

Analyse critique de la demande de modification des autorisations de rejets, rejets de tritium, rejets de carbone 14¹

André Guillemette²

12 mars 2007

Page

Sommaire

Avertissement.....	1
Liminaire.....	2
1 Demande de modification des autorisations de rejets.....	2
1.1 Rejets gazeux.....	2
1.1.1- Historique des rejets gazeux de tritium des réacteurs 1 et 2.....	3
1.1.2- Historique des rejets gazeux de carbone 14 des réacteurs 1 et 2.....	3
1.2 Rejets liquides.....	4
1.2.1- Historique des rejets liquides de tritium des réacteurs 1 et 2.....	5
1.2.2- Historique des rejets liquides de carbone 14 des réacteurs 1 et 2.....	6
2 Rejets liquides de tritium et impact radio-écologique.....	7
2.1 L'impact retenu par EDF.....	7
2.2 Réglementation.....	7
2.3 Mesure et niveau de tritium dans les eaux réceptrices et les bio-indicateurs.....	7
2.4 Le tritium organiquement lié.....	7
2.5 Méconnaissance des effets biologiques du tritium organique.....	8
3 Rejets de carbone 14.....	9
Bibliographie.....	10
Sigles.....	10

Avertissement :

En raison du mode consultation retenu pour ce dossier d'enquête : consultation uniquement dans les mairies sises à 5 km environ du site EDF de Flamanville ou en sous-préfecture de Cherbourg, aux heures ouvrables, dans une période extrêmement réduite (31 jours du 14 février au 17 mars 2007), et non en consultation directe par attribution du dossier à notre association membre de la CLI de Flamanville, comme nous en avons fait la demande auprès d'EDF et du Président de la CLI de Flamanville, nous nous sommes limités à l'examen de la demande d'augmentation des rejets radioactifs dans leur globalité et aux cas particuliers du tritium et du carbone 14.

¹ Dossier d'enquête publique engagée par arrêté du Préfet de la Manche en date du 22 janvier 2007, suite à la demande EDF référencée D5330/GLS/GLC/n° Dir 06/189 du 15 novembre 2006

² Représentant de l'ACRO à la CLI de Flamanville, chargé d'études

Liminaire :

La mise en exploitation du combustible HTC et la mise en service actif de l'EPR de tête de série, sont annoncées prévisionnellement par l'exploitant, respectivement en 2009 et en 2012.

En application de la démarche OSPAR³ signée par la France en 1998, et qui l'engage à une réduction des rejets radioactifs artificiels avec révision des autorisations de rejets tous les quatre ans, la demande d'autorisation des rejets pour ces deux nouvelles mises en service n'a pas de justification en 2007.

Dans ce dossier la demande simultanée et concomitante d'autorisations de rejets pour les réacteurs de Flamanville 1 et 2 dans leur chargement actuel de combustible, dans leur chargement futur en combustibles HTC et pour le réacteur EPR en projet, **masque la demande d'augmentation d'autorisation de rejets liquides de tritium pour les 2 réacteurs de 1300 MWe**, comme EDF a été amené à en faire la demande en 2003 pour les 4 réacteurs de 1300 MWe de Cattenom, ou comme il en effectue la demande actuellement pour les 2 réacteurs 1300 MWe de Penly.

1- Demande de modification des autorisations de rejets

1.1- Rejets gazeux (exprimés en GBq/an)

Radionucléides	Autorisation actuelle réacteurs 1+2	Rejets moyens (a) réalisés réacteurs 1+2	Demande réacteurs 1+2	Rejets prévus réacteur EPR	Demande réacteur EPR	Demande réacteurs 1+2+ EPR
H-3	5000	2380	8000	500	3000	11000
C-14	1400	400	1400	350	900	2300
Gaz rares	45000	3235	45000	800	22500	67500
Iodes	0,8	0,093	0,8	0,05	0,4	1,2
Autres $\beta \gamma$	0,8	0,008	0,8	0,004	0,34	1,14

Sources : Dossier d'enquête publique – Rapports environnement 2003 à 2005 EDF Flamanville

(a) calculs réalisés en fonction des données EDF disponibles dans ce dossier d'enquête, sur les 11 dernières années pour le tritium et le carbone 14, sur les 6 dernières années pour les gaz rares, les iodes et les $\beta \gamma$

Comparaison des rejets réels et des autorisations actuelles

Radionucléides	Autorisation actuelle réacteurs 1+2	Rejets moyens (a) réalisés réacteurs 1+2	ratio
H-3	5000	2380	2,1
C-14	1400	400	3,5
Gaz rares	45000	3235	13,9
Iodes	0,8	0,093	8,6
Autres $\beta \gamma$	0,8	0,008	100

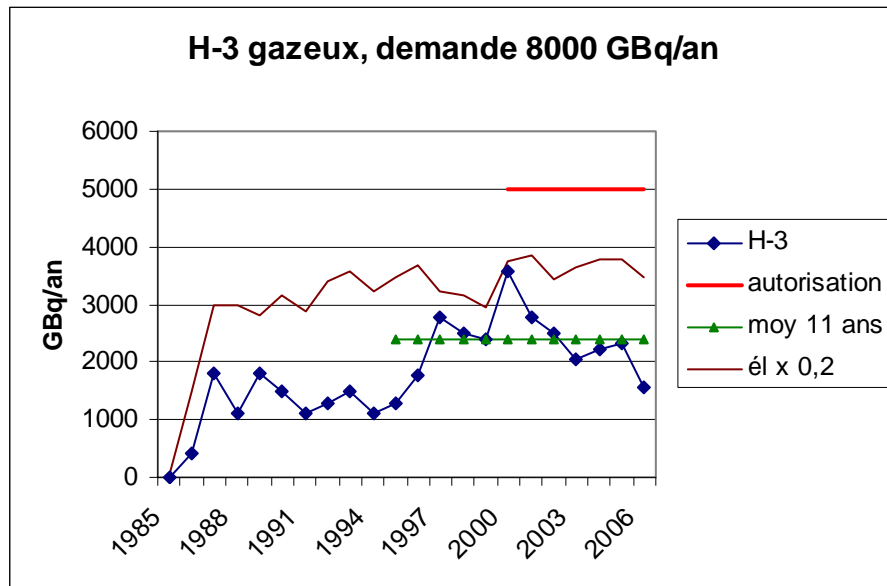
Sources : Dossier d'enquête publique – Rapports environnement 2003 à 2005 EDF Flamanville

Les autorisations de rejets gazeux actuelles varient d'un facteur 2 (pour le tritium) à un facteur **100** (pour les « autres $\beta \gamma$ »), par rapport aux rejets en fonctionnement « moyen », rapporté aux bilans des 11 ou 6 dernières années (selon la disponibilité des données EDF).

³ La convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique Nord-Est, dite convention OSPAR, a été ouverte à la signature à la réunion ministérielle des anciennes commissions d'Oslo et de Paris le 22 septembre 1992.

La convention, signée par la majorité des pays européens, dont la France, est entrée en vigueur le 25 mars 1998.

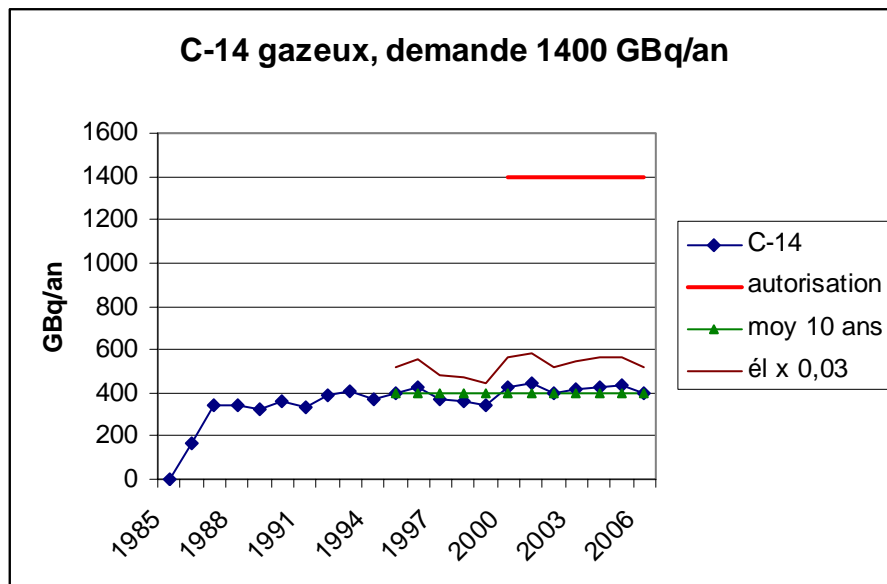
1.1.1- Historique des rejets gazeux de tritium des réacteurs 1 et 2



Source : Dossier d'enquête publique et EDF Flamanville 2006
 (« él x 0,2 » : production annuelle d'énergie électrique MWh x 0,2)

L'autorisation actuelle de rejets gazeux en tritium (5000 GBq/an) est largement suffisante pour le potentiel de rejet moyen calculé sur les 11 dernières années (2380 GBq/an) : plus de 2 fois supérieure au rejet potentiel moyen, et largement enveloppe du rejet maximal observé sur le site (3580 GBq en 2000)

1.1.2- Historique des rejets gazeux de carbone 14 des réacteurs 1 et 2



Source : Dossier d'enquête publique
 (« él x 0,03 » : production annuelle d'énergie électrique MWh x 0,03)

A noter que la courbe des rejets gazeux de carbone 14 suit exactement la courbe de production d'électricité. Il faut cependant noter que les rejets de carbone 14 (aériens et marins) ne sont pas des rejets *mesurés* mais *simulés* par calcul (mesure non opérationnelle [1]).

L'autorisation actuelle de rejets gazeux en carbone 14 (1400 GBq/an) est **3,5 fois supérieure** au rejet moyen potentiel calculé sur les dix dernières années (400 GBq/an). Les rejets maximaux enregistrés ont peu d'amplitude par rapport à ce rejet moyen (441 GBq en 2001).

Il n'y a donc aucune justification pour accorder une limitation de rejet à 1400 GBq/an. Le facteur 2, déjà « XXL » par rapport au fonctionnement normal des réacteurs, donnerait une autorisation à 800 GBq/an.

Le plus urgent serait d'assurer la fiabilité des mesures des rejets de carbone 14, aussi bien dans les rejets que dans l'environnement proche du site.

1.2- Rejets liquides (exprimés en GBq/an)

Radionucléides	Autorisation actuelle réacteurs 1+2	Rejets moyens (b) réalisés réacteurs 1+2	Demande réacteurs 1+2	Rejets prévus réacteur EPR	Demande réacteur EPR	Demande réacteurs 1+2 + EPR
H-3	60000	44000	80000 (110000 HTC)	52000	75000	185000
C-14	400	29,6	190	23	95	285
Iodes	0,1	0,018	0,1	0,007	0,05	0,15
Autres $\beta \gamma$	25	2,039	25	0,6	10	35

Sources : Dossier d'enquête publique – Rapports environnement 2003 à 2005 EDF Flamanville

(b) Rejets calculés en fonction des données EDF disponibles dans ce dossier d'enquête, sur les 11 dernières années pour le tritium et le carbone 14, sur les 6 dernières années pour les iodes et les $\beta \gamma$.
HTC = Hauts Taux de Combustion

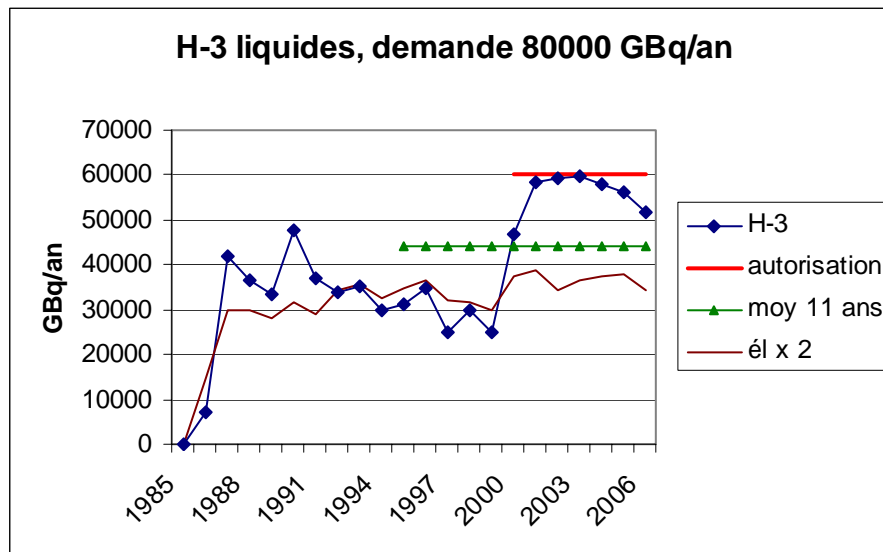
Comparaison des rejets réels et des autorisations actuelles

Radionucléides	Autorisation actuelle réacteurs 1+2	Rejets moyens (b) réalisés réacteurs 1+2	ratio
H-3	60000	44000	1,4
C-14	400	29,6	13,5
Iodes	0,1	0,018	5,6
Autres $\beta \gamma$	25	2,039	12,3

Sources : Dossier d'enquête publique – Rapports environnement 2003 à 2005 EDF Flamanville

Les autorisations de rejets liquides actuelles varient d'un facteur 1,4 (pour le tritium) à un facteur 13,5 (pour le carbone 14), par rapport aux rejets en fonctionnement « moyen », rapporté aux bilans des 11 ou 6 dernières années (selon la disponibilité des données EDF).

1.2.1- Historique des rejets liquides de tritium des réacteurs 1 et 2



Source : Dossier d'enquête publique et EDF Flamanville 2006
 (« él x 2 » : production annuelle d'énergie électrique MWh x 2)

L'autorisation actuelle de rejets liquides de tritium (60000 GBq/an) est 1,4 fois supérieure au rejet moyen calculé sur les 11 dernières années.

Par contre, cette limite d'autorisation est frôlée depuis 2001.

EDF expliquait cette progression dans son rapport 2005 [2] par une progression de la production d'électricité : « Plus on produit d'électricité, plus on produit du tritium. C'est pourquoi depuis plusieurs années, la production de tritium est proche de la limite annuelle réglementaire. En 2005, cette proportion est tempérée par le fait que les unités de production se trouvaient en fin de cycle du combustible. »

En réalité, cette progression est due au chargement, des 2 réacteurs à partir de 2000, en combustibles dits GEMMES, plus enrichis en U-235 que les précédents, qui permettent à EDF des arrêts de tranche pour rechargement en combustibles plus espacés (18 mois au lieu de 12), mais demandent un plus grand taux d'acide borique pour le pilotage du réacteur [1].

Cette situation était relevée par WISE-Paris dans son étude sur le renouvellement des autorisations de Cattenom en 2003 [3] :

Production de tritium liée à différents modes de gestion des combustibles par réacteur de 1300 MWe

Mode de gestion combustible	Taux d'enrichissement (% U-235)	Année début Cattenom	Durée du cycle (mois)	Taux de Combustion (GW.j/t)	H-3 généré TBq/an	
					moy	max
Initial	3,1	1986	12	40	24	25
Gemmes	3,4	1996	18	50	33	35
Galice (HTC-1)	4,5	2006	15-18-21	60	35	43
HTC-2	4,9	2010	ND (a)	70	38	42

Source : [3], d'après D. Florence EDF – présentation réunion publique de Cattenom, 10 octobre 2003

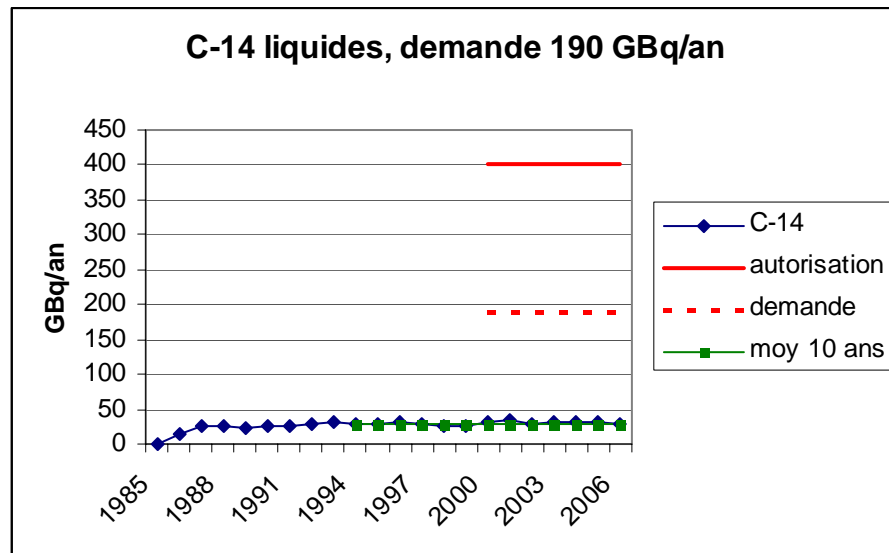
(a) Pour la gestion future des hauts taux de combustion, jusqu'à 70 GW.j/t, la durée du cycle reste non déterminée (ND). Les quantités indiquées correspondent à un fonctionnement en cycles de 18 mois

Plus de bore = plus de tritium dans le circuit primaire pour une même production d'électricité.

La productivité EDF est acquise au détriment d'une augmentation des rejets de tritium (à même quantité d'énergie produite) donc au détriment de l'environnement et d'un éventuel impact sur la santé. C'est une démarche qui est antinomique des engagements internationaux du gouvernement français vis-à-vis de la convention OSPAR.

A noter que la mise en fonction de combustibles plus enrichis « HTC » (fonctionnement prévu de l'EPR) est aussi en contradiction avec la convention OSPAR par rapport au fonctionnement des réacteurs du site de Flamanville avec les combustibles utilisés avant 2000.

1.2.2- Historique des rejets liquides de carbone 14 des réacteurs 1 et 2



Source : Dossier d'enquête publique

L'autorisation actuelle de rejets liquides en carbone 14 (400 GBq/an) est **13 fois supérieure** à la moyenne des rejets sur les 10 dernières années de fonctionnement. La demande EDF de rejet à 190 GBq/an est moins laxiste que l'autorisation précédente, néanmoins le ratio 2 serait plus crédible, il conduirait à une autorisation de 60 GBq/an.

2 Rejets liquides de tritium et impact radio-écologique

Dans ce dossier d'enquête, comme dans d'autres publications EDF, l'impact radio-écologique induit par les rejets de tritium, est considéré comme négligeable, ce qui justifierait les importantes augmentations de rejet demandées pour ce radionucléide.

2.1 – L'impact retenu par EDF

L'argument EDF est résumé dans le bilan EDF Flamanville 2005 distribué à la CLI de Flamanville [2] :

« L'impact sur l'homme est extrêmement faible. Compte tenu de la très faible énergie des rayonnements émis et son temps de transit dans le corps humain relativement court, le tritium est l'un des radioéléments les moins radiotoxiques.

En outre, les mesures effectuées dans le cadre du programme de surveillance des centrales françaises montrent que la quantité de tritium dans les eaux réceptrices (mer ou fleuves) est généralement inférieure à la limite de détection (36 Bq/l). Cette valeur est 100 plus faible que la limite recommandée pour l'eau de boisson par l'Organisation Mondiale de la Santé. »

2.2 – Réglementation

Cette dernière citation omet de préciser que la législation française intègre la Directive Européenne 98/83/CE du 3 novembre 1998 qui donne un seuil d'alerte à 100 Bq/l pour les eaux destinées à la consommation. Si une concentration supérieure est détectée, les autorités sanitaires examinent s'il existe un risque pour la santé des personnes : si oui, elles demandent que des mesures soient prises en matière de restriction ou d'interdiction de consommation [4].

2.3 – Mesure et niveau de tritium dans les eaux réceptrices et les bio-indicateurs

La valeur de « 36 Bq/l » dans les eaux réceptrices n'est pas une limite de détection tritium : la sensibilité obtenue dépend du temps de mesure. Il faut compter 300 minutes pour obtenir une sensibilité de 10 Bq/l ... 2000 minutes pour obtenir 1 Bq/l d'eau [4].

Dans l'étude radio-écologique 2003 de l'IRSN, pour le site de Flamanville, les niveaux de tritium libre sont de $7.7 \pm 0,9$ Bq/l dans les algues prélevées sur la digue nord du site [5].

Les « 36 Bq/l » dans les eaux réceptrices sont dépassés pour certains sites Edf dans l'étude radioécologique 2005 de l'IRSN [6].

Dans le cadre de son suivi du tritium, sur le bassin versant Seine-Normandie, l'ACRO relève dans les eaux réceptrices, à proximité de Nogent-sur-Seine des valeurs en tritium libre de 47 ± 5 Bq/l (mai 2004), 55 ± 6 Bq/l (novembre 2004), 73 ± 7 Bq/l (juin 2005), 70 ± 7 Bq/l (décembre 2005) [7].

2.4 - Le tritium organiquement lié (OBT)

Ce dossier d'enquête publique considère que « dans le cas particulier du tritium », pièce C, volume 4/4, annexe C-3C :

« Le comportement du tritium est particulier car c'est un isotope de l'hydrogène. Par suite, il ne s'accumule pas comme les autres radionucléides mais se met à l'équilibre entre les différents compartiments contenant de l'eau et de la vapeur. »

Cette hypothèse de mise en équilibre retenue théoriquement jusqu'à présent est contredite par le retour d'expérience des radio-écologistes anglais qui observent depuis 1999 [8] une reconcentration du tritium dans les poissons de la zone proche de Sellafield. Dans leur rapport 2005 sur l'état de

l'environnement des sites nucléaires anglais, les autorités anglaises soulignent, pour le site de Sellafield une bioaccumulation du tritium libre, ainsi que du tritium organique (100 à 200 Bq/l dans les deux formes de tritium) dans les poissons et les moules, pour des teneurs en tritium libre dans l'eau de mer inférieures à 30 Bq/l [9].

Les experts anglais émettent l'hypothèse de l'équilibre du tritium sous les formes libre (HTO) et organique (OBT) au niveau de la faune benthique, combiné avec l'assimilation ultérieure par les poissons et les mollusques. Cette assimilation ayant un facteur préférentiel pour le tritium organique.

2.5 - Méconnaissance des effets biologiques du tritium organique

En 1996, l'OPRI (aujourd'hui IRSN SESURE) notait dans son rapport annuel : « *S'agissant du tritium organique, l'attention de la communauté scientifique est focalisée sur les formes organiques dont certains auteurs établissent que leurs effets sont 1000 fois supérieurs à ceux de l'eau tritiée.* » [10]

Nous sommes donc loin de l'axiome de non bioaccumulation retenu jusqu'à présent dans les études françaises et de la connaissance des transferts du tritium organique vers l'homme.

Avant d'autoriser des rejets supplémentaires, il serait judicieux de vérifier les teneurs en tritium sous les formes tritium libre ET tritium organique dans les produits marins pêchés à proximité des sites nucléaires français et d'évaluer les fonctions de transfert de tritium organique de ces produits marins dans l'organisme humain.

La limite d'autorisation actuelle est d'autant plus accessible à respecter que l'exploitant peut traiter le tritium comme il traite actuellement ses effluents à vie courte : réduction du rejet par stockage temporaire et décroissance radioactive avant rejet.

A titre d'exemple, nous prenons ci-après le stockage initial des effluents annuels de tritium d'un réacteur de 1300 MWe à la limite d'autorisation actuelle de 30000 GBq/an :

année $x = 0$, $y =$ année de calcul, période $\frac{1}{2}$ du tritium = 12,3 ans, formule de coefficient k d'activité à l'année $x+y$: $k = 0,5^n$ avec $n = y / 12,3$

Année	$x=t_0$	$x+1$	$x+2$	$x+3$	$x+4$	$x+5$	$x+6$	$x+7$	$x+8$	$x+9$	etc
k =	1	0,945	0,893	0,844	0,798	0,754	0,713	0,674	0,637	0,602	
Tritium (GBq)	30000	28356	26802	25333	23945	22633	21393	20221	19113	18065	

3 Rejets de carbone 14

Selon les experts EDF, la contribution du carbone 14 à la dose efficace totale due aux rejets d'effluents liquides et gazeux d'une centrale nucléaire, est de l'ordre de 75 % [11]. Cette estimation d'ordre de grandeur de la contribution à la dose du carbone 14 est variable selon les publications EDF. Dans l'étude de renouvellement des autorisations de rejets de Cattenom en 2003, EDF retenait 65 % de l'impact pour le carbone 14 et 30 % pour le tritium [12].

Cette contribution majoritaire du carbone 14, aussi bien pour les rejets gazeux que les rejets liquides, est confirmée dans les estimations de doses des populations les plus exposées du présent dossier d'enquête.

Il est surprenant que ce contributeur majeur à la dose efficace ne fasse l'objet d'aucune étude environnementale ni d'aucune mesure dans l'environnement terrestre proche du site (herbe, lait, productions agricoles...) comme dans l'environnement marin (algues, crustacés, poissons, mollusques) [5], [6].

Le carbone 14 n'est même pas mentionné dans le bilan des rejets du dossier de presse publié par EDF en 2005 [2].

Avant de modifier les autorisations de rejet pour ce radionucléide, déjà très larges par rapport aux rejets potentiels, il serait judicieux de demander à l'exploitant de valider ses calculs d'impact par modélisation par des mesures environnementales et des études in situ, d'autant que cette modélisation est effectuée à partir d'un rejet lui-même déjà acquis par modélisation [1].

Cet avis avait déjà été exprimé en 2003 par le gouvernement luxembourgeois auprès des Autorités françaises :

« L'exploitant du CNPE de Cattenom, a estimé l'impact radiologique du C-14, moyennant des codes de calcul ... Le gouvernement luxembourgeois est d'avis que ces modes de calculs devraient être validés par des mesures, effectuées sur des échantillons prélevés au niveau des milieux biologiques les plus représentatifs ; ceci afin de pouvoir évaluer l'impact potentiel du C-14 sur les populations exposées » [13].

Bibliographie

- [1] EDF – 2007 – Présent dossier d’enquête – Annexes à la pièce B, volume ¾, Annexe B-4c
- [2] EDF – 2005 : une année de records – EDF Flamanville, Bilan et perspectives – CLI de Flamanville, jeudi 30 mars 2006
- [3] Y. Marignac, X. Coeytaux – WISE-Paris – Renouvellement des autorisations de rejets et de prélèvements d’eau de la centrale nucléaire de Cattenom, Note complémentaire sur les demandes d’autorisations radioactives, 15 octobre 2003
- [4] IRSN – Fiche radionucléide tritium – Département de Protection de la santé de l’Homme et de Dosimétrie – 1ère édition : 01/08/2001
- [5] IRSN, Suivi radio-écologique de l’environnement terrestre, aquatique continental et marin des centrales nucléaires françaises – Année 2003 – Rapport DEI/SESURE/04-09
- [6] IRSN, Suivi radio-écologique de l’environnement terrestre, aquatique continental et marin des centrales nucléaires françaises – Année 2005 – Rapport DEI/SESURE/06-04
- [7] ACRO – Dosage du tritium (HTO) dans les eaux douces et les eaux de mer prélevées en 2004 et 2005 sur le bassin versant Seine-Normandie – Bilan d’analyses, RES060116 (01)-RIV-v1.2
- [8] RIFE – 5, Radioactivity in food and the environment, 1999 – Ministry of agriculture, fisheries and food – Scottish environment protection agency – 2000
- [9] RIFE – 11, Radioactivity in food and the environment, 2005 – Ministry of agriculture, fisheries and food – Scottish environment protection agency – 2006
- [10] OPRI, Rapport annuel 1996– in B. Chareyron – CRIIRAD – Etude critique du dossier Cattenom – Note 03-27/22 septembre 2003 / V1
- [11] T. Samson – EDF/GDL, F. Siclet – EDF/R&D, EDF et le carbone 14, SFRP, 18 avril 2002
- [12] D. Florence, F. Hartmann - EDF – « Les rejets radioactifs des centrales nucléaires et leur impact radiologique », L’évaluation et la surveillance des rejets radioactifs des installations nucléaires – Congrès de la SFRP - 2002
- [13] Demande de renouvellement des autorisations de rejets et prélèvements d’eau pour le CNPE de Cattenom : Avis du gouvernement luxembourgeois – 7 octobre 2003

Sigles

ACRO Association pour le contrôle de la radioactivité dans l’ouest
CLI Commission locale d’information
CRIIRAD Commission de recherche et d’information indépendantes sur la radioactivité
EDF Electricité de France
EPR European Pressurized water Reactor
IRSN Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire
OPRI Office de protection contre les rayonnements ionisants
OSPAR convention de 1992 de la commission internationale sur le milieu marin, réunissant les conventions d’OSlo (1972) et de PARis (1974)
RIFE Radioactivity in food and the environment
SFRP Société française de radioprotection
WISE-Paris Word information service on energy