



Association

CRIIRAD

Laboratoire

Commission de Recherche et d'Information
Indépendantes sur la Radioactivité
29 cours Manuel de Falla / 26000 Valence / France
☎+33 (0)4 75 41 82 50 / laboratoire@criirad.org

Note préliminaire
pour les adhérents de la CRIIRAD

Valence, le 21 juin 2019

Contamination radioactive / Tritium

France / Contamination en tritium dans l'environnement Une pollution qui ne doit pas être banalisée

Mots clefs : tritium, rejets radioactifs, centrales nucléaires, installations nucléaires, eau potable

Contexte

L'ACRO (Association pour le Contrôle de la Radioactivité dans l'Ouest) et les associations Sortir du Nucléaire Berry Giénois Puysaye et SDN 49 ont publié, le 17 juin 2019, un communiqué qui fait état de la contamination chronique des eaux de la **Loire** et de la **Vienne** par du **tritium**. Cette contamination concerne également les eaux de consommation puisées dans la nappe alluviale par exemple à **Châtelleraut**, sur la Vienne, à environ 40 kilomètres en aval de la centrale de Civaux ou encore à **Saumur**, à environ 15 kilomètres de la confluence entre la Vienne et la Loire, donc en aval des rejets de 5 centrales nucléaires .

A **Châtelleraut**, sur 6 contrôles ponctuels effectués entre août 2018 et avril 2019, la teneur en tritium de l'eau du robinet dépasse 30 Bq/l à 5 occasions et a atteint **55 Bq/l** le 14 avril 2019. L'ACRO a également relevé jusqu'à **310 Bq/l** dans l'eau de la Loire prélevée à **Saumur** le 21 janvier 2019.

La dépêche AFP du 18 juin qui reprend ces informations fait état de propos rassurants tenus par le service communication de l'ASN : « *il n'y a pas de risque pour l'environnement ni pour le public* ».

Le présent document préliminaire a pour objet de répondre à une partie des questions adressées à la CRIIRAD par de nombreux citoyens et adhérents concernant la pollution par le tritium.

De nombreuses installations nucléaires disposent d'autorisations de rejets de tritium excessivement élevées

Le tritium est un isotope radioactif de l'hydrogène. Il est produit en très grande quantité dans le cœur des réacteurs nucléaires et se retrouve dans les effluents liquides et gazeux.

Cet élément radioactif n'est pas retenu par les dispositifs de filtration classiques. La solution de facilité est donc qu'il soit intégralement rejeté dans l'environnement par de nombreuses installations nucléaires dont les centrales nucléaires.

Les rejets annuels de tritium par **voie liquide** sont en France de l'ordre de **10 000 milliards de becquerels¹** par tranche nucléaire de 900 MWe à **25 000 milliards de becquerels** pour celles de 1 300 MWe. En 2017 ces rejets se sont situés entre 11 300 milliards de becquerels pour la centrale nucléaire de Fessenheim et 96 500 milliards de becquerels pour celle de Cattenom.

¹ Un Becquerel = une désintégration d'atome radioactif par seconde.

Les rejets liquides de tritium les plus importants sont effectués par l'usine de retraitement AREVA-ORANO de la Hague qui a rejeté 11,9 millions de milliards de becquerels dans la Manche en 2017, soit 93 % de l'ensemble du tritium rejeté par les installations nucléaires françaises cette année-là.

Ces rejets qui sont effectués, selon les sites, dans les rivières, fleuves ou le milieu marin sont jugés acceptables par les autorités qui ont fixé des autorisations de rejet excessivement élevées et qui constituent en réalité des **permis de polluer**.

S'y ajoutent les rejets de tritium dans l'**atmosphère**. Le record est détenu en France par le site nucléaire militaire de Valduc (Côte d'Or) avec des rejets de 288 000 milliards de becquerels en 2017, viennent ensuite l'usine de retraitement AREVA-ORANO de la Hague (71 600 milliards de becquerels), puis les sites du CEA de Marcoule et Saclay, le réacteur Superphénix en cours de démantèlement et le réacteur de recherche de l'ILL à Grenoble (13 000 à 24 000 milliards de becquerels).

Les rejets liquides et atmosphériques de tritium induisent une contamination de l'air, des eaux, des milieux aquatique et terrestre et de la chaîne alimentaire.

Il existe en France de nombreux secteurs, à proximité de centrales nucléaires, usines de retraitement, sites nucléaires civils et militaires où **l'environnement est contaminé de manière « légale » par le tritium (La Hague, Marcoule, Valduc, etc..)**.

Les installations nucléaires sont régulièrement à l'origine d'une pollution en tritium des eaux de consommation

Les eaux destinées à la consommation humaine sont issues de captages souterrains ou de surface.

En France on compte environ 1 325 captages d'eau de surface sur un total de 30 000 captages mais ils alimentent 1/3 de la population française².

Lorsque les eaux destinées à la production d'eau potable sont puisées dans **des cours d'eau** en aval des points de rejets liquides des installations nucléaires, elles peuvent être contaminées par le tritium car cet élément n'est pas éliminé par les dispositifs de traitement des eaux de distribution.

Les installations nucléaires, en particulier les centrales électronucléaires, sont également régulièrement à l'origine de pollutions en tritium des **nappes d'eau souterraine** alors que tout rejet radioactif y est strictement interdit. Ces pollutions proviennent selon les cas de fuites non maîtrisées (cas des sites de Cruas, Tricastin et du Bugey étudiés par la CRIIRAD) mais aussi de l'impact des rejets chroniques autorisés. Les rejets de tritium dans l'atmosphère entraînent en effet une contamination des précipitations ; les rejets dans les rivières et fleuves une contamination des eaux de surface puis des nappes alluviales en aval.

Quelques exemples de contamination par le tritium des ressources en eau potable mis en évidence par la CRIIRAD sont listés ci-dessous :

- Au début des **années 90**, la CRIIRAD avait relevé une contamination par le tritium des eaux sur un tiers du département de **Côte d'Or**. Cette pollution était liée aux rejets de tritium du site nucléaire militaire de **Valduc**. La contamination atteignait **630 Bq/l**.
- En aval du site nucléaire de **Marcoule (Gard)**, la CRIIRAD avait découvert au début des **années 90** une contamination des eaux de la nappe superficielle destinée à l'irrigation ou à l'alimentation en eau potable (**288 Bq/l** à Codolet). La contamination en tritium des nappes alluviales était décelable jusqu'en **Avignon**.
- Une étude réalisée en **1997** par la CRIIRAD dans les réserves d'eau potable de la **région Rhône-Alpes**, avait révélé la présence quasi systématique de tritium dans les eaux provenant de la **nappe alluviale du Rhône**. Les valeurs les plus élevées concernaient les secteurs de Loyettes, Vaux-en-Velin et Ampuis (aval Superphénix et Bugey), Valence (aval Saint-Alban), Savasse, Montélimar et Donzère (aval Cruas).

² La qualité radiologique de l'eau du Robinet en France 2008-2009 (février 2011), rapport ASN-DGS-IRSN

- Des contrôles réalisés en **1998** par la CRIIRAD à la demande de l'Agence de l'eau Seine-Normandie dans 81 échantillons d'eau souterraine du **bassin Seine-Normandie**, dont 70 échantillons provenant du réseau d'alimentation en eau potable indiquaient des valeurs supérieures à 5 Bq/l dans 16 % des cas et supérieures à 10 Bq/l dans 7 % des cas.

Les valeurs **supérieures à 10 Bq/l** (et jusqu'à **55 Bq/l**) relevées par l'ACRO en 2018-2019 dans l'eau du robinet à **Châtellerault** (nappe sédimentaire de la Vienne en aval de la centrale de Civaux) indiquent une situation anormale qui nécessite une enquête approfondie (voir ci-dessous remarques sur les normes).

La contamination en tritium des eaux entraîne celle des milieux aquatiques et terrestres

Le tritium étant un isotope de l'hydrogène, constituant de base de la molécule d'eau et de tous les êtres vivants, il diffuse très rapidement dans l'environnement où il est aisément **assimilé par les organismes vivants**. Le tritium présent dans l'eau se retrouvera ainsi en partie dans les organismes vivants aquatiques (plantes, poissons, mollusques, crustacés). L'usage des eaux pour **l'irrigation** entrainera un transfert aux végétaux cultivés. Au final l'homme sera exposé au tritium non seulement par l'eau de boisson mais aussi par l'ingestion d'autres denrées issues du milieu aquatique et terrestre. La période physique du tritium est relativement longue (**12,3 ans**), il faudra donc attendre 12 ans pour que sa radioactivité soit divisée par deux. On assiste alors à une **contamination diffuse chronique**. L'impact pour les organismes vivants exposés n'est pas pris en compte par les autorités lors de la fixation des autorisations de rejets.

Les industriels et les autorités minorent systématiquement les risques liés au tritium

Au lieu de défendre le droit à un environnement sain, les autorités ont plutôt tendance à minorer les risques.

Dans le dossier Loire, l'ASN cité par l'AFP, minimise l'impact de la contamination par le tritium en évoquant l'absence de risque pour l'environnement et le public. Dans son communiqué du 19 juin 2019 elle « *écarte toute conséquence sanitaire* ».

Cette dénégation des risques est malheureusement systématique.

Suite aux fuites radioactives de tritium dans la nappe phréatique sous la centrale nucléaire du **Tricastin** à l'été 2013 (jusqu'à 700 Bq/l dans la nappe sous la centrale), les associations Réseau Sortir du Nucléaire, Stop Nucléaire 26-07 et FRAPNA Drôme, ont porté plainte contre EDF. Elles ont demandé à la CRIIRAD d'intervenir comme témoin lors du procès qui s'est tenu à Valence le 7 mars 2019. A l'audience EDF a affirmé que « *Le tritium est un élément radioactif parfaitement inoffensif* ».

En réalité, en matière d'exposition aux rayonnements ionisants, il n'existe pas de seuil d'innocuité. Toute dose augmente les risques. De plus, le tritium est de l'hydrogène radioactif. Comme toute la matière vivante est constituée d'atomes d'hydrogène, une partie du tritium rejeté dans l'environnement se retrouvera in fine dans les **cellules des organismes vivants y compris dans l'ADN**, créant à la longue une irradiation interne qui augmente **les risques de cancer** (entre autres). De nombreux experts reconnaissent que la radiotoxicité du tritium est sous-estimée par les modèles officiels de risque (voir par exemple ci-dessous la question du tritium organiquement lié).

Normes concernant la contamination des eaux de boisson par le tritium

Boire régulièrement de l'eau contaminée par plusieurs dizaines de becquerels par litre de tritium c'est être soumis à des risques qui ne sont pas nuls et il n'est pas normal de laisser boire de l'eau contaminée par une **substance cancérigène** en particulier à des groupes à risque (jeunes enfants, femmes enceintes).

Dans le communiqué de l'ASN du 19 juin 2019 on peut lire « *L'ASN rappelle que la valeur guide dans l'eau potable recommandée par l'OMS est de **10 000 Bq/l**. La réglementation française relative à l'eau potable fixe par ailleurs une référence de qualité de **100 Bq/l** au-delà de laquelle des investigations*

complémentaires doivent être menées pour rechercher la présence de radionucléides artificiels ». Ces références sont reprises dans la note mise en ligne par l'IRSN le 20 juin 2019.

La CRIIRAD conteste les références de 10 000 Bq/l et 100 Bq/l mises en avant par les autorités :

- Si l'on corrige les erreurs et incohérences de l'OMS, la valeur-guide de **10 000 Bq/l** devrait être abaissée à une **valeur strictement inférieure à 50 Bq/l** dans le cas d'une contamination chronique.
- Le seuil d'investigation de **100 Bq/l** devrait être fixé à une valeur inférieure à **10 Bq/l**, étant donné que des valeurs de quelques becquerels par litre dans les eaux de consommation traduisent une pollution avérée dont il ne faut pas se satisfaire.

Le seuil de 100 Bq/l a été défini au niveau européen. En **2012-2013** la CRIIRAD avait défendu auprès des **parlementaires européens** la fixation d'un seuil à **10 Bq/l** maximum pour le tritium dans les eaux potables. Sur cette base, les parlementaires avaient finalement retenu un seuil de **20 Bq/l**. Mais leur amendement avait ensuite été balayé par le Conseil et la Commission qui ont confirmé la valeur de **100 Bq/l** proposée par les **experts Euratom**. Dans le cadre du traité Euratom, le Parlement n'a malheureusement qu'une voix consultative. C'est pourquoi la CRIIRAD et l'association RECH ont lancé une campagne pour l'abolition du traité Euratom. Les [pétitions](#) recueillies ont été remises à l'Élysée le 14 mai 2019.

En ce qui concerne la contamination des eaux potables par le tritium, la CRIIRAD considère qu'en cas de suspicion de contamination, des enquêtes doivent être diligentées pour rechercher l'origine de la pollution et la traiter (limitation des rejets, modification des modalités et autorisations de rejets par exemple). Dans tous les cas, la population doit être clairement informée de la présence de substances radioactives liées au fonctionnement d'installations nucléaires dans les eaux qu'elle consomme.

Le problème du tritium organiquement lié

Le tritium absorbé sous forme de molécules d'eau (tritium libre) est assez rapidement éliminé par l'organisme humain, sa période biologique étant d'environ 10 jours, et l'équivalent de dose engendré par l'absorption d'une quantité donnée de tritium est limitée par le fait que le temps de séjour du radionucléide dans le corps humain est bref. Mais en réalité une partie du tritium ingéré sous forme d'eau est assimilée sous forme organique (10%). D'autre part il faut considérer le cas où le tritium existe déjà sous forme organique dans le milieu. Des phénomènes liés à la photosynthèse dans le règne végétal et à d'autres mécanismes métaboliques dans le règne animal conduisent en effet à l'incorporation du tritium à certaines molécules organiques. Dès lors qu'il y a contamination des eaux de surface par le tritium, il y a contamination de la faune et de la flore.

L'étude conduite par la CRIIRAD en 2007 sur les **végétaux aquatiques** du **Rhône** a montré une contamination chronique et généralisée par du **tritium organiquement lié**, le record était détenu par les échantillons prélevés en aval du site nucléaire du Tricastin avec une valeur de 109 Bq/l d'eau de combustion³, 14 fois plus élevée qu'en amont.

Les recherches bibliographiques effectuées par la CRIIRAD dans les années 90 montraient clairement que la toxicité du tritium était sous-estimée et mal connue :

Le tritium organiquement lié a une période biologique plus longue que le tritium libre. Elle peut aller de un mois à un an selon le type de liaison chimique. Lorsqu'il est intégré à certaines molécules organiques, telle la thymidine, le temps de séjour du tritium dans l'organisme humain est encore plus élevé (période biologique de 400 à 600 jours). Dans les végétaux, 80 % de la quantité de tritium liée à la matière organique est intégrée aux molécules de structure (lignine, cellulose) ; le tritium est alors fixé à demeure.

Ainsi, après ingestion d'une nourriture tritiée, l'activité fixée dans les tissus est plus importante qu'après ingestion d'eau tritiée. Divers mécanismes peuvent alors conduire chez l'homme au « marquage » en

³ Pour la détermination de l'activité du tritium organiquement lié, l'échantillon est soumis à une dessiccation (élimination du tritium libre) puis une combustion intégrale. L'analyse porte alors sur l'eau issue de cette combustion.

tritium de certaines macromolécules comme l'**ADN**. L'élimination du tritium étant alors très lente, les problèmes radiologiques posés sont beaucoup plus aigus⁴. En effet, les rayonnements bêta du tritium peuvent réaliser sur le long terme (période de 12,3 ans), et au cœur même du matériel génétique des êtres vivants, des cassures et mutations des chromosomes induisant un **risque de cancérisation et de mutations génétiques**.

Le laboratoire de l'Université de Tokyo (Laboratory of Radiation Genetics and Chemical Mutagenesis) a mis en évidence l'effet du tritium sur l'induction de **mutations sur une plante** (*Tradescantia*) à de faibles doses de contamination. L'Institut National des Sciences Radiologiques du Japon a montré que les différents effets du tritium sur des **cellules de mammifères** (destruction, mutation ou induction de cancers) étaient plus importants qu'on ne le croyait.

La radiotoxicité du tritium semble avoir été largement sous-évaluée et peu de travaux existent sur les effets à long terme, notamment génétiques, de la contamination par ce radionucléide. Le livre blanc du tritium publié par l'ASN et mis à jour en 2019, confirme que ces questions restent largement ouvertes.

Manque de transparence des exploitants

La contamination de 310 Bq/l relevée par l'ACRO dans la Loire à Saumur à environ 19 kilomètres en aval de la centrale la plus proche (Chinon) suggère que des rejets ont été effectués en dehors des procédures habituelles.

Pour les rejets de la centrale de Civaux par exemple l'ASN a fixé une limite de 280 Bq/l (valeur horaire en tritium à mi rejet) et 140 Bq/l (moyenne journalière). Si ces conditions de rejets sont respectées, il est difficile d'imaginer que l'on retrouve une activité de 310 Bq/l à plusieurs dizaines de kilomètres en aval.

On peut émettre l'hypothèse d'un incident, de rejets non répertoriés, ou encore imaginer que plusieurs centrales ont effectué leurs rejets en même temps et que le prélèvement effectué par les associations se soit produit peu après.

On se heurte alors au manque de transparence des exploitants sur le déroulement des rejets. La CRIIRAD a demandé depuis longtemps, mais sans succès, que les exploitants aient l'obligation de rendre public les dates et heures des rejets liquides des installations nucléaires Ceci permettrait de cibler les contrôles indépendants sur les périodes de rejet et de stopper les pompages pour l'irrigation ou la fourniture d'eau potable au moment des rejets.

La contamination en tritium à 310 Bq/l relevée dans la Loire mérite une enquête approfondie qui pourrait conduire à une révision des autorisations et modalités de rejets des centrales nucléaires, à une révision des modalités de contrôle de l'impact et le cas échéant à des sanctions.

Rédaction : Bruno CHAREYRON, ingénieur en physique nucléaire, directeur du laboratoire de la CRIIRAD
Avec les contributions de Corinne CASTANIER, responsable réglementation et radioprotection à la CRIIRAD.

Contact : bruno.chareyron@criirad.org

⁴ Ainsi, sous leur forme tritiée, la leucine (précurseur des protéines), l'uridine (précurseur de l'ARN) et la thymidine (précurseur de l'ADN) sont respectivement environ 10, 100, et 1 000 fois plus toxiques que l'eau tritiée. Selon certains auteurs, la toxicité du tritium incorporé à la thymidine pourrait être 10 000 fois supérieure à celle de l'eau tritiée. Sous forme d'arginine tritiée, autre acide aminé, la toxicité serait plus importante encore.