



**Réseau "Sortir du nucléaire"**  
Fédération de plus de 930 associations et de 59 800 personnes  
Agréée pour la protection de l'environnement  
9 rue Dumenge  
69317 Lyon Cedex 04  
tel : 04.78.28.29.22  
<http://www.sortirdunucleaire.org>

**Monsieur le Procureur de la République  
Tribunal de grande instance de Valence  
Bureau d'ordre pénal  
Place du Palais de Justice  
B.P. 2113  
26021 VALENCE CEDEX**

Lyon, le 19 décembre 2013

Télécopie et LR + AR

***Objet :*** *Plainte pour infractions au Code de l'environnement et à la réglementation relative aux installations nucléaires de base – Fuite de tritium dans l'environnement à la centrale nucléaire du Tricastin*

Monsieur le Procureur de la République,

Je vous informe être la coordinatrice des questions juridiques de l'association Réseau "Sortir du nucléaire", 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).

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

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

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.

Par une note d'information de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), nous avons été informés que, le 6 août 2013, EDF avait déclaré une évolution anormale de l'activité volumique en tritium mesurée dans un piézomètre situé entre les îlots nucléaires des réacteurs n° 2 et 3 de la centrale nucléaire du Tricastin.

.../...

Nous avons l'honneur de porter plainte contre Electricité de France (EDF) pour exploitation du centre nucléaire de production d'électricité (CNPE) du Tricastin 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"  
Marie FRACHISSE*

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

- *PIECE 1 : Note d'information de l'ASN en date du 16 septembre 2015*
- *PIECE 2 : Rapport d'inspection de l'ASN en date du 20 septembre 2015*
- *PIECE 3 : Décision n° 2013-DC-0571 de l'ASN du 12 septembre 2013 prescrivant à EDF d'identifier les équipements à l'origine d'une présence anormale de tritium dans les eaux souterraines à l'intérieur de l'enceinte géotechnique de la centrale nucléaire du Tricastin*
- *PIECE 4 : Annexe 8 du guide de l'ASN du 21 octobre 2005 relatif aux modalités de déclaration et à la codification des critères relatifs aux événements significatifs impliquant la sûreté, la radioprotection ou l'environnement applicable aux installations nucléaires de base et au transport de matières radioactives*
- *PIECE 5 : Note de Pierre Barbey et David Boilley de l'Association pour le Contrôle de la Radioactivité dans l'Ouest (ACRO) intitulée "Le tritium : un risque sous-estimé"*

**ANNEXE À LA PLAINTÉ**  
**DU RESEAU "SORTIR DU NUCLEAIRE" C/ EDF**  
19 décembre 2013

**Présentation sommaire du site du Tricastin**

Le site du Tricastin abrite la centrale nucléaire exploitée par EDF dans le département de la Drôme, sur la commune de Saint-Paul-Trois-Châteaux.

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° 87, les réacteurs n° 3 et 4 constituent l'installation nucléaire de base (INB) n° 88.

Dans son appréciation 2012, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) considère que les performances du site du Tricastin doivent être notablement améliorées en matière d'essai périodique, de requalification des matériels après intervention et, dans une moindre mesure, en matière de lignage ainsi que de mise en configuration des circuits. En outre, le site du Tricastin doit également veiller à assumer pleinement sa responsabilité d'exploitant concernant les dossiers qu'il présente à l'ASN. Au regard des inspections de chantiers qu'elle a menées pendant les phases d'arrêt de réacteur, l'ASN considère que le site du Tricastin doit améliorer la rigueur avec laquelle les dispositions opérationnelles de radioprotection sont mises en œuvre sur le terrain. En matière d'hygiène et de sécurité au travail, l'ASN constate que les progrès réalisés par le site du Tricastin depuis 2010 restent fragiles. En matière de protection de l'environnement, l'ASN considère que les performances du site du Tricastin sont en retrait par rapport à l'appréciation générale que l'ASN porte sur EDF.

**Détails de la fuite déclarée le 6 août 2013**

Le 6 août 2013, EDF a déclaré à l'ASN une évolution anormale de l'activité volumique en tritium mesurée sur un piézomètre situé entre les îlots nucléaires des réacteurs n° 2 et n° 3 de la centrale nucléaire du Tricastin.

V. PIECE 1 : Note d'information de l'ASN en date du 16 septembre 2013

L'ASN a mené le 28 août 2013 une inspection sur le site du Tricastin, qui a permis de confirmer la fuite radioactive dans les eaux souterraines de la centrale du site. Les inspecteurs de l'ASN ont constaté qu'EDF avait procédé à plusieurs mesures dans les eaux souterraines ; les inspecteurs ont également constaté que les équipements à l'origine de cette fuite n'avaient pas été identifiés par EDF.

V. PIECE 2 : Rapport d'inspection de l'ASN en date du 20 septembre 2013

Le 12 septembre 2013, l'ASN a donc prescrit à EDF, par la décision n° 2013-DC-0371, de procéder à une surveillance renforcée des eaux souterraines du site et de déterminer les équipements à l'origine de la fuite.

V. PIECE 3 : Décision n° 2013-DC-0371 de l'ASN du 12 septembre 2013

**Installation concernée**

- **Centrale nucléaire du Tricastin – 4 réacteurs de 900 MW – EDF**

## INFRACTIONS REPROCHEES

### I. Infraction au Code de l'environnement résultant d'une violation à la réglementation relative aux installations nucléaires de base

L'article L 591-5 du Code de l'environnement (ancien article 54 de la loi n° 2006-686 du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire) prévoit que :

*« En cas d'incident ou d'accident, nucléaire ou non, ayant ou risquant d'avoir des conséquences notables sur la sûreté de l'installation ou du transport ou de porter atteinte, par exposition significative aux rayonnements ionisants, aux personnes, aux biens ou à l'environnement, l'exploitant d'une installation nucléaire de base ou la personne responsable d'un transport de substances radioactives est tenu de le déclarer sans délai à l'Autorité de sûreté nucléaire et à l'autorité administrative. »* (souligné par nous)

L'article L 596-27 V du Code de l'environnement (ancien article 48 V de la loi n° 2006-686 du 13 juin 2006) 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 d'un incident ou accident prescrites par l'article L 591-5.

En l'espèce, le 6 août 2013, EDF a déclaré à l'ASN une évolution anormale de l'activité volumique en tritium mesurée sur un piézomètre situé entre les îlots nucléaires des réacteurs n° 2 et n° 3 de la centrale nucléaire du Tricastin.

V. PIECE 1 : Note d'information de l'ASN en date du 16 septembre 2013

La décision de l'ASN, en date du 12 septembre 2013, indique que :

*« Considérant qu'une présence anormale de tritium dans les eaux souterraines à l'intérieur de l'enceinte géotechnique a été constatée par EDF-SA, exploitant de la centrale nucléaire du Tricastin (Drôme), à partir du 8 juillet 2013 au niveau du piézomètre repéré 0 SEZ 026 PZ situé entre les îlots nucléaires des réacteurs n° 2 et n° 3 de la centrale nucléaire du Tricastin ; »* (souligné par nous)

V. PIECE 3 (page 1) : Décision n° 2013-DC-0371 de l'ASN du 12 septembre 2013

L'ASN avait été amenée à préciser, dans un guide en date du 21 octobre 2005, les événements nécessitant une déclaration sans délai de la part de l'exploitant. L'annexe 8 de ce guide définit 9 critères permettant d'apprécier le caractère immédiatement déclarable d'un incident en cas d'événement significatif impliquant l'environnement pour les INB. Le critère 1 vise le « contournement des voies normales de rejet ayant un impact significatif, dépassement avéré de l'une des limites de rejets dans le milieu fixée par un arrêté autorisant les prélèvements et les rejets de l'installation pour les substances radioactives ou rejet de substance radioactive non autorisé ».

V. PIECE 4 (page 1) : Annexe 8 du guide de l'ASN du 21 octobre 2005

En l'espèce, une présence anormale de tritium dans les eaux souterraines a été constatée par EDF-SA, exploitant du CNPE du Tricastin, à partir du 8 juillet 2013 au niveau du piézomètre repéré 0 SEZ 026 PZ situé entre les îlots nucléaires des réacteurs n° 2 et n° 3 de la centrale du Tricastin.

Les analyses effectuées par EDF-SA sur des échantillons prélevés à cet endroit depuis le 8 juillet 2013 présentaient une activité volumique maximale de 180 Bq/l, assortie d'une incertitude de 14 Bq/l le 8 septembre 2013 (l'activité volumique habituellement mesurée au niveau de ce piézomètre était de 15 Bq/l). Les premières investigations menées par EDF-SA ont également permis de mettre en évidence une présence anormale de tritium dans les eaux au niveau du radier du bâtiment du réacteur n° 3 de la centrale nucléaire du Tricastin. Les analyses effectuées par EDF-SA sur des échantillons prélevés à cet endroit

depuis le 8 juillet 2013 présentait une activité volumique maximale de 690 Bq/l, assortie d'une incertitude de 76 Bq/l le 23 août 2013.

Cette présence anormale de tritium témoigne d'une fuite et donc d'un contournement des voies normales de rejet et d'un rejet de substances radioactives non autorisé. En tant que tel, celui-ci avait le caractère d'un incident immédiatement déclarable.

V. PIECE 3 (pages 1 et 2) : Décision n° 2013-DC-0371 de l'ASN du 12 septembre 2013

Ainsi, alors que cet incident relatif à un « contournement des voies normales de rejet ayant un impact significatif » a été constaté dès le 8 juillet 2013, l'exploitant n'a procédé à la déclaration d'événement significatif que le 6 août 2013, soit près d'un mois après sa constatation.

Cet événement n'a donc pas fait l'objet d'une déclaration « sans délai », comme le prévoit l'article L 591-5 du Code de l'environnement.

**Par conséquent, le délit prévu par l'article L 596-27 V du Code de l'environnement est constitué.**

\* \* \*

## II. 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 6 août 2013, EDF a déclaré à l'ASN une évolution anormale de l'activité volumique en tritium mesurée sur un piézomètre situé entre les îlots nucléaires des réacteurs n° 2 et n° 3 de la centrale nucléaire du Tricastin.

Il ressort des constatations réalisées par l'ASN que l'exploitant EDF s'est rendu coupable d'un rejet non maîtrisé de radionucléides dans l'environnement, et notamment de tritium.

V. PIECE 3 (pages 1 et 2) : Décision n° 2013-DC-0371 de l'ASN du 12 septembre 2013

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

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

V. PIECE 4 : Note de Pierre Barbey et David Boilley "Le tritium : un risque sous-estimé"

L'enquête devrait chercher à déterminer précisément la cause de la fuite, ainsi que sa composition précise et si celle-ci a eu des conséquences au-delà des eaux souterraines au droit du site.

Dès lors, le fait, pour l'exploitant de la centrale du Tricastin, d'avoir déversé ou laissé s'écouler dans le milieu naturel des substances radioactives contenant du tritium est constitutif de l'infraction prévue par l'article L 216-6 du Code de l'environnement.

\* \* \*

### III. 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 et des décisions à caractère réglementaire prises en application de l'article 3 du décret précité.

Cet article 3 vise notamment les règles générales prévues par l'article 30 de la loi n° 2006-686 du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire, qui est aujourd'hui codifié à l'article L 593-4 du Code de l'environnement.

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'article 64 du décret du 2 novembre 2007 dispose que :

*« La réglementation technique générale applicable aux installations nucléaires de base, résultant des arrêtés pris en application de l'article 10 bis du décret du 11 décembre 1963, et les prescriptions techniques générales relatives aux limites et aux modalités des prélèvements et des rejets effectués par les installations nucléaires de base, résultant des arrêtés pris en application de l'article 14 du décret du 4 mai 1995, constituent des règles générales au sens de l'article 30 de la loi du 13 juin 2006. »*

L'arrêté du 10 août 1984 relatif à la qualité de la conception, de la construction et de l'exploitation des installations nucléaires de base est un arrêté pris en application de l'article 10 bis du décret du 11 décembre 1963 relatif aux installations nucléaires :

*« Vu le décret n° 63-1228 du 11 décembre 1963 relatif aux installations nucléaires, modifié par le décret n° 73-405 du 27 mars 1973, et notamment son article 10 bis ».*

L'arrêté du 31 décembre 1999 fixe la réglementation technique générale destinée à prévenir et limiter les nuisances et les risques externes résultant de l'exploitation des installations nucléaires de base. Celui-ci a été pris notamment au visa de l'article 10 bis du décret du 11 décembre 1963 :

*« Vu le décret n° 63-1228 du 11 décembre 1963 modifié relatif aux installations nucléaires, et notamment ses articles 8 et 10 bis ».*

Les violations aux arrêtés du 10 août 1984 et du 31 décembre 1999 constituent donc des contraventions de la cinquième classe, en vertu de l'article 56 1° du décret du 2 novembre 2007.

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 et vient ainsi

abroger plusieurs textes et notamment les arrêtés du 10 août 1984 et du 31 décembre 1999. Ce nouvel arrêté est entré en vigueur, pour la plupart de ses dispositions, le 1er juillet 2013.

La fuite de tritium survenue au Tricastin ayant été détectée le 8 juillet 2013 et déclarée le 6 août 2013, il convient d'appliquer les dispositions de l'arrêté du 7 février 2012. Comme l'origine de la fuite n'est pour l'instant pas clairement déterminée, d'autres violations à cet arrêté pourraient être découvertes a posteriori.

#### Violation n° 1 :

L'article 2.6.4 de l'arrêté du 7 février 2012 prévoit notamment 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)

En l'espèce, le 6 août 2013, EDF a déclaré à l'ASN une évolution anormale de l'activité volumique en tritium mesurée sur un piézomètre situé entre les îlots nucléaires des réacteurs n° 2 et n° 3 de la centrale nucléaire du Tricastin.

V. PIECE 1 : Note d'information de l'ASN en date du 16 septembre 2013

La décision de l'ASN, en date du 12 septembre 2013, indique que :

« Considérant qu'une présence anormale de tritium dans les eaux souterraines à l'intérieur de l'enceinte géotechnique a été constatée par EDF-SA, exploitant de la centrale nucléaire du Tricastin (Drôme), à partir du 8 juillet 2013 au niveau du piézomètre repéré 0 SEZ 026 PZ situé entre les îlots nucléaires des réacteurs n° 2 et n° 3 de la centrale nucléaire du Tricastin ; » (souligné par nous)

V. PIECE 3 (page 1) : Décision n° 2013-DC-0371 de l'ASN du 12 septembre 2013

En tant qu'événement significatif, la présence anormale de tritium dans les eaux souterraines aux droits du site aurait dû conduire l'exploitant à procéder à une déclaration à l'ASN dans les meilleurs délais. Or, ce n'est que près d'un mois après sa constatation que l'exploitant a procédé à cette déclaration.

**Par conséquent, ces faits constituent une violation de l'article 2.6.4 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 4.2.3 III de l'arrêté du 7 février 2012 dispose que :

« L'exploitant informe dans les meilleurs délais l'Autorité de sûreté nucléaire, l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire et le préfet de toute élévation anormale du niveau de radioactivité dans l'environnement. »

En l'espèce, le 6 août 2013, EDF a déclaré à l'ASN une évolution anormale de l'activité volumique en tritium mesurée sur un piézomètre situé entre les îlots nucléaires des réacteurs n° 2 et n° 3 de la centrale nucléaire du Tricastin.

V. PIECE 1 : Note d'information de l'ASN en date du 16 septembre 2013

La décision de l'ASN, en date du 12 septembre 2013, indique que :

*« Considérant qu'une présence anormale de tritium dans les eaux souterraines à l'intérieur de l'enceinte géotechnique a été constatée par EDF-SA, exploitant de la centrale nucléaire du Tricastin (Drôme), à partir du 8 juillet 2013 au niveau du piézomètre repéré 0 SEZ 026 PZ situé entre les îlots nucléaires des réacteurs n° 2 et n° 3 de la centrale nucléaire du Tricastin ; »* (souligné par nous)

V. PIECE 3 (page 1) : Décision n° 2013-DC-0371 de l'ASN du 12 septembre 2013

Cette présence de tritium dans les eaux souterraines au droit du site constituant une élévation anormale du niveau de radioactivité dans l'environnement, l'exploitant aurait dû informer l'ASN, l'IRSN et le préfet dans les meilleurs délais. Or, ce n'est que près d'un mois après sa constatation que l'exploitant a informé l'ASN.

**Par conséquent, ces faits constituent une violation de l'article 4.2.3 III 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 4.1.1 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 6 août 2013, EDF a déclaré à l'ASN une évolution anormale de l'activité volumique en tritium mesurée sur un piézomètre situé entre les îlots nucléaires des réacteurs n° 2 et n° 3 de la centrale nucléaire du Tricastin.

V. PIECE 1 : Note d'information de l'ASN en date du 16 septembre 2013

L'ASN a mené le 28 août 2013 une inspection sur le site du Tricastin, qui a permis de confirmer la fuite radioactive dans les eaux souterraines de la centrale du site.

V. PIECE 2 : Rapport d'inspection de l'ASN en date du 20 septembre 2013

Dès lors, EDF, exploitant de la centrale du Tricastin, 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° 4 :

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. Il s'agit notamment :  
— des récipients des stockages ou entreposages, des sols des zones et aires, et des capacités de rétention mentionnés au I ;*

- des tuyauteries de transport, qui doivent en outre comporter des dispositifs de vidange ;
- des dispositifs de vidange associés aux récipients, capacités de rétention ou tuyauteries susmentionnés. »  
(souligné par nous)

En l'espèce, le 6 août 2013, EDF a déclaré à l'ASN une évolution anormale de l'activité volumique en tritium mesurée sur un piézomètre situé entre les îlots nucléaires des réacteurs n° 2 et n° 3 de la centrale nucléaire du Tricastin.

V. PIECE 1 : Note d'information de l'ASN en date du 16 septembre 2013

L'ASN a mené le 28 août 2013 une inspection sur le site du Tricastin, qui a permis de confirmer la fuite radioactive dans les eaux souterraines de la centrale du site. Les inspecteurs de l'ASN ont constaté qu'EDF avait procédé à plusieurs mesures dans les eaux souterraines ; les inspecteurs ont également constaté que les équipements à l'origine de cette fuite n'avaient pas été identifiés par EDF.

V. PIECE 2 : Rapport d'inspection de l'ASN en date du 20 septembre 2013

Le 12 septembre 2013, l'ASN a donc prescrit à EDF, par la décision n° 2013-DC-0371, de procéder à une surveillance renforcée des eaux souterraines du site et de déterminer les équipements à l'origine de la fuite.

V. PIECE 3 : Décision n° 2013-DC-0371 de l'ASN du 12 septembre 2013

**Au vu des précédents en la matière, la fuite radioactive survenue sur le site du Tricastin est certainement liée à un problème d'étanchéité d'un ou de plusieurs éléments visés par l'article 4.3.3 II de l'arrêté du 7 février 2012. Si l'enquête confirme cette hypothèse, la violation de l'article 4.1.1 II de l'arrêté du 7 février 2012 sera constituée (contravention de la cinquième classe au sens de l'article 56 1° du décret du 2 novembre 2007).**

#### Violation n° 5 :

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 6 août 2013, EDF a déclaré à l'ASN une évolution anormale de l'activité volumique en tritium mesurée sur un piézomètre situé entre les îlots nucléaires des réacteurs n° 2 et n° 3 de la centrale nucléaire du Tricastin.

V. PIECE 1 : Note d'information de l'ASN en date du 16 septembre 2013

L'ASN a mené le 28 août 2013 une inspection sur le site du Tricastin, qui a permis de confirmer la fuite radioactive dans les eaux souterraines de la centrale du site.

V. PIECE 2 : Rapport d'inspection de l'ASN en date du 20 septembre 2013

Dès lors, EDF, exploitant de la centrale du Tricastin, s'est rendu coupable d'un rejet non maîtrisé d'effluents radioactifs dans les eaux souterraines au droit du site.

**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.**

\* \* \*

Synthèse des infractions soulevées :

- **le délit de non déclaration sans délai d'incident** (faits prévus par l'article L 591-5 du Code de l'environnement et réprimés par l'article L 596-27 V du même code)
- **le délit général de pollution des eaux douces** (faits prévus et réprimés par l'article L 216-6 du Code de l'environnement)
- **la contravention d'exploitation d'une installation nucléaire de base en violation d'une règle générale relative aux installations nucléaires de base** (faits prévus par l'article 2.6.4 de l'arrêté du 7 février 2012 et réprimés par l'article 56 1° du décret du 2 novembre 2007)
- **la contravention d'exploitation d'une installation nucléaire de base en violation d'une règle générale relative aux installations nucléaires de base** (faits prévus par l'article 4.2.3 III de l'arrêté du 7 février 2012 et réprimés par l'article 56 1° du décret du 2 novembre 2007)
- **la contravention d'exploitation d'une installation nucléaire de base en violation d'une règle générale relative aux installations nucléaires de base** (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)
- **la contravention d'exploitation d'une installation nucléaire de base en violation d'une règle générale relative aux installations nucléaires de base** (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)
- **la contravention d'exploitation d'une installation nucléaire de base en violation d'une règle générale relative aux installations nucléaires de base** (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)

## L'ASN prescrit à EDF des mesures pour déterminer les équipements qui sont à l'origine d'une présence anormale de tritium dans les eaux souterraines de la centrale nucléaire du Tricastin

---

Paris, le 16 Septembre 2013

### Note d'information

Le 6 août 2013, EDF a déclaré à l'ASN une évolution anormale de l'activité volumique en tritium mesurée dans un piézomètre <sup>[1]</sup> situé entre les îlots nucléaires des réacteurs n°2 et n°3 de la centrale nucléaire du Tricastin.

L'ASN a mené le 28 août 2013 une inspection sur le site du Tricastin, qui a permis de confirmer la présence anormale de tritium dans les eaux souterraines à l'intérieur de l'enceinte géotechnique en béton de la centrale, construite dans le sous-sol du site. Les eaux souterraines à l'intérieur de l'enceinte géotechnique sont régulièrement pompées par EDF de sorte que leur niveau reste inférieur à celui de la nappe phréatique environnante afin de protéger celle-ci.



Centrale nucléaire du Tricastin

Les inspecteurs de l'ASN ont constaté qu'EDF avait procédé à plusieurs mesures dans les eaux souterraines de la centrale, qui ont indiqué la présence d'un volume anormal de tritium ; les inspecteurs de l'ASN ont également constaté que les équipements à l'origine de cet écart ne sont à ce jour pas connus d'EDF.

**Dans ce contexte, le 12 septembre 2013, l'ASN a prescrit à EDF, par la décision n°2013-DC-0371, de procéder à une surveillance renforcée des eaux souterraines du site et de déterminer les équipements à l'origine de la présence anormale de tritium dans les eaux souterraines situées sous la centrale nucléaire du Tricastin, afin de remettre au plus vite ces équipements en conformité.**

Les inspecteurs de l'ASN ont constaté que les niveaux d'activité observés depuis le mois de juillet 2013 ne présentent pas d'enjeu significatif pour la santé et l'environnement.

Les centrales à eau pressurisée exploitées par EDF produisent du tritium, un isotope de l'hydrogène, par activation de certains éléments présents dans le circuit primaire mais également lors de la réaction nucléaire qui se produit à l'intérieur des éléments de combustible.

### Pour en savoir plus :

Consulter la [décision de l'ASN n° 2013-DC-0371 du 2 septembre 2013](#)

---

[1] Les piézomètres sont des tubes qui permettent depuis la surface d'accéder à l'eau d'une nappe phréatique et d'en mesurer la qualité physico-chimique ou biologique.

DIVISION DE LYON

Lyon, le 20 septembre 2013

N/Réf. : CODEP-LYO-2013- 053280

**Monsieur le Directeur du centre nucléaire  
de production d'électricité du Tricastin  
CNPE du Tricastin  
CS 40009  
26131 SAINT PAUL TROIS CHATEAUX  
CEDEX**

**Objet** : Contrôle des installations nucléaires de base  
Centrale nucléaire du Tricastin (INB n°87 et 88)  
Inspection n° INSSN-LYO-2013-0882 du 28 août 2013  
Thème Environnement, généralité

**Référence** : Code de l'environnement, notamment ses articles L.596-1 et suivants

**P.J.** : Décision n° 2013-DC-0371 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 12 septembre 2013 prescrivait à Electricité de France – Société Anonyme (EDF-SA) d'identifier les équipements à l'origine d'une présence anormale de tritium dans les eaux souterraines à l'intérieur de l'enceinte géotechnique de la centrale nucléaire du Tricastin

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, aux articles L.596-1 et suivants, une inspection inopinée a eu lieu le 28 août 2013 sur la centrale nucléaire du Tricastin sur le thème « environnement, généralités ».

J'ai l'honneur de vous communiquer ci-dessous 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 inopinée de la centrale nucléaire du Tricastin du 28 août 2013 portait sur la présence anormale de tritium détectée par EDF au niveau d'un piézomètre dans les eaux souterraines au droit du site.

A la suite de cette inspection, l'ASN a pris le 12 septembre 2013 une décision prescrivait à EDF d'identifier les équipements à l'origine d'une présence anormale de tritium dans les eaux souterraines à l'intérieur de l'enceinte géotechnique de la centrale nucléaire du Tricastin. Cette décision, référencée n° 2013-DC-0371, est disponible sur le site internet de l'ASN ([www.asn.fr](http://www.asn.fr))

**A. Demande d'actions correctives**

Les demandes d'actions correctives consécutives à l'inspection du 28 août 2013 font l'objet de la décision de l'ASN n° 2013-DC-0371 du 12 septembre 2013 consultable sur le site internet [www.asn.fr](http://www.asn.fr) et jointe au présent courrier.

☺☺

**B. Demande d'informations complémentaires**

Sans objet.

☺☺

**C. Observations**

Sans objet.

☺☺

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

**L'adjoint au chef de la division de Lyon de l'ASN**

**Signé par : Olivier VEYRET**



**Décision n° 2013-DC-0371 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 12 septembre 2013  
prescrivant à Electricité de France – Société Anonyme (EDF-SA)  
d'identifier les équipements à l'origine d'une présence anormale de tritium  
dans les eaux souterraines à l'intérieur de l'enceinte géotechnique  
de la centrale nucléaire du Tricastin**

Le collège de l'Autorité de sûreté nucléaire,

Vu le code de l'environnement, notamment ses articles L. 592-20 et L. 593-20 ;

Vu le décret n° 2007-1557 du 2 novembre 2007 modifié relatif aux installations nucléaires de base et au contrôle, en matière de sûreté nucléaire, du transport de substances radioactives, notamment ses articles 18 et 25 ;

Vu l'arrêté du 7 février 2012 modifié fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base ;

Vu la décision n° 2013-DC-0360 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 ;

Vu la télécopie référencée D4534/SSQ/1300604 - Rnds du 6 août 2013 relative à la déclaration par EDF-SA d'une présence anormale de tritium dans les eaux souterraines à l'intérieur de l'enceinte géotechnique de la centrale nucléaire du Tricastin ;

Vu le courriel d'EDF-SA du 11 septembre 2013 en réponse à la consultation sur le projet de prescriptions ;

Considérant qu'une présence anormale de tritium dans les eaux souterraines à l'intérieur de l'enceinte géotechnique a été constatée par EDF-SA, exploitant de la centrale nucléaire du Tricastin (Drôme), à partir du 8 juillet 2013 au niveau du piézomètre repéré 0 SEZ 026 PZ situé entre les îlots nucléaires des réacteurs n°2 et n°3 de la centrale nucléaire du Tricastin ;

Considérant que l'activité volumique en tritium habituellement mesurée dans les eaux souterraines à l'intérieur de l'enceinte géotechnique de la centrale nucléaire du Tricastin au cours des douze derniers mois était de l'ordre de 15 Bq/l au niveau du piézomètre repéré 0 SEZ 026 PZ ;

Considérant qu'au cours de l'inspection qu'elle a menée le 28 août 2013, l'ASN a constaté que les résultats d'analyses des eaux prélevées par EDF-SA depuis le 8 juillet 2013 mettaient en évidence une présence anormale de tritium dans les eaux souterraines à l'intérieur de l'enceinte géotechnique au niveau du piézomètre repéré 0 SEZ 026 PZ. Les analyses effectuées par EDF-SA sur des

échantillons prélevés à cet endroit depuis le 8 juillet 2013 présentent une activité volumique maximale de 180 Bq/l assortie d'une incertitude de 14 Bq/l le 8 septembre 2013 ;

Considérant par ailleurs qu'au cours de cette inspection l'ASN a constaté que les premières investigations menées par EDF-SA ont permis de mettre en évidence une présence anormale de tritium dans les eaux au niveau du radier du bâtiment du réacteur n°3 de la centrale nucléaire du Tricastin. Les analyses effectuées par EDF-SA sur des échantillons prélevés à cet endroit depuis le 8 juillet 2013 présentent une activité volumique maximale de 690 Bq/l assortie d'une incertitude de 76 Bq/l le 23 août 2013 ;

Considérant que l'article 4.1.1 de l'arrêté du 7 février 2012 susvisé, stipule que « *L'exploitant prend toute disposition pour éviter les écoulements et rejets dans l'environnement non prévus.* » ;

Considérant qu'il ressort de l'inspection menée par l'ASN le 28 août 2013 que les recherches menées à ce stade par EDF-SA n'ont pas encore permis d'identifier les équipements à l'origine d'une présence anormale de tritium dans les eaux souterraines à l'intérieur de l'enceinte géotechnique de la centrale nucléaire du Tricastin ;

Considérant d'une part qu'il importe qu'EDF-SA mette en œuvre rapidement des mesures de surveillance renforcée des eaux souterraines et superficielles au droit et à proximité de la centrale nucléaire du Tricastin ;

Considérant d'autre part qu'il importe qu'EDF-SA prenne toutes les dispositions nécessaires afin d'identifier dans les meilleurs délais les équipements à l'origine de la présence anormale de tritium à l'intérieur de l'enceinte géotechnique de la centrale nucléaire du Tricastin ;

Considérant que les analyses susmentionnées effectuées par EDF-SA sur des échantillons prélevés au niveau du piézomètre repéré 0 SEZ 026 PZ et du radier du bâtiment du réacteur n°3 de la centrale nucléaire du Tricastin ne présentent pas actuellement d'enjeu significatif pour l'environnement mais qu'une augmentation de l'activité volumique en tritium dans les eaux souterraines au droit et à proximité de la centrale nucléaire du Tricastin ne peuvent être exclues ;

Considérant en conséquence que les mesures de prévention prescrites par la présente décision doivent avoir un commencement d'exécution sans délai et que, dès lors, cette décision doit être prise en urgence,

#### **Décide :**

#### **Article 1<sup>er</sup>**

EDF-SA met en place dans les meilleurs délais une surveillance renforcée des eaux souterraines et superficielles à l'intérieur et à l'extérieur de l'enceinte géotechnique de la centrale nucléaire du Tricastin.

EDF-SA portera dans les plus brefs délais à la connaissance de l'ASN toute évolution significative de l'activité volumique en tritium dans les eaux souterraines et superficielles de la centrale nucléaire du Tricastin.

EDF-SA transmettra à l'ASN, dans un délai de quinze jours à compter de la notification de la présente décision, une modélisation de la propagation du tritium.

## **Article 2**

EDF-SA transmettra à l'ASN, dans un délai d'une semaine à compter de la notification de la présente décision, la liste des équipements identifiés comme pouvant être à l'origine de la présence anormale de tritium.

EDF-SA limitera, dans la mesure du possible, toute opération d'exploitation faisant appel à ces équipements.

EDF-SA justifiera auprès de l'ASN toute opération d'exploitation faisant appel à ces équipements.

## **Article 3**

EDF-SA prend toutes les dispositions nécessaires pour identifier dans les meilleurs délais les équipements à l'origine de la présence anormale de tritium.

EDF-SA transmettra quotidiennement à l'ASN le bilan actualisé des mesures réalisées dans le cadre de la surveillance renforcée prescrite à l'article 1<sup>er</sup>.

EDF-SA transmettra chaque semaine à l'ASN un bilan d'avancement de ses recherches d'identification.

## **Article 4**

Le directeur général de l'ASN est chargé de l'exécution de la présente décision, qui sera notifiée à EDF-SA et publiée au *Bulletin officiel* de l'ASN.

Fait à Montrouge, le 12 septembre 2013.

Le collège de l'Autorité de sûreté nucléaire\*,

*Signé par*

Pierre-Franck CHEVET

Michel BOURGUIGNON

Jean-Jacques DUMONT

Margot TIRMARCHE

\* *Commissaires présents en séance*



## ANNEXE 8 : CRITERES DE DECLARATION DES EVENEMENTS SIGNIFICATIFS IMPLIQUANT L'ENVIRONNEMENT POUR LES INB (INSTALLATIONS NUCLEAIRES DE BASE)

### Précisions :

*Pour l'ensemble de la présente annexe, par impact significatif, il faut entendre :*

- dégradation perceptible de la qualité du milieu récepteur (caractéristiques physico-chimique, radiologique, atteinte aux biotopes...)
- création d'un détrimement pour un autre usager du milieu.

**Critère 1 - Contournement des voies normales de rejet ayant un impact significatif, dépassement avéré de l'une des limites de rejets dans le milieu fixée par un arrêté autorisant les prélèvements et les rejets de l'installation pour les substances radioactives ou rejet de substance radioactive non autorisé.**

### Précisions :

Par rejet de substance radioactive non autorisée, il faut comprendre l'identification dans les rejets de substances en quantité supérieure aux limites de détection des substances non autorisées ou interdites par la réglementation. La limite de détection prise en compte doit être compatible avec celle obtenue par l'application des normes, des recommandations internationales ou à défaut par les bonnes pratiques industrielles.

Le non respect des conventions particulières de rejets doit également faire l'objet d'une déclaration au titre des critères 1, 2 ou 3.

**Critère 2 - Contournement des voies normales de rejet ayant un impact significatif, dépassement avéré de l'une des limites de rejets dans le milieu fixée par un arrêté autorisant les prélèvements et les rejets de l'installation pour les substances chimiques, ou rejet significatif de substance chimique non autorisé (hors substances appauvrissant la couche d'ozone).**

### Précisions :

Par rejet significatif de substance chimique non autorisée, il faut comprendre l'identification dans les rejets de substances en quantité conduisant à un impact significatif.

L'émission de substances appauvrissant la couche d'ozone en quantité significative relève du critère 6.

Les dépassements avérés de limites de rejets ne sont pas déclarés dans le cas où l'autosurveillance permanente de ces rejets est assurée et où moins de 10 % de la série des résultats des mesures dépassent les valeurs limites prescrites, sans toutefois dépasser le double de ces valeurs. Ces 10 % sont comptés sur une base de 24 heures effectives de fonctionnement pour les rejets gazeux et sur une base mensuelle pour les rejets liquides. Dans le cas où la surveillance est exercée par mesures ponctuelles, un dépassement ponctuel inférieur à 10% du flux journalier ne sera pas considéré comme significatif.

**Critère 3 - Dépassement avéré de l'une des limites de rejets ou de concentration présente fixée par la réglementation sanitaire ou un arrêté autorisant les prélèvements et les rejets de l'installation pour les substances microbiologiques.**

### Précisions :

Le dépassement avéré des limites peut nécessiter plusieurs mesures de confirmation.

Le dépassement conjoint de limites de rejets dans le domaine radioactif, chimique ou microbiologique donne matière à indiquer chacun des critères concernés dans la déclaration d'événement significatif\*.

\* Guide relatif aux modalités de déclaration et à la codification des critères relatifs aux événements significatifs impliquant la sûreté des installations nucléaires de base et du transport de matières radioactives, la radioprotection ou l'environnement

**Critère 4 - Non-respect d'une disposition opérationnelle fixée dans un arrêté autorisant les prélèvements et les rejets de l'installation qui aurait pu conduire à un impact significatif pour l'environnement.**

Précisions :

*Entrent, en particulier, dans cette catégorie les cas suivants :*

- cas listés à l'article 29 de l'arrêté du 26 novembre 1999 fixant les prescriptions techniques générales relatives aux limites et aux modalités des prélèvements et des rejets soumis à autorisation, effectués par les installations nucléaires de base.
- non-respect des conditions de rejet.
- défaut non compensé entraînant la perte de surveillance.

**Critère 5 - Acte ou tentative d'acte de malveillance susceptible d'affecter l'environnement.**

**Critère 6 - Non-respect des dispositions de l'arrêté du 31 décembre 1999, de prescriptions techniques d'équipements ou d'installations classées pour la protection de l'environnement qui aurait pu conduire à un impact significatif sur l'environnement (hors écarts aux arrêtés de rejets, aux études déchets).**

Précisions :

Les rejets accidentels ou déversements de produits toxiques, radioactifs, inflammables, corrosifs ou explosifs ou plus généralement étant susceptible d'avoir un impact sur l'environnement en quantité significative sont considérés comme des contournements des voies normales de rejet et sont traités dans le cadre des critères 1 et 2.

*Entrent, en particulier, dans cette catégorie les cas suivants :*

- événement de nature à porter atteinte aux intérêts cités à l'article 1<sup>er</sup> de l'arrêté interministériel du 31 décembre 1999 fixant la réglementation technique générale destinée à prévenir et limiter les nuisances et les risques externes résultant de l'exploitation des installations nucléaires de base, à savoir ceux dont le développement aurait pu conduire, en l'absence de fonctionnement d'une barrière complémentaire, à des effets sur les groupes de référence supérieurs :
  - au seuil de mise en œuvre de mesure de protection du public en cas d'urgence radiologique,
  - au seuil des effets irréversibles en matière chimique,
  - au seuil des effets irréversibles en matières d'effets thermiques,
  - au seuil des effets irréversibles en matière d'effets de surpression,
- émission de substances appauvrissant la couche d'ozone en quantité significative.
- non-respect avéré des limites réglementaires de bruit (émergence et des bruits à tonalité marquée), sauf ouverture ponctuelle de soupape.
- perte totale de leur fonction pour les dispositifs de protection du milieu naturel contre les pollutions par des matières radioactives, chimiques ou biologiques (dispositifs de confinement et de rétention), qui aurait pu conduire à une pollution significative, si ces dispositifs avaient été sollicités.
- incinération à l'air libre de déchets.

**Critère 7 - Non-respect de l'étude déchets du site ou de l'installation conduisant à engager l'élimination d'un déchet nucléaire dans une filière conventionnelle ou à remettre en cause le caractère conventionnel d'une zone.**

Précisions :

<sup>1</sup> Guide relatif aux modalités de déclaration et à la codification des critères relatifs aux événements significatifs impliquant la sûreté des installations nucléaires de base et du transport de matières radioactives, la radioprotection ou l'environnement



*Entrent, en particulier, dans cette catégorie les cas suivants :*

- non-respect de la procédure de déclasserment d'un déchet nucléaire en déchet conventionnel.
- écart notable par rapport aux procédures de mise aux déchets pour les déchets nucléaires.
- découverte de déchets nucléaires parmi des déchets réputés conventionnels.
- découpe à l'air libre de déchets nucléaires.

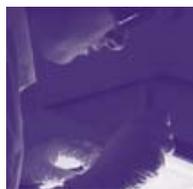
**Critère 8 - Découverte d'un site pollué de manière significative par des matières chimiques ou radioactives.**

Précisions :

*Entre, en particulier, dans cette catégorie le cas suivant :*

- découverte d'une contamination de nappe anormale par rapport au bruit de fond.

**Critère 9 - Tout autre événement susceptible d'affecter la protection de l'environnement jugé significatif par l'exploitant ou par l'Autorité de sûreté nucléaire.**



## 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].

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 monocaténaires produites sur l'ADN seraient associées à ce phénomène de transmutation [TISLJAR-LENTULIS, 1983].

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

## 5 | Une première conclusion

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

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

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

## 6 | Comportement environnemental

Dans l'environnement, le tritium ne semble pas se comporter comme le prédisent les 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.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES



- [AGIR, 2007] **Report of AGIR (2007)**. Review of risks from Tritium.
- [BAUMGARTNER, 2004] Baumgärtner F. and Donhaerl W. Non-exchangeable organically bound tritium (OBT): its real nature. *Anal. Bioanal. Chem.* 379 (2004) 204-209.
- [GALERIU, 2009] Galeriu D., Melintescu A., Beresford N.A., Takeda H. and Crout N.M.J. The dynamic transfer of  $^3\text{H}$  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.