



La Sauvegarde de l'Anjou

Monsieur le Procureur de la République

Parquet de Paris
5^e division
Tribunal de grande instance de Paris
Parvis du Tribunal de Paris
75 859 PARIS Cedex 17

A Lyon, le 18 février 2020

Par courrier recommandé.

Objet : Plainte pour infractions au Code de l'environnement et à la réglementation relative aux installations nucléaires de base – Pollution au tritium dans la Loire

Monsieur le Procureur de la République,

L'association Réseau "Sortir du nucléaire" est une association de protection de l'environnement exerçant son activité sur l'ensemble du territoire national, agréée au titre de l'article L. 141-1 du Code de l'environnement par arrêté ministériel du 14 septembre 2005 (JORF du 1^{er} janvier 2006, p. 39), agrément renouvelé par arrêté du 28 janvier 2014 (JORF du 5 février 2014, p. 26) et le 8 décembre 2018, renouvellement constaté par un arrêté du 12 décembre 2018 (JORF n° 0294 du 20 décembre 2018 texte n° 13).

Aux termes de l'article 2 de ses statuts, l'association a pour objet de :

*« -lutter contre les pollutions et les risques pour l'environnement et la santé que représentent l'industrie nucléaire et les activités et projets d'aménagement qui y sont liés (création ou extension d'installations nucléaires de base, construction de lignes à haute tension, programmes de recherche et de développement, etc.)
-informer le public et susciter la participation des citoyens à cette lutte
-promouvoir et veiller à la diffusion et au développement d'une information environnementale et sanitaire vraie et loyale
-agir pour que les règles relatives à la sûreté et à la sécurité nucléaires ainsi qu'au transport des substances radioactives soient appliquées conformément au principe de prévention inscrit à l'article 3 de la Charte de l'environnement
-faire œuvre d'éducation populaire, et notamment contribuer à la gestion équilibrée et durable des ressources énergétiques par une éducation à l'environnement (utilisation rationnelle de l'énergie, information sur les énergies renouvelables ...) ».*

Pour cette raison, elle est habilitée à exercer les droits reconnus à la partie civile en application de l'article L. 142-2 du Code de l'environnement qui prévoit notamment que les associations agréées peuvent exercer les droits reconnus à la partie civile en ce qui concerne les faits portant un préjudice direct ou indirect aux intérêts collectifs qu'elles ont pour objet de défendre et constituant une infraction aux dispositions législatives et réglementaires relatives notamment à la sûreté nucléaire et à la radioprotection.

L'association Sortir Du Nucléaire Berry-Giennois-Puisaye est une association de protection de l'environnement régulièrement déclarée qui exerce sa compétence sur les départements du Cher, du Loiret, de la Nièvre et de l'Yonne.

Aux termes de l'article 2 de ses statuts, l'association a notamment pour objet de :

« de lutter contre les pollutions et les risques pour l'environnement et la santé que représentent l'industrie nucléaire et les activités et projets d'aménagement qui y sont liés (création ou extension d'installations nucléaires de base, construction de lignes à haute tension, programmes de recherche et de développement, etc.) ».

Pour cette raison, elle est habilitée à exercer les droits reconnus à la partie civile en application de l'arrêt Cass. crim. 12 septembre 2006.

L'association Sortir du nucléaire Pays nantais est une association de protection de l'environnement régulièrement déclarée qui intervient principalement, mais non exclusivement, sur le périmètre de la Loire-Atlantique, et en particulier en région nantaise.

Aux termes de l'article 2 de ses statuts, l'association a notamment pour objet de :

*« 1°) de regrouper des citoyen-ne-s résolu-e-s à faire cesser le plus rapidement possible l'utilisation par l'humanité de l'énergie nucléaire à des fins de production d'énergie ou d'armes, sous quelque forme que ce soit,
2°) d'interpeller et informer les membres de la société sur l'énergie nucléaire, ses conséquences, et ses alternatives et en particulier ses dangers même en temps de paix et sans accident,
3°) de lutter pour un usage régulier des deniers publics, tant sur le plan local, national et international. L'association vise toutes les formes de malversations et de manquements, notamment les conflits d'intérêts, les abus de biens sociaux, les trafics d'influence, les détournements de fonds publics, la prise illégale d'intérêts et plus généralement toute atteinte à la probité publique,
4°) de contribuer à l'organisation ou d'organiser toute manifestation ou activité, si besoin en partenariat avec d'autres organisations, concourant aux buts ci-dessus ».*

Pour cette raison, elle est habilitée à exercer les droits reconnus à la partie civile en application de l'arrêt Cass. crim. 12 septembre 2006.

L'association Sortir du nucléaire 49 est une association de protection de l'environnement régulièrement déclarée qui exerce sa compétence dans le département de Maine et Loire, ainsi que sur les territoires liés au Maine-et-Loire du point de vue nucléaire et énergétique.

Aux termes de l'article 2 de ses statuts, l'association a pour objet de :

*« - de regrouper des citoyen-ne-s résolus à faire cesser le plus rapidement possible l'utilisation de l'énergie nucléaire à des fins de production d'électricité ou d'armement,
- d'informer la population sur les dangers de la filière nucléaire,
- de lutter contre les pollutions et les risques pour l'environnement et la santé que représentent l'industrie nucléaire et les activités et projets d'aménagement qui y sont liés (création ou extension d'installations nucléaires de base, construction de lignes à haute tension, programmes de recherche et de développement, etc.),
- d'informer la population sur les alternatives énergétiques respectueuses de l'environnement,
- de contribuer à l'organisation ou d'organiser toute manifestation ou activité pacifique, si besoin en partenariat avec d'autres organisations, concourant aux buts ci-dessus,*

- de défendre en justice l'ensemble de ses membres arrêtés ou poursuivis dans le cadre des actions prévues et autorisées par les présents statuts.

En ce sens, l'association a pour objet la protection de l'environnement : elle concourt à l'amélioration du cadre de vie, à la protection de l'eau, de l'air, des sols, des sites et paysages, à la lutte contre les pollutions et les nuisances. Dans ce but, l'association prend les initiatives, soutient les actions, ou mène directement des actions, y compris juridiques, relevant des domaines précités ».

Pour cette raison, elle est habilitée à exercer les droits reconnus à la partie civile en application de l'arrêt Cass. crim. 12 septembre 2006.

L'association France Nature Environnement Pays de la Loire est une fédération regroupant des associations de protection de la nature et de l'environnement sur le territoire régional des Pays de la Loire. Elle est adhérente de France Nature Environnement et est agréée au titre de la protection de l'environnement à l'échelle régionale depuis mars 2012 (renouvelé en février 2017).

Aux termes de l'article 5 de ses statuts, l'association a pour objet de :

- de coordonner, appuyer ou compléter les actions de ses membres, de faciliter leur représentation à l'échelle régionale ;
- de protéger, de conserver et de restaurer les espaces, ressources, milieux et habitats naturels, les espèces animales et végétales, la diversité et les équilibres fondamentaux écologiques, l'eau, l'air, les sols, le sous-sol, les sites, le patrimoine bâti et historique, les paysages et le cadre de vie, la mer et le littoral ;
- de lutter contre les pollutions et nuisances de toute nature et de toute origine ;
- d'encourager la mise en place de politiques opérationnelles en matière de développement soutenable, de déchets, de transports, d'aménagement du territoire, d'énergie, de santé, d'économie verte et circulaire, de tourisme soutenable, de biodiversité, d'eau et d'air et la réalisation de toute action permettant d'améliorer la qualité de la vie et de préserver la santé humaine ;
- de promouvoir une utilisation économe et équilibrée des espaces naturels, urbains, périurbains et ruraux, littoraux et maritimes, notamment du point de vue de la prévention des risques naturels et technologiques, des pollutions et des nuisances et de la lutte contre les changements climatiques ;
- d'encourager une utilisation soutenable des ressources naturelles, un développement des énergies renouvelables compatible avec les intérêts environnementaux et paysagers et des modes de consommation énergétique plus économes ;
- de susciter l'intérêt, la connaissance et la participation des citoyens à la protection du patrimoine naturel, de promouvoir la découverte et l'accès à la nature, notamment en luttant contre l'aliénation des chemins ruraux et de randonnée ;
- de soutenir les associations locales œuvrant dans des buts similaires ;
- d'agir pour une meilleure transparence des décisions publiques ou privées susceptibles d'avoir une incidence sur l'environnement, de favoriser l'information et la participation du public, de lutter contre les pratiques de verdissement d'image, de veiller au bon emploi des fonds publics en matière d'environnement ;

et, de manière générale, d'agir pour la sauvegarde de ses intérêts dans le domaine de l'environnement, de l'aménagement harmonieux et équilibré du territoire et de l'urbanisme et pour la défense des intérêts de ses membres dans le cadre de leurs activités associatives.

Pour cette raison, elle est habilitée à exercer les droits reconnus à la partie civile en application de l'article L. 142-2 du Code de l'environnement qui prévoit notamment que les associations agréées peuvent exercer les droits reconnus à la partie civile en ce qui concerne les faits portant un préjudice direct ou indirect aux intérêts collectifs qu'elles ont pour objet de défendre et constituant une infraction aux dispositions législatives et réglementaires relatives notamment à la sûreté nucléaire et à la radioprotection.

L'association La Sauvegarde de l'Anjou est une association de protection de l'environnement régulièrement déclarée.

Aux termes de l'article 2.1 de ses statuts, l'association a pour buts de :

*« - de défendre les milieux naturels, aménagés ou ouverts à l'urbanisation, d'agir pour leur remise en état ou leur restauration lorsqu'ils ont été pollués ou dégradés,
- de lutter contre les pollutions et nuisances de toute nature,
- d'œuvrer pour la préservation de la biodiversité et des habitats, de la conservation de la faune, de la flore et de leurs biotopes,
- d'encourager la mise en place de politiques opérationnelles en matière de déchets, de transports, d'eau et d'air et la réalisation de toute action permettant d'améliorer la qualité de la vie et de préserver la santé humaine,
- de promouvoir une utilisation économe et équilibrée des espaces naturels, urbains, périurbains et ruraux, notamment du point de vue de la prévention des risques naturels et technologiques, des pollutions et des nuisances,
- d'encourager une utilisation durable des ressources naturelles, un développement des énergies renouvelables compatible avec les intérêts environnementaux et paysagers et une consommation respectueuse de l'environnement,
- de préserver le patrimoine culturel, archéologique, historique, esthétique et paysager, notamment des sites et monuments faisant ou non l'objet de protections législatives ou réglementaires,
- de susciter l'intérêt, la connaissance et la participation des citoyens à la protection du patrimoine naturel et culturel et à sa mise en valeur,
- de soutenir les associations locales œuvrant dans des buts similaires,
- d'agir pour une meilleure transparence des décisions publiques ou privées, de favoriser l'information et la participation du public, de veiller au bon emploi des fonds publics en matière d'environnement,
- et, de manière générale, d'agir pour la sauvegarde de ses intérêts dans le domaine de l'environnement, de l'aménagement harmonieux et équilibré du territoire et de l'urbanisme et pour la défense de l'intérêt de ses membres dans le cadre de leurs activités militantes ».*

Pour cette raison, elle est habilitée à exercer les droits reconnus à la partie civile en application de l'arrêt Cass. crim. 12 septembre 2006.

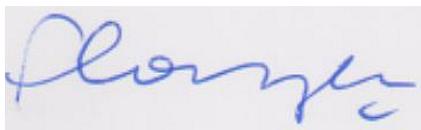
Les associations Réseau "Sortir du nucléaire", Sortir Du Nucléaire Berry-Giennois-Puisaye, Sortir du nucléaire Pays nantais, Sortir du nucléaire 49, FNE Pays de la Loire et La Sauvegarde de l'Anjou ont l'honneur de porter plainte contre Electricité de France (EDF), exploitant personne morale des CNPE Civaux, Chinon, Saint-Laurent-des-Eaux, Dampierre-en-Burly, Belleville-sur-Loire et contre X pour infractions au Code de l'environnement et à la réglementation relative aux installations nucléaires de base.

Les faits justifiant notre plainte sont détaillés dans l'annexe en pièce jointe avec ses pièces.

Nous vous remercions de bien vouloir nous aviser des suites données à cette procédure, conformément à l'article 40-2 du Code de procédure pénale.

En l'attente, nous vous prions de croire, Monsieur le Procureur de la République, en l'assurance de notre respectueuse considération.

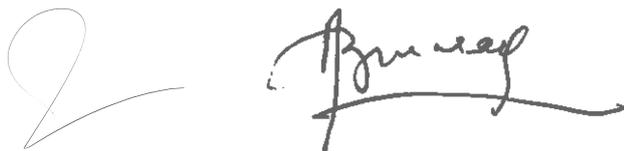
Pour Sortir Du Nucléaire Berry-Giennois-Puisaye
Françoise POUZET
Présidente



Pour le Réseau "Sortir du nucléaire"
Brigitte ALBAN
Administratrice



Pour Sortir du nucléaire Pays nantais
Damien RENAULT et Annick BRUNEAU
Administrateur et Administratrice



Pour Sortir du nucléaire 49
Françoise SCHMIT
Administratrice



Pour FNE Pays de la Loire
Jean-Christophe GAVALLET
Président



Pour La Sauvegarde de l'Anjou
Yves LEPAGE
Président



PJ : ANNEXE à la plainte et ses pièces :

- PIECE 1 : Informations de l'IRSN sur les mesures de tritium dans la Loire (20/06/19)
- PIECE 2 : Informations de l'IRSN sur les mesures de tritium dans la Loire (19/07/19)
- PIECE 3 : Investigations de l'IRSN sur les mesures de tritium dans la Loire (17/10/19)
- PIECE 4 : Tableur de simulation de pollution maximale possible à Saumur selon cinq décisions de l'ASN homologuées par arrêtés
- PIECE 5 : Courriel de Emmanuel Pédrone, responsable communication EDF Civaux
- PIECE 6 : Note de Pierre Barbey et David Boilley "Le tritium : un risque sous-estimé"

ANNEXE À LA PLAINTÉ
C/ EDF ET X
18/02/2020

Contexte

Le nombre de réacteurs nucléaires en activité en France est de 58, répartis sur 19 sites. Six centrales sont en cours de démantèlement (Brennilis, Chooz A, Chinon A, Bugey A, Saint-Laurent A et Creys-Malville).

Toutes ces centrales sont actuellement exploitées par Electricité de France (EDF).

Dans son rapport annuel 2018 sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) note que l'année 2018 a été marquée par des difficultés rencontrées par EDF dans la maîtrise des activités de conduite et de maintenance, en particulier lors des redémarrages après les arrêts de réacteur. L'ASN ne constate pas d'amélioration notable de la qualité de l'exploitation des centrales nucléaires par rapport à l'année 2017 dans la mesure où la cause profonde des défauts apparaît structurelle. L'année 2018 a été marquée par un record du nombre d'événements significatifs dans les centrales nucléaires d'EDF évalués depuis 2008 (930)¹.

Présentation de l'affaire

Un réseau de préleveurs volontaires a mis en place en 2017, avec le laboratoire indépendant de l'Association pour le Contrôle de la Radioactivité dans l'Ouest (ACRO), laboratoire agréé par l'ASN pour plusieurs types d'analyses radiologiques, un suivi de la radioactivité dans les cours d'eau et dans l'eau de consommation. Ils effectuent un suivi de la radioactivité rejetée dans la Loire et la Vienne par les centrales nucléaires de Belleville-sur-Loire, Dampierre-en-Burly, Saint-Laurent-des-Eaux, Chinon et Civaux.

Le principal radioélément retrouvé dans les eaux de la Loire et de la Vienne est le tritium, hydrogène radioactif, rejeté en grande quantité par les centrales nucléaires. Il est relativement rare à l'état naturel. Sa présence est donc caractéristique de la production d'électricité nucléaire. Les rejets se cumulent tout au long du fleuve et en aval, la détection de tritium au delà du « bruit de fond »² est quasiment systématique. On le retrouve aussi dans les eaux de consommation.

Le 21 janvier 2019, une concentration de 310 Bq/l de tritium a été relevée dans la Loire à Saumur³.

Saumur est en aval de cinq centrales nucléaires, dont quatre sont sur la Loire et une est sur la Vienne, un des affluents de la Loire. La plus proche centrale nucléaire en amont de Saumur est celle de Chinon, à environ 20 km.

L'IRSN n'a pas remis en cause la validité de la mesure de cette concentration de 310 Bq/l de tritium.

V. PIECES 1, 2 et 3 : Notes de l'IRSN

Dans sa note en date du 20 juin 2019, l'IRSN relève que :

« ...le niveau mis en évidence par l'ACRO n'est pas un niveau habituel et son origine doit être recherchée. A ce stade, les principales pistes d'investigation possibles que l'IRSN examinera dans les prochaines semaines sont :

- *un rejet exceptionnel / non concerté entre différentes installations EDF ;*
- *un écart attaché aux différentes méthodologies entre un prélèvement ponctuel et un prélèvement intégré ;*
- *une autre source de tritium. »* (souligné par nous)

V. PIECE 1 (page 2) : Informations de l'IRSN sur les mesures de tritium dans la Loire (20/06/19)

¹ Voir page 296 du rapport : <https://www.asn.fr/Informer/Publications/Rapports-de-l-ASN/La-surete-nucleaire-et-la-radioprotection-en-France-en-2018>

² Le bruit de fond est la concentration moyenne de tritium qu'on peut s'attendre à retrouver aujourd'hui dans l'environnement.

³ Communiqué du 18 juin 2019: <https://www.acro.eu.org/8918-2/>

Dans sa note en date du 19 juillet 2019, l'IRSN indique :

« L'IRSN a simulé l'injection de tritium dans ces deux cours d'eau (Loire et Vienne) selon les modalités de rejets déclarées par EDF à l'ASN, et évalué les concentrations susceptibles de résulter de ces rejets à Saumur.

Cette simulation montre que durant le mois de janvier, les concentrations susceptibles d'être rencontrées à Saumur seraient comprises entre 10 et 80 Bq/l (environ) : les quantités et modalités de rejet déclarées par EDF à l'ASN ne permettraient donc pas de conduire à une concentration de 310 Bq/l en ce point. Pour atteindre de tels niveaux, il aurait fallu qu'une dizaine de rejets des centrales se superposent ou qu'un événement produise un rejet dix fois plus important que ceux indiqués dans les registres. » (souligné par nous)

V. PIECE 2 (page 2) : Informations de l'IRSN sur les mesures de tritium dans la Loire (19/07/19)

« ... dans les conditions de rejet à cette période de l'année (faibles débits et faible température de la Loire et de ses affluents), les conditions de bon mélange ne sont peut-être pas atteintes au niveau des stations de prélèvement, certaines détectant plus de tritium qu'attendu (ex. hydrocollecteur de Belleville), d'autres moins (ex. hydrocollecteur de Chinon).

Cette observation, sous-tendue par une possible diffusion préférentielle des rejets dans certaines veines du fleuve et/ou par un phénomène de stratification thermique (au mois de janvier, les rejets d'effluents ont une température de l'ordre de 20 °C quand la température du fleuve est de 5-6°C), pourrait expliquer un déplacement de la zone de mélange⁴ vers l'aval du fleuve. »

V. PIECE 2 (pages 2 et 3) : Informations de l'IRSN sur les mesures de tritium dans la Loire (19/07/19)

Dans sa note en date du 17 octobre 2019, l'IRSN indique :

« ... l'Institut confirmait que la mesure de l'ACRO (310 Bq/l) sortait clairement des gammes habituelles des mesures dans la Loire au regard des valeurs mesurées dans le cadre des dix dernières années de surveillance. »

V. PIECE 3 (page 1) : Investigations de l'IRSN sur les mesures de tritium dans la Loire (17/10/19)

Parmi les hypothèses étudiées sur l'origine potentielle de l'observation ponctuelle d'un tel niveau², les conclusions auxquelles est parvenu l'IRSN à ce jour sont les suivantes :

1/ Un incident dans le processus des rejets d'EDF ? ➡ Une hypothèse peu vraisemblable

- Les données de la surveillance de l'IRSN et d'EDF observées attentivement en aval de l'ensemble des CNPE du bassin versant de la Loire durant la période encadrant le mois de janvier 2019 ne montrent pas de niveau de l'ordre de celui mesuré par l'ACRO (figure 1 en annexe). Un calcul réalisé sur la base des données de la surveillance³, conduit à évaluer l'activité de tritium attendue à Saumur fin janvier à un niveau de l'ordre de 60 Bq/L (figure 2 en annexe).

- L'IRSN a procédé à la modélisation du transfert du tritium dans une hypothèse de bon mélange⁴ à partir des données des registres de rejets d'EDF et des débits de la Loire et de la Vienne extraits de la base de données Hydro⁵. Les calculs réalisés montrent que la concentration maximale observable fin janvier serait de l'ordre de 60 à 80 Bq/L à Saumur (figure 3 en annexe) et qu'il faudrait un rejet de près de dix fois ceux ordinairement effectués par un CNPE du bassin versant pour atteindre un niveau de l'ordre de 300 Bq/L à Saumur.

- L'ASN a également analysé les registres des rejets, interrogé chacun des responsables des rejets et de la surveillance des centrales nucléaires du bassin versant de la Loire et procédé à une inspection en la centrale de Chinon : l'ensemble de ces investigations n'a pas permis d'identifier d'événement ayant pu conduire au niveau inhabituel de tritium mesuré par l'ACRO dans la Loire.

⁴ Zone de mélange : zone adjacente au point de rejet où les concentrations d'un ou plusieurs polluants peuvent dépasser les normes de qualité environnementales. Cette zone est proportionnée et limitée à la proximité du point de rejet et ne compromet pas le respect des normes de qualité environnementales sur le reste de la masse d'eau (Décision n° 2013-DC-0360 de l'ASN <https://www.asn.fr/Reglementer/Bulletin-officiel-de-l-ASN/Installations-nucleaires/Decisions-reglementaires/Decision-n-2013-DC-0360-de-l-ASN-du-16-juillet-2013>)

2/ Le rejet par une autre source de tritium qu'EDF ? ➡ Une hypothèse difficile à consolider

Si une importante quantité de tritium avait été rejetée à la Loire en amont des CNPE, les systèmes de surveillance d'EDF ou de l'IRSN l'auraient vraisemblablement mis en évidence. L'hypothèse de l'existence d'une autre source de rejet ne devrait donc être retenue que si le rejet était intervenu en aval des derniers hydrocollecteurs d'EDF ou de l'IRSN (Civaux et Chinon), c'est-à-dire sur un bassin versant relativement peu étendu. A cet égard, l'ASN a procédé à une enquête sur les sources potentielles de tritium autres que les centrales nucléaires du bassin versant de la Loire mais n'a pas mis en évidence de situation de nature à consolider cette hypothèse.

3/ Un problème lié à la méthodologie de prélèvement ? ➡ L'hypothèse la plus vraisemblable

3.1/ Un manque d'efficacité des hydrocollecteurs pour la détection des phénomènes fugaces ? ➡ Un problème d'une importance très relative

Si, dans leur mode de fonctionnement ordinaire, les hydrocollecteurs de l'IRSN produisent une information moyennée sur un mois, les hydrocollecteurs d'EDF fournissent des mesures de concentration de tritium journalières, voire horaires⁶, compatibles avec la résolution temporelle nécessaire à l'observation de phénomènes potentiellement fugaces, tels les rejets autorisés des centrales : les modèles montrent en effet que les concentrations les plus élevées observables à Saumur (figure 3 en annexe) dans ce type de condition de rejet peuvent s'étaler sur des durées de plusieurs heures à plusieurs jours. En conséquence, la différence entre un prélèvement ponctuel et un prélèvement intégré sur 1 ou 24 heures devrait être une source relativement faible d'écart.

3.2/ Des prélèvements en dehors de la zone de « bon mélange » ? ➡ La cause la plus probable

La comparaison entre les mesures environnementales et la modélisation des transferts de tritium montre qu'en certaines circonstances (principalement liées à l'hydraulique du fleuve et de ses affluents), les systèmes de surveillance détectent des concentrations plus élevées que modélisé (prélèvement à l'intérieur d'une veine de diffusion préférentielle du rejet) ou moins élevées que modélisé (prélèvement en dehors de cette veine) (figure 4 en annexe). Cette observation pourrait expliquer que, malgré les précautions prises pour diluer rapidement le rejet dans le milieu récepteur, il arrive que la zone de « bon mélange⁷ » soit relativement lointaine du point de rejet et que les hétérogénéités de concentrations puissent être relativement marquées entre celui-ci et la zone de « bon mélange ». A la date de détection par l'ACRO du pic de concentration à Saumur, la principale source d'écart entre la mesure issue de la surveillance régulière et le modèle serait à attribuer principalement à un retard dans l'homogénéisation des rejets issus de la centrale de Chinon (les rejets par les autres centrales du bassin versant étant homogénéisés au niveau de la confluence de la Loire et de la Vienne).

V. PIECE 3 : Investigations de l'IRSN sur les mesures de tritium dans la Loire (17/10/19)

Il ressort de ces informations que :

- la concentration de 310 Bq/L relevée à Saumur est anormale ;
- l'IRSN ne remet pas en cause la validité de cette mesure ;
- « la différence entre un prélèvement ponctuel et un prélèvement intégré sur 1 ou 24 heures devrait être une source relativement faible d'écart » ;
- la zone de mélange est une « zone adjacente au point de rejet où les concentrations d'un ou plusieurs polluants peuvent dépasser les normes de qualité environnementales. Cette zone est proportionnée et limitée à la proximité du point de rejet et ne compromet pas le respect des normes de qualité environnementales sur le reste de la masse d'eau » (décision n° 2013-DC-0360 de l'ASN) ;
- la zone « de bon mélange » est, selon l'IRSN, la zone dans laquelle la concentration en tritium est homogène ;
- « malgré les précautions prises pour diluer rapidement le rejet dans le milieu récepteur, il arrive que la zone de « bon mélange » soit relativement lointaine du point de rejet et que les hétérogénéités de concentrations puissent être relativement marquées entre celui-ci et la zone de « bon mélange ». A la date de détection par l'ACRO du pic de concentration à Saumur, la principale source d'écart entre la mesure issue de la surveillance régulière et le modèle serait à attribuer principalement à un retard dans l'homogénéisation des rejets issus de la centrale de Chinon » ;

- « des concentrations en tritium plus élevées que celles ordinairement relevées pourraient être observées à l'occasion des rejets normaux des CNPE, dans des conditions hydrauliques particulières sur le bassin versant de la Loire. Pour autant, elles ne permettent pas d'expliquer l'observation d'une concentration en tritium de l'ordre de 300 Bq/L à Saumur ».

En résumé, l'IRSN définit, comme cause la plus probable de cette mesure, un retard dans l'homogénéisation des rejets issus de la centrale de Chinon, tout en concluant que cela ne permet pas d'expliquer une concentration en tritium aussi importante à Saumur. Dans sa note d'information du 17 octobre 2019⁵, l'ASN, quant à elle, indique clairement que « les études menées par l'IRSN ne permettent pas à ce jour d'expliquer la concentration de 310 Bq/l relevée à Saumur ».

Parmi les autres causes envisagées, bien que qualifiée de peu vraisemblable par l'IRSN, il y a l'hypothèse d'un incident dans le processus des rejets d'EDF (qui n'aurait donc pas été déclaré par l'exploitant). Les autres causes paraissent à exclure : autre source de tritium (aucun élément ne permet de mettre en évidence une telle hypothèse) et manque d'efficacité des hydrocollecteurs pour la détection de phénomènes fugaces (« problème d'une importance très relative »).

On en déduit donc que, même si à ce jour, la mesure de 310 Bq/l n'est pas expliquée, il y a de très fortes chances que celle-ci soit liée aux rejets effectués par les CNPE en amont.

INFRACTIONS REPROCHEES

I. Infraction au Code de l'environnement résultant de la commission de l'infraction prévue à l'article L. 216-6 du Code de l'environnement

L'article L. 216-6 alinéa 1 du Code de l'environnement énonce que :

« Le fait de jeter, déverser ou laisser s'écouler dans les eaux superficielles, souterraines ou les eaux de la mer dans la limite des eaux territoriales, directement ou indirectement, une ou des substances quelconques dont l'action ou les réactions entraînent, même provisoirement, des effets nuisibles sur la santé ou des dommages à la flore ou à la faune, à l'exception des dommages visés aux articles L. 218-73 et L. 432-2, ou des modifications significatives du régime normal d'alimentation en eau ou des limitations d'usage des zones de baignade, est puni de deux ans d'emprisonnement et de 75 000 euros d'amende. Lorsque l'opération de rejet est autorisée par arrêté, les dispositions de cet alinéa ne s'appliquent que si les prescriptions de cet arrêté ne sont pas respectées. »

- Sur le nécessaire déversement dans les eaux superficielles en dehors des prescriptions des arrêtés de rejet des CNPE :

En l'espèce, un réseau de préleveurs volontaires a mis en place en 2017, avec le laboratoire indépendant de l'Association pour le Contrôle de la Radioactivité dans l'Ouest (ACRO), un suivi de la radioactivité dans les cours d'eau et dans l'eau de consommation. Ils effectuent un suivi de la radioactivité rejetée dans la Loire et la Vienne par les centrales nucléaires de Belleville-sur-Loire, Dampierre-en-Burly, Saint-Laurent-des-Eaux, Chinon et Civaux.

Le principal radioélément retrouvé dans les eaux de la Loire et de la Vienne est le tritium, hydrogène radioactif, rejeté en grande quantité par les centrales nucléaires. Il est relativement rare à l'état naturel. Sa présence est donc caractéristique de la production d'électricité nucléaire. Les rejets se cumulent tout au long du fleuve, et en aval, la détection de tritium au delà du bruit de fond est quasiment systématique. On le retrouve aussi dans les eaux de consommation.

Le 21 janvier 2019, une concentration de 310 Bq/l de tritium a été relevée dans la Loire à Saumur⁶.

⁵ <https://www.asn.fr/Informer/Actualites/Surveillance-et-limitation-des-rejets-de-tritium-des-installations-nucleaires>

⁶ Communiqué du 18 juin 2019: <https://www.acro.eu.org/8918-2/>

Saumur est en aval de cinq centrales nucléaires, dont quatre sont sur la Loire et une est sur la Vienne, un des affluents de la Loire. La plus proche centrale nucléaire en amont de Saumur est celle de Chinon, à environ 20 km.

L'IRSN n'a pas remis en cause la validité de la mesure de cette concentration de 310 Bq/l de tritium.

V. PIECES 1, 2 et 3 : Notes de l'IRSN

Dans sa note du 20 juin 2019, l'IRSN note que :

« ... le niveau mis en évidence par l'ACRO n'est pas un niveau habituel et son origine doit être recherchée. »

Les rejets de tritium des installations nucléaires sont soumis à autorisation ministérielle complétée par des prescriptions de l'ASN encadrant les conditions sous lesquelles les rejets peuvent être effectués. Leurs effets directs et indirects sur la santé et l'environnement sont évalués par l'exploitant dans l'étude d'impact qui accompagne le dossier de demande d'autorisation. Les rejets dans le milieu naturel et leurs effets doivent être aussi faibles que possible par l'utilisation par l'exploitant des meilleures technologies disponibles. Les valeurs limites de rejets pour chaque installation sont fixées par décision de l'ASN⁷.

Voici les 5 décisions de l'ASN homologuées par arrêtés encadrant les rejets des CNPE de Belleville-sur-Loire, Dampierre-en-Burly, Saint-Laurent, Chinon et Civaux :

- 2014-DC-0414 (homologuée par arrêté du 4 mars 2014) (Belleville-sur-Loire)⁸

L'article [EDF-BEL-130] de l'annexe de cette décision prévoit que le débit d'activité au point de rejet principal pour un débit D (l/s) de la Loire est au maximum, en valeur moyenne sur 24 heures, de 80 x D Bq/s.

- 2011-DC-0210 (homologuée par arrêté du 6 mai 2011) (Dampierre-en-Burly)⁹

L'article [EDF-DAM-133] de l'annexe de cette décision prévoit que le débit d'activité aux points de rejet principaux pour un débit D (l/s) de la Loire est au maximum, en valeur moyenne sur 24 heures, de 80 x D Bq/s.

- 2015-DC-0498 (homologuée par arrêté du 19 mars 2015) (Saint-Laurent-des-Eaux)¹⁰

L'article EDF-SLT-238 de l'annexe de cette décision prévoit que le débit d'activité au point de rejet principal pour un débit D (L/s) de la Loire est au maximum, en valeur moyenne sur 24 heures, de 80 x D Bq/s.

- 2015-DC-0527 (homologuée par arrêté du 27 novembre 2015) (Chinon)¹¹ :

L'article [EDF-CHI-176] prévoit que le débit d'activité au point de rejet principal pour un débit D (L/s) de la Loire est au maximum, en valeur moyenne sur 24 heures, de 80 x D Bq/s.

- 2009-DC-0139 (homologuée par arrêté du 23 juin 2009) modifiée (notamment « sur 24 heures » est remplacé par « quotidienne calculée ») par décision n° 2011-DC-0233 du 5 juillet 2011 (homologuée par arrêté du 2 août 2011) (Civaux)¹² :

L'article 5 II de l'annexe de cette décision prévoit que le débit d'activité (Bq/s) au point de rejet principal pour un débit D (l/s) de la Vienne est au maximum, en valeur moyenne quotidienne calculée, de 80 x D Bq/s pour un débit de la Vienne compris entre 27 et 400 m³/s et de 40 x D Bq/s pour un débit de la Vienne compris entre 10 et 27 m³/s.

⁷ <https://www.asn.fr/Informer/Actualites/Surveillance-et-limitation-des-rejets-de-tritium-des-installations-nucleaires>

⁸ <https://www.asn.fr/Reglementer/Bulletin-officiel-de-l-ASN/Installations-nucleaires/Decisions-individuelles/Decision-n-2014-DC-0414-de-l-ASN-du-16-janvier-2014>

⁹ <https://www.asn.fr/Reglementer/Bulletin-officiel-de-l-ASN/Installations-nucleaires/Decisions-individuelles/Decision-n-2011-DC-0210-de-l-ASN-du-3-mars-2011>

¹⁰ <https://www.asn.fr/Reglementer/Bulletin-officiel-de-l-ASN/Installations-nucleaires/Decisions-individuelles/Decision-n-2015-DC-0498-de-l-ASN-du-19-fevrier-2015>

¹¹ <https://www.asn.fr/Reglementer/Bulletin-officiel-de-l-ASN/Installations-nucleaires/Decisions-individuelles/Decision-n-2015-DC-0527-de-l-ASN-du-20-octobre-2015>

¹² <https://www.asn.fr/Reglementer/Bulletin-officiel-de-l-ASN/Installations-nucleaires/Decisions-individuelles/Decision-n-2009-DC-0139-du-2-juin-2009-de-l-ASN> et <https://www.asn.fr/Reglementer/Bulletin-officiel-de-l-ASN/Installations-nucleaires/Decisions-individuelles/Decision-n-2011-DC-0233-de-l-ASN-du-5-juillet-2011>

En résumé, les décisions de l'ASN homologuées par arrêtés autorisent un ajout, par chaque centrale, de 80 Bq de tritium par litre d'eau. Etant donné que l'on peut déduire des éléments d'investigation de l'IRSN que la mesure des 310 Bq/l relevée à Saumur le 21 janvier 2019 est nécessairement liée aux rejets effectués par les CNPE en amont, nous avons donc procédé à une modélisation du tritium maximal autorisé selon les cinq décisions de l'ASN homologuées par arrêté pour vérifier si la mesure de 310 Bq/l est conforme ou non aux rejets autorisés par ces décisions.

V. PIECE 4 : Tableur de simulation de pollution maximale possible à Saumur selon 5 décisions de l'ASN homologuées par arrêtés

On arrive alors à une concentration possible mesurable le 21 janvier 2019 à 11h30 à Saumur de l'ordre de 211 Bq/L, soit bien moins que les 310 Bq/L effectivement mesurés.

Une ou plusieurs des cinq décisions de l'ASN homologuées par arrêté ont donc nécessairement été violées par EDF pour qu'une telle mesure soit relevée à Saumur.

En outre, nous avons vu que les zones de mélange sont des zones adjacentes au point de rejet où les concentrations d'un ou plusieurs polluants peuvent dépasser les normes de qualité environnementales. Ces zones sont proportionnées et limitées à la proximité du point de rejet et ne compromettent pas le respect des normes de qualité environnementales sur le reste de la masse d'eau (voir la définition dans décision n° 2013-DC-0360 de l'ASN¹³).

La zone de mélange pour le CNPE Civaux est limitée à 6 km selon le responsable communication EDF Civaux. Cette zone inclut la station de mesure EDF-IRSN de Valdivienne. Une telle station se situe aussi en aval de la centrale d'Avoine-Chinon à Savigny en Véron, soit sur la Loire avant la confluence avec la Vienne donc bien avant Saumur, qui se situe donc en dehors de toute zone de mélange.

V. PIECE 5 : Courriel de Emmanuel Pédrone, responsable communication EDF Civaux et https://www.irsn.fr/FR/Actualites_presse/Actualites/PublishingImages/20191023-IRSN-Carte-prelevements-tritium-Loire-Vienne.jpg

La mesure faite à Saumur le 21 janvier 2019 (310 Bq/l) dépasse même ce qui est attendu dans les zones de mélange et qui est pourtant déjà une zone de dérogation en matière de pollution : 100 Bq/l hors période de rejet, 140 Bq/l sur une journée en période de rejet, 280 Bq/l en mesure ponctuelle à mi-rejet (à la moitié du vidage d'un réservoir), selon les décisions de l'ASN non homologuées¹⁴.

La modélisation permet de rapprocher les débits de tritium maximum autorisés avec la mesure faite à Saumur : une ou plusieurs des cinq décisions de l'ASN homologuées par arrêtés encadrant les rejets des CNPE ont nécessairement été non respectées. La note d'information de l'IRSN du 17 octobre 2019 permet d'attester du sérieux de la mesure faite par l'ACRO et de resserrer la source du problème sur une ou plusieurs des cinq centrales EDF, donc sur la seule personne morale EDF.

V. PIECES 3 et 4

¹³ <https://www.asn.fr/content/download/108178/838625/version/1/file/2013-DC-0360-Version%20consolid%C3%A9e%20au%2022%20d%C3%A9cembre%202016.pdf>

¹⁴ Les 5 décisions de l'ASN non homologuées par arrêtés:

- 2014-DC-0413 (Belleville), <https://www.asn.fr/Reglementer/Bulletin-officiel-de-l-ASN/Installations-nucleaires/Decisions-individuelles/Decision-n-2014-DC-0413-de-l-ASN-du-16-janvier-2014>

- 2011-DC-0211 (Dampierre), <https://www.asn.fr/Reglementer/Bulletin-officiel-de-l-ASN/Installations-nucleaires/Decisions-individuelles/Decision-n-2011-DC-0211-de-l-ASN-du-3-mars-2011>

- 2015-DC-0499 (Saint Laurent), <https://www.asn.fr/Reglementer/Bulletin-officiel-de-l-ASN/Installations-nucleaires/Decisions-individuelles/Decision-n-2015-DC-0499-de-l-ASN-du-19-fevrier-2015>

- 2015-DC-0528 (Avoine-Chinon), <https://www.asn.fr/Reglementer/Bulletin-officiel-de-l-ASN/Installations-nucleaires/Decisions-individuelles/Decision-n-2015-DC-0528-de-l-ASN-du-20-octobre-2015>

- 2009-DC-0138 (Civaux), <https://www.asn.fr/Reglementer/Bulletin-officiel-de-l-ASN/Installations-nucleaires/Decisions-individuelles/Decision-n-2009-DC-0138-du-2-juin-2009-de-l-ASN>

Il ressort des constatations réalisées que l'exploitant des centrales nucléaires précitées, EDF, a nécessairement violé une ou plusieurs prescriptions d'un ou de plusieurs arrêtés de rejet des CNPE pour qu'une telle concentration soit mesurée à hauteur de Saumur.

- Sur la toxicité de la substance déversée :

Le tritium lié aux activités humaines provient essentiellement des rejets liquides et gazeux des installations nucléaires ainsi que des industries et laboratoires utilisant ce radionucléide.

Contrairement à ce que soutient habituellement EDF, le tritium est un élément radioactif ayant des effets nuisibles.

En effet, en tant qu'isotope de l'hydrogène, le tritium est un élément toxique en raison de sa nature radioactive. L'eau tritiée incorporée par un organisme vivant se comporte de manière identique à l'eau constitutive de cet organisme (un peu plus de 70% chez l'homme à plus de 90% dans certaines espèces végétales et animales) et se répartit dans tout le corps.

V. PIECE 6 : Note de Pierre Barbey et David Boilley "Le tritium : un risque sous-estimé"

Le tritium présente un risque de cancers et d'effets génétiques même par effets stochastiques. A ce sujet, le livre blanc du tritium¹⁵ met en avant une toxicité génétique avérée (p. 11/303 : 2.4.1, p. 239/303 : 4.2), une bioaccumulation/bioamplification constatée dans la faune aquatique (p. 9-10/303 : 2.2), ainsi que des effets pour le fœtus et l'embryon qui nécessitaient alors des recherches complémentaires (p. 10/303 : 2.4.5).

Précisons également que le Ontario Drinking Water Advisory Council (ODWAC) a publié le document *Report and Advice on the Ontario Drinking Water Quality Standard for Tritium* qui recommande au ministère de l'Environnement de l'Ontario (une province du Canada qui compte de nombreux réacteurs CANDU connus pour produire beaucoup de tritium) d'abaisser ses limites de 7 000 Bq/L à 20 Bq/L¹⁶. La Commission canadienne de sûreté nucléaire indique (le 20 août 2009) que cette limite est respectée, ce que nous ne pouvons malheureusement pas constater sur les captages d'eau destinée à la consommation humaine liés à la Loire et à la Vienne. En outre, la réglementation française relative à l'eau potable¹⁷ fixe une référence de qualité de 100 Bq/l (qui correspond au seuil réglementaire européen de potabilité de l'eau fixé par la directive 98/83/EC du 3 novembre 1998¹⁸), au-delà de laquelle des investigations complémentaires doivent être menées pour rechercher la présence de radionucléides artificiels. La mesure de 310 Bq/L relevée à Saumur le 21 janvier 2019 dépasse largement ce seuil. Cette mesure n'a, certes, pas été faite dans l'eau destinée à la consommation humaine, mais de nombreux captages sont alimentés par la nappe alluviale (Saumur par exemple) ou directement par le fleuve (le captage de ce type le plus proche en aval est celui des Ponts de Cé qui alimente notamment Angers). Le tritium, isotope radioactif de l'hydrogène, atome léger constitutif de l'eau, n'y fait par conséquent l'objet d'aucun traitement de potabilisation.

Dans un arrêt du 19 octobre 2004, la Chambre criminelle de la Cour de cassation a retenu le délit de pollution des eaux de l'article L. 216-6 du Code de l'environnement concernant la pollution par une nappe d'hydrocarbures dont l'épaisseur démontrait qu'elle présentait une concentration supérieure à la limite autorisée et était de nature à causer des dommages à la faune et à la flore (Crim. 19 oct. 2004 Sté Peugeot Citroën Poissy).

L'enquête devra chercher à déterminer précisément la cause de cette mesure.

Dès lors, le fait d'avoir déversé ou laissé s'écouler dans les eaux superficielles des substances radioactives contenant du tritium est constitutif de l'infraction prévue par l'article L. 216-6 du Code de l'environnement.

¹⁵ <https://www.asn.fr/sites/tritium/files/assets/common/downloads/publication.pdf>

¹⁶ <https://nuclearsafety.gc.ca/fra/resources/health/tritium/tritium-in-drinking-water.cfm>

¹⁷ Arrêté du 11 janvier 2007 modifié relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7 et R. 1321-38 du Code de la santé publique

¹⁸ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:31998L0083&from=FR>

- Élément intentionnel :

Dans le cas du délit de pollution, l'élément intentionnel, à savoir l'imprudence, la négligence ou la mise en danger délibérée doit être prouvé en vertu de l'article 121-3 du Code pénal.

Ainsi le propriétaire d'une habitation a été condamné pour pollution des eaux pour n'avoir pas interdit à ses peintres de déverser leurs résidus de peinture dans son évier, alors qu'il connaissait les conditions anormales de raccordement. Pour la Cour, le fait que le propriétaire n'ait été ni l'auteur ni même l'instigateur des déversements prohibés n'est pas de nature à l'exonérer de la responsabilité qu'il encourt envers la commune pour avoir raccordé un évier destiné à l'évacuation d'eaux usées sur le réseau collectif d'eaux pluviales, créant ainsi un risque de pollution manifeste de l'étang communal alimenté par les eaux de ce réseau ([CA Angers, 1^{re} ch., sect. A, 6 déc. 2011, n° 10/01842](#)).

En l'occurrence, le fait pour EDF, exploitant des CNPE, de ne pas avoir respecté les prescriptions de ses arrêtés de rejet caractérise l'intention nécessaire pour engager sa responsabilité.

Dès lors, le fait pour EDF d'avoir déversé dans les eaux superficielles des substances de nature à causer des dommages à la faune et à la flore en violation des prescriptions des arrêtés réglementant les rejets des sites est constitutif de l'infraction prévue par l'article L. 216-6 du Code de l'environnement.

L'infraction est donc constituée.

* * *

II. Infractions à la réglementation relative aux installations nucléaires de base résultant de violations aux décisions homologuées encadrant les rejets des CNPE

Il a été jugé (Cass. crim., 24 sept. 2019, n° 18-85.348, Publié au bulletin) :

« Attendu que, pour déclarer les prévenus coupables des contraventions qui leur sont reprochées, à l'exception de l'une d'elles dont M. C... est relaxé, l'arrêt relève que la preuve des contraventions objets des poursuites peut être apportée par tout moyen ; que les procès-verbaux établis par l'ASN constituent des éléments de preuve qui, soumis au débat et n'étant pas le fruit de procédés déloyaux, sont parfaitement admissibles ;

Attendu qu'en l'état de ces énonciations, et dès lors que les infractions, correctionnelles ou de police, au code de l'environnement, auquel ne font pas exception sur ce point les règles particulières applicables aux installations nucléaires, peuvent être prouvées par tous moyens, la cour d'appel, qui a souverainement apprécié la valeur et la portée des éléments de preuve soumis au débat contradictoire, a justifié sa décision sans encourir les griefs allégués ; »

L'article 56 1° du décret n° 2007-1557 du 2 novembre 2007 (aujourd'hui codifié à l'article R. 596-16 1° du Code de l'environnement) relatif aux installations nucléaires de base et au contrôle, en matière de sûreté nucléaire, du transport de substances radioactives punit de la peine prévue pour les contraventions de la 5e classe le fait d'exploiter une installation nucléaire de base en méconnaissance notamment des prescriptions ou mesures prises par l'Autorité de sûreté nucléaire en application de l'article L. 593-10 du Code de l'environnement.

L'article L. 593-10 du Code de l'environnement prévoit, en effet, que l'Autorité de sûreté nucléaire définit les prescriptions relatives à la conception, à la construction et à l'exploitation de l'installation nucléaire. Ces prescriptions peuvent notamment porter sur des moyens de suivi, de surveillance, d'analyse et de mesure. Elle précise notamment, s'il y a lieu, les prescriptions relatives aux prélèvements d'eau de l'installation et aux substances radioactives issues de l'installation. Les prescriptions fixant les limites de rejets de l'installation dans l'environnement sont soumises à l'homologation du ministre chargé de la sûreté nucléaire.

Les décisions n° 2014-DC-0414, 2011-DC-0210, 2015-DC-0498, 2015-DC-0527, 2009-DC-0139 entrent toutes dans le champ de l'article L. 593-10. Il en est de même concernant les décisions n° 2014-DC-0413, 2011-DC-0211, 2015-DC-0499, 2015-DC-0528, 2009-DC-0138.

La méconnaissance de ces décisions constitue donc des contraventions de la cinquième classe, en vertu de l'article 56 1° du décret du 2 novembre 2007 (aujourd'hui codifié à l'article R. 596-16 1° du Code de l'environnement).

En l'espèce,

Le 21 janvier 2019, une concentration de 310 Bq/L de tritium a été relevée dans la Loire à Saumur¹⁹.

Saumur est en aval de cinq centrales nucléaires, dont quatre sont sur la Loire et une est sur la Vienne, un des affluents de la Loire. La plus proche centrale nucléaire en amont de Saumur est celle de Chinon, à environ 20 km.

L'IRSN n'a pas remis en cause la validité de la mesure de cette concentration de 310 Bq/L de tritium.

V. PIECES 1, 2 et 3 : Notes de l'IRSN

Dans sa note du 20 juin 2019, l'IRSN note que :

« ... le niveau mis en évidence par l'ACRO n'est pas un niveau habituel et son origine doit être recherchée. »

Les rejets de tritium des installations nucléaires sont soumis à autorisation ministérielle complétée par des prescriptions de l'ASN encadrant les conditions sous lesquelles les rejets peuvent être effectués. Leurs effets directs et indirects sur la santé et l'environnement sont évalués par l'exploitant dans l'étude d'impact qui accompagne le dossier de demande d'autorisation. Les rejets dans le milieu naturel et leurs effets doivent être aussi faibles que possible par l'utilisation par l'exploitant des meilleures technologies disponibles. Les valeurs limites de rejets pour chaque installation sont fixées par décision de l'ASN²⁰.

Voici les 5 décisions de l'ASN homologuées par arrêtés encadrant les rejets des CNPE de Belleville-sur-Loire, Dampierre-en-Burly, Saint-Laurent, Chinon et Civaux :

- 2014-DC-0414 (homologuée par arrêté du 4 mars 2014) (Belleville-sur-Loire)²¹

L'article [EDF-BEL-130] de l'annexe de cette décision prévoit que le débit d'activité au point de rejet principal pour un débit D (l/s) de la Loire est au maximum, en valeur moyenne sur 24 heures, de 80 x D Bq/s.

- 2011-DC-0210 (homologuée par arrêté du 6 mai 2011) (Dampierre-en-Burly)²²

L'article [EDF-DAM-133] de l'annexe de cette décision prévoit que le débit d'activité aux points de rejet principaux pour un débit D (l/s) de la Loire est au maximum, en valeur moyenne sur 24 heures, de 80 x D Bq/s.

- 2015-DC-0498 (homologuée par arrêté du 19 mars 2015) (Saint-Laurent-des-Eaux)²³

L'article EDF-SLT-238 de l'annexe de cette décision prévoit que le débit d'activité au point de rejet principal pour un débit D (L/s) de la Loire est au maximum, en valeur moyenne sur 24 heures, de 80 x D Bq/s.

- 2015-DC-0527 (homologuée par arrêté du 27 novembre 2015) (Chinon)²⁴ :

¹⁹ Communiqué du 18 juin 2019: <https://www.acro.eu.org/8918-2/>

²⁰ <https://www.asn.fr/Informer/Actualites/Surveillance-et-limitation-des-rejets-de-tritium-des-installations-nucleaires>

²¹ <https://www.asn.fr/Reglementer/Bulletin-officiel-de-l-ASN/Installations-nucleaires/Decisions-individuelles/Decision-n-2014-DC-0414-de-l-ASN-du-16-janvier-2014>

²² <https://www.asn.fr/Reglementer/Bulletin-officiel-de-l-ASN/Installations-nucleaires/Decisions-individuelles/Decision-n-2011-DC-0210-de-l-ASN-du-3-mars-2011>

²³ <https://www.asn.fr/Reglementer/Bulletin-officiel-de-l-ASN/Installations-nucleaires/Decisions-individuelles/Decision-n-2015-DC-0498-de-l-ASN-du-19-fevrier-2015>

²⁴ <https://www.asn.fr/Reglementer/Bulletin-officiel-de-l-ASN/Installations-nucleaires/Decisions-individuelles/Decision-n-2015-DC-0527-de-l-ASN-du-20-octobre-2015>

L'article [EDF-CHI-176] prévoit que le débit d'activité au point de rejet principal pour un débit D (l/s) de la Loire est au maximum, en valeur moyenne sur 24 heures, de $80 \times D$ Bq/s.

- 2009-DC-0139 (homologuée par arrêté du 23 juin 2009) , modifiée (notamment « sur 24 heures » est remplacé par « quotidienne calculée ») par décision n° 2011-DC-0233 du 5 juillet 2011 (homologuée par arrêté du 2 août 2011) (Civaux)²⁵ :

L'article 5 II de l'annexe de cette décision prévoit que le débit d'activité (Bq/s) au point de rejet principal pour un débit D (l/s) de la Vienne est au maximum, en valeur moyenne quotidienne calculée, de $80 \times D$ Bq/s pour un débit de la Vienne compris entre 27 et 400 m³/s et de $40 \times D$ Bq/s pour un débit de la Vienne compris entre 10 et 27 m³/s.

En résumé, les décisions de l'ASN homologuées par arrêtés autorisent un ajout, par chaque centrale, de 80 Bq de tritium par litre d'eau. Etant donné que l'on peut déduire des éléments d'investigation de l'IRSN que la mesure des 310 Bq/L relevée à Saumur le 21 janvier 2019 est très certainement liée aux rejets effectués par les CNPE en amont, nous avons donc procédé à une modélisation du tritium maximal autorisé selon les cinq décisions de l'ASN homologuées par arrêtés pour vérifier si la mesure de 310 Bq/L est conforme ou non aux rejets autorisés par ces décisions.

V. PIECE 4 : Tableur de simulation de pollution maximale possible à Saumur selon 5 décisions de l'ASN homologuées par arrêtés

On arrive alors à un maximum théorique autorisé de l'ordre de 211 Bq/L concentration possible mesurable le 21 janvier 2019 à 11h30 à Saumur, soit bien moins que les 310 Bq/L effectivement mesurés.

Une ou plusieurs des cinq décisions de l'ASN homologuées par arrêté ont donc nécessairement été violées par EDF pour qu'une telle mesure soit relevée à Saumur.

En outre, nous avons vu que les zones de mélange sont des zones adjacentes au point de rejet où les concentrations d'un ou plusieurs polluants peuvent dépasser les normes de qualité environnementales. Ces zones sont proportionnées et limitées à la proximité du point de rejet et ne compromettent pas le respect des normes de qualité environnementales sur le reste de la masse d'eau (voir la définition dans décision n° 2013-DC-0360 de l'ASN²⁶).

La zone de mélange pour le CNPE Civaux est limitée à 6 km selon le responsable communication EDF Civaux. Cette zone inclut la station de mesure EDF-IRSN de Valdivienne. Une telle station se situe aussi en aval de la centrale d'Avoine-Chinon à Savigny en Véron, soit sur la Loire avant la confluence avec la Vienne donc bien avant Saumur, qui se situe donc en dehors de toute zone de mélange.

V. PIECE 5 : Courriel de Emmanuel Pédrone, responsable communication EDF Civaux et https://www.irsn.fr/FR/Actualites_presse/Actualites/PublishingImages/20191023-IRSN-Carte-prelevements-tritium-Loire-Vienne.jpg

La mesure faite à Saumur le 21 janvier 2019 (310 Bq/L) dépasse même, ce qui est attendu dans les zones de mélange et qui est pourtant déjà une zone de dérogation en matière de pollution : 100 Bq/L hors période de rejet, 140 Bq/L sur une journée en période de rejet, 280 Bq/L en mesure ponctuelle à mi-rejet (à la moitié du vidage d'un réservoir), selon les décisions de l'ASN²⁷.

²⁵ <https://www.asn.fr/Reglementer/Bulletin-officiel-de-l-ASN/Installations-nucleaires/Decisions-individuelles/Decision-n-2009-DC-0139-du-2-juin-2009-de-l-ASN> et <https://www.asn.fr/Reglementer/Bulletin-officiel-de-l-ASN/Installations-nucleaires/Decisions-individuelles/Decision-n-2011-DC-0233-de-l-ASN-du-5-juillet-2011>

²⁶ <https://www.asn.fr/content/download/108178/838625/version/1/file/2013-DC-0360-Version%20consolid%C3%A9%20au%2022%20d%C3%A9cembre%202016.pdf>

²⁷ Les 5 décisions de l'ASN non homologuées par arrêtés:

- 2014-DC-0413 (Belleville), <https://www.asn.fr/Reglementer/Bulletin-officiel-de-l-ASN/Installations-nucleaires/Decisions-individuelles/Decision-n-2014-DC-0413-de-l-ASN-du-16-janvier-2014>

- 2011-DC-0211 (Dampierre), <https://www.asn.fr/Reglementer/Bulletin-officiel-de-l-ASN/Installations-nucleaires/Decisions-individuelles/Decision-n-2011-DC-0211-de-l-ASN-du-3-mars-2011>

- 2015-DC-0499 (Saint Laurent), <https://www.asn.fr/Reglementer/Bulletin-officiel-de-l-ASN/Installations-nucleaires/Decisions->

La modélisation permet de rapprocher les débits de tritium maximum autorisés avec la mesure faite à Saumur : une ou plusieurs des cinq décisions homologuées de l'ASN encadrant les rejets des CNPE Belleville, Dampierre, Saint-Laurent, Chinon et Civaux ont nécessairement été non respectées et les violations commises constituent des contraventions de la 5e classe au sens de l'article 56 1° du décret du 2 novembre 2007 (aujourd'hui codifié à l'article R. 596-16 1° du Code de l'environnement).

* * *

III. Infraction à la réglementation relative aux installations nucléaires de base résultant de la non déclaration d'incident

L'article L. 596-11 V punit d'un an d'emprisonnement et de 15 000 euros d'amende le fait pour l'exploitant d'une installation nucléaire de base, ou la personne responsable d'un transport de substances radioactives, de ne pas faire les déclarations prescrites par l'article L. 591-5 en cas d'incident ou d'accident ayant ou risquant d'avoir des conséquences notables sur la sûreté nucléaire de l'installation ou du transport ou de porter atteinte, par exposition significative aux rayonnements ionisants, aux personnes, aux biens ou à l'environnement.

L'article L. 591-5 du Code de l'environnement dispose :

« L'exploitant d'une installation nucléaire de base ou la personne responsable d'un transport de substances radioactives est tenu de déclarer, dans les meilleurs délais, à l'Autorité de sûreté nucléaire et à l'autorité administrative, les accidents ou incidents survenus du fait du fonctionnement de cette installation ou de ce transport qui sont de nature à porter une atteinte significative aux intérêts mentionnés à l'article L. 593-1.

Cette déclaration tient lieu de celle prévue à l'article L. 1333-13 du code de la santé publique, lorsqu'elle est requise ».
(souligné par nous)

L'article L. 593-1 du Code de l'environnement dispose notamment :

« Les installations nucléaires de base énumérées à l'article L. 593-2 sont soumises au régime légal défini par les dispositions du présent chapitre et du chapitre VI du présent titre en raison des risques ou inconvénients qu'elles peuvent présenter pour la sécurité, la santé et la salubrité publiques ou la protection de la nature et de l'environnement... » (souligné par nous)

En outre, l'article 56 1° du décret n° 2007-1557 du 2 novembre 2007 (aujourd'hui codifié à l'article R. 596-16 1° du Code de l'environnement) relatif aux installations nucléaires de base et au contrôle, en matière de sûreté nucléaire, du transport de substances radioactives punit de la peine prévue pour les contraventions de la 5e classe le fait d'exploiter une installation nucléaire de base en violation des règles générales prévues à l'article L. 593-4 du Code de l'environnement.

L'article L. 593-4 du Code de l'environnement dispose :

« Pour protéger les intérêts mentionnés à l'article L. 593-1, la conception, la construction, le fonctionnement, la mise à la fermeture et le démantèlement des installations nucléaires de base ainsi que l'arrêt définitif, l'entretien et la surveillance des

[individuelles/Decision-n-2015-DC-0499-de-l-ASN-du-19-fevrier-2015](#)
- 2015-DC-0528 (Avoine-Chinon), <https://www.asn.fr/Reglementer/Bulletin-officiel-de-l-ASN/Installations-nucleaires/Decisions-individuelles/Decision-n-2015-DC-0528-de-l-ASN-du-20-octobre-2015>
- 2009-DC-0138 (Civaux), <https://www.asn.fr/Reglementer/Bulletin-officiel-de-l-ASN/Installations-nucleaires/Decisions-individuelles/Decision-n-2009-DC-0138-du-2-juin-2009-de-l-ASN> et 2011-DC-0234, <https://www.asn.fr/Reglementer/Bulletin-officiel-de-l-ASN/Installations-nucleaires/Decisions-individuelles/Decision-n-2011-DC-0234-de-l-ASN-du-5-juillet-2011> (l' article 17 de la première décision n° est toutefois pas impacté par la deuxième décision)

installations de stockage de déchets radioactifs sont soumis à des règles générales applicables à toutes ces installations ou à certaines catégories d'entre elles.

Ces règles générales, qui peuvent prévoir des modalités d'application particulières pour les installations existantes, sont fixées par arrêté du ministre chargé de la sûreté nucléaire. »

L'arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base fait partie de ces règles générales prévues par l'article L. 593-4 du Code de l'environnement. La violation de ses dispositions constitue donc des contraventions de la cinquième classe au sens de l'article 56 1° du décret n° 2007-1557 du 2 novembre 2007 (aujourd'hui codifié à l'article R. 596-16 1° du Code de l'environnement).

Les articles 2.6.1 à 2.6.5 de cet arrêté prévoient que l'exploitant doit prendre toute disposition pour détecter tous les écarts relatifs à son installation, les examiner dans les plus brefs délais, les traiter dans des délais adaptés aux enjeux et qu'il doit déclarer chaque événement significatif à l'ASN dans les meilleurs délais et réaliser une analyse approfondie de chacun. De plus, l'article 4.4.1 prévoit qu'« *en cas de pollution accidentelle ayant son origine dans le périmètre de l'installation nucléaire de base, l'exploitant fournit sans délai à l'Autorité de sûreté nucléaire, au préfet et, le cas échéant, au préfet maritime, tous les renseignements utiles permettant de déterminer les mesures visant à protéger les intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement menacés du fait de cette pollution* ».

En l'espèce, si comme nous le pensons, la mesure de 310 Bq/L détectée à Saumur est liée à des rejets non autorisés effectués par les CNPE en amont, cela signifie qu'EDF n'a pas déclaré à l'ASN ce ou ces rejets illégaux, comme elle était pourtant censée le faire au vu des articles précités.

Ces faits pourraient être constitutifs du délit prévu par l'article L. 596-11 V du Code de l'environnement ou de la contravention de la 5^e classe prévue par l'article 56 1° du décret n° 2007-1557 du 2 novembre 2007 (aujourd'hui codifié à l'article R. 596-16 1° du Code de l'environnement).

* * *

IV. Délict de risques causés à autrui

L'article 223-1 du Code pénal dispose :

« Le fait d'exposer directement autrui à un risque immédiat de mort ou de blessures de nature à entraîner une mutilation ou une infirmité permanente par la violation manifestement délibérée d'une obligation particulière de prudence ou de sécurité imposée par la loi ou le règlement est puni d'un an d'emprisonnement de 15 000 euros d'amende. »

- **Violation d'une « obligation particulière de sécurité ou de prudence imposée par la loi ou le règlement »**

Etant donné la violation d'une ou de plusieurs décisions encadrant les rejets des CNPE révélée par la mesure de 310 Bq/L à Saumur le 21 janvier 2019, la condition préalable du délict de risques causés à autrui est remplie.

- **Exposition à un risque d'une particulière gravité**

Le tritium lié aux activités humaines provient essentiellement des rejets liquides et gazeux des installations nucléaires ainsi que des industries et laboratoires utilisant ce radionucléide.

Contrairement à ce que soutient habituellement EDF, le tritium est un élément radioactif ayant des effets nuisibles.

En effet, en tant qu'isotope de l'hydrogène, le tritium est un élément toxique en raison de sa nature radioactive. L'eau tritiée incorporée par un organisme vivant se comporte de manière identique à l'eau constitutive de cet organisme (un peu plus de 70% chez l'homme à plus de 90% dans certaines espèces végétales et animales) et se répartit dans tout le corps.

Le tritium présente un risque de cancers et d'effets génétiques même par effets stochastiques. A ce sujet, le livre blanc du tritium²⁸ met en avant une toxicité génétique avérée (p. 11/303 : 2.4.1, p. 239/303 : 4.2), une bioaccumulation/bioamplification constatée dans la faune aquatique (p. 9-10/303 : 2.2), ainsi que des effets pour le fœtus et l'embryon qui nécessitaient alors des recherches complémentaires (p. 10/303 : 2.4.5).

Précisons également que, le Ontario Drinking Water Advisory Council (ODWAC) a publié le document *Report and Advice on the Ontario Drinking Water Quality Standard for Tritium* qui recommande au ministère de l'Environnement de l'Ontario (une province du Canada qui compte de nombreux réacteurs CANDU connus pour produire beaucoup de tritium) d'abaisser ses limites de 7 000 Bq/L à 20 Bq/L²⁹. La Commission canadienne de sûreté nucléaire indique (le 20 août 2009) que cette limite est respectée, ce que nous ne pouvons malheureusement pas constater sur les captages d'eau destinée à la consommation humaine liés à la Loire et à la Vienne. En outre, la réglementation française relative à l'eau potable³⁰ fixe une référence de qualité de 100 Bq/l (qui correspond au seuil réglementaire européen de potabilité de l'eau fixé par la directive 98/83/EC du 3 novembre 1998³¹), au-delà de laquelle des investigations complémentaires doivent être menées pour rechercher la présence de radionucléides artificiels. La mesure de 310 Bq/L relevée à Saumur le 21 janvier 2019 dépasse largement ce seuil. Cette mesure n'a, certes, pas été faite dans l'eau destinée à la consommation humaine, mais de nombreux captages sont alimentés par la nappe alluviale (Saumur par exemple) ou directement par le fleuve (le captage de ce type le plus proche en aval est celui des Ponts de Cé qui alimente notamment Angers). Le tritium, isotope radioactif de l'hydrogène, atome léger constitutif de l'eau, n'y fait par conséquent l'objet d'aucun traitement de potabilisation.

- Élément moral

Celui-ci résulte du caractère manifestement délibéré de la violation d'une obligation particulière de prudence ou de sécurité imposée par la loi ou le règlement.

L'enquête devra vérifier l'éventuelle constitution de ce délit sans se limiter aux dires des exploitants qui ont tout intérêt à tenir un discours rassurant en la matière.

* * *

RESPONSABILITE

L'article 121-2 du Code pénal indique :

« Les personnes morales, à l'exclusion de l'Etat, sont responsables pénalement, selon les distinctions des articles 121-4 à 121-7, des infractions commises, pour leur compte, par leurs organes ou représentants... »

Il est fréquemment admis en droit pénal de l'environnement que la seule constatation de la violation, en connaissance de cause, d'une prescription légale ou réglementaire implique de la part de son auteur l'intention coupable exigée par l'article 121-3, alinéa 1^{er} du Code pénal (par ex. [Cass. crim., 22 mars 2016, n° 15-84949](#)).

²⁸ <https://www.asn.fr/sites/tritium/files/assets/common/downloads/publication.pdf>

²⁹ <https://nuclearsafety.gc.ca/fra/resources/health/tritium/tritium-in-drinking-water.cfm>

³⁰ Arrêté du 11 janvier 2007 modifié relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7 et R. 1321-38 du Code de la santé publique

³¹ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:31998L0083&from=FR>

En l'espèce, comme démontré précédemment, le taux de 310 Bq/L mesuré à Saumur le 21 janvier 2019 n'a pu être causé que par les rejets effectués par un/des CNPE en amont. Les décisions encadrant les rejets des CNPE prévoyant un ajout de 80 Bq/L, même en cumulant l'ensemble, le taux maximal atteint à ce point ne pourrait être que de l'ordre de 211 Bq/L maximum. Aussi, le taux de 310 Bq/L est donc révélateur d'une ou de plusieurs violations des décisions homologuées par arrêtés encadrant les rejets d'un ou de plusieurs CNPE situés en amont.

Cela constitue une faute caractérisée de nature à engager la responsabilité pénale d'EDF et de son dirigeant, les fautes ayant nécessairement été commises pour son compte par l'un de ses organes.

S'agissant des contraventions, la responsabilité de l'entreprise ne peut qu'être retenue, puisque les prescriptions impératives n'ont pas été respectées par les organes chargés de les appliquer.

* * *

PRESCRIPTION

A propos des délits

L'article 8 du Code de procédure pénale dispose :

« L'action publique des délits se prescrit par six années révolues à compter du jour où l'infraction a été commise. »

Concernant le point de départ du délai de prescription, celui-ci est fixé au lendemain du jour de l'acte délictueux pour les infractions instantanées qui sont réalisées en un trait de temps (Crim. 16 février 1999, B. C. n° 25).

Dans le cas particulier des infractions de résultat, supposant, parmi leurs éléments, un résultat dommageable, la prescription ne commence à courir que lorsque toutes les conditions sont réunies, c'est-à-dire à partir de la réalisation du préjudice, quel que soit le moment où celui-ci apparaît (Crim. 4 novembre 1985, B. C. n° 339). Le délit général de pollution de l'eau de l'article L. 216-6 du Code de l'environnement est une infraction de résultat. Le point de départ du délai de prescription est donc fixé au jour où les dommages à la flore ou à la faune se sont réalisés ou le jour où l'exposition de ceux-ci était de nature à leur causer un dommage.

En l'occurrence, le prélèvement ayant révélé la mesure de 310 Bq/L à Saumur a été réalisé le 21 janvier 2019. Le déversement ayant été à l'origine de cette mesure a nécessairement été réalisé dans les jours précédant celle-ci. La prescription de 6 ans pour le délit de pollution de l'eau n'est donc pas acquise et l'action publique peut donc encore être mise en œuvre. Il en est de même concernant le délit de risques causés à autrui.

A propos des contraventions

L'article 9 du Code de procédure pénale dispose :

« L'action publique des contraventions se prescrit par une année révolue à compter du jour où l'infraction a été commise. »

Concernant le point de départ du délai de prescription, celui-ci est fixé au lendemain du jour de l'acte délictueux pour les infractions instantanées qui sont réalisées en un trait de temps (Crim. 16 février 1999, B. C. n° 25). Mais il arrive que la jurisprudence retarde le point de départ de la prescription, notamment en cas de clandestinité de l'acte délictueux. Le point de départ de la prescription se situe alors au jour où les infractions sont apparues et ont pu être constatées dans des conditions permettant l'exercice de l'action publique (Crim. 23 juin 2004, B. C. n° 173).

En l'espèce, le point de départ de la prescription des violations commises aux arrêtés de rejets est normalement fixé au jour où la violation a été commise. Cependant, ce type de violations ne peut être connu et poursuivi que si

elles ont été déclarées par l'exploitant du CNPE, étant donné que nous fonctionnons sur un système déclaratif³². Si tel n'est pas le cas et que la violation n'a pas été déclarée, le point de départ de la prescription doit être retardé au jour où l'infraction est apparue et a pu être constatée dans des conditions permettant l'exercice de l'action publique. En l'occurrence, c'est grâce au prélèvement réalisé le 21 janvier 2019 à Saumur et dont l'analyse a été effectuée par l'ACRO le 10 mai 2019³³ que la violation aux décisions encadrant les rejets des CNPE a pu être déduite.

Ainsi, la prescription de l'action publique des contraventions n'est pas non plus acquise.

Synthèse des infractions soulevées :

- **le délit de pollution de l'eau** (faits prévus et réprimés par l'article L. 216-6 du Code de l'environnement)
- **une ou plusieurs contraventions d'exploitation d'une installation nucléaire de base en méconnaissance de prescriptions d'une décision de l'ASN** (faits prévus et réprimés par l'article 56 1° du décret du 2 novembre 2007)
- **le délit ou la contravention de non déclaration d'incident** (faits prévus par l'article L. 596-11 V du Code de l'environnement et par l'article 56 1° du décret du 2 novembre 2007)
- **le délit de risques causés à autrui** (faits prévus et réprimés par l'article 223-1 du Code pénal)

³² En France, ce sont les exploitants nucléaires qui déclarent les incidents qui surviennent sur leurs installations.

³³ <https://www.acro.eu.org/8918-2/>



La Sauvegarde de l'Anjou



Coordonnées des associations signataires :

Réseau "Sortir du nucléaire"

9 rue Dumenge
69317 Lyon cedex 04

Sortir Du Nucléaire Berry-Giennois-Puisaye

12, Les Bottins
18300 BANNAY

Sortir du nucléaire Pays nantais

8 avenue des goélands
44300 NANTES

Sortir du nucléaire Pays nantais

8 avenue des goélands
44300 NANTES

Sortir du nucléaire 49

15 Rue Rabelais
49000 ANGERS

France Nature Environnement Pays de la Loire

76 ter Rue Lionnaise
49100 ANGERS

La Sauvegarde de l'Anjou

14 rue Lionnaise
49100 ANGERS

Note d'information

20 juin 2019

Informations de l'IRSN sur les mesures de tritium dans la Loire

Le 18 juin 2019, l'ACRO a rendu publics les résultats d'une campagne de mesure citoyenne de la radioactivité sur le bassin versant de la Loire. Elle attire l'attention du public sur le niveau élevé d'une des mesures du tritium faite dans la Loire (310 Bq/L) et sur la présence de tritium dans l'eau du robinet prélevée régulièrement à Châtelleraut.

Le rapport de l'ACRO appelle les commentaires suivants de la part de l'IRSN :

1/ En ce qui concerne l'ensemble des mesures et observations

A une seule exception, les résultats des mesures réalisées dans le cadre de cette étude sont proches de ceux habituellement mis en évidence par les différentes surveillances réalisées sur le fleuve. Ils montrent notamment :

- que les produits de fissions ou d'activation émetteurs gamma susceptibles d'être rejetés par les centrales nucléaires ne sont que très rarement détectés dans les matrices indicatrices du milieu fluvial (sédiments, végétaux aquatiques). Le radionucléide le plus régulièrement détecté, le césium 137 (¹³⁷Cs), provient également des retombées atmosphériques des essais nucléaires et de l'accident de Tchernobyl et ne peut être spécifiquement attribué à l'influence des centrales sur le milieu fluvial ;
- que le tritium est présent dans l'eau de la Loire¹ ou de la Vienne à des niveaux proches de ceux observés dans le cadre de la surveillance de l'IRSN. On note toutefois que la méthode employée par l'ACRO (prélèvements ponctuels) fournit des résultats plus variables que ceux produits par des systèmes de prélèvements intégrateurs qu'utilise l'IRSN². C'est pourquoi on peut observer, dans le cadre de cette étude, des niveaux soit supérieurs soit inférieurs à ceux de la surveillance de l'Institut. Cette différence est intrinsèque aux méthodes mises en œuvre.

2/ En ce qui concerne la mesure d'un niveau de 310 Bq/L dans la Loire à Saumur

Sur une fenêtre d'observation décennale, la surveillance radiologique de l'eau de la Loire faite par l'IRSN (ou par EDF) révèle d'assez grandes fluctuations dans les niveaux de tritium observables. Il existe une assez bonne corrélation (inverse) entre ces niveaux et le débit du fleuve. Ainsi, en aval immédiat de Chinon, ils peuvent varier dans une gamme de 3 à un peu plus de 100 Bq/L. Les concentrations observées dans la Vienne, en aval de Civaux, varient dans une gamme très analogue mais sont beaucoup moins associées au débit du fleuve³. La

¹ Même s'il n'a pas été détecté en aval de Belleville, du fait de la méthode de prélèvement utilisée (prélèvement ponctuel une fois tous les trois mois).

² Les hydrocollecteurs de l'IRSN collectent l'eau en « quasi continu » durant une semaine. Le produit de chaque collecte est ensuite mélangé pour former un échantillon composite représentant un mois de prélèvement qui est ensuite analysé.

³ Car l'exploitant du CNPE pratique une régulation étroite de ses rejets liquides en fonction des débits de la Vienne.

surveillance opérée par l'IRSN durant les dix dernières années n'a pas permis de mettre en évidence une activité de l'ordre de 310 Bq/L. L'examen plus particulier des résultats de la surveillance faite dans le cadre du réseau national de mesure (RNM) durant la période où a été détectée cette concentration par l'ACRO non plus (voir en annexe)⁴.

Autrement dit, le niveau mis en évidence par l'ACRO n'est pas un niveau habituel et son origine doit être recherchée. À ce stade, les principales pistes d'investigation possibles que l'IRSN examinera dans les prochaines semaines sont :

- un rejet exceptionnel / non concerté entre différentes installations d'EDF⁵ ;
- un écart attaché aux différences méthodologiques entre un prélèvement ponctuel et un prélèvement intégré ;
- une autre source de tritium⁶.

3/ En ce qui concerne l'eau de boisson

Le contrôle sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine est de la responsabilité de la direction générale de la santé (DGS) et de ses agences régionales (ARS). L'IRSN n'opère donc pas de surveillance régulière des eaux de boisson mais il peut réaliser des études sur le sujet, à la demande de la DGS.

Dans le cadre des dernières études qu'il a réalisées⁷ pour le compte de la DGS et de l'ASN sur les eaux destinées à la consommation humaine (eau du robinet et eaux en bouteille), l'IRSN n'a jamais mis en évidence de dépassement de la référence de qualité utilisée pour le contrôle du tritium (100 Bq/L)⁸. Les niveaux de tritium relevés par l'ACRO dans les eaux de boisson prélevées dans le cadre de son étude ne dépassent pas non plus cette référence. Ils restent très inférieurs à la valeur guide recommandée par l'OMS (10 000 Bq/L)⁹.

Rappel : l'estimation des doses reçues par le public réalisé dans le cadre du bilan de l'état radiologique de l'environnement français de 2015 à 2017¹⁰ (sur la base de l'hypothèse d'une consommation journalière de 2 L d'eau fluviale) conduit à des niveaux compris dans la gamme de 0,05 à 5 µSv/an pour l'ensemble des fleuves nucléarisés. Ces niveaux sont à mettre en regard de la limite de 1 000 µSv/an pour le public.

⁴ Même si l'Institut ne dispose plus d'un hydrocollecteur après la confluence de la Vienne et de la Loire, son évaluation des concentrations de tritium à Saumur à partir des hydrocollecteurs installés en amont ne permettent pas de « remonter » à un tel niveau d'activité.

⁵ Même si les informations collectées à ce stade ne révèlent pas d'anomalie concernant les rejets d'EDF.

⁶ En aval des systèmes de surveillance de l'IRSN ou d'EDF.

⁷ Cf. <https://www.irsn.fr/eaux-embouteillees> et <https://www.irsn.fr/bilan-eaux-robinet-2008-2009>

⁸ Cette référence de qualité ne constitue pas une limite sanitaire mais un seuil qui, lorsqu'il est dépassé, entraîne une investigation complémentaire pour rechercher une éventuelle source de pollution.

⁹ Activité de tritium dans l'eau de boisson correspondant à une exposition d'environ 100 µSv/an.

¹⁰ Cf. <https://www.irsn.fr/BR2015-2017>

ANNEXE

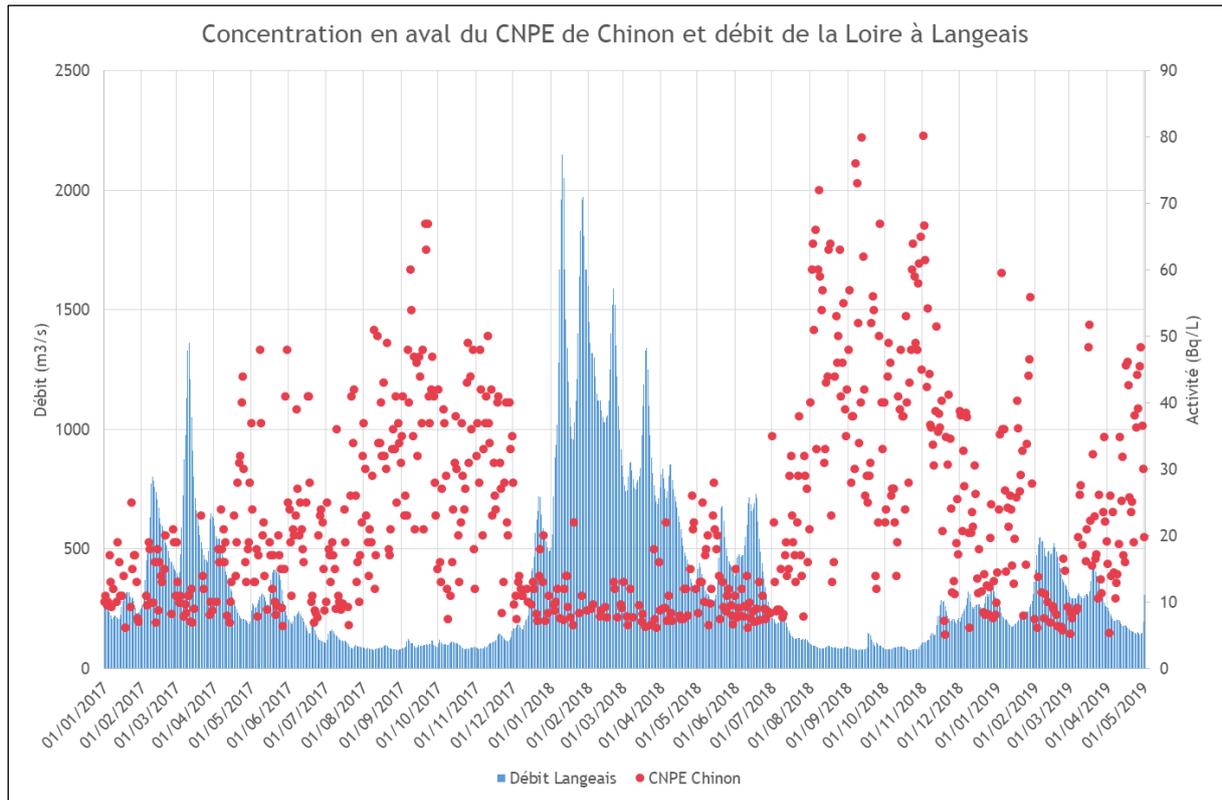


Figure 1 : Concentration en tritium et débit de la Loire (Langeais) pour le CNPE de Chinon.

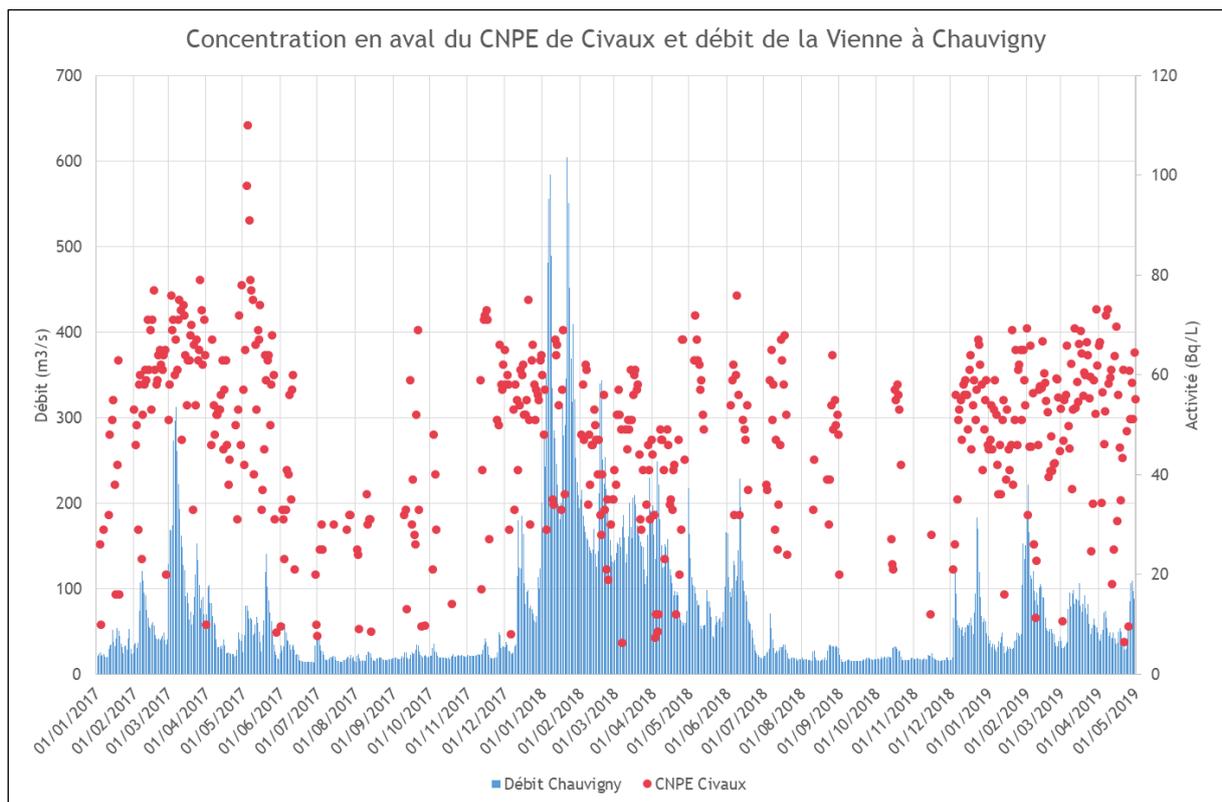


Figure 2 : Concentration en tritium et débit de la Vienne (Chauvigny) pour le CNPE de Civaux.

Note d'information

19 juillet 2019

Informations de l'IRSN sur les mesures de tritium dans la Loire

(Complément à la note d'information du 20 juin 2019)

Le 18 juin 2019, l'Association pour le contrôle de la radioactivité dans l'Ouest (ACRO) rendait publics les résultats d'une campagne de mesure citoyenne de la radioactivité sur le bassin versant de la Loire. Elle attirait notamment l'attention du public et des autorités sur le niveau élevé d'une des mesures du tritium faite dans le lit du Fleuve, à Saumur (310 Bq/L). Après avoir pris connaissance des résultats de cette étude et analysé ses conclusions¹, l'Institut indiquait dans sa note du 20 juin 2019 qu'un tel niveau de tritium dans l'environnement, sans enjeu sanitaire, n'était pas de ceux qu'on observe habituellement dans la Loire au moyen des outils de surveillance installés en permanence et envisageait trois pistes d'investigation pour tenter d'en comprendre l'origine.

Cette note rend compte du résultat des investigations de l'IRSN à ce stade, pour chacune des trois pistes identifiées.

1. Rejet exceptionnel / rejet non concerté entre les différentes installations d'EDF

L'IRSN a tout d'abord vérifié auprès de l'ASN que durant le mois de janvier², aucun rejet exceptionnel ou aucun incident d'exploitation susceptible d'accroître significativement le niveau de tritium des rejets liquides sur le bassin versant de la Loire n'avait été reporté par EDF : l'ASN a confirmé qu'aucun événement particulier n'était à signaler sur la période.

L'Institut a ensuite procédé à la modélisation du transfert du tritium rejeté par voie liquide par l'ensemble des centrales nucléaires installées sur la Loire (Belleville, Dampierre, Saint-Laurent des Eaux, Chinon) et la Vienne (Civaux) jusqu'à la ville de Saumur durant le mois de janvier 2019. Les simulations ont été réalisées avec le logiciel Casteur³ à partir des données hydrographiques de sa base de données pour la Loire et la Vienne, des chroniques de débits de la Loire et de la Vienne extraites de la Banque Hydro (www.hydro.eaufrance.fr/) et des registres des rejets liquides de l'ensemble des centrales sur la période étudiée. L'IRSN a simulé l'injection de tritium dans ces deux cours d'eau selon les modalités⁴ de rejets déclarées par EDF à l'ASN, et évalué les concentrations susceptibles de résulter de ces rejets à Saumur (figure 1).

¹ Voir la note d'information de l'IRSN du 20 juin 2019.

² La valeur de 310 Bq/L ayant été mesurée sur un prélèvement réalisé à Saumur le 21 janvier 2019.

³ Le logiciel Casteur permet des modélisations dynamiques monodimensionnelles simulant les transferts de radionucléides le long d'un linéaire de rivière pour des périodes de quelques heures à plusieurs années et avec des pas de temps de quelques minutes à quelques heures. Les calculs réalisés par ce logiciel prennent pour hypothèse une dilution parfaite des rejets dans la totalité du volume de dilution de chaque section du fleuve et ce, dès le premier secteur de dilution du rejet.

⁴ Quantités totales, volumes, débits, durées...

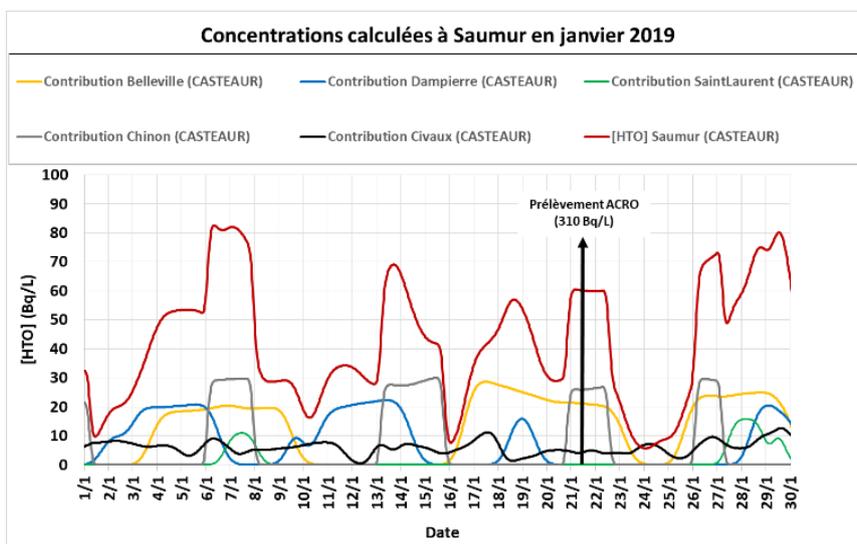


Figure 1 : Concentration en eau tritiée [HTO] à Saumur et contributions des différentes centrales installées le long de la Loire et de la Vienne

Cette simulation montre que durant le mois de janvier, les concentrations susceptibles d'être rencontrées à Saumur seraient comprises entre 10 et 80 Bq/L (environ) : les quantités et modalités de rejet déclarées par EDF à l'ASN ne permettraient donc pas de conduire à une concentration de 310 Bq/L en ce point. Pour atteindre de tels niveaux, il aurait fallu qu'une dizaine de rejets des centrales se superposent ou qu'un évènement produise un rejet dix fois plus important que ceux indiqués dans les registres. Or, de telles conditions n'ont pas été rencontrées.

Pour aller plus loin dans l'analyse⁵, l'IRSN a réalisé une comparaison du résultat de ses calculs aux données de la surveillance faite par EDF à partir de prélèvements « à mi-rejet »⁶, réalisés en aval de ses centrales. Cette comparaison montre que dans les conditions de rejet de cette période de l'année (faibles débits et faible température de la Loire et de ses affluents), les conditions de bon mélange⁷ ne sont peut-être pas atteintes au niveau des stations de prélèvement, certaines détectant plus de tritium qu'attendu (ex. hydrocollecteur de Belleville), d'autres moins (ex. hydrocollecteur de Chinon) (figure 2).

⁵ Et notamment pour tester l'hypothèse de bon mélange sous-tendue par le modèle de Casteaur

⁶ On entend par prélèvement « à mi-rejet », le prélèvement effectué dans le milieu récepteur lorsque la moitié du réservoir a été rejeté dans le fleuve.

⁷ Lorsque les concentrations en radionucléides / produits chimiques rejetés par une installation deviennent homogènes en aval du point de rejet.

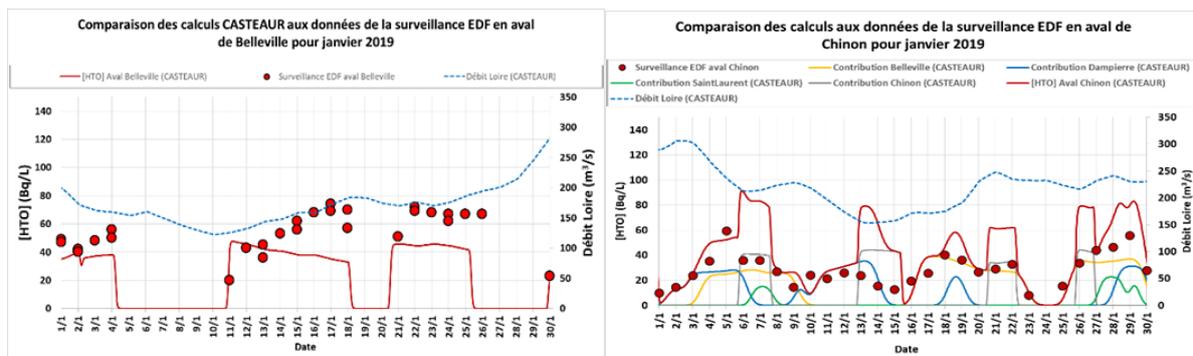


Figure 2 : Comparaison des concentrations d'eau tritiée calculées par l'IRSN sous l'hypothèse de bon mélange (ligne rouge) et mesurées par les stations de surveillances d'EDF (point rouges)

Cette observation, sous-tendue par une possible diffusion préférentielle des rejets dans certaines veines du fleuve et/ou par un phénomène de stratification thermique (au mois de janvier, les rejets d'effluents ont une température de l'ordre de 20°C quand la température du fleuve est de 5-6°C), pourrait expliquer un déplacement de la zone de mélange⁸ vers l'aval du fleuve.

Pour tester la robustesse de cette hypothèse, plusieurs pistes peuvent être étudiées telles la comparaison entre les modèles et les mesures sur des périodes plus longues afin de couvrir différentes conditions hydrauliques/saisonniers, un ré-examen des études de dilution réalisées antérieurement sur le fleuve ou de nouvelles études de terrain. A ce jour, l'IRSN a engagé la comparaison modèle/mesure sur de plus longues périodes.

2. Différences méthodologiques entre un prélèvement ponctuel et un prélèvement intégré

Dans sa note d'information du 20 juin, l'IRSN indiquait que les différences de modalités de prélèvement dans les fleuves étaient susceptibles d'expliquer en partie d'éventuelles différences entre les niveaux de tritium mesurés.

Dans son étude, l'ACRO a procédé à une série de prélèvements ponctuels : ce type de prélèvement est représentatif du moment et du lieu précis où il est effectué. Par nature, il peut conduire à de grandes fluctuations des niveaux mesurés (notamment si la dynamique du rejet est courte). Si par ailleurs il est effectué dans une zone de mélange, il peut conduire soit à une sous-évaluation soit à une sur-évaluation des quantités transitant dans les fleuves. Les prélèvements effectués en continu à l'aide d'hydrocollecteurs (dispositifs dont disposent EDF et l'IRSN pour leur surveillance régulière respective) sont tout aussi dépendants du lieu, mais ils contribuent à l'établissement de valeurs moyennées, qui pourraient ne pas rendre compte d'un phénomène très ponctuel (*i.e.* le passage d'un panache de rejet) si le pas de temps sur lequel l'échantillon est constitué est trop long.

⁸ Zone de mélange : zone adjacente au point de rejet où les concentrations d'un ou plusieurs polluants peuvent dépasser les normes de qualité environnementales. Cette zone est proportionnée et limitée à la proximité du point de rejet et ne compromet pas le respect des normes de qualité environnementales sur le reste de la masse d'eau (Décision n°2013-DC-0360 de l'Autorité de sûreté).

Les données de la surveillance d'EDF en aval des centrales du bassin versant de la Loire et la modélisation de la dispersion des rejets effectuée par l'IRSN⁹ montrent cependant que les panaches de rejets sont matérialisés par des pics de concentration susceptibles de s'étaler sur plusieurs heures voire, plusieurs jours. Ces phénomènes sont donc suffisamment longs pour être détectés avec les mêmes ordres de grandeur au moyen d'un prélèvement ponctuel ou d'un hydrocollecteur dont la durée de prélèvement est suffisamment courte. A cet égard, les prélèvements horaires (prélèvements à « mi-rejet ») et journaliers effectués par EDF au moment des rejets rendent bien compte de la dynamique des concentrations du tritium au lieu où est effectué le prélèvement. Dans un contexte de mélange, la question du point de prélèvement est donc cruciale (positionnement en surface, en profondeur, dans la veine principale ou dans une veine secondaire...) et peut constituer un important motif d'écarts entre deux résultats de mesures (celles d'EDF et de l'ACRO dans le cas d'espèce).

3. Une autre source de tritium

L'une des hypothèses évoquées par l'IRSN dans sa note d'information du 20 juin quant à l'origine du niveau observé à Saumur était le possible rejet de tritium par une autre installation qu'une centrale d'EDF ou dans un autre contexte¹⁰. Le rejet aurait été localisé en aval de Chinon et de Civaux mais en amont de Saumur - c'est-à-dire sur une relativement petite surface du bassin versant - puisque les points de surveillance régulière d'EDF ou de l'IRSN auraient vraisemblablement détecté un tel rejet s'il était intervenu en amont de ces installations. A ce jour, l'Institut ne dispose pas d'information sur une possible source de tritium.

⁹ Avec un pas de temps de 30 minutes et une maille spatiale de 200 mètres.

¹⁰ Ex. Rupture d'une ampoule de tritium à partir d'un dépôt sauvage de déchets contenant une plaque de signalisation tritiée.

Investigations de l'IRSN sur les mesures de tritium dans la Loire

Le 18 juin 2019, l'Association pour le contrôle de la radioactivité dans l'Ouest (ACRO), laboratoire agréé pour la mesure de la radioactivité dans l'environnement, rendait publics les résultats d'une campagne de mesure citoyenne de la radioactivité sur le bassin versant de la Loire. Elle attirait notamment l'attention du public et des autorités sur le niveau élevé d'une des mesures du tritium faite dans le lit du Fleuve, à Saumur (310 Bq/L)¹. Après avoir pris connaissance des résultats de cette étude et analysé ses conclusions², l'Institut confirmait que la mesure de l'ACRO (310 Bq/L) sortait clairement des gammes habituelles des mesures dans la Loire au regard des valeurs mesurées dans le cadre des dix dernières années de surveillance.

Parmi les hypothèses étudiées sur l'origine potentielle de l'observation ponctuelle d'un tel niveau², les conclusions auxquelles est parvenu l'IRSN à ce jour sont les suivantes :

1/ Un incident dans le processus des rejets d'EDF ? ➡ Une hypothèse peu vraisemblable

- Les données de la surveillance de l'IRSN et d'EDF observées attentivement en aval de l'ensemble des CNPE du bassin versant de la Loire durant la période encadrant le mois de janvier 2019 ne montrent pas de niveau de l'ordre de celui mesuré par l'ACRO (figure 1 en annexe). Un calcul réalisé sur la base des données de la surveillance³, conduit à évaluer l'activité de tritium attendue à Saumur fin janvier à un niveau de l'ordre de 60 Bq/L (figure 2 en annexe).

- L'IRSN a procédé à la modélisation du transfert du tritium dans une hypothèse de bon mélange⁴ à partir des données des registres de rejets d'EDF et des débits de la Loire et de la Vienne extraits de la base de données Hydro⁵. Les calculs réalisés montrent que la concentration maximale observable fin janvier serait de l'ordre de 60 à 80 Bq/L à Saumur (figure 3 en annexe) et qu'il faudrait un rejet de près de dix fois ceux ordinairement effectués par un CNPE du bassin versant pour atteindre un niveau de l'ordre de 300 Bq/L à Saumur.

- L'ASN a également analysé les registres des rejets, interrogé chacun des responsables des rejets et de la surveillance des centrales nucléaires du bassin versant de la Loire et procédé à une inspection en la centrale de Chinon : l'ensemble de ces investigations n'a pas permis d'identifier d'événement ayant pu conduire au niveau inhabituel de tritium mesuré par l'ACRO dans la Loire.

2/ Le rejet par une autre source de tritium qu'EDF ? ➡ Une hypothèse difficile à consolider

Si une importante quantité de tritium avait été rejetée à la Loire en amont des CNPE, les systèmes de surveillance d'EDF ou de l'IRSN l'auraient vraisemblablement mis en évidence. L'hypothèse de l'existence d'une autre source de rejet ne devrait donc être retenue que si le rejet était intervenu en aval des derniers hydrocollecteurs d'EDF ou de l'IRSN (Civaux et Chinon), c'est-à-dire sur un bassin versant relativement peu étendu. A cet égard, l'ASN a procédé à une enquête sur les sources potentielles de tritium autres que les centrales nucléaires du bassin versant de la Loire mais n'a pas mis en évidence de situation de nature à consolider cette hypothèse.

¹ La valeur guide de l'OMS pour l'eau potable est de 10 000 Bq/L.

² Voir les notes d'information de l'IRSN du 20 juin et du 19 juillet 2019.

https://www.irsn.fr/FR/Actualites_presse/Actualites/Pages/20190620_Mesures-de-tritium-dans-la-Loire-Note-d-information-IRSN.aspx#.XaAtwsTgq70,

https://www.irsn.fr/FR/Actualites_presse/Actualites/Documents/IRSN_NI-tritium-Loire_20190719.pdf

³ En l'absence de données de surveillance régulière en aval de la confluence entre la Loire et la Vienne, l'IRSN a réalisé un calcul permettant d'estimer à Saumur les concentrations de tritium sur la base des données de la surveillance faite en amont, en prenant en compte le phénomène de dilution résultant de l'apport des affluents de ces fleuves en aval des points de mesure.

⁴ Hypothèse selon laquelle le rejet se dilue intégralement et instantanément au point de rejet dans le fleuve.

⁵ www.hydro.eaufrance.fr

3/ Un problème lié à la méthodologie de prélèvement ? [☞ L'hypothèse la plus vraisemblable](#)

3.1/ Un manque d'efficacité des hydrocollecteurs pour la détection des phénomènes fugaces ? [☞ Un problème d'une importance très relative](#)

Si, dans leur mode de fonctionnement ordinaire, les hydrocollecteurs de l'IRSN produisent une information moyennée sur un mois, les hydrocollecteurs d'EDF fournissent des mesures de concentration de tritium journalières, voire horaires⁶, compatibles avec la résolution temporelle nécessaire à l'observation de phénomènes potentiellement fugaces, tels les rejets autorisés des centrales : les modèles montrent en effet que les concentrations les plus élevées observables à Saumur (figure 3 en annexe) dans ce type de condition de rejet peuvent s'étaler sur des durées de plusieurs heures à plusieurs jours. En conséquence, la différence entre un prélèvement ponctuel et un prélèvement intégré sur 1 ou 24 heures devrait être une source relativement faible d'écart.

3.2/ Des prélèvements en dehors de la zone de « bon mélange » ? [☞ La cause la plus probable](#)

La comparaison entre les mesures environnementales et la modélisation des transferts de tritium montre qu'en certaines circonstances (principalement liées à l'hydraulique du fleuve et de ses affluents), les systèmes de surveillance détectent des concentrations plus élevées que modélisé (prélèvement à l'intérieur d'une veine de diffusion préférentielle du rejet) ou moins élevées que modélisé (prélèvement en dehors de cette veine) (figure 4 en annexe). Cette observation pourrait expliquer que, malgré les précautions prises pour diluer rapidement le rejet dans le milieu récepteur, il arrive que la zone de « bon mélange⁷ » soit relativement lointaine du point de rejet et que les hétérogénéités de concentrations puissent être relativement marquées entre celui-ci et la zone de « bon mélange ». A la date de détection par l'ACRO du pic de concentration à Saumur, la principale source d'écart entre la mesure issue de la surveillance régulière et le modèle serait à attribuer principalement à un retard dans l'homogénéisation des rejets issus de la centrale de Chinon (les rejets par les autres centrales du bassin versant étant homogénéisés au niveau de la confluence de la Loire et de la Vienne).

CONCLUSION

Les investigations de l'IRSN conduisent à considérer que des concentrations de tritium plus élevées que celles ordinairement relevées pourraient être observées à l'occasion des rejets normaux des CNPE, dans des conditions hydrauliques particulières sur le bassin versant de la Loire. Pour autant, elles ne permettent pas d'expliquer l'observation d'une concentration en tritium de l'ordre de 300 Bq/L à Saumur.

L'IRSN compte approfondir ses investigations, en lien avec l'ASN. L'Institut projette d'effectuer une campagne de prélèvement dans des conditions aussi proches que possibles de celles ayant conduit à la mesure de 310 Bq/L à Saumur (en hiver, dans une période de basses eaux). Cette campagne pourrait associer d'autres parties prenantes intéressées, notamment pour définir les modalités de prélèvement, de mesure et la mise en commun des résultats qui en résulteront.

⁶ Pour la mesure faite à « mi-rejet ».

⁷ Dans laquelle la concentration en tritium est homogène.

ANNEXE (figures)

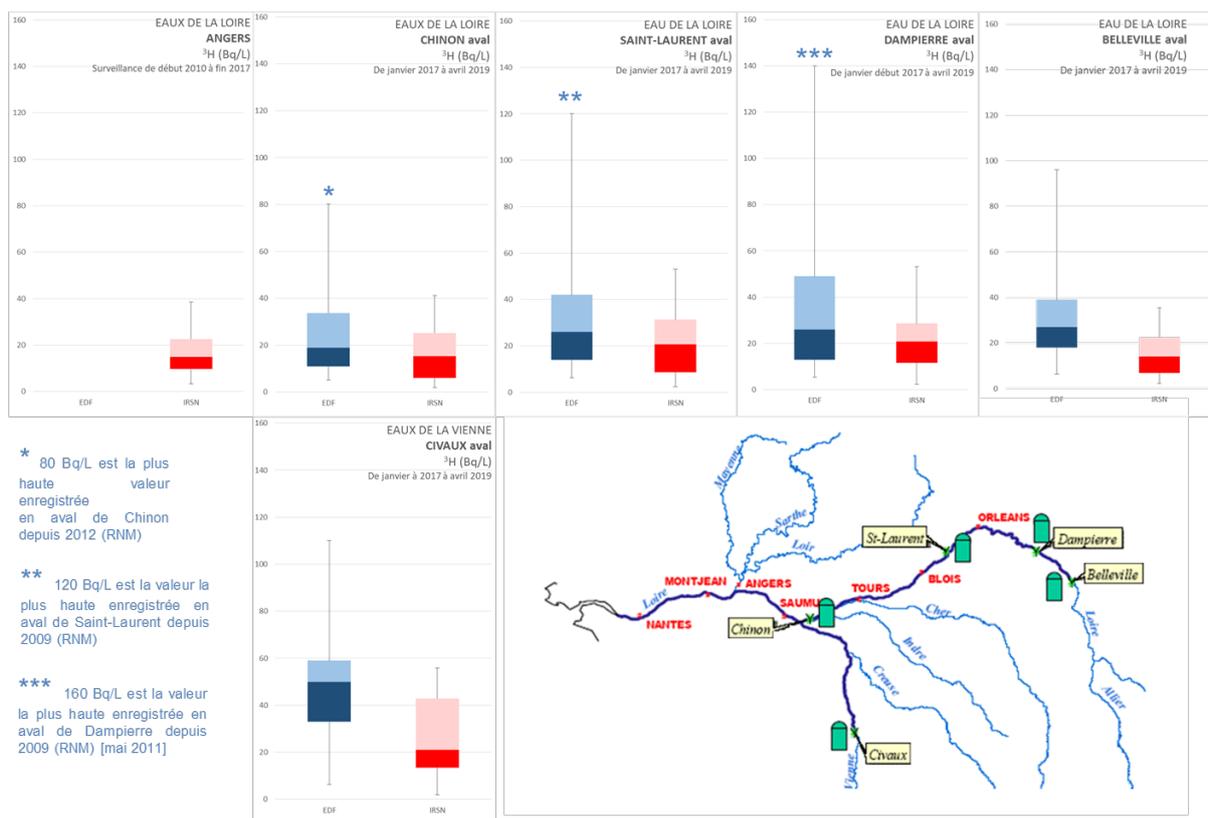


Figure 1 : Niveaux de tritium dans l'eau de la Loire et de la Vienne mesurés par les systèmes de surveillance de l'IRSN et d'EDF entre janvier 2017 et avril 2019. Les niveaux de la station d'Angers de l'IRSN portent sur la période 2010-2017. Les différences entre les mesures de l'IRSN et celles d'EDF proviennent du fait que les premières correspondent à des moyennes mensuelles et les secondes, à des mesures réalisées sur des prélèvements effectués durant 1 ou 24 heures au moment des rejets.

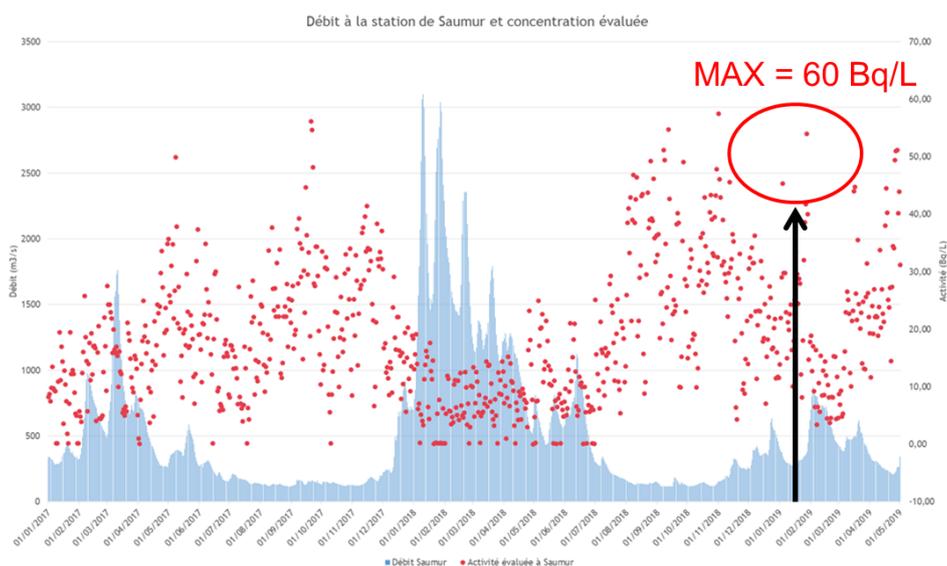


Figure 2 : Extrapolation (par calcul) des données de la surveillance de la Loire et de la Vienne sur les niveaux de tritium théoriquement observables à Saumur (débit en ordonnée à gauche, activité du tritium en ordonnée à droite).

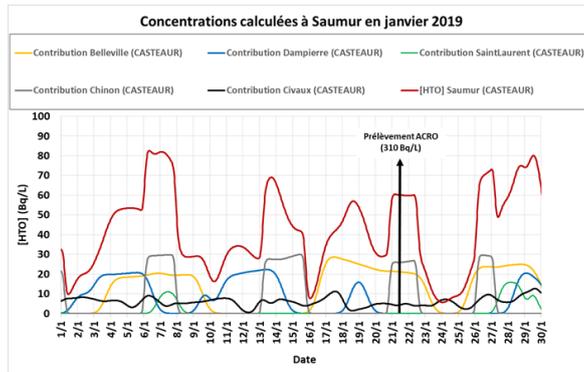


Figure 3 : Concentrations de tritium à Saumur calculées (à l'aide du logiciel Casteaur) entre le 1^{er} et le 30 janvier 2019, sur la base des rejets déclarés des centrales d'EDF du bassin versant de la Loire et sous l'hypothèse de bon mélange desdits rejets.



Figure 4 : Comparaison des teneurs en tritium calculées à partir des rejets (lignes continues) et mesurées par les systèmes de surveillance d'EDF (points rouges) en aval de trois centrales de la Loire durant les mois d'août 2018 et janvier 2019.

Modification du tritium à Saumur le 21/01/2019 à 11h45 : **Parcours à suivre** : **calcul de débit d'activité maximum autorisé (60 Bq/l) pour chacun des 5 CNPE**

Débits des cours d'eau en m³/s :

Date à Saumur (89)	Apport Avoine-Chiron (97)	Débit	Par différence					Apport Saint Laurent (41)	Apport Dampierre (45)	Apport Belleville (18)	Apport Saumur (18)
			Apport à Langey (86)	Apport à Lussac (85)	Apport à Châteaux (86)	Apport à Lussac (85)	Apport à Lussac (85)				
21/01/19 04	248	13	250	251	208	188	186	180	180	182	
21/01/19 04	320	78	300	301	258	244	244	244	244	244	

Débit en station sur cours d'eau ou par différence
Débit estimé en amont immédiat de site nucléaire

Tritium maximum à trouver à Saumur le 21/01/2019 à 11h45 selon les 5 décisions de l'ASN homologuées par arrêté (éputé de 60 Bq/l) :

Description	Contamination (Bq/l)	Débit (m ³ /s)	Débit aval du cours d'eau (m ³ /s)	Evaporation (m ³ /s)	Débit aval du cours d'eau (m ³ /s)	Total (Bq)	Note
Contamination maximale autorisée de l'eau de la Loire qui est passée à Belleville	80,00	186	186	0	186	14 880 000	
Contamination maximale autorisée supplémentaire de l'eau de la Loire qui est passée à Dampierre	80,00	2	188	0	188	14 880 000	
Contamination maximale autorisée supplémentaire de l'eau de la Loire qui est passée à Saint Laurent	80,00	206	394	0	394	31 520 000	
Contamination maximale autorisée supplémentaire de l'eau de la Loire (à l'ouest) qui est passée à Avoine-Chiron	80,00	13	407	0	407	32 560 000	
Contamination maximale autorisée de l'eau de l'Indre qui est passée à Avoine-Chiron	80,00	34	441	0	441	35 280 000	
Contamination maximale autorisée de l'eau de la Vienne qui est passée à Craux	80,00	12	453	0	453	36 240 000	
Eau non contaminée du CNPE	0,00	0	453	0	453	36 240 000	
Eau non contaminée de l'Indre	0,00	0	453	0	453	36 240 000	
Eau non contaminée de la Vienne	0,00	0	453	0	453	36 240 000	
Eau non contaminée de la Loire	0,00	0	453	0	453	36 240 000	
Eau non contaminée de l'Indre	0,00	0	453	0	453	36 240 000	
Eau non contaminée de la Vienne	0,00	0	453	0	453	36 240 000	
Eau non contaminée de la Loire	0,00	0	453	0	453	36 240 000	
Contamination maximale autorisée attendue à Saumur	208,75	320	320	0	320	66 400 000	
Contamination maximale autorisée attendue à Saumur	210,75	320	320	0	320	68 000 000	
Total maximum autorisé attendu à Saumur							
Total mesure à Saumur							

Le total de tritium maximum autorisé attendu à Saumur le 21/01/2019 à 11h45 est de l'ordre de **211 Bq/l** en respectant les 5 décisions de l'ASN homologuées par arrêté.

Le total de tritium mesuré à Saumur le 21/01/2019 à 11h50 est de **210 Bq/l**.

Les bornes de tritium mesurées à Saumur le 21/01/2019 à 11h50 sont de **210 Bq/l**.

Les bornes de tritium mesurées à Saumur le 21/01/2019 à 11h50 sont de **210 Bq/l**.

Les bornes de tritium mesurées à Saumur le 21/01/2019 à 11h50 sont de **210 Bq/l**.

Les bornes de tritium mesurées à Saumur le 21/01/2019 à 11h50 sont de **210 Bq/l**.

Les bornes de tritium mesurées à Saumur le 21/01/2019 à 11h50 sont de **210 Bq/l**.

Les bornes de tritium mesurées à Saumur le 21/01/2019 à 11h50 sont de **210 Bq/l**.

Les bornes de tritium mesurées à Saumur le 21/01/2019 à 11h50 sont de **210 Bq/l**.

Les bornes de tritium mesurées à Saumur le 21/01/2019 à 11h50 sont de **210 Bq/l**.

Les bornes de tritium mesurées à Saumur le 21/01/2019 à 11h50 sont de **210 Bq/l**.

Les bornes de tritium mesurées à Saumur le 21/01/2019 à 11h50 sont de **210 Bq/l**.

Les bornes de tritium mesurées à Saumur le 21/01/2019 à 11h50 sont de **210 Bq/l**.

Les bornes de tritium mesurées à Saumur le 21/01/2019 à 11h50 sont de **210 Bq/l**.

Les bornes de tritium mesurées à Saumur le 21/01/2019 à 11h50 sont de **210 Bq/l**.

Les bornes de tritium mesurées à Saumur le 21/01/2019 à 11h50 sont de **210 Bq/l**.

Les bornes de tritium mesurées à Saumur le 21/01/2019 à 11h50 sont de **210 Bq/l**.

Les bornes de tritium mesurées à Saumur le 21/01/2019 à 11h50 sont de **210 Bq/l**.

Les bornes de tritium mesurées à Saumur le 21/01/2019 à 11h50 sont de **210 Bq/l**.

Les bornes de tritium mesurées à Saumur le 21/01/2019 à 11h50 sont de **210 Bq/l**.

Les bornes de tritium mesurées à Saumur le 21/01/2019 à 11h50 sont de **210 Bq/l**.

Les bornes de tritium mesurées à Saumur le 21/01/2019 à 11h50 sont de **210 Bq/l**.

Les bornes de tritium mesurées à Saumur le 21/01/2019 à 11h50 sont de **210 Bq/l**.

Les bornes de tritium mesurées à Saumur le 21/01/2019 à 11h50 sont de **210 Bq/l**.

Les bornes de tritium mesurées à Saumur le 21/01/2019 à 11h50 sont de **210 Bq/l**.

Les bornes de tritium mesurées à Saumur le 21/01/2019 à 11h50 sont de **210 Bq/l**.

Les bornes de tritium mesurées à Saumur le 21/01/2019 à 11h50 sont de **210 Bq/l**.

Les bornes de tritium mesurées à Saumur le 21/01/2019 à 11h50 sont de **210 Bq/l**.

Les bornes de tritium mesurées à Saumur le 21/01/2019 à 11h50 sont de **210 Bq/l**.

E-mail de :Pedrono Emmanuel
sujet Re : les rejets de tritium de Civaux
Pour Terracher Jacques
Copier à CLI Civaux, Gil Roger

Le 05/12/2019 à 16:05

Bonjour Monsieur Terracher,
Par mail en date du 9 novembre dernier, vous nous aviez posé des questions sur les rejets de tritium du CNPE de Civaux. Vous trouverez ci-dessous les réponses apportées (vos questions ou remarques sont reprises en italiques, en bleu).

Je suis à votre disposition pour tout complément ou précision que vous souhaiteriez.

Cordialement,



Emmanuel PÉDRONO

Responsable communication

EDF – Centrale de Civaux

edf.fr/civaux

emmanuel.pedrono@edf.fr

Tél. : 05 49 83 50 46

Tél. mobile : 06 74 68 77 40

Combien de rejets ont-ils été effectués en 2018 ?

En 2018, le CNPE de Civaux a entrepris trente-six rejets de réservoirs KER. Cela ne signifie pas pour autant que trente-six réservoirs KER ont été vidés, mais que trente-six opérations de rejet ont été engagées.

En effet, un même réservoir peut faire l'objet de plusieurs rejets, dûment comptabilisés comme tels à chaque fois. Ainsi, en fin de mois, si un rejet est en cours, il est clos administrativement et un autre rejet est déclaré le mois suivant pour réaliser la suite de la vidange du réservoir concerné. De même, en fonction des choix d'exploitation, le rejet d'un réservoir peut être interrompu alors que le réservoir n'a pas été vidé complètement, puis repris ultérieurement. De tels rejets par « fractions » successives sont des cas fréquents.

Quels volumes ont été rejetés, en moyenne par rejet ?

Les volumes rejetés par rejet sont très variables car ils dépendent du débit de la Vienne et de l'activité tritium du réservoir en rejet.

Pour les dix premiers mois de l'année 2019, le rejet mensuel moyen est de 352 m³ (rejet mini : 4 m³. Rejet maxi : 1255 m³). Il a été de 546 m³ en 2018.

Pour information, une vidange complète d'un réservoir représente environ 680 m³ d'effluents tritiés.

Quelle est la durée moyenne d'un rejet ? débit du rejet ?

La durée d'un rejet de type KER sera fonction de l'activité tritium du réservoir et du débit de la rivière. Elle peut être de l'ordre de deux jours et atteindre trois voire quatre semaines pour un réservoir et il ne peut y avoir qu'un rejet de réservoir de type KER à la fois.

Le débit de rejet est ajusté à chaque variation de débit de la Vienne. Il peut être stable durant tout le rejet (sur les rejets courts généralement), comme il peut y avoir jusqu'à cent adaptations de débit du rejet sur un rejet long.

Quelle est la longueur du "panache" du rejet? (fonction de la vitesse de la rivière, de la durée du rejet)

Comme mentionné dans la question, la longueur du « panache » sera fonction de la durée du rejet, de la vitesse de la rivière mais aussi de la variation de ce débit de rivière et des conditions de propagation en aval (apport des affluents de la Vienne...). Ce panache peut être continu si le rejet a été effectué en une seule fois ou en « pointillés » si, comme c'est souvent le cas, le rejet global a été réalisé de manière fractionnée, en plusieurs rejets successifs

Plus l'on se situe en aval de la centrale, plus le panache sera long (de par les effets de propagation et les phénomènes de diffusion associés), mais plus il sera dilué, jusqu'à ne plus être mesurable.

A quelle distance de la clarinette se trouve la "zone de bon mélange"?

Le mélange des rejets est considéré comme homogène sur toute la section de la Vienne à environ six kilomètres en aval des rejets, que ce soit à l'étiage ou pour des débits moyens de la Vienne. Le mélange complet se situe ainsi au niveau du point de prélèvement de contrôle de nos rejets, au niveau de la station dite SM4 située à Valdivienne.

Quelles sont les dimensions de la clarinette et son positionnement dans le lit de la rivière? (profondeur, distance des berges ...)

La clarinette utilisée pour effectuer les rejets radioactifs (KER) est située au milieu de la Vienne, le long du barrage seuil (cf. illustration ci-dessous).

Elle est longue d'environ soixante-quinze mètres et dispose de cinq buses de rejet réparties sur sa longueur (conduite multipore) afin de faciliter la dispersion des effluents.

Les rejets de tritium qui ont abouti au relevé de 310 Bq/l à Saumur étant considérés comme normaux par EDF et les autorités de tutelle, nous cherchons à savoir comment s'effectue les rejets normaux de tritium de chaque centrale du bassin Loire.

Le relevé de 310 Bq/L n'est pas perçu par EDF comme « normal ». Ce résultat, présenté comme issu d'un prélèvement ponctuel réalisé en Loire au niveau de Saumur en janvier 2019, est en décalage avec nos chroniques de suivi du tritium en Loire et en Vienne.

Ce résultat est également en total décalage avec toutes les autres mesures réalisées par l'ACRO, ces dernières étant cohérentes avec les valeurs que nous mesurons en aval de nos rejets et avec les valeurs théoriques que nous attendons après mélange.

L'ARPE de Civaux autorise un rejet annuel de 90 TBq de tritium liquide.

Nous confirmons cette donnée, fixée dans la Décision Limites 2009-DC-0139 de l'ASN pour le CNPE de Civaux.

En 2018 Civaux a rejeté presque 70 TBq.

Nous confirmons cette donnée pour les rejets tritiés réalisés par voie liquide.

Au rejet, l'activité volumique est de l'ordre de 1 E6 Bq/l, soit 1 E9 Bq/m3. Il en résulte que le CNPE Civaux aurait rejeté en 2018 70 000 m3 d'effluent tritié avec une activité d'un million de Bq/l. Pouvez-vous confirmer ces chiffres ?

La valeur de 1 E6 Bq/L en tritium ne correspond aucunement à celle d'un rejet radioactif en Vienne. Ce niveau d'activité en tritium est de l'ordre de grandeur des effluents radioactifs contenus dans nos réservoirs dédiés aux effluents radioactifs (nommés KER) et dont l'activité volumique peut varier de 1 E5 Bq/L à 2 E7 Bq/L sur le CNPE de Civaux.

Pour être rejetés, ces effluents KER doivent réglementairement subir une pré-dilution de 500 fois avant rejet dans le milieu récepteur. Cette pré-dilution se réalise bien en amont du rejet, au sein du bassin de mélange avec les eaux de refroidissement.

En 2018, ce ne sont pas 70 000 m³ d'effluents tritiés de type KER avec une activité d'un million de Bq/L qui ont été rejetés, mais un peu moins de 20 000 m³ à 7 000 Bq/L au point de rejet si nous nous basons sur une activité moyenne des réservoirs KER en 2018 de 3,5 E6 Bq/L.

Toutefois cette activité moyenne est théorique car les rejets sont également réglementés en débit d'activité (Bq/s), qui dépend du débit de la rivière.

Ainsi, pour des débits de la Vienne de 27 m³/s à 400 m³/s, le débit d'activité ne doit pas excéder « 80 x D » Bq/s (D étant le débit de Vienne exprimé en litres par seconde) et pour des débits de Vienne de 20 m³/s à 27 m³/s, ce débit d'activité est divisé par deux, soit un maximum de « 40 x D ».

En transposant en activité volumique tritium mesurable dans la Vienne, et pour des débits de la Vienne compris entre 27 m³/s et 400 m³/s, l'activité tritium ajoutée en Vienne au point de rejet principal ne doit pas excéder 80 Bq/L et pour des débits compris entre 20 m³/s et 27 m³/s, l'activité tritium ajoutée en Vienne ne doit pas excéder 40 Bq/L.

Les rejets sont donc calculés et réalisés au cas par cas.

Combien de rejets ont-ils été effectués en 2018 ?

En 2018, le CNPE de Civaux a entrepris trente-six rejets de réservoirs KER. Cela ne signifie pas pour autant que trente-six réservoirs KER ont été vidés, mais que trente-six opérations de rejet ont été engagées.

En effet, un même réservoir peut faire l'objet de plusieurs rejets, dûment comptabilisés comme tels à chaque fois. Ainsi, en fin de mois, si un rejet est en cours, il est clos administrativement et un autre rejet est déclaré le mois suivant pour réaliser la suite de la vidange du réservoir concerné. De même, en fonction des choix d'exploitation, le rejet d'un réservoir peut être interrompu alors que le réservoir n'a pas été vidé complètement, puis repris ultérieurement. De tels rejets par « fractions » successives sont des cas fréquents.

Quels volumes ont été rejetés, en moyenne par rejet ?

Les volumes rejetés par rejet sont très variables car ils dépendent du débit de la Vienne et de l'activité tritium du réservoir en rejet.

Pour les dix premiers mois de l'année 2019, le rejet mensuel moyen est de 352 m³ (rejet mini : 4 m³. Rejet maxi : 1255 m³). Il a été de 546 m³ en 2018.

Pour information, une vidange complète d'un réservoir représente environ 680 m³ d'effluents tritiés.

Quelle est la durée moyenne d'un rejet ? débit du rejet ?

La durée d'un rejet de type KER sera fonction de l'activité tritium du réservoir et du débit de la rivière. Elle peut être de l'ordre de deux jours et atteindre trois voire quatre semaines pour un réservoir et il ne peut y avoir qu'un rejet de réservoir de type KER à la fois.

Le débit de rejet est ajusté à chaque variation de débit de la Vienne. Il peut être stable durant tout le rejet (sur les rejets courts généralement), comme il peut y avoir jusqu'à cent adaptations de débit du rejet sur un rejet long.

Quelle est la longueur du "panache" du rejet? (fonction de la vitesse de la rivière, de la durée du rejet)

Comme mentionné dans la question, la longueur du « panache » sera fonction de la durée du rejet, de la vitesse de la rivière mais aussi de la variation de ce débit de rivière et des conditions de propagation en aval (apport des affluents de la Vienne...). Ce panache peut être continu si le rejet a été effectué en une seule fois ou en « pointillés » si, comme c'est souvent le cas, le rejet global a été réalisé de manière fractionnée, en plusieurs rejets successifs

Plus l'on se situe en aval de la centrale, plus le panache sera long (de par les effets de propagation et les phénomènes de diffusion associés), mais plus il sera dilué, jusqu'à ne plus être mesurable.

A quelle distance de la clarinette se trouve la "zone de bon mélange"?

Le mélange des rejets est considéré comme homogène sur toute la section de la Vienne à environ six kilomètres en aval des rejets, que ce soit à l'étiage ou pour des débits moyens de la Vienne. Le mélange complet se situe ainsi au niveau du point de prélèvement de contrôle de nos rejets, au niveau de la station dite SM4 située à Valdivienne.

Quelles sont les dimensions de la clarinette et son positionnement dans le lit de la rivière? (profondeur, distance des berges ...)

La clarinette utilisée pour effectuer les rejets radioactifs (KER) est située au milieu de la Vienne, le long du barrage seuil (cf. illustration ci-dessous).

Elle est longue d'environ soixante-quinze mètres et dispose de cinq buses de rejet réparties sur sa longueur (conduite multipore) afin de faciliter la dispersion des effluents.



Emmanuel PÉDRONO

Responsable communication

EDF – Centrale de Civaux

edf.fr/civaux

emmanuel.pedrono@edf.fr

Tél. : 05 49 83 50 46

Tél. mobile : 06 74 68 77 40

De : jacques.terracher@orange.fr [mailto:jacques.terracher@orange.fr]

Envoyé : samedi 9 novembre 2019 23:04

À : CLI Civaux <cli-civaux@departement86.fr>; Gil Roger <roger.gil@wanadoo.fr>; PEDRONO Emmanuel <emmanuel.pedrono@edf.fr>; Christophe Loir-M <christophe.loir-mongazon@neuf.fr>; Caigneaux Roland <roland.caigneaux@laposte.net>; Shemwell Helene <helene.shemwell@gmail.com>; Granger Jeanne-Marie <granger28@wanadoo.fr>; Giraud Isabelle <isabelle.giraud@vienne-nature.fr>

Objet : Les rejets de tritium de Civaux

Bonjour,

L'AG publique de la CLI est l'espace privilégié pour informer le public, mais n'est pas le lieu pour traiter et débattre des problèmes techniques.

Nous devons donc poursuivre nos travaux par mail.

Les rejets de tritium qui ont abouti au relevé de 310 Bq/l à Saumur étant considérés comme normaux par EDF et les autorités de tutelle, nous cherchons à savoir comment s'effectue les rejets normaux de tritium de chaque centrale du bassin Loire.

Nous savons que :

- L'ARPE de Civaux autorise un rejet annuel de 90 TBq de tritium liquide,
- En 2018 Civaux a rejeté presque 70 Tbq,
- Au rejet, l'activité volumique est de l'ordre de 1 E6 Bq/l, soit 1 E9 Bq/m3. Il en résulte que le CNPE Civaux aurait rejeté en 2018 70 000 m3 d'effluent tritié avec une activité d'un million de Bq/l. Pouvez-vous confirmer ces chiffres ?

Nous demandons des précisions sur les conditions des rejets du CNPE Civaux:

- Combien de rejets ont-ils été effectués en 2018?
- Quels volumes ont été rejetés, en moyenne par rejet ?
- Quelle est la durée moyenne d'un rejet ? débit du rejet ?
- Quelle est la longueur du "panache" du rejet? (fonction de la vitesse de la rivière, de la durée du rejet)
- A quelle distance de la clarinette se trouve la "zone de bon mélange"?
- Quelles sont les dimensions de la clarinette et son positionnement dans le lit de la rivière? (profondeur, distance des berges ...)

Salutations cordiales

--Jacques Terracher

Le Tritium : un risque sous-estimé

Pierre Barbey et David Boilley - Association pour le Contrôle de la Radioactivité dans l'Ouest (ACRO)
<http://acro.eu.org>

Le Tritium [^3H] ou [T] est l'isotope radioactif de l'hydrogène [H]. A ce titre, il peut se substituer aux atomes d'hydrogène qui constituent l'un des quatre éléments fondamentaux (avec le carbone, l'azote et l'oxygène) de la matière organique, donc des corps vivants.

Le Tritium rejeté dans l'environnement, sous forme d'eau tritiée [HTO] ou sous forme de gaz (tritium et méthane), sera incorporé par les espèces vivantes de plusieurs façons :

- par inhalation,
- par transfert cutané,
- par ingestion.

En dehors des expositions professionnelles, c'est la voie ingestion qui est le mode d'exposition nettement dominant pour le public.

L'eau tritiée incorporée par un organisme vivant se comporte de manière identique à l'eau constitutive de cet organisme (un peu plus de 70% chez l'homme à plus de 90% dans certaines espèces végétales et animales) et se répartit dans tout le corps.

Parmi les espèces végétales, plantes en milieu terrestre et phytoplancton en milieu aquatique, l'activité de photosynthèse conduit à l'incorporation d'eau tritiée [HTO] pour la synthèse de molécules organiques [OBT¹].

Ensuite, par ingestion, les espèces vivantes (et l'homme en bout de chaîne alimentaire) incorporent du Tritium sous forme d'eau tritiée mais également sous forme de tritium organique.

1 | Le système de radioprotection

En tant qu'isotope de l'hydrogène, le tritium est bien un élément toxique en raison exclusivement de sa nature radioactive. N'en déplaise à ceux qui, inlassablement, cherchent à le distinguer des autres substances radioactives pour mieux le banaliser. En fait, le débat qui s'est instauré depuis plusieurs années dans une partie de la communauté scientifique viserait plutôt à réévaluer à la hausse le risque radio-induit qui est affecté au Tritium [RP-152, 2008], [AGIR, 2007].

Dans le système de radioprotection actuel, le risque radio-induit est construit pour l'essentiel à partir des conséquences observées sur les survivants de Hiroshima et de Nagasaki qui ont subi une exposition externe à des rayonnements (principalement des photons) de façon aiguë. Quelques cohortes de patients et de travailleurs exposés ont permis de préciser le modèle de risque.



Lorsqu'il s'agit d'une contamination interne chronique, le système de radioprotection développé par la CIPR (Commission Internationale de Protection Radiologique) vise à quantifier le dépôt d'énergie par le rayonnement émis par les substances radioactives incorporées en le moyennant par tissu ou par organe. Il intègre en outre un coefficient de correction, appelé facteur de pondération (w_R), pour tenir compte de la nature du rayonnement, essentiellement de la densité d'ionisation qu'il produit dans la matière [CIPR103, 2007]. Par analogie (portant sur les doses équivalentes aux tissus ou aux organes), les coefficients de risques radio-induits issus d'Hiroshima-Nagasaki sont appliqués de la même façon aux situations de contaminations internes.

2 | Le risque lié au tritium est sous-estimé

Cette approche simplificatrice ne tient pas compte de l'hétérogénéité, en particulier à l'échelle cellulaire, du dépôt d'énergie produit par les rayonnements bêta du tritium du fait de son faible parcours dans la matière vivante. Ce parcours de l'ordre du micron (0,6 μm en moyenne et 6 μm au maximum), nettement inférieur au diamètre moyen d'une cellule, peut conduire à ce qu'une quantité d'énergie importante soit déposée dans l'ADN si l'atome de tritium est localisé au niveau de la chromatine. Cette question est en outre accentuée par une densité d'ionisation élevée due aux bêtas du tritium [tableau n°1] comparativement aux rayonnements de référence (gamma du cobalt-60 ou rayons X de 250 kV) censés représenter le rayonnement externe² produit lors des explosions nucléaires.

Tableau n°1 : Dépôt d'énergie par unité de parcours dans la matière

	Bêtas [^3H]	Ray. X (250 kV)	Gammas [^{60}Co]
Transfert linéique d'énergie (keV/ μm)	4,7	1,7	0,22

Il s'agit là, sans doute, d'une des raisons principales qui expliquent la toxicité particulière du tritium car l'efficacité d'altération biologique des radiations est étroitement dépendante de la densité d'ionisation (exprimée par le transfert linéique d'énergie) [HUNTER, 2009].

En effet, de nombreux travaux scientifiques ont été réalisés pour évaluer les effets biologiques du tritium par comparaison à ceux obtenus à partir des rayonnements de référence. Ils sont très largement concordants pour exprimer, à dose absorbée égale, une radiotoxicité clairement plus élevée du tritium par rapport aux rayonnements de référence. A travers ces expérimentations, les auteurs calculent un coefficient d'efficacité

¹ Organically Bound Tritium ou tritium organiquement lié

² Les radiations gamma subies lors des explosions nucléaires se situent dans des énergies élevées (2 à 5 MeV).

biologique (EBR) qui est le rapport, pour une même dose absorbée, des dégâts biologiques induits par les bêtas du tritium sur ceux induits par les photons (X ou gamma). Ce rapport est souvent voisin de 1,5 à 2 (par comparaison aux rayons X) et de l'ordre de 2 à 4 (par comparaison aux rayons gamma) [LITTLE, 2008]. De tels résultats sont cohérents avec une approche biophysique qui conduit à un EBR théorique de 3,75.

Parmi ces expérimentations, celles qui présentent un intérêt prépondérant sont celles qui étudient des cibles biologiques telles que l'induction de cancers ou des anomalies chromosomiques car elles correspondent aux effets stochastiques. Dans ce cas-là, les EBR servent à construire les facteurs de pondération w_R .

Or, la CIPR a fixé arbitrairement un $w_R = 1$ pour l'ensemble des rayonnements bêta quels qu'ils soient. Pourtant, l'on sait fort bien que l'efficacité biologique peut varier significativement selon l'énergie associée aux particules chargées légères. Straume a montré que l'EBR du Tritium est 10 fois plus élevé que l'EBR d'électrons de 15 MeV [STRAUME, 1995]. Concrètement, de ce seul point de vue du transfert linéique d'énergie, cela signifie que le risque radio-induit dû au tritium est sous-évalué d'au moins un facteur 2 à 4.

Par conséquent, toujours pour ce seul argument évoqué ici, les coefficients de dose par unité d'incorporation (CDUI) établis pour le Tritium [tableau n°2] devraient être corrigés, a minima, par ce même facteur. Ces coefficients permettent de calculer la dose efficace reçue par un individu (en Sv) à partir de la connaissance de l'activité incorporée (en Bq de tritium).

Tableau n°2 : Coefficient de dose efficace engagée par unité incorporée par ingestion (Sv.Bq⁻¹) pour la population (*)

Forme chimique	≤ 1 an	1-2 ans	2-7 ans	7-12 ans	12-17 ans	adulte
Eau tritiée	6,4.10 ⁻¹¹	4,8.10 ⁻¹¹	3,1.10 ⁻¹¹	2,3.10 ⁻¹¹	1,8.10 ⁻¹¹	1,8.10 ⁻¹¹
Tritium organique	1,2.10 ⁻¹⁰	1,2.10 ⁻¹⁰	7,3.10 ⁻¹¹	5,7.10 ⁻¹¹	4,2.10 ⁻¹¹	4,2.10 ⁻¹¹

(*) : Directive 96/29/Euratom du 13 mai 1996

3 | Incorporation de produits organiques tritiés et modèle biocinétique CIPR

D'autres questions relatives à la toxicité du tritium laissent suggérer que la sous-estimation du risque lié à ce radioélément pourrait être plus importante encore.

Le modèle biocinétique pour l'eau tritiée et les composés organiques tritiés est décrit pour le travailleur dans la Publication 78 de la Commission [ICRP78, 1999]. Il est représenté par 2 compartiments représentant l'eau totale du corps (A) et l'ensemble de la matière organique (B). Il suppose que 97% de l'eau tritiée [tableau n°3] est en équilibre avec l'eau du corps et est retenu avec une demi-vie de 10 jours, le restant étant incorporé dans les molécules organiques et retenu avec une demi-vie de 40 jours. Pour les composés organiques du tritium [tableau n°4], 50% de l'activité est retenu avec la période biologique de l'eau libre (10 jours) et 50% avec la période biologique du carbone organique (40 jours).

Tableau n°3 : Données biocinétiques pour l'eau tritiée (HTO) selon la CIPR

Compartiment	Fraction incorporée (%)	Période biologique (jours)
A	97	10
B	3	40

³ Base azotée dérivant de la pyrimidine, qui entre dans la composition des nucléotides, des acides nucléiques.

Tableau n°4 : Données biocinétiques pour le Tritium organiquement lié (OBT) selon la CIPR

Compartiment	Fraction incorporée (%)	Période biologique (jours)
A	50	10
B	50	40

Le modèle CIPR est mis en défaut par de récentes expérimentations où des rats ont été nourris avec du poisson prélevé dans la Baie de Cardiff (fort marquage en tritium libre et organique) [HODGSON, 2005]. Le modèle CIPR sous-estimerait donc l'incorporation dans la matière organique et sa rétention dans le corps comme l'indique le tableau suivant :

Tableau n°5 : Données biocinétiques pour le Tritium organiquement lié (OBT) [HODGSON]

Compartiment	Fraction incorporée (%)	Période biologique (jours)
A	70	10
B	30	100

D'autres auteurs, qui proposent un modèle alternatif multicompartimental, considèrent également que le modèle de la CIPR sous-estime la concentration en tritium organique présente dans le corps après incorporation [GALERIU, 2009].

L'ingestion de produits organiques tritiés est un facteur aggravant qui peut être parfois très élevé. Ainsi des auteurs ont pu montrer que la thymidine tritiée est environ 10 000 fois plus radiotoxique que l'eau tritiée. D'autres ont observé que l'arginine tritiée, qui est très rapidement incorporée dans l'embryon de souris, est encore plus radiotoxique pour cet élément (au stade de blastocyste) [MULLER, 1986].

4 | La transmutation du tritium et l'effet isotopique

Deux autres raisons théoriques viennent renforcer les raisons plausibles qui peuvent expliquer l'existence d'un EBR presque toujours supérieurs à 1 avec le tritium.

Tout d'abord, lorsqu'un atome ³H se désintègre en émettant une particule bêta, il se transforme en ³He (hélium). Pour le tritium organique, cette transmutation conduit à la formation d'un carbone ionisé. Des expérimentations portant sur l'incorporation de bases pyrimidiques³ tritiées dans différents types de cellules ont démontré un rôle mutagène de cette transmutation [TEEBOR, 1984]. Des auteurs utilisant de la thymidine tritiée sur des cellules humaines ont pu établir que 31% des ruptures monocaténaires produites sur l'ADN seraient associées à ce phénomène de transmutation [TISLJAR-LENTULIS, 1983].

Par ailleurs, la différence de masse atomique entre des isotopes d'une même famille conduit à ce qui est communément appelé un « effet isotopique ». La différence de masse entre le tritium et l'hydrogène (un facteur 3) est susceptible de produire un effet discriminant entre ces deux éléments. Des données scientifiques plus récentes suggèrent une concentration renforcée de tritium au niveau de la couche d'hydratation intimement liée à l'ADN. Bien qu'il ne s'agisse pas de tritium organiquement lié au sens usuel, Baumgartner et collaborateurs ont clairement montré un enrichissement d'eau tritiée liée à des macromolécules (par comparaison à l'eau libre dans la cellule). Cet enrichissement en tritium est d'un facteur 1,4 pour l'eau d'hydratation des protéines et d'un facteur 2 pour l'eau d'hydratation de l'ADN [BAUMGARTNER, 2004].

5 | Une première conclusion

En l'état actuel des connaissances et par précaution, l'ACRO estime que la CIPR devrait dès maintenant réévaluer le risque radio-induit lié au tritium en affectant un facteur de pondération $w_T = 5$ pour le rayonnement bêta de cet isotope.

Certes, le système de radioprotection institué par la CIPR est avant tout un système de gestion du risque radiologique et, à ce titre, il doit limiter la complexification du système. Néanmoins, avec la récente CIPR-103, la Commission n'a pas hésité à modifier les facteurs de pondération pour les neutrons (en adoptant des fonctions continues complexes) et à réduire par un facteur 2,5 le w_T attribué aux protons. Enfin, alors que la CIPR prétend que son système de radioprotection s'appuie sur le principe de précaution, il n'est pas acceptable que la Commission continue à sous-estimer un risque, qui prend une grande proportion sur le plan environnemental, sous prétexte de simplification.

En attendant cette réévaluation, les autorités françaises doivent anticiper l'augmentation très probable du facteur de pondération.

6 | Comportement environnemental

Dans l'environnement, le tritium ne semble pas se comporter comme le prédisent les modèles⁴. De nombreux animaux marins ou de rivières ont des concentrations en tritium qui sont plus fortes que celle dans l'eau environnante. Il n'y a pas d'explication claire de ce phénomène pour le moment. Tout le tritium est-il rejeté sous forme d'eau tritiée ? N'y a-t-il pas des rejets sous autres formes chimiques qui échappent aux contrôles ? Ou, plus directement, peut-il exister un mécanisme de bioaccumulation (terme employé par les autorités anglaises en charge du contrôle de l'environnement) non encore élucidé ?

A notre connaissance, aucune donnée environnementale ne met en évidence le phénomène inverse. Ces observations tendent donc à accentuer l'impact du tritium dans l'environnement et doivent aussi être prises en compte.

7 | Conséquences pour les rejets tritiés

Conformément à l'article 6 de la directive 96/29/Euratom, « la justification des catégories ou types de pratiques existants peut faire l'objet d'une révision chaque fois que des connaissances nouvelles et importantes concernant leur efficacité ou leurs conséquences sont acquises ». La réévaluation en cours au niveau européen de la radiotoxicité du tritium impose donc de revisiter les pratiques concernant les rejets et le stockage des déchets tritiés. En application du principe de précaution, les autorisations de rejet devraient être revues à la baisse. Rappelons que les engagements de la France vis-à-vis de la convention d'OSPAR vont dans le même sens pour les rejets dans l'Atlantique Nord. Ce n'est malheureusement pas la tendance actuelle.

Nous sommes conscients que le tritium peut difficilement être capté et que son stockage pose des problèmes, comme le montre le cas du centre de stockage de la Manche qui contamine encore les nappes phréatiques. Il faut donc viser à réduire sa production en amont. Les demandes récentes d'EDF d'augmenter ses rejets tritiés suite à l'utilisation de nouveaux combustibles à haut taux d'enrichissement, n'ont pas été justifiées.

Aucun bilan environnemental de cette nouvelle pratique n'ayant été présenté, l'ACRO fait sienne la conclusion de l'ANCCLI qui, à l'issue d'un colloque pluraliste sur le sujet, a demandé qu'« aucune augmentation des rejets de tritium [ne soit permise] tant que les effets liés à une exposition chronique à cet élément ne seront pas mieux connus ». Elle regrette aussi que des autorisations de rejet à la hausse aient été délivrées alors que les travaux de ces groupes n'étaient pas terminés. Cela viole l'esprit de la convention d'Aarhus qui doit encadrer toute concertation en matière d'environnement.

Il en est de même pour la production de tritium militaire qui n'a jamais été justifiée ni débattue démocratiquement. L'ACRO aimerait connaître les stratégies mises en place pour diminuer cette production dans un contexte international qui tend vers une réduction des arsenaux nucléaires des grandes puissances.

8 | Conclusion

Il y a 10 ans déjà, lors d'un colloque de la SFRP⁵ centré sur le tritium, l'ACRO était intervenue pour demander que soit réévalué le risque associé au tritium notamment en prenant mieux en compte les EBR définis expérimentalement. Nous n'avons pas cessé de porter sur la place publique les nouvelles données de la littérature scientifique et d'interpeller les pouvoirs publics face aux tentatives de banalisation des rejets de tritium dans l'environnement.

L'ACRO continuera inlassablement à réclamer que le risque radio-induit lié au tritium soit revu à la hausse et que toutes les conséquences soient tirées en matière de plans de surveillance environnementale (analyses OBT) et d'évaluation de l'impact sanitaire.

Enfin l'ACRO estime que la question du Tritium mérite que des axes de recherche soient fortement soutenus en particulier dans le domaine de l'épidémiologie (conduire des études d'envergure internationale comme cela a été fait pour le radon), dans celui d'une meilleure connaissance des effets à l'échelle cellulaire et sur la question d'une possible bioaccumulation dans l'environnement.

⁴ Voir la contribution d'A. Guillemette et J. C. Zerbib à ce livre blanc.

⁵ Colloque sur le tritium organisé par la Société Française de Radioprotection. Octobre 1999.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [AGIR, 2007] Report of AGIR (2007). Review of risks from Tritium.
- [BAUMGARTNER, 2004] Baumgärtner F. and Donhaerl W. Non-exchangeable organically bound tritium (OBT): its real nature. *Anal. Bioanal. Chem.* 379 (2004) 204-209.
- [GALERIU, 2009] Galeriu D., Melintescu A., Beresford N.A., Takeda H. and Crout N.M.J. The dynamic transfer of ^3H and ^{14}C in mammals: a proposed generic model. *Radiat. Environ. Biophys.* 48 (2009) 29-45.
- [HODGSON, 2005] Hodgson A., Scott J.E., Fell T.P. and Harrison J.D. Radiation doses from the consumption of Cardiff Bay flounder containing organically bound tritium (OBT). *J. Radiol. Prot.* 25 (2005) 149-159.
- [HUNTER, 2009] Hunter N. and Muirhead C.R. Review of relative biological effectiveness dependence on linear energy transfer for low-LET radiations. *J. Radiol. Prot.* 29 (2009) 5-21.
- [ICRP78, 1999] ICRP Publication 78 (1999) Individual Monitoring for Internal Exposure of Workers. *Ann. ICRP* 27(3-4).
- [ICRP103, 2007] ICRP Publication 103 (2007). The 2007 recommendations of the International Commission on Radiological Protection. *Ann. ICRP* 37(2-4).
- [LITTLE, 2008] Little M.P. and Lambert B.E. Systematic review of experimental studies on the relative biological effectiveness of tritium. *Radiat. Environ. Biophys.* 47 (2008) 71-93.
- [MULLER, 1986] Müller W.U., Steffer C., Molls M. and Glück L. Radiotoxicity of ^3H -Thymidine and ^3H -Arginine in pre-implantation mouse embryos in vitro. *Radiat. Prot. Dosimetry* 16, 1-2 (1986) 155-158.
- [RP-152, 2008] Radiation protection n°152 (2008). Emerging issues on Tritium and low energy beta emitters.
- [STRAUME, 1995] Straume T. High-energy gamma rays in Hiroshima and Nagasaki : implications for risk and w_R . *Health Phys.* 69 (1995) 954-956.
- [TEEBOR, 1984] Teebor G.W., Frenkel K. and Goldstein M.S. Ionizing radiation and tritium transmutation both cause formation of 5-hydroxymethyl-2'-deoxyuridine in cellular DNA. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 81 (1984) 318-321.
- [TISLJAR-LENTULIS, 1983] Tisljar-Lentulis G., Henneberg P., Feinendegen L.E. and Commerford S.L. The oxygen enhancement for single- and double-strand-breaks induced by tritium incorporated in DNA of cultured human T1 cells. Impact of the transmutation effect. *Radiat. Res.* 94 (1983) 41-50.