il semblerait néanmoins qu'un gainage renfermant un barreau d'uranium ait été détérioré, provoquant un relâchement de radioactivité dans le gaz carbonique sous pression refroidissant ces gaines.

Mais l'importance de ce relâche-

ment n'a pu être évaluée définitivement. Les opérations effectuées sur le réacteur ont entraîné un relâchement de la radioactivité dans le circuit de refroidissement de la centrale. Les investigations effectuées ont permis de constater que les opérations de maintenance effectuées sur le réacteur ont entraîné un relâchement de la radioactivité dans le circuit de refroidissement de la centrale.

La machinerie en cause

Selon une autre source d'information, il apparaît que ce soit le dispositif principal de maintenance, s'occupant de la charge et de la décharge du réacteur en marche, qui soit en cause et qui aurait provoqué la détérioration du gainage. Précisons que c'est déjà cette machinerie qui était à l'origine de l'incident de 1968 sur la première tranche. A la suite d'une erreur de manipulation.

Pu ailleurs, un autre incident s'est produit sur cette même première tranche le 13 février dernier. En effet, une montée en température trop rapide avait provoqué un réchauffement important, localisé au cœur du réacteur et provoquant plusieurs ruptures de gaines de magnésium. Une faible radioactivité s'était également introduite dans le gaz carbonique. Le réacteur a été remis en marche il y a quelques jours seulement, sous les directives du service de sûreté nucléaire de Paris.

Précisons enfin qu'en ce qui concerne le présent incident, des spécialistes du groupe régional de production thermique et des ingénieurs se trouvant sur place, et, au niveau local, que la commission départementale d'information sur le fonctionnement de la centrale nucléaire de Saint-Laurent se réunira la semaine prochaine.

17 Mars
1980

INCIDENT SERIEUX SUR UN REACTEUR

de la centrale nucléaire de Saint-Laurent-des-Eaux

PLONGE
La dernière
journée
de l'enquête
publique Page 11



La deuxième tranche de la centrale de Saint-Laurent-des-Eaux (A 4 filiales graphite-gaz) a été mise à l'arrêt jeudi, en fin de soirée, à la suite d'un accident sérieux survenu sur le réacteur.

Une augmentation importante de la radioactivité dans le circuit primaire de refroidissement du réacteur a été détectée et les opérations en cours devaient permettre de localiser la zone du réacteur en défaut.

Le confinement de ce circuit est maintenant assuré, poursuit le communiqué, mais la date de remise en service de cette unité ne peut encore être déterminée.

**ETTE
ZAB**

Page 4

L'incident à la centrale nucléaire de Saint-Laurent-des-Eaux

Blois, 17 mars.
L'incident survenu jeudi dernier sur le deuxième réacteur de la centrale nucléaire de Saint-Laurent-des-Eaux paraît imputable à la rupture d'une gaine entourant l'un des éléments du combustible nucléaire (de l'uranium naturel), apprend-on lundi à la direction de la centrale.

Cette rupture aurait permis le passage de la radioactivité dans le gaz carbonique qui assure le refroidissement du réacteur.

Les systèmes de contrôle ont décelé immédiatement cet accroissement de radioactivité et ont stoppé le réacteur. Mais ils ne permettent pas de localiser précisément la panne. Les recherches seront donc longues : le réacteur compte en effet 3.000 « crayons », contenant chacun 15 éléments combustibles de 60 centimètres de longueur. Lorsque l'élément déficient aura été repéré, il restera aux techniciens à déterminer la cause de la panne.

La rupture de gaine est un incident connu sur les réacteurs de la filière graphite-gaz. Elle est généralement causée par l'obturation accidentelle d'un canal.

UNE TRES LONGUE

TITO

Belgrade, 17 mars.
Le maréchal Tito est plongé dans un coma quasi permanent et ne reconnaît plus son entourage, a-t-on appris lundi de bonne source à Ljubljana. Il donne de plus en plus rarement de faibles signes de conscience. Sa température reste toujours élevée et avoisine les 39 degrés.

Selon la même source, le maréchal Tito a peut-être dans deux heures ou dans deux semaines.



Lo

Paris.
Les notes on les pro-
ment d
lées pa
au cou
de nég
1980. I
positio
cata p
quatri
vendre
précis
général
La
pouv
en co
de la
que h
volun
porté
cette
en 7
de 0
annu
versu
à en

ANNEXE VI : lettre publiée par la Commission Locale d'Information en juillet 2015

TRIBUNE LIBRE

TRANSPARENCE, NOTRE VIGILANCE CONFORTÉE.

EDF ne savait pas tout et n'a communiqué que sur les rejets hors plutonium. Il a fallu attendre plusieurs années pour qu'un laboratoire indépendant (Pr. Martin de l'Ecole Normale Supérieure) révèle la présence de plutonium spécifiquement identifiable à l'accident de Saint-Laurent A2.

Le S.C.P.R.I. savait-il, lui, avant la fin des années 1980 ?

Reste-t-il du plutonium dans les deux réacteurs de Saint-Laurent A ? Le processus de démantèlement intègre-t-il cet aspect et ce risque ?

EDF n'avait pas prévu ce type d'accident et la présence de plutonium dans les rejets en dehors du site, ni l'Autorité de Sureté Nucléaire (ASN) dans ses autorisations.

Le vieillissement (corrosion, chocs thermiques,...) conduit à des accidents sans que l'on sache aujourd'hui quelles en seront les conséquences. Restons donc d'une extrême vigilance sur la durée d'une installation nucléaire.

Le Comité du Verdict

RECHERCHE ET CONTRÔLE

Dans le cas de contrôle en vue de rejets, la mesure d'activité (comptage) se fait sur quelques heures maximum et si rien n'est détecté, les rejets liquides ou gazeux sont effectués.

Dans le cas d'études plus approfondies ou de travaux de recherche, les comptages se font sur plusieurs jours, voire plusieurs dizaines de jours (cas de l'étude du Pr Martin à l'époque) et là, des traces infinitésimales peuvent être détectées.

Dans l'un comme dans l'autre cas, tout le monde a raison. Ce qu'il faut vérifier c'est : est-ce que la norme a été respectée ? Dans le 1er cas, afin d'effectuer les manœuvres de rajet conformément à la loi. Dans le second cas, pour faire évoluer la science, tout est permis si l'on reste rigoureux et que les conditions de mesure sont parfaitement connues.

*Jean-Claude Péré
Représentant la SFEN
(Société française pour l'énergie nucléaire)*

DU PLUTONIUM DANS LA LOIRE

Il est peut-être bon de rappeler aux membres de la CLI tout d'abord les caractéristiques du Plutonium, tant le nucléaire est parfois inaccessible au public par excès de termes techniques.

Le Plutonium n'existe pas ou plus dans la nature, sauf à l'état de traces. C'est un métal lourd issu de l'Uranium qui sert de combustible dans les centrales nucléaires (100 kg d'Uranium produisent 1 kg de Plutonium -Pu- en 3 ans). Il existe sous 6 formes différentes nommées isotopes mais à Saint-Laurent on trouve un mélange de Pu 239 et de Pu 240, dont les périodes sont respectivement de 24 400 et 6 000 ans. La période correspond à la durée nécessaire à l'élément pour perdre la moitié de sa radioactivité ; on considère qu'il lui faut 10 périodes pour devenir inoffensif, soit ici 244 000 et 60 000 ans.

La radioactivité est transmise par les rayonnements alpha, beta et Gamma. Le premier est stoppé très rapidement, et ce serait celui la le plus caractéristique du Plutonium selon les dires de membres de EDF. Pour moi cela ne le rend pas du tout inoffensif, car les particules de Plutonium rémanentes dans les sédiments ont beaucoup de chances de rentrer dans la chaîne alimentaire via les poissons qui fouillent la vase.

Et en fonction de quoi les éléments sédimentent-ils ? D'abord en fonction de leur densité. De ce point de vue le Plutonium est parmi les métaux les plus denses. Il se situe entre l'or (d=19,3) et le Platine (d=21,5) avec une densité de 19,84, c'est à dire bien supérieure à celles du Plomb (d=11,35) et du Mercure (d=13,56). Il est donc bien resté là, juste en aval de Saint-Laurent.

Pour les particules inhalées, rappelons qu'il suffit d'un milliardième de gramme de Plutonium pour provoquer un cancer du poumon en moins de 10 ans.

Et pour l'estomac ??

Bonne chance aux pêcheurs à la ligne...

*Nicole Combredet
Présidente de Sortir du Nucléaire 41*



ÉDITO

Il y a 35 ans, à Saint-Laurent, le 13 mars 1980, un accident avec fusion partielle de combustible nucléaire s'est produit sur le réacteur numéro 2 de l'ancienne centrale graphite-gaz aujourd'hui non seulement à l'arrêt depuis 1992, mais encore en cours de démantèlement. Quand l'échelle INES pour le classement des incidents et des accidents nucléaires a été instaurée, l'événement de Saint-Laurent y a été inscrit au niveau 4, ce qui lui vaut d'être, pour la France, l'accident de rang le plus élevé dans cette échelle à ce jour. Il est donc dans le collimateur des médias chaque fois que survient un événement nucléaire important (accident de Fukushima au Japon) ou un reportage (émission de Canal + début mai de cette année) ; ce reportage fait état de déversement de plutonium dans la Loire suite à l'accident. La commission locale d'information (CLI) a pris l'initiative de cette lettre pour remettre en mémoire l'événement, sa gestion, ses conséquences. Une tribune libre donne le point de vue de témoins ayant des sensibilités différentes. Bonne lecture. Nous sommes à votre disposition pour des compléments que vous jugeriez nécessaires.

Claude DENIS
Président de la CLI
Vice-Président
du Conseil Départemental

Commission locale d'information de Saint-Laurent
Conseil Départemental de la Loire-Atlantique
Service d'urgence et de secours
Place de la République - 41100 SAINT-LAURENT

QUE S'EST-IL PASSÉ LE 13 MARS 1980 ?

Une montée soudaine de la radioactivité dans le caisson du réacteur SLA2 a provoqué son arrêt d'urgence (ce réacteur est à l'arrêt définitif depuis 1992 et en cours de démantèlement). Les investigations engagées révélèrent qu'une tôle détachée par corrosion a obstrué des canaux verticaux contenant les éléments combustibles (barreau d'uranium dans une gaine métallique). Insuffisamment refroidis par la circulation du gaz carbonique, deux éléments ont fondu et l'uranium liquide (20 kg) contenant toute une gamme de radionucléides hautement radioactifs s'est déversé dans des godets « poubelle » qui ont eux-mêmes débordé vers le fond du caisson. L'assainissement du réacteur a nécessité des opérations complexes et délicates qui ont duré plus de 2 ans avant la reprise de la production d'électricité. A noter qu'un accident de même nature dû à une erreur de programmation s'était produit en 1969 sur le réacteur SLA1 entraînant la fusion de 50 kg d'uranium en plus grande quantité mais beaucoup moins irradié donc moins polluant.

Quand l'échelle INES de classement des incidents et accidents nucléaires a été instaurée, l'accident de Saint-Laurent y a été inscrit au niveau 4 ; le niveau 4 est ainsi défini : « rejet mineur / exposition du public de l'ordre des limites prescrites / endommagement important du cœur du réacteur ».





QU'AVONS-NOUS SU DE L'ACCIDENT DU 13 MARS 1980 ?

Accident caché ? Non !

Accident minimisé ? Sans doute car à l'époque la transparence nucléaire se pratiquait peu !

La commission d'information première version venait d'être installée le 27 février 1980 suite à un vœu adopté par le Conseil Général pour une meilleure information du public alors que le parc électronucléaire est en plein développement : SLB va prochainement ouvrir et une enquête publique bien tardive porte sur les rejets gazeux et liquides de cette installation en cours d'achèvement.

La commission d'information est réunie en urgence le 19 mars 1980 : réacteur SLA2 à l'arrêt, forte pollution radioactive du caisson due à des ruptures de gaines entourant les barreaux d'uranium avec possible fusion partielle. Il faudra vidanger le gaz carbonique sous pression (30 fois la pression atmosphérique) qu'il contient pour explorer puis assainir le réacteur. L'opération de rejet du gaz carbonique se fera par paliers au travers de filtres pour retenir le maximum de substances radioactives dont l'iode. La filtration ne peut être parfaite, mais l'assurance est donnée que les rejets dans

l'environnement respecteront les limites annuelles autorisées sans plus de détails.

Une nouvelle réunion se tient le 22 avril 1980 avec exposé du Pr Pellerin, directeur du SCPRI (service central de protection contre les rayonnements ionisants) qui s'emploie à démontrer qu'il n'y a pas de risque sanitaire du fait ni de l'accident du 13 mars ni des futures rejets de SLB.

Encore une réunion le 7 mai 1980 au cours de laquelle la direction de la centrale précise l'origine de l'accident (une tôle qui obstrue des canaux insuffisamment refroidis) et fournit des indications sur le programme d'assainissement du réacteur. Les débris récupérés et les filtres seront traités en déchets solides. Il n'est pas fait état de rejets liquides encore moins de plutonium en Loire jusqu'à la connaissance des recherches du laboratoire de l'école Normale Supérieure de Paris.

DU PLUTONIUM EN LOIRE ?

Sous rayonnement intense de neutrons, de l'uranium se transforme en plutonium qui, à son tour par fission, peut fournir de l'énergie dans les réacteurs (combustible MOX). Il entre aussi dans la composition des bombes atomiques. Historiquement, les réacteurs graphite-gaz devaient fournir de l'électricité, mais aussi du plutonium par retraitement du combustible irradié au CEA de Marcoule destiné à l'armement atomique français. Le plutonium est un émetteur alpha très redouté s'il contamine l'organisme notamment par inhalation. Les centrales nucléaires ne doivent pas en rejeter et pour cela s'assurer que tout rejet est en-deçà des limites de détection des radionucléides de type alpha.

Au cours de l'année 1980, le laboratoire de géochimie marine de l'école normale supérieure a réalisé des prélèvements de sédiments dans la Loire en remontant depuis l'estuaire. Des traces de plutonium différent de celui des retombées des essais militaires sont détectées jusqu'à Saint-Laurent et pas

au-delà. Au milieu des années 1980, un membre de la CLI a connaissance de la thèse de Thomas-Martin et en fait part ... sans provoquer d'émotion particulière. Il est vrai qu'il s'agit bien de traces de plutonium, beaucoup de becquerels, autour de 0,7 milliard, mais une très petite quantité totale en masse à hauteur de 0,3 gramme : c'est sans surprise non plus, car on sait alors que l'assainissement du réacteur accidenté est une opération lourde et délicate à laquelle s'ajoute en avril 1980 la pollution d'une piscine par éclatement d'un conteneur entourant un élément combustible en rupture de gaine.

Les études radioécologiques décennales en 1994 et 2003 ne mentionnent plus d'apport particulier de la centrale, mais détectent toujours et partout des traces de plutonium issu des retombées des essais militaires et de l'accident de Tchernobyl sans différence entre l'amont et l'aval au niveau de Saint-Laurent.

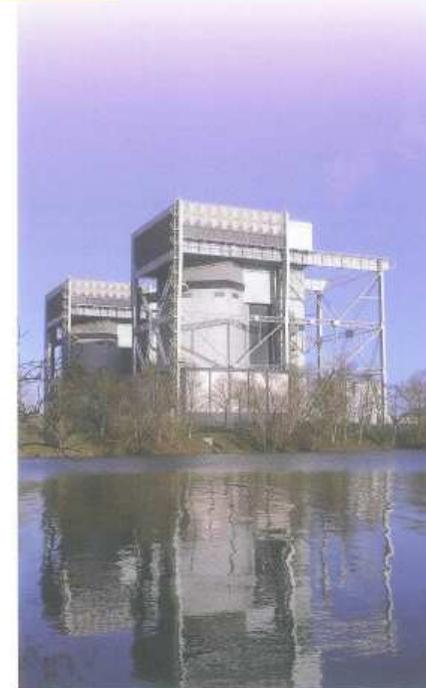
AUJOURD'HUI, RÉTROSPECTIVEMENT,



force est de constater que les réacteurs graphite-gaz avaient une santé un peu fragile, ce qui s'ajoute à des performances économiques en retrait comparées à celles des réacteurs à eau pressurisée ; ils avaient un cœur

très volumineux qu'il est délicat de maintenir à température homogène. L'uranium naturel fond à basse température, seulement une centaine de degrés au-dessus de la température de fonctionnement normal. Il n'y avait que deux barrières de confinement (gaine et caisson) au lieu de trois. Le refroidissement était direct par détournement d'un débit important de la Loire (50m³/s) ; ainsi le 12 janvier 1987 il fait très froid et brusquement l'eau de la Loire gèle sur les grilles de la prise d'eau ; c'est l'arrêt d'urgence par défaillance de la source froide, sans dommage, mais selon le directeur du CNPE de l'époque : « Ce jour-là il faisait froid, mais on a eu chaud ! ». L'arrêt définitif de ces réacteurs en 1990 et 1992 n'a pas toujours été bien vécu, mais avec le recul c'était une décision nécessaire. Maintenant il faut démanteler ces installations. Le calendrier subit des retards parce que la destination du graphite irradié n'est toujours pas trouvée. Vider les deux caissons et deux silos contenant aussi du graphite irradié sera une opération complexe ; les ruptures de gaines et les accidents de fusion d'uranium ont sans doute laissé des dépôts de substances radioactives dont il faudra protéger les intervenants et éviter la fuite dans l'environnement.

Aujourd'hui la CLI porte une attention soutenue au démantèlement de SLA et à la poursuite du fonctionnement de SLB qui a déjà engagé sa quatrième décennie de production.



ANNEXE VII : bibliographie succincte et principaux documents consultés

- [1] « Surveillance de la radioactivité dans l'environnement du bassin de la Loire », rapport APEL (Action pilote environnement Loire), décembre 2008
- [2] « Plutonium et environnement, fiche radio-nucléide, $^{239,240}\text{Pu}$ », IRSN, 2001 actualisée en 2004
- [3] « bilan radioécologique décennal du centre nucléaire de production d'électricité de Saint-Laurent des eaux : 1983 », IPSN, décembre 1984
- [4] « bilan radioécologique décennal de l'environnement proche du centre nucléaire de production d'électricité de Saint-Laurent des Eaux (2003) », IRSN, juillet 2007
- [5] « contamination radioactive de l'environnement par l'industrie nucléaire », Jean-Marie MARTIN et Alain J. THOMAS, colloque « nucléaire santé-sécurité, organisé par le Conseil Général du Tarn et Garonne, Montauban les 21, 22 et 23 janvier 1988,
- [6] « comportement géochimique des radionucléides à l'amont de l'estuaire de la Loire », Alain J. THOMAS, Institut de biogéochimie marine, Ecole normale supérieure, contrat CNEXO n° 82/6844, rapport final,
- [7] Traité de génie nucléaire, André BERTHET, « techniques de l'ingénieur », extrait public sur internet,
- [8] expérience et enseignements tirés de l'exploitation, centrale de Saint-Laurent A, document EdF D 5088, annexe,
- [9] « Une longue marche vers l'indépendance et la transparence – l'histoire de l'Autorité de sûreté nucléaire française », Philippe SAINT-RAYMOND, la documentation française, Paris, 2012
- [10] site internet AIEA
- [11] site internet Wikipedia
- [13] « Rapport DSN (département de sûreté nucléaire) n° 363, Centrale Saint-Laurent des Eaux « A », analyse des incidents survenus sur la centrale, CEA-IPSN, juin 1980
- [14] « incident du 17 octobre 1969 », document EdF, projet non diffusé, n° 30 054, du 22 janvier 1970
- [15] bulletin d'informations scientifiques et techniques du Commissariat à l'énergie atomique n° 157 de mars 1971,

[16] « rapports d'activité » des années 1970 à 1983 inclus de la centrale nucléaire Saint-Laurent des Eaux, EdF, document 615, extraits[17] « Rapport DSN (département de sûreté nucléaire) n° 393, Centrale Saint-Laurent des Eaux « A », analyse des incidents survenus sur la centrale, CEA-IPSN, novembre 1980

ANNEXE VIII : sigles et acronymes

AIEA Agence internationale de l'énergie atomique

ASN Autorité de sûreté nucléaire

CEA Commissariat à l'énergie atomique

EdF Electricité de France

IRSN Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire

Nm3 volume gazeux mesurés aux conditions de pression et de température normales (20°C, pression atmosphérique)

OCDE Organisation de coopération et de développement économique

SCPRI Service central de protection contre les rayonnements ionisants

SCSIN service central de sûreté des installations nucléaires

ANNEXE IX : liste des personnes rencontrées

Organismes et structures à compétence nationale

Autorité de sûreté nucléaire :

Monsieur Jean-Christophe Niel, directeur général,

Monsieur Jean-Luc Lachaume, directeur général adjoint,

Monsieur Jean-Jacques Diana, spécialiste des questions relatives aux rejets liquides des réacteurs nucléaires et de leur encadrement réglementaire),

Monsieur Pierre Bocquel, chef de la division ASN d'Orléans,

Contacts (téléphoniques ou par messagerie électronique) avec monsieur Jacques Connesson, chef du pôle « laboratoires, usines, déchets et démantèlement » de la division ASN d'Orléans, et madame Nathalie Reynal, cheffe du bureau de l'environnement à la direction de l'environnement et des situations d'urgence,

Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire :

Monsieur Thierry Charles, directeur général adjoint,

Madame Marie-Pierre Bigot, directrice de la communication,

Monsieur Matthieu Schuler, directeur stratégie, développement et partenariats,

Monsieur Jean-Christophe Gariel, directeur de l'environnement,

Madame Anne-Cécile Jouve, chef de service, pôle sûreté nucléaire,

Electricité de France :

Monsieur Patrice Dejou, directeur du CNPE de Saint-Laurent des Eaux,

Monsieur Philippe Lefevre, coordinateur technique Bugey 1, direction production ingénierie, CIDEN,

Monsieur Eric Prince, responsable du site de Saint-laurent des Eaux, direction production ingénierie, CIDEN,

Monsieur Jean Fluchère, ancien directeur du CNPE du Bugey (avant l'arrêt du réacteur UNGG de Bugey 1),

Contacts téléphoniques avec monsieur André Leblond, directeur du site de Saint-Laurent des Eaux à partir de septembre 1980, avec monsieur Henry Herbin responsable de l'entretien normal et des opérations de redémarrage des tranches UNGG de Saint-Laurent des eaux en 1980, et avec

Monsieur Michel Grisot, ancien responsable du laboratoire d'analyse physico-chimique de la centrale de Saint-Laurent des Eaux A (rencontré aussi dans le Loir et Cher en juin 2015).

Loir et Cher

Monsieur Yves Le Breton, préfet de Loir et Cher,

Monsieur Michel Eimer, vice-président de la commission locale d'information, président du début des années 1980 à 2004,

Monsieur Michel Denis, maire de Mer, conseiller général,

Monsieur Christian Lalleron, maire de Saint-Laurent – Nouan, , membre de la commission locale d'information,

Madame Nicole Combret, membre de la commission locale d'information, représentant l'association Sortir du nucléaire,

Monsieur Michel Grisot, membre de la commission locale d'information, ancien responsable du laboratoire d'analyse physico-chimique de la centrale de Saint-Laurent des Eaux A,

Monsieur Jean-Paul Cuiec, ancien chef de quart à la centrale de Saint-Laurent des Eaux A,

Monsieur Philippe Grenadas, membre de la commission locale d'information, ancien employé de la centrale de Saint-Laurent des Eaux A, représentant la commune de Crouy sur Cosson,

Monsieur David Meunier, membre de la commission locale d'information, représentant la commune de Concriers en Beauce,

Monsieur Hubert Morand, membre de la commission locale d'information, représentant Sologne Nature Environnement,