

BENOIST BUSSON
Cabinet d'Avocats
280, boulevard Saint-Germain
75007 PARIS

Monsieur le Procureur de la République
Tribunal de Grande Instance d'Aix en Provence
40 boulevard Carnot
13616 AIX EN PROVENCE CEDEX

Paris, le 28 août 2012

LR + AR

Objet : *Plainte pour infractions à la législation relative aux installations nucléaires de base et au Code de l'environnement – CEA Cadarache*

Monsieur le Procureur de la République,

Je vous informe être le conseil 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 1er 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 représente 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 même code 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.

Nous avons l'honneur de porter plainte contre le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) pour exploitation du site de Cadarache en non-conformité de la législation relative aux installations nucléaires de base et du Code de l'environnement.

Tél. +33 (0)1 49 54 64 60/64 - Fax +33 (0)1 49 54 64 65/66 - cabinet@busson-conseil.fr

Membre d'une association agréée, le règlement des honoraires par chèque est accepté

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 notre plainte, 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.

Benoist BUSSON

PJ : ANNEXE à la plainte et ses pièces :

- *PIECE 1 : Avis d'incident de l'Autorité de sûreté nucléaire en date du 05/12/11*
- *PIECE 2 : 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".*
- *PIECE 3 : Rapport d'inspection de l'Autorité de sûreté nucléaire en date du 02/12/11*

ANNEXE À LA PLAINTÉ DU RESEAU SORTIR DU NUCLEAIRE C/ LE CEA

28 août 2012

Présentation sommaire du site de Cadarache et des installations CABRI et LECA

Le CEA Cadarache est un vaste complexe situé au confluent du Verdon et de la Durance et dédié à la recherche et développement dans le domaine nucléaire.

Administrativement, le centre est implanté dans la commune de Saint-Paul-lez-Durance (Bouches-du-Rhône, 13). Il se situe aux confins de trois autres départements : Alpes-de-Haute-Provence (04), Var (83) et Vaucluse (84). Il a été créé en 1959. Le centre compte en tout 450 bâtiments sur 1 600 hectares dont 950 enclos.

L'installation nucléaire de base (INB) n°24, constituée du réacteur CABRI, est consacrée à l'étude d'accidents dans le cadre de la sûreté des réacteurs à neutrons rapides. Le réacteur CABRI, de type piscine, permet de simuler un transitoire de réactivité sur une aiguille placée en son centre dans un dispositif expérimental. Jusqu'en 2002, l'INB 24 comprenait aussi le réacteur SCARABÉE. Le dernier essai dans ce réacteur a été effectué le 18 octobre 1989. Ce réacteur permettait de simuler une perte accidentelle de refroidissement sur une grappe de plusieurs aiguilles, conduisant celle-ci à une dégradation avancée. Le coeur de ce réacteur, déchargé depuis 1996, a été évacué et transporté à la Hague début 2002. Un nouveau programme de recherche a été défini par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) : le programme Cabri – boucle à eau. Ces nouveaux essais ont pour but de déterminer le comportement de combustibles à taux de combustion élevé en situation accidentelle. L'utilisation du réacteur Cabri pour le nouveau programme nécessite une évolution de l'installation avec le remplacement de la boucle en sodium par une boucle à eau sous pression. Le décret de modification de l'installation est paru au JO le 21 mars 2006.

L'INB n° 55 comprend deux parties : le laboratoire d'examen des combustibles avancés (LECA) et la station de traitement, d'assainissement et de reconditionnement (STAR). Le LECA est un laboratoire d'examen destructif et non destructif de combustibles issus des filières rapides uranium naturel graphite gaz (UNGG) et réacteur à eau pressurisée (REP) et des installations expérimentales de Cadarache. Cette installation a fait l'objet d'une importante rénovation, sa mise en service ayant eu lieu en 1964. STAR est une installation de stabilisation et de reconditionnement en vue du retraitement des combustibles irradiés de la filière UNGG et un laboratoire d'examens destructifs et non destructifs de combustibles de type REP. A terme, il devrait reprendre les activités d'examen réalisées actuellement au LECA. En pratique, STAR constitue actuellement une extension du LECA. Sa mise en service a été prononcée le 7 septembre 1999.

Dans son rapport annuel pour 2010, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) a constaté un manque d'anticipation du CEA, en particulier en ce qui concerne la gestion des déchets. En outre, les dispositions mises en place pour gérer, au niveau du centre, un événement sismique doivent faire l'objet d'efforts particuliers de la part de l'exploitant. D'une manière générale, l'ASN estime que l'exploitant doit rester très

attentif à l'avancement des travaux de démantèlement et d'assainissement des installations mises à l'arrêt.

Détails de l'incident survenu les 5 et 6 novembre 2011

Le centre CEA de Cadarache a été confronté les samedi 5 et dimanche 6 novembre 2011 à un épisode pluvieux important qui a entraîné une montée rapide de nappe d'eau souterraine, ayant pour conséquences des infiltrations d'eau dans certains sous-sols des installations CABRI et LECA.

À la suite à cet évènement, la division de Marseille de l'ASN a diligenté une inspection afin d'en comprendre les circonstances précises et d'examiner les mesures mises en œuvre par l'exploitant.

La crue des 5 et 6 novembre a été la plus importante jamais constatée sur le centre CEA de Cadarache ; son niveau a notamment dépassé celui de la crue de 2008 qui sert de niveau de référence. Plus de 220 mm d'eau sont tombés en 72 h pour une valeur annuelle moyenne d'environ 700 mm d'eau. Une nappe d'eau souterraine, sous l'effet de la saturation des terrains, est montée en quelques heures de plus de 20 mètres, entraînant ainsi la présence d'eau dans certains sous-sols des installations CABRI et LECA.

Dans ces installations, des dispositifs de pompage ont été activés et ont permis d'évacuer les eaux de remontée de nappe dans les réseaux d'eaux pluviales ou industrielles. Les contrôles radiologiques réalisés sur les eaux rejetées ont indiqué la présence de radionucléides (émetteurs alpha et bêta-gamma d'origine naturelle et tritium).

Les inspecteurs de l'ASN ont demandé au CEA de reconsidérer l'aléa de référence pris en compte en matière de remontée de nappe et d'améliorer ses procédures d'évacuation des eaux pompées.

Cet évènement a fait l'objet d'une déclaration d'évènement significatif et a été classé au niveau 0 de l'échelle INES.

V. PIECE 1

INSTALLATION CONCERNEE

- CABRI et SCARABEE – Réacteur de recherche – Cadarache - CEA
- LECA et STAR - Utilisation de substances radioactives - Cadarache - CEA

INFRACTIONS REPROCHEES

1. 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^{er} du Code de l'environnement énonce que :

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

En l'espèce, le centre CEA de Cadarache a été confronté les samedi 5 et dimanche 6 novembre 2011 à un épisode pluvieux important ayant entraîné une montée rapide de nappe d'eau souterraine, ayant pour conséquences des infiltrations d'eau dans certains sous-sols des installations CABRI et LECA. Des dispositifs de pompage ont été activés et ont évacué les eaux de remontée de nappe dans les réseaux d'eaux pluviales. Les contrôles radiologiques réalisés sur les eaux rejetées ont indiqué la présence de radionucléides (émetteurs alpha et bêta-gamma d'origine naturelle et tritium).

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

V. PIECE 1

Contrairement à ce que soutient habituellement EDF, le tritium n'est pas un élément radioactif sans danger pour l'environnement.

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

En outre, les émetteurs alpha et bêta sont extrêmement radiotoxiques car, en cas d'ingestion, ils se fixent durablement dans l'organisme.

Dès lors, il semble indispensable que l'enquête recherche si les radionucléides relâchés dans les réseaux d'eau pluviale ont pu porter atteinte à la faune et à la flore ou encore au régime d'utilisation de l'eau potable ou en vue d'un usage agricole.

S'agissant enfin des quantités réellement rejetées, il faudrait que l'enquête détermine la concentration de radionucléides par litre immédiatement après le rejet.

* * *

3. Infractions à la législation sur les installations nucléaires de base résultant de violations à l'arrêté du 31 décembre 1999

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 INB 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 (article L 593-4 du Code de l'environnement).

L'article 30 de cette loi énonce que :

« Pour protéger les intérêts mentionnés au I de l'article 28, 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 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".

Par conséquent, la violation de cet arrêté constitue une contravention de la cinquième classe au sens 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 l'arrêté du 31 décembre 1999. Toutefois, ce nouvel arrêté n'entrera en vigueur, pour la plupart de ses dispositions, que le 1er juillet 2013 et l'article 9.6 de ce texte indique notamment que l'arrêté du 31 décembre 1999 ne sera abrogé qu'à compter de cette même date. Les dispositions de l'arrêté du 31 décembre 1999 continuent donc à s'appliquer jusque-là.

Pour chaque violation, il sera tout de même opéré un renvoi vers le nouvel arrêté, pour information.

Violation n° 1 :

L'article 13 de l'arrêté du 31 décembre 1999 prévoit que :

« Les installations sont conçues, entretenues et exploitées de façon à prévenir ou limiter, en cas d'accident, le déversement direct ou indirect de liquides toxiques, radioactifs, inflammables, corrosifs ou explosifs vers les égouts ou le milieu naturel ».

En l'espèce, le centre CEA de Cadarache a été confronté les samedi 5 et dimanche 6 novembre 2011 à un épisode pluvieux important ayant entraîné une montée rapide de nappe d'eau souterraine, ayant pour conséquences des infiltrations d'eau dans certains sous-sols des installations CABRI et LECA. Des dispositifs de pompage ont été activés et ont évacué les eaux de remontée de nappe dans les réseaux d'eaux pluviales. Les contrôles radiologiques réalisés sur les eaux rejetées ont indiqué la présence de radionucléides (émetteurs alpha et bêta-gamma d'origine naturelle et tritium).

Le rapport d'inspection de l'ASN en date du 2 décembre 2012 indique que :

« Au niveau du local sodium R1, un pompage de l'eau a été aussitôt mis en place avec évacuation dans le réseau d'eaux pluviales, après contrôles. Lors de l'inspection, l'exploitant a justifié cette démarche en raison du niveau de remplissage de la capacité de rétention des effluents liquides de l'installation et de l'impossibilité technique de rejet dans le réseau d'eaux industrielles. Les contrôles radiologiques réalisés avant rejet ont indiqué la présence d'émetteurs alpha, bêta-gamma, d'origine naturelle et « bêta mous » dans ces eaux pompées en très faible quantité ».

V. PIECE 3 (page 3).

Un rejet de radionucléides ayant eu lieu dans le milieu naturel, les installations CABRI et LECA n'ont pas été totalement conçues, entretenues et exploitées de façon à prévenir le déversement de liquides radioactifs.

Ces faits constituent donc une violation de l'article 13 de l'arrêté du 31 décembre 1999, qui est une contravention de la cinquième classe au sens de l'article 56 1° du décret du 2 novembre 2007.

Ces manquements pourraient être sanctionnés au titre de l'article 4.1.1 II de l'arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base qui entrera en vigueur au 1er juillet 2013.

Violation n° 2 :

L'article 17 de l'arrêté du 31 décembre 1999 prévoit que :

« Sauf pour ce qui concerne les stockages définitifs de déchets, le sol des locaux contenant, même temporairement, des liquides toxiques, radioactifs, inflammables, corrosifs ou explosifs est étanche, apporte des garanties de résistance au feu suffisantes et est équipé de façon que les produits répandus accidentellement et tout écoulement puissent être drainés soit vers une capacité

de rétention appropriée aux risques, soit vers une station de traitement associée, en prenant en compte les interactions entre produits et les éventuelles incompatibilités. Les caractéristiques des revêtements sont adaptées à la nature des produits. Le sol des locaux mettant en oeuvre des substances radioactives comporte un revêtement décontaminable ».

En l'espèce, des infiltrations d'eau ont eu lieu dans certains sous-sols des installations CABRI et LECA du site de Cadarache suite à l'épisode pluvieux des 5 et 6 novembre 2011. Le sol des locaux de ces installations n'était donc pas étanche. En outre, les eaux de remontée de nappe, qui s'étaient infiltrées et contenaient alors des radionucléides, ont été pompées puis évacuées, non pas vers une capacité de rétention adaptée ou vers une station de traitement associée, mais vers les réseaux d'eau pluviales.

Ces faits constituent donc une violation de l'article 17 de l'arrêté du 31 décembre 1999, qui est une contravention de la cinquième classe au sens de l'article 56 1° du décret du 2 novembre 2007.

Ces manquements pourraient être sanctionnés au titre de l'article 4.3.3 de l'arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base qui entrera en vigueur au 1er juillet 2013.

* * *

Episode pluvieux au centre CEA de Cadarache les 5 et 6 novembre 2011

Paris, le 05 Décembre 2011

Avis d'incident

Installation(s) concernée(s) :

- **Cabri et Scarabée - Réacteur de recherche - Cadarache - CEA**
- **Laboratoire d'examens des combustibles actifs (LECA) et station de traitement, d'assainissement et de reconditionnement de combustibles irradiés (STAR) - Utilisation de substances radioactives - Cadarache - CEA**

Le centre CEA de Cadarache a été confronté les samedi 5 et dimanche 6 novembre 2011 à un épisode pluvieux important qui a entraîné une montée rapide de nappe d'eau souterraine, ayant pour conséquences des infiltrations d'eau dans certains sous-sols des installations CABRI et LECA. L'exploitant a immédiatement activé son organisation d'urgence et les installations ont retrouvé une situation d'exploitation normale le lendemain de l'épisode pluvieux.

À la suite à cet évènement, la division de Marseille de l'ASN a diligencé une inspection afin d'en comprendre les circonstances précises et d'examiner les mesures mises en œuvre par l'exploitant.

La crue des 5 et 6 novembre a été la plus importante jamais constatée sur le centre CEA de Cadarache ; son niveau a notamment dépassé celui de la crue de 2008 qui sert de niveau de référence. Plus de 220 mm d'eau sont tombés en 72 h pour une valeur annuelle moyenne d'environ 700 mm d'eau. Une nappe d'eau souterraine, sous l'effet de la saturation des terrains, est montée en quelques heures de plus de 20 mètres, entraînant ainsi la présence d'eau dans certains sous-sols des installations CABRI et LECA.

Dans ces installations, des dispositifs de pompage ont été activés et ont permis d'évacuer les eaux de remontée de nappe dans les réseaux d'eaux pluviales ou industrielles. Les contrôles radiologiques réalisés sur les eaux rejetées ont indiqué la présence de radionucléides en très faible quantité (émetteurs alpha et bêta-gamma d'origine naturelle et tritium), sans conséquence sur l'environnement.

Dans le cadre de la démarche de retour d'expérience relative à cet évènement, les inspecteurs ont demandé au CEA de reconsidérer l'aléa de référence pris en compte en matière de remontée de nappe et d'améliorer ses procédures d'évacuation des eaux pompées.

Cet évènement a fait l'objet d'une déclaration d'évènement significatif et a été classé au **niveau 0** de l'échelle INES (échelle de gravité des évènements, graduée de 0 à 7 par ordre croissant de gravité).

Lettre de suite de l'inspection du 9 novembre 2011

- **"Agressions externes"**
[INSS-MRS-2011-0944 \(PDF - 93,74 Ko\)](#)

Pour en savoir plus :

- **Échelle INES pour le classement des incidents et accidents nucléaires**
(format PDF - 300,76 ko)

Le Tritium : un risque sous-estimé

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

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

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

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

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

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

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

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

1 | Le système de radioprotection

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

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



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

2 | Le risque lié au tritium est sous-estimé

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

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

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

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

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

¹ Organically Bound Tritium ou tritium organiquement lié

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

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

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

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

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

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

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

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

3| Incorporation de produits organiques tritiés et modèle biocinétique CIPR

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

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

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

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

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

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

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

Le modèle CIPR est mis en défaut par de récentes expérimentations où des rats ont été nourris avec du poisson prélevé dans la Baie de Cardiff (fort marquage en tritium libre et organique) [HODGSON, 2005].

Le modèle CIPR sous-estimerait donc l'incorporation dans la matière organique et sa rétention dans le corps comme l'indique le tableau suivant :

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

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

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

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

4| La transmutation du tritium et l'effet isotopique

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

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

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

5 | Une première conclusion

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

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

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

6 | Comportement environnemental

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

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

7 | Conséquences pour les rejets tritiés

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

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

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

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

8 | Conclusion

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

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

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

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

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

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

DIVISION DE MARSEILLE

Marseille, le 2 décembre 2011

N/Réf. : CODEP-MRS-2011-066078

**Monsieur le directeur du CEA CADARACHE
13108 SAINT PAUL LEZ DURANCE**

Objet : Contrôle des Installations nucléaires de base.
Inspection n° INSSN-MRS-2011-0944 du 9 novembre 2011.

Monsieur le directeur,

Dans le cadre de la surveillance des installations nucléaires de base prévue à l'article 40 de la loi n°2006-686 du 13 juin 2006, une inspection inopinée a eu lieu le 9 novembre 2011 sur le thème « agressions externes ».

Faisant suite aux constatations des inspecteurs de l'ASN formulées à cette occasion, j'ai l'honneur de vous communiquer ci-dessous la synthèse de l'inspection ainsi que les principales demandes et observations qui en résultent.

Synthèse de l'inspection

L'inspection inopinée réalisée sur le centre de Cadarache le 9 novembre 2011 a porté sur le thème « agressions externes ». Cette inspection faisait suite, d'une part à l'épisode pluvieux important des 5 et 6 novembre, qui a entraîné une remontée rapide de nappe ayant pour conséquences, des infiltrations d'eau au niveau de CABRI et du LECA, et d'autre part, à la coupure de l'alimentation électrique desservant la zone administration et la zone comprenant les installations nucléaires de base, ATUe et MAGENTA, du 8 novembre sans conséquences au niveau de la sûreté des installations. Ces deux événements ont fait l'objet chacun d'une déclaration d'évènement significatif à l'ASN.

L'objectif de cette inspection était de comprendre les circonstances précises de ces deux événements, qui ont entraîné à deux reprises l'armement du poste de commandement de direction local (PCD-L) de l'exploitant, sans déclenchement du plan d'urgence interne (PUI).

Les pluies qui se sont abattues sur le centre les 5 et 6 novembre ont été très importantes (plus de 220 mm d'eau en moins de 72h). La nappe a atteint au niveau de CABRI la cote de 333m, jamais atteinte à ce jour. Le niveau de la nappe se situe normalement à la cote 316m. Le système de pompage prévu par le référentiel de sûreté de l'installation s'est mis en marche automatiquement. Au niveau du LECA, l'alarme inondation s'est déclenchée vers 5h50, la remontée a été moins importante qu'à CABRI.

En ce qui concerne la coupure de l'alimentation électrique qui a touché les INB ATUe et MAGENTA, il n'y a eu aucune conséquence sur la sûreté des installations. Les groupes électrogènes fixes prévus à cet effet ont immédiatement démarré.

Si la gestion de cet événement par l'exploitant, qui a gréé immédiatement à deux reprises son PCD-L, n'a pas fait l'objet de remarque de la part des inspecteurs, cette inspection a mis en évidence le besoin de tirer un retour d'expérience de l'épisode climatique des 5 et 6 novembre pour s'assurer que les dispositions actuellement en vigueur vis-à-vis des agressions externes ne sont pas à réactualiser. En ce qui concerne la coupure électrique, dont les causes techniques exactes ne sont pas encore connues, il apparaît nécessaire que l'exploitant avance au plus vite sur son plan d'action de rénovation du réseau.

A. Demandes d'actions correctives

La gestion de ce type d'événement, qui s'appuie sur la procédure générale de gestion de crise, a entraîné le grément du PCD-L.

La remontée de nappe qui s'est produite les 5 et 6 novembre 2011 qui a été très rapide et a été détectée à partir d'alarmes inondations en fin de matinée du dimanche 6 novembre par l'ingénieur d'astreinte.

Les pluies qui se sont abattues les 5 et 6 novembre sur le centre de Cadarache ont été très abondantes et ont dépassé le niveau maximal atteint (crue de 2008), qui sert de référence. Plus de 220 mm d'eau sont tombés en 72 h, pour un niveau moyen annuel de 700 mm. Il existe 2 aquifères au niveau du centre de Cadarache, un aquifère profond situé dans un milieu calcaire fissuré, qui a réagi très rapidement compte tenu de la saturation des terrains, et un aquifère superficiel dont la réactivité est plus amortie. La cote 333 m a été atteinte au niveau de l'installation CABRI, dont le niveau le plus bas se trouve à 319 m (niveau -11 m du bâtiment 222, hall réacteur).

1. Je vous demande de tirer tout le retour d'expérience de cet événement, notamment en ce qui concerne les études sur le comportement des nappes, et de réactualiser le cas échéant l'aléa de référence pris en compte.

Au niveau de l'installation CABRI, la présence d'eau a été détectée au niveau - 11 m du bâtiment 222 ainsi que dans le local sodium R1 (environ 200 mm d'eau) mais bien en dessous de la cuve d'entreposage.

Au niveau du bâtiment 222, le puisard de la salle des pompes au niveau -10,9 m prévu par le référentiel de sûreté, qui permet de rabattre la nappe phréatique en cas de montée importante de celle-ci, s'est déclenché automatiquement avec évacuation dans le réseau d'eaux pluviales.

Au niveau du local sodium R1, un pompage de l'eau a été aussitôt mis en place avec évacuation dans le réseau d'eaux pluviales, après contrôles. Lors de l'inspection, l'exploitant a justifié cette démarche en raison du niveau de remplissage de la capacité de rétention des effluents liquides de l'installation et de l'impossibilité technique de rejet dans le réseau d'eaux industrielles. Les contrôles radiologiques réalisés avant rejet ont indiqué la présence d'émetteurs alpha, bêta-gamma, d'origine naturelle et « bêta mous » dans ces eaux pompées en très faible quantité. Si ces quantités restent faibles, l'ASN estime qu'au regard de cet événement d'une ampleur exceptionnelle, l'exploitant doit mener une analyse approfondie de la situation et de sa démarche, en vue de faire évoluer les procédures applicables à l'évacuation des eaux pompées en cas de remontée de nappe.

- 2. Je vous demande de mener une analyse approfondie de la situation vous ayant conduit à rejeter directement dans le réseau d'eaux pluviales les eaux de remontée de nappe pompées au niveau de l'installation y compris au niveau moins - 11 m, compte tenu de la présence de radionucléides, et cela au regard des textes et dispositions applicables. Vous me transmettez les conclusions que vous tirerez de cette analyse sur vos procédures d'évacuation des eaux pompées.**

La coupure électrique qui s'est produite le 8 novembre 2011, dont les causes techniques exactes ne sont pas encore connues, fait apparaître des dysfonctionnements techniques au niveau des postes de transformation, liés à la vétusté de certains composants.

- 3. Je vous demande, dans le cadre du plan d'action de rénovation du réseau électrique mis en place, de prendre en compte le retour d'expérience de cet événement et de me fournir un nouvel échéancier de réalisation.**

Les moteurs qui assurent la ventilation en régime normal se trouvant dans un local partiellement inondé, le CEA a réalisé un transfert vers un dispositif de ventilation provisoire. Cette action a eu pour conséquence d'augmenter pendant quelques heures le taux d'hygrométrie qui a atteint 75%, alors que les prescriptions techniques stipulent que le taux doit être compris entre 30 et 70%.

- 4. Je vous demande de tirer tout le retour d'expérience de cette situation et de mettre en place le cas échéant des dispositions permettant de sécuriser les moteurs de la ventilation principale vis-à-vis du risque d'inondation.**

B. Compléments d'information

Cette inspection n'a pas fait l'objet de demande de complément d'information.

C. Observations

Cette inspection n'a pas fait l'objet d'observation.

Vous voudrez bien me faire part de vos observations et réponses concernant ces points au plus tard le **2 février 2012**. Je vous demande d'identifier clairement les engagements que vous seriez amené à prendre et de préciser, pour chacun d'eux, une échéance de réalisation.

Je vous prie d'agréer, monsieur le directeur, l'expression de ma considération distinguée.

Pour le Président de l'ASN et par délégation,
Le Chef de la Division de Marseille

Signé par

Pierre PERDIGUIER