

à **Monsieur le Procureur de la République**  
Tribunal de Grande Instance de Privas  
10 cours du Palais  
BP 728  
07007 PRIVAS

A Lyon, le 4 juillet 2018

*Par courrier recommandé.*

**Objet** : Plainte pour infractions au Code de l'environnement et à la réglementation relative aux installations nucléaires de base – Pollution radioactive à la centrale nucléaire de Cruas-Meyssse

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<sup>er</sup> janvier 2006, p. 39), agrément renouvelé par arrêté du 28 janvier 2014 (JORF du 5 février 2014, p. 26).

Aux termes de l'article 2 de ses statuts, l'association a notamment 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 ».*

L'association FRAPNA Ardèche est une association de protection de l'environnement exerçant son activité sur le département de l'Ardèche et les aires limitrophes, agréée au titre de l'article L. 141-1 du Code de l'environnement.

Aux termes de l'article 4 de ses statuts :

Cette association a pour buts la défense, la protection, la sauvegarde de la faune, de la flore, de l'environnement, du milieu naturel et des paysages.

Elle participe à toute initiative tendant à favoriser le développement d'une conscience écologique.

Elle s'associe aux actions visant des buts similaires sur les plans régionaux, nationaux ou internationaux.

Sa zone d'action est le département de l'Ardèche mais elle peut étendre ses activités à la totalité des aires limitrophes.

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 et que ce droit est également reconnu, sous les mêmes conditions, aux associations régulièrement déclarées depuis au moins cinq ans à la date des faits.

L'association Sortir du nucléaire Sud Ardèche est une association de protection de l'environnement régulièrement déclarée depuis le 7 août 2012.

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

- de fédérer localement les individus, les associations et autres personnes morales qui veulent sortir du nucléaire,
- de mettre en oeuvre toutes les actions que la loi autorise, pour une sortie du nucléaire selon la charte du Réseau "Sortir du nucléaire" annexée aux présents statuts,
- d'informer la population sur les dangers de la filière nucléaire, ainsi que sur les alternatives énergétiques,
- de favoriser les énergies renouvelables respectueuses de l'environnement et les moyens de maîtriser la demande en énergie et en électricité,
- 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.)
- de défendre en justice l'ensemble de ses membres.

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 et que ce droit est également reconnu, sous les mêmes conditions, aux associations régulièrement déclarées depuis au moins cinq ans à la date des faits.

Par un rapport d'inspection en date du 7 juin 2018 publié sur le site Internet de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), ces associations ont été informées d'une

importante pollution radioactive survenue sur le site de la centrale nucléaire de Cruas-Meysses.

Les associations Réseau "Sortir du nucléaire", FRAPNA Ardèche et SDN Sud Ardèche ont donc l'honneur de porter plainte contre Electricité de France (EDF), exploitant personne morale du centre nucléaire de production d'électricité (CNPE) de Cruas-Meysses et contre Christophe Chanut, directeur personne physique du CNPE de Cruas-Meysses, pour exploitation du CNPE en violation du Code de l'environnement et de la réglementation relative aux installations nucléaires de base.

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

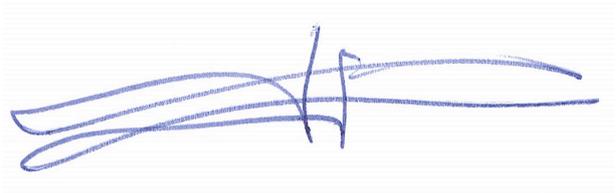
**Nous vous remercions de bien vouloir nous aviser des suites données à cette procédure, conformément à l'article 40-2 du Code de procédure pénale.**

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

*Pour le Réseau "Sortir du nucléaire"*  
*Catherine FUME*  
*Administratrice*



*Pour la FRAPNA Ardèche*  
*Frédéric JACQUEMART*  
*Président*



*Pour Sortir du nucléaire Sud Ardèche*  
*Alain JOFFRE*  
*Administrateur*



*PJ : ANNEXE à la plainte et ses pièces :*

- *PIECE 1 : Rapport d'inspection de l'ASN en date du 7 juin 2018*
- *PIECE 2 : Note de Pierre Barbey et David Boilley "Le tritium : un risque sous-estimé"*

**ANNEXE À LA PLAINTÉ**  
**C/ EDF ET CHRISTOPHE CHANUT**  
**04/07/18**

**Présentation sommaire du site de Cruas-Meyssé**

Le site de Cruas-Meyssé abrite la centrale nucléaire exploitée par EDF dans le département de l'Ardèche, sur le territoire des communes de Cruas et de Meyssé. Cette centrale nucléaire est constituée de 4 réacteurs à eau sous pression d'une puissance de 900 MW chacun.

Les réacteurs n° 1 et 2 constituent l'installation nucléaire de base (INB) n° 111, les réacteurs n° 3 et 4 constituent l'installation nucléaire de base (INB) n° 112.

En 2016, la centrale a été concernée par une série d'événements concernant la maîtrise de la réaction nucléaire, découlant de réglages inappropriés de paramètres des systèmes de pilotage et de protection du cœur du réacteur. Le 5 décembre 2017, l'Autorité de sûreté nucléaire exigeait, par décision, un renforcement des contrôles des opérations liées à la maîtrise de la réaction nucléaire.

Cette centrale présentait également un risque important de « perte de la source froide » (c'est-à-dire de capacités de refroidissement du réacteur en cas d'accident) en raison de nombreuses défaillances techniques et organisationnelles. Le réacteur n° 3, en particulier, a cumulé les dysfonctionnements. Pendant un an, une pompe de son système de refroidissement à l'arrêt est restée hors service du fait d'une mauvaise réparation, sans que personne ne s'en rende compte. De fin novembre 2017 à début janvier 2018, il a été affecté par une fuite d'une tuyauterie traversant l'enceinte de confinement (qui est pourtant censée être étanche), qui s'est mécaniquement traduite par des rejets non contrôlés dans l'environnement et a nécessité une mise à l'arrêt du réacteur pour réparation. En avril dernier, signalons également la découverte tardive du bouchage partiel d'un circuit de refroidissement par un morceau de caoutchouc, arrivé là suite à une opération de maintenance mal réalisée. Ou encore la baisse dangereuse du niveau d'eau d'un réservoir nécessaire au refroidissement d'urgence du réacteur, non détectée et liée à une vanne mal fermée. Enfin, à tout cela s'ajoute un problème récurrent de mauvaise gestion des déchets radioactifs par la centrale. Ainsi, en décembre 2015, des équipements contaminés ont été retrouvés dans une benne de déchets conventionnels. Ces faits ont d'ailleurs valu à EDF et au directeur de la centrale d'être condamnés par le tribunal de police de Privas en février 2018.

Dans son appréciation 2017, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) relève des faiblesses dans l'application du processus associé à la garantie du maintien dans la position requise de certains organes essentiels à la sûreté, et dont la position n'est pas visible depuis la salle de commande. En matière de maintenance, l'ASN constate que la centrale nucléaire de Cruas-Meyssé reste toujours fragile lorsque sa charge de travail augmente, particulièrement pendant les périodes d'arrêt de réacteur pour maintenance et rechargement. L'arrêt du réacteur 1 au cours duquel a eu lieu le remplacement des générateurs de vapeur a été prolongé du fait d'une mauvaise gestion des personnels intervenants sur certaines phases de ce chantier. L'ASN relève également que la maîtrise des risques liés à l'incendie est en retrait par rapport aux années précédentes : la centrale nucléaire a connu deux départs de feu dans des locaux situés en zone contrôlée. Même si l'action rapide des équipes d'intervention du site a permis de maîtriser ces incendies, EDF devra impérativement progresser dans la prévention de ce risque. En matière de protection de l'environnement, la gestion des déchets reste perfectible.

**Détails de l'événement environnement déclaré à l'ASN le 22 mai 2018**

Une inspection réactive de l'ASN a eu lieu le 30 mai 2018 sur la centrale nucléaire de Cruas-Meyssé à la suite de la déclaration par EDF, le 22 mai 2018, d'un événement intéressant l'environnement.

Cet événement était relatif à la présence anormale de tritium radioactif identifiée dans le captage d'eau potable (réseau SEP) de la centrale nucléaire ainsi que dans deux piézomètres situés à proximité de ce

captage. Ces points de prélèvement des eaux souterraines sont situés à l'extérieur du périmètre de l'installation nucléaire de base (INB).

Cette présence de tritium a tout d'abord été relevée dans le prélèvement analysé le 15 mai 2018 dans le captage SEP, captage qui fait l'objet d'analyses hebdomadaires. La présence de tritium a ensuite été confirmée dans deux piézomètres implantés à proximité du point de captage SEP. A ce stade, EDF n'a pas déterminé avec certitude l'origine de ce marquage : EDF poursuit donc ses investigations sur ce sujet. Néanmoins, EDF approfondit une hypothèse liée à un incident d'exploitation survenu dans la nuit du 1er au 2 avril 2018 et relatif au débordement d'un puisard.

Au cours de l'inspection, les inspecteurs ont examiné, d'une part, l'incident d'exploitation du 1er avril 2018 et, d'autre part, les actions mises en œuvre par l'exploitant pour caractériser et déterminer l'étendue du marquage au tritium des eaux souterraines.

Il ressort de cette inspection les éléments suivants :- Pour ce qui concerne l'incident d'exploitation survenu dans la nuit du 1er au 2 avril 2018, les inspecteurs ont relevé une gestion insatisfaisante des anomalies matérielles de certaines pompes des systèmes de gestion des rejets (circuits SEK et KER) ;  
- Pour ce qui concerne les actions de surveillance de l'environnement, l'ASN relève qu'elle a été avisée de la présence de tritium dans les eaux souterraines dans un délai insatisfaisant.

L'ASN demande désormais à EDF : - De mettre en place une surveillance renforcée des eaux souterraines et superficielles au droit et à proximité de la centrale nucléaire de Cruas-Meysses ;  
- De prendre toutes les dispositions nécessaires pour identifier dans les meilleurs délais les équipements à l'origine du marquage au tritium des eaux souterraines.

Le 30 mai 2018, EDF a finalement déclaré un événement significatif environnement relatif à la mise en place de dispositions complémentaires suite à une évolution de la teneur en tritium dans les eaux souterraines supérieure au bruit de fond.

#### V. PIECE 1 : Rapport d'inspection de l'ASN en date du 7 juin 2018

Il est très inquiétant de constater que ces fuites touchent un nombre croissant de sites nucléaires français : Golfech (Tarn-et-Garonne) en 2010 ; Bugey (Ain), Civaux (Vienne) et Penly (Seine-Maritime) en 2012, Tricastin (Drôme) en août 2013 ; Gravelines (Nord) en janvier 2014 ; Bugey, en décembre 2014 – janvier 2015 ; une troisième fois Bugey, en décembre 2017 ; et donc Cruas, en avril-mai 2018. EDF a d'ores et déjà fait l'objet de plusieurs condamnations pénales suite à ces fuites : concernant celle de Golfech (Toulouse, 3 décembre 2012) et concernant celle de Penly (Trib. pol. Dieppe, 10 septembre 2014). Des poursuites ont également été engagées par le Parquet de Bourg-en-Bresse à l'encontre d'Alain Litaudon concernant la fuite de tritium survenue en octobre 2012 à la centrale du Bugey et une audience doit se tenir le 7 mars 2019 concernant la fuite de tritium d'août 2013 au Tricastin. Le renouvellement du comportement infractionnel de la part d'EDF pourrait s'apparenter à de la récidive au sens des articles 132-10, 132-11, 132-14 et 131-15 du Code pénal.

Précisons que, pour l'heure, les causes et les conséquences précises de cette pollution radioactive à la centrale de Cruas n'ont pas clairement été déterminées. L'enquête devra veiller à faire toute la lumière sur cette affaire. Il convient aussi de noter qu'un captage d'eau potable a été contaminé. Une interdiction de consommer l'eau sur le site de la centrale a été mise en place. Toutefois, se pose la question des conséquences pour les personnes qui auraient consommé de cette eau contaminée avant la mise en place de cette interdiction, ainsi que de l'étendue de cette pollution pour les riverains et l'environnement étant donné que du tritium a été détecté en dehors du périmètre de l'installation nucléaire. En outre, se pose aussi la question de la présence d'autres éléments radioactifs et/ou chimiques puisque seuls le tritium est mesuré. Enfin, il convient de relever que ni les membres de la commission locale d'information, ni la population locale n'ont été informés de cette pollution.

## Installation concernée

- Centrale nucléaire de Cruas-Meyssse – Réacteurs de 900 MW – EDF

## INFRACTIONS REPROCHEES

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

L'article L. 216-6 alinéa 1<sup>er</sup> 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. 218-75 et L. 452-2, 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. »*

En l'espèce, le 22 mai 2018, EDF déclarait à l'ASN un événement intéressant l'environnement relatif à la présence anormale de tritium radioactif identifiée dans le captage d'eau potable (réseau SEP) de la centrale nucléaire ainsi que dans deux piézomètres situés à proximité de ce captage. Ces points de prélèvement des eaux souterraines sont situés à l'extérieur du périmètre de l'installation nucléaire de base (INB). Cette présence de tritium a tout d'abord été relevée dans le prélèvement analysé le 15 mai 2018 dans le captage SEP, captage qui fait l'objet d'analyses hebdomadaires. La présence de tritium a ensuite été confirmée dans deux piézomètres implantés à proximité du point de captage SEP. L'ASN précise que les valeurs mesurées sont de l'ordre de 190 Bq/l et qu'elles sont significativement supérieures au bruit de fond naturel. A ce stade, EDF n'a pas déterminé avec certitude l'origine de cette pollution, mais les premières investigations menées semblent montrer que celle-ci serait due à un incident d'exploitation survenu dans la nuit du 1er au 2 avril 2018 et relatif au débordement d'un puisard situé dans le bâtiment qui abrite les pompes de rejet des réservoirs T et Ex<sup>1</sup>, et qui a été causé par le dysfonctionnement simultané des deux pompes de relevage associé à la panne d'une pompe mobile de secours mise en œuvre pour palier au dysfonctionnement des pompes de relevage.

V. PIECE 1 (pages 2 et 3) : Rapport d'inspection de l'ASN en date du 7 juin 2018

Le 30 mai 2018, EDF a finalement déclaré un événement significatif environnement relatif à la mise en place de dispositions complémentaires suite à une évolution de la teneur en tritium dans les eaux souterraines supérieure au bruit de fond.

V. PIECE 1 (page 7) : Rapport d'inspection de l'ASN en date du 7 juin 2018

Une interdiction de consommer l'eau sur le site de la centrale a été mise en place.

Il ressort des constatations réalisées que l'exploitant de la centrale nucléaire de Cruas-Meyssse s'est rendu coupable d'un rejet non maîtrisé de substances radioactives, et notamment de tritium, dans l'environnement ayant conduit à une modification significative du régime d'alimentation en eau sur le site.

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

---

<sup>1</sup> Les effluents radioactifs non recyclés, issus de l'îlot nucléaire sont entreposés après traitement dans les réservoirs dits « T » du circuit KER. Les effluents susceptibles d'être radioactifs sont principalement issus de la salle des

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 2 : Note de Pierre Barbey et David Boilley "Le tritium : un risque sous-estimé"

L'enquête devra chercher à déterminer précisément la cause de cette pollution, ainsi que sa composition précise et si celle-ci a eu des conséquences au-delà du site nucléaire.

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

\* \* \*

## II. Infraction au Code de l'environnement résultant de la commission de l'infraction prévue à l'article L. 596-11 V

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

*« 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. 595-1. »* (souligné par nous)

L'article L. 596-11 V du Code de l'environnement 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.

En l'espèce, le 22 mai 2018, EDF a déclaré à l'ASN un événement intéressant l'environnement à la suite de l'analyse d'un prélèvement effectué le 14 mai 2018 sur le captage d'eau potable du site. Néanmoins, les inspecteurs de l'ASN ont constaté que deux prélèvements, datés du 4 et du 7 mai 2018, présentaient déjà des valeurs anormales en tritium, sans qu'EDF n'en ait informé l'ASN.

V. PIECE 1 (pages 4 et 5) : Rapport d'inspection de l'ASN en date du 7 juin 2018

L'ASN a été amenée à préciser, dans un guide en date du 21 octobre 2005<sup>2</sup>, les événements relevant de la déclaration prévue par l'article L. 591-5 du Code de l'environnement. L'annexe 8 de ce guide définit 10 critères permettant d'apprécier le caractère « déclarable dans les meilleurs délais » d'un incident en cas d'événement impliquant l'environnement pour les INB. Le critère 8 vise la « Découverte d'un site pollué de manière significative par des matières chimiques ou radioactives ».

L'enquête devra déterminer si ces délais sont dus à un dysfonctionnement grave de l'organisation interne d'EDF, ou à une volonté délibérée de cacher cet événement à l'ASN.

---

<sup>2</sup> <https://www.asn.fr/Media/Files/00-Guide-INB-et-TMR/01-Guide-complet?>

Ainsi, alors que cette pollution radioactive a fait l'objet de premières constatations dès les 4 et 7 mai 2018, l'exploitant n'a procédé à la déclaration d'événement significatif que le 22 mai 2018, soit plus de 18 jours après.

En outre, c'est seulement le 30 mai 2018 qu'EDF a déclaré un événement significatif environnement.

V. PIECE 1 (page 7) : Rapport d'inspection de l'ASN en date du 7 juin 2018

Cet événement n'a donc pas fait l'objet d'une déclaration « dans les meilleurs délais », comme le prévoit l'article L. 591-5 du Code de l'environnement, et cela est d'ailleurs relevé par l'ASN dans son rapport d'inspection :

*« Demande A5 : je vous demande de modifier votre organisation afin d'informer, dans les meilleurs délais, les autorités administratives des événements survenus sur votre installation qui sont de nature à porter une atteinte significative aux intérêts protégés par la Loi. »*

V. PIECE 1 (page 5) : Rapport d'inspection de l'ASN en date du 7 juin 2018

**Par conséquent, le délit prévu par l'article L. 596-11 V du Code de l'environnement est constitué.**

\* \* \*

### III. Infraction à la réglementation relative aux installations nucléaires de base résultant d'une violation à la décision de l'Autorité de sûreté nucléaire n° 2017-DC-0588

L'article 56 1° du décret n° 2007-1557 du 2 novembre 2007 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 notamment des décisions à caractère réglementaire prévues à l'article L. 592-20 du Code de l'environnement.

L'article L. 592-20 du Code de l'environnement prévoit en effet que l'Autorité de sûreté nucléaire puisse prendre des décisions réglementaires à caractère technique pour compléter les modalités d'application des décrets et arrêtés pris dans ses domaines de compétence, à l'exception de ceux ayant trait à la médecine du travail. Ces décisions sont soumises à l'homologation par arrêté des ministres concernés.

La décision n° 2017-DC-0588 du 6 avril 2017 relative aux modalités de prélèvement et de consommation d'eau, de rejets d'effluents et de surveillance de l'environnement des réacteurs électronucléaires à eau sous pression entre dans le champ de l'article L. 592-20. Les violations à ce texte constituent donc des contraventions de la cinquième classe, en vertu de l'article 56 1° du décret du 2 novembre 2007.

L'article 2.3.1 II de la décision n° 2017-DC-0588 du 6 avril 2017 dispose que :

*« Les rejets non maîtrisés ou non contrôlés sont interdits, à l'exception des rejets gazeux diffus. »*

En l'espèce, le rapport d'inspection de l'ASN en date du 7 juin 2018 indique que :

*« Sur la centrale nucléaire de Cruas-Meyssac, les rejets des effluents liquides dans l'environnement sont encadrés par les décisions de l'ASN en références [3], [4] et [5] qui autorisent les rejets de toute nature (dont les rejets radioactifs ou chimiques) uniquement après la collecte des effluents, leur traitement si nécessaire, leur entreposage dans des réservoirs et leur contrôle avant leur rejet dans le milieu naturel. A cette fin, l'article 2.3.1. – II. de la décision en référence [3] dispose que « les rejets non maîtrisés ou non contrôlés sont interdits, à l'exception des rejets gazeux diffus [...] ».*

*Les effluents liquides sont entreposés dans les réservoirs dits « T » ou « Ex » en fonction de leur nature afin de permettre leur homogénéisation, leur contrôle et éventuellement favoriser la décroissance de leur activité afin de limiter leur impact sur l'environnement.*

*Le rejet d'un réservoir est effectué après plusieurs analyses de son contenu destinées à vérifier sa conformité aux paramètres physico-chimiques et radiologiques définis dans les décisions en référence [3], [4] et [5]. Le rejet s'opère directement par pompage des effluents jusque dans l'émissaire de rejet repéré E1. Un bâtiment dédié abrite les matériels nécessaires à ces opérations ; les différentes égouttures sont collectées dans un puisard, équipé de deux pompes de relevage en parallèle qui refoulent dans un réservoir T, l'une des pompes pouvant palier au dysfonctionnement ou à l'indisponibilité de l'autre.*

*Le 22 mai 2018, EDF a déclaré à l'ASN un événement intéressant du domaine environnement (EIE) relatif à la présence anormale de tritium dans deux piézomètres et dans le captage d'eau potable du site, situés à l'extérieur du périmètre de l'installation nucléaire de base. La détection de tritium a été relevée le 15 mai 2018 lors du prélèvement hebdomadaire réalisé sur le captage d'eau potable du site.*

*A ce stade de ses investigations, EDF émet l'hypothèse que le marquage anormal au tritium des eaux souterraines soit lié à un incident d'exploitation survenu dans la nuit du 1er au 2 avril 2018. Cet incident concerne le débordement du puisard situé dans le bâtiment qui abrite les pompes de rejet des réservoirs T et Ex, et a été causé par le dysfonctionnement simultané des deux pompes de relevage associé à la panne d'une pompe mobile de secours mise en œuvre pour palier au dysfonctionnement des pompes de relevage. » (souligné par nous)*

#### V. PIECE 1 (pages 2 et 3) : Rapport d'inspection de l'ASN en date du 7 juin 2018

Les piézomètres installés sur un site nucléaire permettent une surveillance de l'environnement du site nucléaire afin de vérifier notamment qu'il n'y ait pas de fuite radioactive dans l'environnement et notamment dans les nappes phréatiques.

En l'espèce, on observe que le dysfonctionnement simultané des deux pompes de relevage associé à la panne d'une pompe mobile de secours mise en œuvre pour palier au dysfonctionnement des pompes de relevage a causé le débordement du puisard et serait à l'origine de la pollution radioactive déclarée par EDF le 22 mai 2018. Une concentration anormale de tritium à hauteur de 190 Bq/litre a ainsi été mesurée sur deux piézomètres et dans le captage d'eau potable du site, situés à l'extérieur du périmètre de l'installation nucléaire. Des effluents radioactifs ont ainsi été rejetés dans l'environnement, de manière non maîtrisée et non contrôlée.

**Par conséquent, ces faits constituent une violation de l'article 2.3.1 II de la décision n° 2017-DC-0588 du 6 avril 2017, qui est une contravention de la cinquième classe au sens de l'article 56 1° du décret du 2 novembre 2007.**

\* \* \*

#### IV. Infractions à la réglementation relative aux installations nucléaires de base résultant d'une violation à la décision n° 2013-DC-0360

L'article 56 1° du décret n° 2007-1557 du 2 novembre 2007 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 notamment des décisions à caractère réglementaire prévues à l'article L. 592-20 du Code de l'environnement.

L'article L. 592-20 du Code de l'environnement prévoit en effet que l'Autorité de sûreté nucléaire puisse prendre des décisions réglementaires à caractère technique pour compléter les modalités d'application des décrets et arrêtés pris dans ses domaines de compétence, à l'exception de ceux ayant trait à la médecine du travail. Ces décisions sont soumises à l'homologation par arrêté des ministres concernés.

La décision n° 2013-DC-0360 modifiée de l'Autorité de sûreté nucléaire du 16 juillet 2013 relative à la maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement des installations nucléaires de base entre dans le champ de l'article L. 592-20. Les violations à ce texte constitue donc des contraventions de la cinquième classe, en vertu de l'article 56 1° du décret du 2 novembre 2007.

L'article 4.3.1 de la décision n° 2013-DC-0360 modifiée du 16 juillet 2013 prévoit que le volume des rétentions doit rester disponible pour recueillir éventuellement les liquides des capacités qu'elles protègent.

En l'espèce, le rapport d'inspection de l'ASN en date du 7 juin 2018 indique que :

*« Après le constat du dysfonctionnement des deux pompes de relevage (le 2 avril 2018 à 01h50), une pompe mobile a été mise en œuvre (à 02h00 le même jour) afin d'éviter le débordement du puisard. De plus, les arrivées isolables ont été fermées afin de réduire le débit des différentes égouttures ou purges qui arrivent dans ce puisard. Enfin, une surveillance renforcée a été définie, consistant à réaliser une ronde régulière permettant de vérifier la suffisance du moyen de pompage palliatif installé.*

*Lors de la réalisation de la ronde prévue, l'agent de terrain a constaté vers 04h45 que la pompe mobile ne fonctionnait plus. De ce fait, le puisard a débordé et l'eau s'est épanchée sur le sol du bâtiment des pompes de rejet. Les inspecteurs ont considéré que les modalités de surveillance renforcée mises en place, qui n'étaient pas préalablement définies, n'ont pas permis d'éviter le débordement de ce puisard. Cette surveillance renforcée doit donc être réinterrogée. De plus, les inspecteurs ont constaté que le modèle de pompe mobile utilisé n'était pas le plus approprié du fait d'un couple débit/pression trop faible ne permettant pas de pomper les effluents directement dans un réservoir T.*

*Les effluents pompés ont visiblement été orientés vers la rétention des réservoirs T dans le souci de parer au plus pressé. L'ASN considère cependant que conformément au III. de l'article Art. 4.3.1. de la décision citée en référence [7] le volume des rétentions doit rester disponible pour recueillir éventuellement les liquides des capacités qu'elles protègent.*

***Demande A8 : Je vous demande de déterminer les pompes utilisables dans ces situations et de définir une surveillance adaptée destinée à éviter ce type d'événement.*** » (souligné par nous)

V. PIECE 1 (page 6) : Rapport d'inspection de l'ASN en date du 7 juin 2018

**Par conséquent, ces faits constituent une violation de l'article 4.3.1 de la décision n° 2013-DC-0360 modifiée du 16 juillet 2013, qui est une contravention de la cinquième classe au sens de l'article 56 1° du décret du 2 novembre 2007.**

\* \* \*

#### V. Infractions à la réglementation relative aux installations nucléaires de base résultant de violations à l'arrêté du 7 février 2012

L'article 56 1° du décret n° 2007-1557 du 2 novembre 2007 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 notamment des règles générales prévues à l'article L. 593-4 du Code de l'environnement et des décisions à caractère réglementaire prévues à l'article L. 592-20 du même code.

L'article L. 593-4 alinéa 1 du Code de l'environnement énonce que :

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

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

L'arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base assure la refonte de la réglementation technique générale applicable aux installations nucléaires de base. Cet arrêté est entré en vigueur, pour la plupart de ses dispositions, le 1er juillet 2013 et ses violations constituent donc des contraventions de la 5<sup>e</sup> classe, en vertu de l'article 56 du décret du 2 novembre 2007.

#### Violation n° 1 :

L'article 1.3 de l'arrêté du 7 février 2012 définit le terme « écart » comme le « *non-respect d'une exigence définie, ou non-respect d'une exigence fixée par le système de management intégré de l'exploitant susceptible d'affecter les dispositions mentionnées au deuxième alinéa de l'article L. 593-7 du code de l'environnement* ».

L'article 2.6.1 de l'arrêté du 7 février 2012 prévoit que :

*« L'exploitant prend toute disposition pour détecter les écarts relatifs à son installation ou aux opérations de transport interne associées. Il prend toute disposition pour que les intervenants extérieurs puissent détecter les écarts les concernant et les porter à sa connaissance dans les plus brefs délais. »*

L'article 2.6.2 de l'arrêté du 7 février 2012 dispose que :

*« L'exploitant procède dans les plus brefs délais à l'examen de chaque écart, afin de déterminer :  
— son importance pour la protection des intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement et, le cas échéant, s'il s'agit d'un événement significatif ;  
— s'il constitue un manquement aux exigences législatives et réglementaires applicables ou à des prescriptions et décisions de l'Autorité de sûreté nucléaire le concernant ;  
— si des mesures conservatoires doivent être immédiatement mises en œuvre. »*

L'article 2.6.3 de l'arrêté du 7 février 2012 dispose que :

*« I. — L'exploitant s'assure, dans des délais adaptés aux enjeux, du traitement des écarts, qui consiste notamment à :  
— déterminer ses causes techniques, organisationnelles et humaines ;  
— définir les actions curatives, préventives et correctives appropriées ;  
— mettre en œuvre les actions ainsi définies ;  
— évaluer l'efficacité des actions mises en œuvre.  
Cependant, pour les écarts dont l'importance mineure pour la protection des intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement est avérée, le traitement peut se limiter à la définition et à la mise en œuvre d'actions curatives.  
II. — L'exploitant tient à jour la liste des écarts et l'état d'avancement de leur traitement.  
III. — Le traitement d'un écart constitue une activité importante pour la protection.  
IV. — Lorsque l'écart ou sa persistance constitue un manquement mentionné au troisième alinéa de l'article 2.6.2, l'exploitant prend sans délai toute disposition pour rétablir une situation conforme à ces exigences, décisions ou prescriptions. Sans préjudice des dispositions de l'article 2.6.4, lorsque l'exploitant considère qu'il ne peut rétablir une situation conforme dans des délais brefs, il en informe l'Autorité de sûreté nucléaire. »*

En l'espèce, le rapport d'inspection de l'ASN en date du 7 juin 2018 indique que :

*« Mise en œuvre d'une surveillance renforcée de l'environnement*

*L'ASN considère qu'une surveillance renforcée des eaux souterraines doit être mise en œuvre pour suivre et anticiper l'évolution de l'activité volumique en tritium.*

*Demande A1 : je vous demande de mettre en place sans délai une surveillance renforcée des eaux souterraines et superficielles au droit et à proximité de la centrale nucléaire de Cruas- Meyssac. Vous proposerez dans les plus brefs délais à ma connaissance toute évolution significative de l'activité volumique en tritium issue de cette surveillance.*

*Demande A2 : je vous demande de transmettre hebdomadairement à la division de Lyon les résultats de cette surveillance, sous la forme d'un plan de situation et d'un historique des mesures sur chaque point de surveillance.*

#### Détermination de l'origine du marquage

L'ASN considère que vous devez identifier au plus vite et avec certitude les équipements à l'origine du marquage des eaux souterraines par du tritium.

*Demande A3 : je vous demande de me transmettre sous quinze jours la liste des équipements identifiés comme pouvant être à l'origine de la présence anormale de tritium dans les eaux souterraines. Dans la mesure du possible, vous limiterez toute opération d'exploitation faisant appel à ces équipements. Enfin, vous justifierez toute opération d'exploitation faisant appel à ces équipements.*

*Demande A4 : je vous demande de prendre toutes les dispositions nécessaires pour identifier dans les meilleurs délais les équipements à l'origine de la présence anormale de tritium dans les eaux souterraines. Je vous demande de me transmettre un bilan hebdomadaire de l'état d'avancement de vos recherches d'identification.*

(...)

#### Remplacement des pompes en dysfonctionnement

*Le puisard du bâtiment des pompes de rejet est équipé de deux pompes de relevage en parallèle permettant à la fois une redondance et leur démarrage simultané à l'atteinte du niveau d'eau « très haut » dans le puisard. Dans la nuit du 1er au 2 avril 2018, ce puisard a débordé du fait de la panne concomitante des deux pompes de relevage. Des effluents se sont épanchés sur le sol du bâtiment des pompes de rejet.*

Les inspecteurs ont constaté que l'une de ces pompes de relevage était hors-service depuis le 20 novembre 2017 alors qu'elle avait été remplacée trois jours plus tôt. De plus, EDF s'était fixée une échéance de réparation pour le 18 février 2018, mais la pompe en question n'avait pas fait l'objet de cette réparation au moment de l'incident d'exploitation du 1er avril 2018. En effet, le service chargé de la maintenance des pompe considérait que cette pompe n'était pas réellement en panne parce qu'il avait procédé à son remplacement 5 jours plus tôt. Ainsi, la panne de l'autre pompe ne pouvait conduire qu'au débordement prévisible de ce puisard.

*Demande A6 : je vous demande de réaliser une revue de cet événement afin de déterminer les raisons qui vous ont incité à penser à tort que la pompe était disponible alors qu'elle était en réalité en panne, puis à retarder l'intervention prévue sur ce matériel.*

*Demande A7: je vous demande de modifier votre organisation et votre référentiel de maintenance afin de définir des modalités de remplacement ou de réparation de ces pompes compatibles avec les exigences définies associées et définies dans l'arrêté en référence [2].*

#### Mise en œuvre des matériels mobiles

*Après le constat du dysfonctionnement des deux pompes de relevage (le 2 avril 2018 à 01h50), une pompe mobile a été mise en œuvre (à 02h00 le même jour) afin d'éviter le débordement du puisard. De plus, les arrivées isolables ont été fermées afin de réduire le débit des différentes égouttures ou purges qui arrivent dans ce puisard. Enfin, une surveillance renforcée a été définie, consistant à réaliser une ronde régulière permettant de vérifier la suffisance du moyen de pompage palliatif installé.*

Lors de la réalisation de la ronde prévue, l'agent de terrain a constaté vers 04h45 que la pompe mobile ne fonctionnait plus. De ce fait, le puisard a débordé et l'eau s'est épanchée sur le sol du bâtiment des pompes de rejet.

Les inspecteurs ont considéré que les modalités de surveillance renforcée mises en place, qui n'étaient pas préalablement définies, n'ont pas permis d'éviter le débordement de ce puisard. Cette surveillance renforcée doit donc être réinterrogée. De plus, les inspecteurs ont constaté que le modèle de pompe mobile utilisé n'était pas le plus approprié du fait d'un couple débit/pression trop faible ne permettant pas de pomper les effluents directement dans un réservoir T.

Les effluents pompés ont visiblement été orientés vers la rétention des réservoirs T dans le souci de parer au plus pressé. L'ASN considère cependant que conformément au III. de l'article Art. 4.3.1. de la décision citée en référence [7] le volume des rétentions doit rester disponible pour recueillir éventuellement les liquides des capacités qu'elles protègent.

***Demande A8 : Je vous demande de déterminer les pompes utilisables dans ces situations et de définir une surveillance adaptée destinée à éviter ce type d'événement.***

### **B. Compléments d'informations**

#### Méthodologie de requalification des pompes après leur remplacement

L'une des pompes de relevage était indisponible depuis le 20 novembre 2017 alors qu'elle avait été remplacée 3 jours auparavant. Elle n'a été remplacée que début avril, après l'incident d'exploitation, et avec l'autre pompe en parallèle.

Les inspecteurs considèrent que la requalification fonctionnelle doit permettre de déceler ce type de défaut et doit garantir le fonctionnement des matériels conformément à leur mission.

***Demande B1: je vous demande de me préciser la manière dont ont été réalisées les requalifications de ces pompes, à l'issue des remplacements effectués en novembre 2017 puis en avril 2018. Vous réaliserez une étude démontrant la suffisance des requalifications vis-à-vis des modes de défaillance redoutés et du rôle de ces pompes pour la protection des intérêts définis dans la loi.***

***Demande B2 : dans le cas où l'étude ci-avant démontre l'inadéquation de la requalification réalisée, je vous demande de vous prononcer sur la disponibilité actuelle des pompes de relevage équipant le puisard du bâtiment des pompes de rejet.***

#### Critère d'étanchéité retenu pour les sols et radiers

Seul le puisard du bâtiment des pompes de rejet possède une exigence d'étanchéité. Les voiles et le radier sont concernés seulement par une exigence d'intégrité structurelle, bien que cet événement démontre la pertinence d'étanchéifier le radier et les voiles du sous-sol de ce bâtiment.

***Demande B3 : je vous demande de vous interroger sur l'opportunité de définir une exigence d'étanchéité du sol et des voiles du bâtiment abritant les pompes de rejets d'effluents liquides.*** » (souligné par nous)

V. PIECE 1 (pages 1 à 7) : Rapport d'inspection de l'ASN en date du 7 juin 2018

Au regard de l'ensemble des éléments soulevés par le rapport d'inspection de l'ASN, il apparaît clairement que l'arrêté du 7 février 2012 sur la gestion des écarts n'est pas respecté.

**Par conséquent, ces faits constituent une violation aux articles 2.6.1, 2.6.2, 2.6.3 de l'arrêté du 7 février 2012, qui est une contravention de la cinquième classe au sens de l'article 56 1° du décret du 2 novembre 2007.**

Violation n° 2 :

L'article 4.1.1 II de l'arrêté du 7 février 2012 dispose que :

*« L'exploitant prend toute disposition pour éviter les écoulements et rejets dans l'environnement non prévus. »*

En l'espèce, le rapport d'inspection de l'ASN en date du 7 juin 2018 indique que :

*« Sur la centrale nucléaire de Cruas-Meysses, les rejets des effluents liquides dans l'environnement sont encadrés par les décisions de l'ASN en références [3], [4] et [5] qui autorisent les rejets de toute nature (dont les rejets radioactifs ou chimiques) uniquement après la collecte des effluents, leur traitement si nécessaire, leur entreposage dans des réservoirs et leur contrôle avant leur rejet dans le milieu naturel. A cette fin, l'article 2.3.1. – II. de la décision en référence [3] dispose que « les rejets non maîtrisés ou non contrôlés sont interdits, à l'exception des rejets gazeux diffus [...] ».*

*Les effluents liquides sont entreposés dans les réservoirs dits « T » ou « Ex » en fonction de leur nature afin de permettre leur homogénéisation, leur contrôle et éventuellement favoriser la décroissance de leur activité afin de limiter leur impact sur l'environnement.*

*Le rejet d'un réservoir est effectué après plusieurs analyses de son contenu destinées à vérifier sa conformité aux paramètres physico-chimiques et radiologiques définis dans les décisions en référence [3], [4] et [5]. Le rejet s'opère directement par pompage des effluents jusque dans l'émissaire de rejet repéré E1. Un bâtiment dédié abrite les matériels nécessaires à ces opérations ; les différentes égouttures sont collectées dans un puisard, équipé de deux pompes de relevage en parallèle qui refoulent dans un réservoir T, l'une des pompes pouvant palier au dysfonctionnement ou à l'indisponibilité de l'autre.*

*Le 22 mai 2018, EDF a déclaré à l'ASN un événement intéressant du domaine environnement (EIE) relatif à la présence anormale de tritium dans deux piézomètres et dans le captage d'eau potable du site, situés à l'extérieur du périmètre de l'installation nucléaire de base. La détection de tritium a été relevée le 15 mai 2018 lors du prélèvement hebdomadaire réalisé sur le captage d'eau potable du site.*

*A ce stade de ses investigations, EDF émet l'hypothèse que le marquage anormal au tritium des eaux souterraines soit lié à un incident d'exploitation survenu dans la nuit du 1er au 2 avril 2018. Cet incident concerne le débordement du puisard situé dans le bâtiment qui abrite les pompes de rejet des réservoirs T et Ex, et a été causé par le dysfonctionnement simultané des deux pompes de relevage associé à la panne d'une pompe mobile de secours mise en œuvre pour palier au dysfonctionnement des pompes de relevage. » (souligné par nous)*

V. PIÈCE 1 (pages 2 et 3) : Rapport d'inspection de l'ASN en date du 7 juin 2018

Les piézomètres installés sur un site nucléaire permettent une surveillance de l'environnement du site nucléaire afin de vérifier notamment qu'il n'y ait pas de fuite radioactive dans l'environnement et notamment dans les nappes phréatiques.

En l'espèce, on observe que le dysfonctionnement simultané des deux pompes de relevage associé à la panne d'une pompe mobile de secours mise en œuvre pour palier au dysfonctionnement des pompes de relevage a causé le débordement du puisard et serait à l'origine de la pollution radioactive déclarée par EDF le 22 mai 2018. Une concentration anormale de tritium à hauteur de 190 Bq/litre a ainsi été mesurée sur deux piézomètres et dans le captage d'eau potable du site, situés à l'extérieur du périmètre de l'installation nucléaire.

Dès lors, EDF, exploitant de la centrale de Cruas-Meysses, n'a pas pris toute disposition pour éviter les écoulements et rejets dans l'environnement non prévus.

**Par conséquent, ces faits constituent une violation de l'article 4.1.1 II de l'arrêté du 7 février 2012, qui est une contravention de la cinquième classe au sens de l'article 56 1° du décret du 2 novembre 2007.**

Violation n° 3 :

L'article 4.1.8 de l'arrêté du 7 février 2012 dispose que :

*« Les effluents, poussières ou aérosols sont, dans toute la mesure du possible, collectés au plus près de la source, canalisés et, si besoin, traités. Les conditions de collecte, de traitement et de rejet des effluents sont telles qu'elles n'entraînent pas de risque d'inflammation ou d'explosion, ni la production, du fait du mélange des effluents, de substances polluantes dont il n'est pas fait mention dans l'étude d'impact de l'installation. »*

L'article 4.1.10 de l'arrêté du 7 février 2012 prévoit que :

*« Les effluents radioactifs sont collectés séparément suivant leur nature et leur activité. Ils font l'objet d'un contrôle en vue de les caractériser.*

*Les effluents radioactifs liquides sont entreposés séparément, suivant leur nature et leur niveau d'activité.*

*Les effluents radioactifs gazeux autres que ceux collectés par la ventilation font l'objet d'un entreposage permettant de les caractériser.*

*En vue de limiter l'impact radiologique des effluents radioactifs rejetés, l'exploitant prend en compte, dans la gestion de ces effluents, la possibilité de réduire l'activité des effluents radioactifs par décroissance radioactive avant leur rejet dans le milieu récepteur. »*

En l'espèce, le rapport d'inspection de l'ASN en date du 7 juin 2018 indique que :

*« Sur la centrale nucléaire de Cruas-Meyssac, les rejets des effluents liquides dans l'environnement sont encadrés par les décisions de l'ASN en références [3], [4] et [5] qui autorisent les rejets de toute nature (dont les rejets radioactifs ou chimiques) uniquement après la collecte des effluents, leur traitement si nécessaire, leur entreposage dans des réservoirs et leur contrôle avant leur rejet dans le milieu naturel. A cette fin, l'article 2.3.1. – II. de la décision en référence [3] dispose que « les rejets non maîtrisés ou non contrôlés sont interdits, à l'exception des rejets gazeux diffus [...] ».*

*Les effluents liquides sont entreposés dans les réservoirs dits « T » ou « Ex » en fonction de leur nature afin de permettre leur homogénéisation, leur contrôle et éventuellement favoriser la décroissance de leur activité afin de limiter leur impact sur l'environnement.*

*Le rejet d'un réservoir est effectué après plusieurs analyses de son contenu destinées à vérifier sa conformité aux paramètres physico-chimiques et radiologiques définis dans les décisions en référence [3], [4] et [5]. Le rejet s'opère directement par pompage des effluents jusque dans l'émissaire de rejet repéré E1. Un bâtiment dédié abrite les matériels nécessaires à ces opérations ; les différentes égouttures sont collectées dans un puisard, équipé de deux pompes de relevage en parallèle qui refoulent dans un réservoir T, l'une des pompes pouvant palier au dysfonctionnement ou à l'indisponibilité de l'autre.*

*Le 22 mai 2018, EDF a déclaré à l'ASN un événement intéressant du domaine environnement (EIE) relatif à la présence anormale de tritium dans deux piézomètres et dans le captage d'eau potable du site, situés à l'extérieur du périmètre de l'installation nucléaire de base. La détection de tritium a été relevée le 15 mai 2018 lors du prélèvement hebdomadaire réalisé sur le captage d'eau potable du site.*

*A ce stade de ses investigations, EDF émet l'hypothèse que le marquage anormal au tritium des eaux souterraines soit lié à un incident d'exploitation survenu dans la nuit du 1er au 2 avril 2018. Cet incident concerne le débordement du puisard situé dans le bâtiment qui abrite les pompes de rejet des réservoirs T et Ex, et a été causé par le dysfonctionnement simultané des deux pompes de relevage associé à la panne d'une pompe mobile de secours mise en œuvre pour palier au dysfonctionnement des pompes de relevage. » (souligné par nous)*

V. PIÈCE 1 (pages 2 et 3) : Rapport d'inspection de l'ASN en date du 7 juin 2018

Les piézomètres installés sur un site nucléaire permettent une surveillance de l'environnement du site nucléaire afin de vérifier notamment qu'il n'y ait pas de fuite radioactive dans l'environnement et notamment dans les nappes phréatiques.

En l'espèce, on observe que le dysfonctionnement simultané des deux pompes de relevage associé à la panne d'une pompe mobile de secours mise en œuvre pour palier au dysfonctionnement des pompes de relevage a causé le débordement du puisard et serait à l'origine de la pollution radioactive déclarée par EDF le 22 mai 2018. Une concentration anormale de tritium à hauteur de 190 Bq/litre a ainsi été mesurée sur deux piézomètres et dans le captage d'eau potable du site, situés à l'extérieur du périmètre de l'installation nucléaire.

Compte tenu de ces éléments, il apparaît que les dispositions de l'arrêté du 7 février 2012 relatives à la collecte et au traitement des effluents n'ont pas été respectées.

**Par conséquent, ces faits constituent une violation des articles 4.1.8 et 4.1.10 de l'arrêté du 7 février 2012, qui est une contravention de la cinquième classe au sens de l'article 56 1° du décret du 2 novembre 2007.**

Violation n° 4 :

L'article 4.1.12 I de l'arrêté du 7 février 2012 dispose que :

*« Les rejets dans le sol et les eaux souterraines sont interdits, à l'exception des infiltrations éventuelles d'eaux pluviales dans les conditions définies aux articles 4.1.9 et 4.1.14 et des réinjections, dans leur nappe d'origine, d'eaux pompées lors de certains travaux de génie civil. »* (souligné par nous)

En l'espèce, le rapport d'inspection de l'ASN en date du 7 juin 2018 indique que :

*« Sur la centrale nucléaire de Cruas-Meysses, les rejets des effluents liquides dans l'environnement sont encadrés par les décisions de l'ASN en références [3], [4] et [5] qui autorisent les rejets de toute nature (dont les rejets radioactifs ou chimiques) uniquement après la collecte des effluents, leur traitement si nécessaire, leur entreposage dans des réservoirs et leur contrôle avant leur rejet dans le milieu naturel. A cette fin, l'article 2.5.1. – II. de la décision en référence [3] dispose que « les rejets non maîtrisés ou non contrôlés sont interdits, à l'exception des rejets gazeux diffus [...] ».*

*Les effluents liquides sont entreposés dans les réservoirs dits « T » ou « Ex » en fonction de leur nature afin de permettre leur homogénéisation, leur contrôle et éventuellement favoriser la décroissance de leur activité afin de limiter leur impact sur l'environnement.*

*Le rejet d'un réservoir est effectué après plusieurs analyses de son contenu destinées à vérifier sa conformité aux paramètres physico-chimiques et radiologiques définis dans les décisions en référence [3], [4] et [5]. Le rejet s'opère directement par pompage des effluents jusque dans l'émissaire de rejet repéré E1. Un bâtiment dédié abrite les matériels nécessaires à ces opérations ; les différentes égouttures sont collectées dans un puisard, équipé de deux pompes de relevage en parallèle qui refoulent dans un réservoir T, l'une des pompes pouvant palier au dysfonctionnement ou à l'indisponibilité de l'autre.*

*Le 22 mai 2018, EDF a déclaré à l'ASN un événement intéressant du domaine environnement (EIE) relatif à la présence anormale de tritium dans deux piézomètres et dans le captage d'eau potable du site, situés à l'extérieur du périmètre de l'installation nucléaire de base. La détection de tritium a été relevée le 15 mai 2018 lors du prélèvement hebdomadaire réalisé sur le captage d'eau potable du site.*

*A ce stade de ses investigations, EDF émet l'hypothèse que le marquage anormal au tritium des eaux souterraines soit lié à un incident d'exploitation survenu dans la nuit du 1er au 2 avril 2018. Cet incident concerne le débordement du puisard situé dans le bâtiment qui abrite les pompes de rejet des réservoirs T et Ex, et a été causé par le dysfonctionnement simultané des deux pompes de relevage associé à la panne d'une pompe mobile de secours mise en œuvre pour palier au dysfonctionnement des pompes de relevage. »* (souligné par nous)

V. PIECE 1 (pages 2 et 3) : Rapport d'inspection de l'ASN en date du 7 juin 2018

Les piézomètres installés sur un site nucléaire permettent une surveillance de l'environnement du site nucléaire afin de vérifier notamment qu'il n'y ait pas de fuite radioactive dans l'environnement et notamment dans les nappes phréatiques.

En l'espèce, on observe que le dysfonctionnement simultané des deux pompes de relevage associé à la panne d'une pompe mobile de secours mise en œuvre pour palier au dysfonctionnement des pompes de relevage a causé le débordement du puisard et serait à l'origine de la pollution radioactive déclarée par EDF le 22 mai 2018. Une concentration anormale de tritium à hauteur de 190 Bq/litre a ainsi été mesurée sur deux piézomètres et dans le captage d'eau potable du site, situés à l'extérieur du périmètre de l'installation nucléaire.

Dès lors, EDF, exploitant de la centrale de Cruas-Meysses, s'est rendue coupable d'un rejet illégal d'effluents radioactifs dans les eaux souterraines à l'extérieur du périmètre de l'installation nucléaire.

**Par conséquent, ces faits constituent une violation de l'article 4.1.12 I de l'arrêté du 7 février 2012, qui est une contravention de la cinquième classe au sens de l'article 56 1° du décret du 2 novembre 2007.**

Violation n° 5 :

L'article 4.3.3 II de l'arrêté du 7 février 2012 dispose que :

*« Les éléments susceptibles d'être en contact avec des substances radioactives ou dangereuses sont suffisamment étanches et résistent à l'action physique et chimique de ces substances... »*

En l'espèce, le rapport d'inspection de l'ASN en date du 7 juin 2018 indique que :

*« Critère d'étanchéité retenu pour les sols et radiers*

*Seul le puisard du bâtiment des pompes de rejet possède une exigence d'étanchéité. Les voiles et le radier sont concernés seulement par une exigence d'intégrité structurelle, bien que cet événement démontre la pertinence d'étanchéifier le radier et les voiles du sous-sol de ce bâtiment.*

*Demande B5 : je vous demande de vous interroger sur l'opportunité de définir une exigence d'étanchéité du sol et des voiles du bâtiment abritant les pompes de rejets d'effluents liquides. »* (souligné par nous)

V. PIECE 1 (pages 6 et 7) : Rapport d'inspection de l'ASN en date du 7 juin 2018

L'arrêté du 7 février 2012 visant les « éléments susceptibles d'être en contact avec des substances radioactives », le sol et les voiles du bâtiment abritant les pompes de rejets d'effluents liquides auraient donc dû être étanches.

**Par conséquent, ces faits constituent une violation de l'article 4.3.3 II de l'arrêté du 7 février 2012, qui est une contravention de la cinquième classe au sens de l'article 56 1° du décret du 2 novembre 2007.**

Violation n° 6 :

L'article 2.6.4 de l'arrêté du 7 février 2012 dispose que :

*« I. — L'exploitant déclare chaque événement significatif à l'Autorité de sûreté nucléaire dans les meilleurs délais. La déclaration comporte notamment :*

*— la caractérisation de l'événement significatif ;*

*— la description de l'événement et sa chronologie ;*

*— ses conséquences réelles et potentielles vis-à-vis de la protection des intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement ;*

*— les mesures déjà prises ou envisagées pour traiter l'événement de manière provisoire ou définitive.*

II. — La déclaration d'un événement significatif est réputée satisfaire l'obligation de déclaration auprès de l'Autorité de sûreté nucléaire fixée par d'autres textes législatifs ou réglementaires lorsque cette déclaration est effectuée selon les dispositions les plus contraignantes, notamment en termes de délais, définies par ces textes. Sont en particulier concernées les déclarations prévues à l'article L. 591-5 du code de l'environnement, à l'article R. 1535-109 du code de la santé publique et à l'article R. 4451-99 du code du travail. La déclaration auprès de l'Autorité de sûreté nucléaire ne dispense pas des déclarations auprès des autres autorités ou destinataires prévues par ces textes. » (souligné par nous)

L'article 2.6.5 de l'arrêté du 7 février 2012 prévoit que :

« I. — L'exploitant réalise une analyse approfondie de chaque événement significatif. A cet effet, il établit et transmet à l'Autorité de sûreté nucléaire, dans les deux mois suivant la déclaration de l'événement, un rapport comportant notamment les éléments suivants :

— la chronologie détaillée de l'événement ;

— la description des dispositions techniques et organisationnelles qui ont permis de détecter l'événement ;

— la description des dispositions techniques et organisationnelles prises immédiatement après la détection de l'événement, notamment les actions curatives ;

— l'analyse des causes techniques, humaines et organisationnelles de l'événement ;

— une analyse des conséquences réelles et potentielles sur la protection des intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement ;

— les enseignements tirés ainsi que les actions préventives, correctives et curatives décidées et le programme de leur mise en œuvre.

II. — L'exploitant s'assure de la mise en œuvre effective des actions préventives, correctives et curatives décidées. Si certaines de ces actions ne peuvent être réalisées dans les délais mentionnés dans le rapport susmentionné, l'exploitant transmet à l'Autorité de sûreté nucléaire une mise à jour de ce rapport comportant en particulier les nouvelles échéances. »

Le rapport d'inspection de l'ASN en date du 7 juin 2018 indique que :

#### « Délai de déclaration de l'événement »

L'article L. 591-5 du code de l'environnement dispose que « l'exploitant d'une installations nucléaire de base [...] est tenue de déclarer, dans les meilleurs délais, à l'Autorité de sûreté nucléaire et à l'autorité administrative, les accidents ou incidents survenus du fait de cette installation [...] qui sont de nature à porter une atteinte significative aux intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 3 [du même code] ».

EDF a déclaré cet événement intéressant pour l'environnement auprès de l'ASN le 22 mai 2018 à la suite de l'analyse d'un prélèvement effectué le 14 mai 2018 sur le captage d'eau potable du site. Néanmoins, les inspecteurs ont constaté que deux prélèvements, datés du 4 et du 7 mai 2018, présentaient déjà des valeurs anormales en tritium, sans qu'EDF n'en ait informé l'ASN.

**Demande A5 : je vous demande de modifier votre organisation afin d'informer, dans les meilleurs délais, les autorités administratives des événements survenus sur votre installation qui sont de nature à porter une atteinte significative aux intérêts protégés par la Loi.**

(...)

#### C. Observations

CI. Le 30 mai 2018, EDF a déclaré à l'ASN un événement signification du domaine de l'environnement relatif à la mise en place de dispositions complémentaires suite à une évolution de la teneur en tritium dans les eaux souterraines supérieure au bruit de fond. En application du guide en référence [6], vous considérez que cet événement relève du critère 9 de l'annexe 8 (tout autre événement susceptible d'affecter la protection de l'environnement jugé significatif).

Je considère que cet événement relève du critère 8 de l'annexe 8 du même guide (découverte d'un site pollué de manière significative par des matières chimiques ou radioactives). »

V. PIECE 1 (pages 4, 5 et 7) : Rapport d'inspection de l'ASN en date du 7 juin 2018

Le rapport d'inspection de l'ASN démontre que l'exploitant n'a pas déclaré l'événement à l'ASN « dans les meilleurs délais » et à tarder à le qualifier de significatif. Les dispositions de l'arrêté du 7 février 2012 relatives aux évènements significatifs n'ont donc pas été respectées.

**Par conséquent, ces faits constituent une violation des article 2.6.4 et 2.6.5 de l'arrêté du 7 février 2012, qui est une contravention de la cinquième classe au sens de l'article 56 1° du décret du 2 novembre 2007.**

\*\*\*\*\*

### Synthèse des infractions soulevées

- **le délit de pollution des eaux** (faits prévus et réprimés par l'article L. 216-6 du Code de l'environnement)
- **le délit de retard dans la déclaration d'incident à l'ASN** (faits prévus par l'article L. 591-5 et réprimés par l'article L. 596-11 V du Code de l'environnement)
- **une contravention à la réglementation INB résultant d'une violation à la décision ASN n° 2017-DC-0588 du 6 avril 2017** (faits prévus par l'article 2.3.1 de la décision ASN n° 2017-DC-0588 du 6 avril 2017 et réprimés par l'article 56 1° du décret du 2 novembre 2007)
- **une contravention à la réglementation INB résultant d'une violation à la décision ASN n° 2013-DC-0360 modifiée du 16 juillet 2013** (faits prévus par l'article 4.3.1 de la décision ASN n° 2013-DC-0360 modifiée du 16 juillet 2013 et réprimés par l'article 56 1° du décret du 2 novembre 2007)
- **une contravention à la réglementation INB résultant de violations à l'arrêté du 7 février 2012** (faits prévus par les articles 2.6.1, 2.6.2, 2.6.3 de l'arrêté du 7 février 2012 et réprimés par l'article 56 1° du décret du 2 novembre 2007)
- **une contravention à la réglementation INB résultant de violations à l'arrêté du 7 février 2012** (faits prévus par l'article 4.1.1 II de l'arrêté du 7 février 2012 et réprimés par l'article 56 1° du décret du 2 novembre 2007)
- **une contravention à la réglementation INB résultant de violations à l'arrêté du 7 février 2012** (faits prévus par les articles 4.1.8 et 4.1.10 de l'arrêté du 7 février 2012 et réprimés par l'article 56 1° du décret du 2 novembre 2007)
- **une contravention à la réglementation INB résultant de violations à l'arrêté du 7 février 2012** (faits prévus par l'article 4.1.12 I de l'arrêté du 7 février 2012 et réprimés par l'article 56 1° du décret du 2 novembre 2007)
- **une contravention à la réglementation INB résultant de violations à l'arrêté du 7 février 2012** (faits prévus par l'article 4.3.3 II de l'arrêté du 7 février 2012 et réprimés par l'article 56 1° du décret du 2 novembre 2007)
- **une contravention à la réglementation INB résultant de violations à l'arrêté du 7 février 2012** (faits prévus par les articles 2.6.4 et 2.6.5 de l'arrêté du 7 février 2012 et réprimés par l'article 56 1° du décret du 2 novembre 2007)

**Soit un total de 10 infractions.**

Lyon, le 7 juin 2018

N/Réf. : CODEP-LYO-2018-025746

**Monsieur le Directeur du centre nucléaire de  
production d'électricité de Cruas-Meyssse**  
Electricité de France  
CNPE de Cruas-Meyssse  
BP 30  
**07 350 CRUAS**

**Objet :** Contrôle des installations nucléaires de base  
Centrale nucléaire de Cruas-Meyssse (TNB n° 111 et n° 112)  
Inspection n° INSSN-LYO-2018-0793 du 30 mai 2018, réalisée à la suite de l'événement  
relatif à la présence de tritium dans les eaux souterraines du site

**Référence :**

- [1] Code de l'environnement
- [2] Arrêté du 7 février 2012 modifié fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base
- [3] Décision n° 2017-DC-0588 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 6 avril 2017, relative aux modalités de prélèvement et de consommation d'eau, de rejets d'effluents et de surveillance de l'environnement des réacteurs électronucléaires à eau sous pression
- [4] Décision n° 2016-DC-0548 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 8 mars 2016 fixant les valeurs limites de rejet dans l'environnement des effluents de la centrale nucléaire de Cruas-Meyssse
- [5] Décision n° 2016-DC-0549 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 8 mars 2016 fixant les prescriptions relatives aux modalités de prélèvement et de consommation d'eau, de rejets d'effluents et de surveillance de l'environnement de la centrale nucléaire de Cruas-Meyssse
- [6] Guide de l'Autorité de sûreté nucléaire du 21 octobre 2005 relatif aux modalités de déclaration et à la codification des critères relatifs aux événements significatifs etc.
- [7] Décision n°2013-DC-0360 modifiée de l'Autorité de sûreté nucléaire du 16 juillet 2013 relative à la maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement des installations nucléaires de base

Monsieur le Directeur,

Dans le cadre des attributions de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) concernant le contrôle des installations nucléaires de base prévu au code de l'environnement en référence [1], une inspection réactive a eu lieu le 30 mai 2018 sur la centrale nucléaire de Cruas-Meyssse à la suite de la déclaration, le 22 mai 2018, d'un événement intéressant dans le domaine de l'environnement.

Je vous communique ci-après la synthèse de l'inspection ainsi que les principales demandes et observations qui résultent des constatations faites, à cette occasion, par les inspecteurs.

## Synthèse de l'inspection

L'inspection réactive menée sur la centrale nucléaire de Cruas-Meysses le 30 mai 2018 portait sur l'événement déclaré par EDF le 22 mai 2018 et relatif à la présence anormale de tritium radioactif identifiée dans le captage d'eau potable (réseau SEP) de la centrale nucléaire ainsi que dans deux piézomètres situés à proximité de ce captage. Ces points de prélèvement des eaux souterraines sont situés à l'extérieur du périmètre de l'installation nucléaire de base (INB).

Cette présence de tritium a tout d'abord été relevée dans le prélèvement analysé le 15 mai 2018 dans le captage SEP, captage qui fait l'objet d'analyses hebdomadaires. La présence de tritium a ensuite été confirmée dans deux piézomètres implantés à proximité du point de captage SEP. A ce stade, EDF n'a pas déterminé avec certitude l'origine de ce marquage : EDF poursuit donc ses investigations sur ce sujet. Néanmoins, EDF approfondit une hypothèse liée à un incident d'exploitation survenu dans la nuit du 1<sup>er</sup> au 2 avril 2018 et relatif au débordement d'un puisard.

Au cours de l'inspection, les inspecteurs ont examiné, d'une part, l'incident d'exploitation du 1<sup>er</sup> avril 2018 et, d'autre part, les actions mises en œuvre par l'exploitant pour caractériser et déterminer l'étendue du marquage au tritium des eaux souterraines.

Il ressort de cette inspection les éléments suivants :

- Pour ce qui concerne l'incident d'exploitation survenu dans la nuit du 1<sup>er</sup> au 2 avril 2018, les inspecteurs ont relevé une attitude réactive d'EDF dans sa gestion de l'événement. Les inspecteurs relèvent en revanche une gestion insatisfaisante des anomalies matérielles de certaines pompes des systèmes de gestion des rejets (circuits SEK et KER) ;
- Pour ce qui concerne les actions de surveillance de l'environnement, l'ASN relève qu'elle a été avisée de la présence de tritium dans les eaux souterraines dans un délai insatisfaisant.

L'ASN demande désormais à EDF :

- De mettre en place une surveillance renforcée des eaux souterraines et superficielles au droit et à proximité de la centrale nucléaire de Cruas-Meysses ;
- De prendre toutes les dispositions nécessaires pour identifier dans les meilleurs délais les équipements à l'origine du marquage au tritium des eaux souterraines.



## Éléments de contexte

Sur la centrale nucléaire de Cruas-Meysses, les rejets des effluents liquides dans l'environnement sont encadrés par les décisions de l'ASN en références [3], [4] et [5] qui autorisent les rejets de toute nature (dont les rejets radioactifs ou chimiques) uniquement après la collecte des effluents, leur traitement si nécessaire, leur entreposage dans des réservoirs et leur contrôle avant leur rejet dans le milieu naturel. A cette fin, l'article 2.3.1. – II. de la décision en référence [3] dispose que « *les rejets non maîtrisés ou non contrôlés sont interdits, à l'exception des rejets gazeux diffus [...]* ».

Les effluents liquides sont entreposés dans les réservoirs dits « T » ou « Ex » en fonction de leur nature<sup>1</sup> afin de permettre leur homogénéisation, leur contrôle et éventuellement favoriser la décroissance de leur activité afin de limiter leur impact sur l'environnement.

Le rejet d'un réservoir est effectué après plusieurs analyses de son contenu destinées à vérifier sa conformité aux paramètres physico-chimiques et radiologiques définis dans les décisions en référence [3], [4] et [5]. Le rejet s'opère directement par pompage des effluents jusque dans l'émissaire de rejet repéré E1. Un bâtiment dédié abrite les matériels nécessaires à ces opérations ; les différentes égouttures<sup>2</sup> sont collectées dans un puisard, équipé de deux pompes de relevage en parallèle qui refoulent dans un réservoir T, l'une des pompes pouvant palier au dysfonctionnement ou à l'indisponibilité de l'autre.

Le 22 mai 2018, EDF a déclaré à l'ASN un événement intéressant du domaine environnement (EIE) relatif à la présence anormale de tritium dans deux piézomètres et dans le captage d'eau potable du site, situés à l'extérieur du périmètre de l'installation nucléaire de base. La détection de tritium a été relevée le 15 mai 2018 lors du prélèvement hebdomadaire réalisé sur le captage d'eau potable du site.

A ce stade de ses investigations, EDF émet l'hypothèse que le marquage anormal au tritium des eaux souterraines soit lié à un incident d'exploitation survenu dans la nuit du 1<sup>er</sup> au 2 avril 2018.

Cet incident concerne le débordement du puisard situé dans le bâtiment qui abrite les pompes de rejet des réservoirs T et Ex, et a été causé par le dysfonctionnement simultané des deux pompes de relevage associé à la panne d'une pompe mobile de secours mise en œuvre pour palier au dysfonctionnement des pompes de relevage.

Selon les analyses réalisées par l'exploitant et transmises à l'ASN, cet événement ne présente pas à ce stade d'enjeu significatif pour l'environnement. En effet, les valeurs mesurées (190 Bq/l) sont très inférieures à la limite de potabilité définie par l'Organisation mondiale de la santé (7 800 Bq/l) bien qu'elles soient significativement supérieures au bruit de fond naturel sur le site de Cruas-Meysses (environ 10 Bq/l). Enfin, le rapport de sûreté de l'installation indique que les eaux souterraines à l'extérieur du site ne sont pas polluées du fait de l'effet drainant de la Lône (contre-canal) et de la mise en charge de la nappe sous-jacente à la nappe alluviale dans laquelle les valeurs anormales de tritium ont été relevées.



---

<sup>1</sup> Les effluents radioactifs non recyclés, issus de l'ilot nucléaire sont entreposés après traitement dans les réservoirs dits « T » du circuit KER. Les effluents susceptibles d'être radioactifs sont principalement issus de la salle des machines, ils sont entreposés dans les réservoirs dits « Ex » du circuit SEK.

<sup>2</sup> Égouttures de toutes sortes en provenance des pompes de rejet, retour des lignes d'échantillonnage des rejets, eau de surchauffe des chaudières auxiliaires etc.

## **A. Demandes d'actions correctives**

### *Mise en œuvre d'une surveillance renforcée de l'environnement*

L'ASN considère qu'une surveillance renforcée des eaux souterraines doit être mise en œuvre pour suivre et anticiper l'évolution de l'activité volumique en tritium.

**Demande A1 : je vous demande de mettre en place sans délai une surveillance renforcée des eaux souterraines et superficielles au droit et à proximité de la centrale nucléaire de Cruas-Meysses. Vous proposerez dans les plus brefs délais à ma connaissance toute évolution significative de l'activité volumique en tritium issue de cette surveillance.**

**Demande A2 : je vous demande de transmettre hebdomadairement à la division de Lyon les résultats de cette surveillance, sous la forme d'un plan de situation et d'un historique des mesures sur chaque point de surveillance.**

### *Détermination de l'origine du marquage*

L'ASN considère que vous devez identifier au plus vite et avec certitude les équipements à l'origine du marquage des eaux souterraines par du tritium.

**Demande A3 : je vous demande de me transmettre sous quinze jours la liste des équipements identifiés comme pouvant être à l'origine de la présence anormale de tritium dans les eaux souterraines. Dans la mesure du possible, vous limiterez toute opération d'exploitation faisant appel à ces équipements. Enfin, vous justifierez toute opération d'exploitation faisant appel à ces équipements.**

**Demande A4 : je vous demande de prendre toutes les dispositions nécessaires pour identifier dans les meilleurs délais les équipements à l'origine de la présence anormale de tritium dans les eaux souterraines. Je vous demande de me transmettre un bilan hebdomadaire de l'état d'avancement de vos recherches d'identification.**

### *Délai de déclaration de l'événement*

L'article L. 591-5 du code de l'environnement dispose que « *l'exploitant d'une installations nucléaire de base [...] est tenue de déclarer, dans les meilleurs délais, à l'Autorité de sûreté nucléaire et à l'autorité administrative, les accidents ou incidents survenus du fait de cette installation [...] qui sont de nature à porter une atteinte significative aux intérêts mentionnés à l'article L. 593-1<sup>3</sup> [du même code]* ».

---

<sup>3</sup> Il s'agit des intérêts protégés par la loi, du fait des risques ou inconvénients que peuvent présenter les installations nucléaires de base pour la sécurité, la santé et la salubrité publique ou la protection de la nature et de l'environnement.

EDF a déclaré cet événement intéressant pour l'environnement auprès de l'ASN le 22 mai 2018 à la suite de l'analyse d'un prélèvement effectué le 14 mai 2018 sur le captage d'eau potable du site. Néanmoins, les inspecteurs ont constaté que deux prélèvements, datés du 4 et du 7 mai 2018, présentaient déjà des valeurs anormales en tritium, sans qu'EDF n'en ait informé l'ASN.

**Demande A5 : je vous demande de modifier votre organisation afin d'informer, dans les meilleurs délais, les autorités administratives des événements survenus sur votre installation qui sont de nature à porter une atteinte significative aux intérêts protégés par la Loi.**

#### Remplacement des pompes en dysfonctionnement

Le puisard du bâtiment des pompes de rejet est équipé de deux pompes de relevage en parallèle permettant à la fois une redondance et leur démarrage simultané à l'atteinte du niveau d'eau « très haut » dans le puisard.

Dans la nuit du 1<sup>er</sup> au 2 avril 2018, ce puisard a débordé du fait de la panne concomitante des deux pompes de relevage. Des effluents se sont épanchés sur le sol du bâtiment des pompes de rejet.

Les inspecteurs ont constaté que l'une de ces pompes de relevage était hors-service depuis le 20 novembre 2017 alors qu'elle avait été remplacée trois jours plus tôt. De plus, EDF s'était fixée une échéance de réparation pour le 18 février 2018, mais la pompe en question n'avait pas fait l'objet de cette réparation au moment de l'incident d'exploitation du 1<sup>er</sup> avril 2018. En effet, le service chargé de la maintenance des pompe considérait que cette pompe n'était pas réellement en panne parce qu'il avait procédé à son remplacement 3 jours plus tôt.

Ainsi, la panne de l'autre pompe ne pouvait conduire qu'au débordement prévisible de ce puisard.

**Demande A6 : je vous demande de réaliser une revue de cet événement afin de déterminer les raisons qui vous ont incité à penser à tort que la pompe était disponible alors qu'elle était en réalité en panne, puis à retarder l'intervention prévue sur ce matériel.**

**Demande A7 : je vous demande de modifier votre organisation et votre référentiel de maintenance afin de définir des modalités de remplacement ou de réparation de ces pompes compatibles avec les exigences définies associées et définies dans l'arrêté en référence [2].**

#### Mise en œuvre des matériels mobiles

Après le constat du dysfonctionnement des deux pompes de relevage (le 2 avril 2018 à 01h30), une pompe mobile a été mise en œuvre (à 02h00 le même jour) afin d'éviter le débordement du puisard. De plus, les arrivées isolables ont été fermées afin de réduire le débit des différentes égouttures ou purges qui arrivent dans ce puisard. Enfin, une surveillance renforcée a été définie, consistant à réaliser une ronde régulière permettant de vérifier la suffisance du moyen de pompage palliatif installé.

Lors de la réalisation de la ronde prévue, l'agent de terrain a constaté vers 04h45 que la pompe mobile ne fonctionnait plus. De ce fait, le puisard a débordé et l'eau s'est épanchée sur le sol du bâtiment des pompes de rejet.

Les inspecteurs ont considéré que les modalités de surveillance renforcée mises en place, qui n'étaient pas préalablement définies, n'ont pas permis d'éviter le débordement de ce puisard. Cette surveillance renforcée doit donc être réinterrogée. De plus, les inspecteurs ont constaté que le modèle de pompe mobile utilisé n'était pas le plus approprié du fait d'un couple débit/pression trop faible ne permettant pas de pomper les effluents directement dans un réservoir T.

Les effluents pompés ont visiblement été orientés vers la rétention des réservoirs T dans le souci de parer au plus pressé. L'ASN considère cependant que conformément au III. de l'article Art. 4.3.1. de la décision citée en référence [7] le volume des rétentions doit rester disponible pour recueillir éventuellement les liquides des capacités qu'elles protègent.

**Demande A8 : Je vous demande de déterminer les pompes utilisables dans ces situations et de définir une surveillance adaptée destinée à éviter ce type d'événement.**

## **B. Compléments d'informations**

### *Méthodologie de requalification des pompes après leur remplacement*

L'une des pompes de relevage était indisponible depuis le 20 novembre 2017 alors qu'elle avait été remplacée 3 jours auparavant. Elle n'a été remplacée que début avril, après l'incident d'exploitation, et avec l'autre pompe en parallèle.

Les inspecteurs considèrent que la requalification fonctionnelle doit permettre de déceler ce type de défaut et doit garantir le fonctionnement des matériels conformément à leur mission.

**Demande B1 : je vous demande de me préciser la manière dont ont été réalisées les requalifications de ces pompes, à l'issue des remplacements effectués en novembre 2017 puis en avril 2018. Vous réaliserez une étude démontrant la suffisance des requalifications vis-à-vis des modes de défaillance redoutés et du rôle de ces pompes pour la protection des intérêts définis dans la loi.**

**Demande B2 : dans le cas où l'étude ci-avant démontre l'inadéquation de la requalification réalisée, je vous demande de vous prononcer sur la disponibilité actuelle des pompes de relevage équipant le puisard du bâtiment des pompes de rejet.**

### *Critère d'étanchéité retenu pour les sols et radiers*

Seul le puisard du bâtiment des pompes de rejet possède une exigence d'étanchéité. Les voiles et le radier sont concernés seulement par une exigence d'intégrité structurelle, bien que cet événement démontre la pertinence d'étanchéifier le radier et les voiles du sous-sol de ce bâtiment.

**Demande B3 : je vous demande de vous interroger sur l'opportunité de définir une exigence d'étanchéité du sol et des voiles du bâtiment abritant les pompes de rejets d'effluents liquides.**

### **C. Observations**

**C1.** Le 30 mai 2018, EDF a déclaré à l'ASN un événement signification du domaine de l'environnement relatif à la mise en place de dispositions complémentaires suite à une évolution de la teneur en tritium dans les eaux souterraines supérieure au bruit de fond.

En application du guide en référence [6], vous considérez que cet événement relève du critère 9 de l'annexe 8 (*tout autre événement susceptible d'affecter la protection de l'environnement jugé significatif*).

**Je considère que cet événement relève du critère 8** de l'annexe 8 du même guide (*découverte d'un site pollué de manière significative par des matières chimiques ou radioactives*).

**C2.** L'ASN note la mise en place d'un plan de prélèvements et d'analyses renforcé destiné à déterminer l'origine du marquage des eaux souterraines par du tritium. Ce plan a été défini avec les services centraux d'EDF et ses hydrogéologues.

\*

Vous voudrez bien me faire part sous deux mois, de vos remarques et observations, ainsi que des dispositions que vous prendrez pour remédier aux constatations susmentionnées. Pour les engagements que vous seriez amenés à prendre, je vous demande de bien vouloir les identifier clairement et d'en préciser, pour chacun, l'échéance de réalisation. Dans le cas où vous seriez contraint par la suite de modifier l'une de ces échéances, je vous demande également de m'en informer.

Enfin, conformément à la démarche de transparence et d'information du public instituée par les dispositions de l'article L. 125-13 du code de l'environnement, je vous informe que le présent courrier sera mis en ligne sur le site Internet de l'ASN (adresse URL : [www.asn.fr](http://www.asn.fr)).

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Directeur, l'assurance de ma considération distinguée.

**L'adjoint à la cheffe de la division de Lyon de  
l'ASN**

**Signé par**

**Olivier VEYRET**

# 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 [ $^3\text{H}$ ] 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.

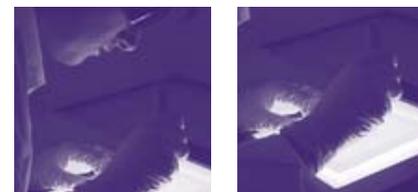
Parmi les espèces végétales, plantes en milieu terrestre et phytoplancton en milieu aquatique, l'activité de photosynthèse conduit à l'incorporation d'eau tritiée [HTO] pour la synthèse de molécules organiques [OBT<sup>1</sup>].

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  $\mu\text{m}$  en moyenne et 6  $\mu\text{m}$  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 externe<sup>2</sup> produit lors des explosions nucléaires.

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

	Bêtas [ $^3\text{H}$ ]	Ray. X (250 kV)	Gammas [ $^{60}\text{Co}$ ]
Transfert linéique d'énergie (keV/ $\mu\text{m}$ )	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

<sup>1</sup> Organically Bound Tritium ou tritium organiquement lié

<sup>2</sup> 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<sup>-1</sup>) 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 <sup>-11</sup>	4,8.10 <sup>-11</sup>	3,1.10 <sup>-11</sup>	2,3.10 <sup>-11</sup>	1,8.10 <sup>-11</sup>	1,8.10 <sup>-11</sup>
Tritium organique	1,2.10 <sup>-10</sup>	1,2.10 <sup>-10</sup>	7,3.10 <sup>-11</sup>	5,7.10 <sup>-11</sup>	4,2.10 <sup>-11</sup>	4,2.10 <sup>-11</sup>

(\*) : 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

<sup>3</sup> 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 [<sup>3</sup>H] se désintègre en émettant une particule bêta, il se transforme en [He] (hélium). Pour le tritium organique, cette transmutation conduit à la formation d'un carbone ionisé. Des expérimentations portant sur l'incorporation de bases pyrimidiques<sup>3</sup> 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 monocaténares 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 modèles<sup>4</sup>. 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 SFRP<sup>5</sup> 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.

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

<sup>5</sup> Colloque sur le tritium organisé par la Société Française de Radioprotection. Octobre 1999.

- [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  $^3\text{H}$  and  $^{14}\text{C}$  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  $^3\text{H}$ -Thymidine and  $^3\text{H}$ -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.