



## Commission de Recherche et d'Information Indépendantes sur la Radioactivité

# Etude critique du dossier CATTENOM

Note CRIIRAD 03-27 / 22 septembre 2003 / V1

Étude réalisée par le laboratoire de la CRIIRAD à la demande de GREENPEACE  
Luxembourg /

rédacteur : Bruno Chareyron, ingénieur en physique nucléaire, responsable du laboratoire CRIIRAD.

### Préambule.

### Synthèse.

La centrale nucléaire (CNPE) de Cattenom est constituée de **4 tranches de 1 300 MWe** de la filière R.E.P couplées au réseau de novembre 1986 (tranche 1) à mai 1991 (tranche 4). Le CNPE a déposé un dossier dans le cadre de l'enquête publique concernant une demande de renouvellement des autorisations de prélèvements d'eau et de rejets d'effluents liquides non radioactifs délivrées par les arrêtés préfectoraux du 24 juin 1986. Ces autorisations expirent en effet le 23 juin 2004.

Conformément au souhait de la DGSNR (Direction Générale de la Sécurité Nucléaire et de la Radioprotection), le dossier porte également sur les rejets radioactifs liquides et gazeux. Ces derniers ont fait l'objet de 4 arrêtés interministériels en date du 21 octobre 1988 et 4 août 1989, délivrés sans limitation de durée.

Le dossier (dossier DARPE) inclut, afin de prendre en compte une évolution du mode de gestion du combustible, une demande spécifique pour **augmenter la limite annuelle des rejets radioactifs liquides en tritium**.

Le bureau de GREENPEACE Luxembourg a demandé à la CRIIRAD de prendre connaissance du dossier et d'émettre un avis sur son contenu. Cet avis ne concerne ni les aspects chimiques, ni la sûreté de l'installation ou l'analyse des conséquences d'un accident grave, il porte uniquement sur la question de l'impact des rejets radioactifs en fonctionnement normal.

Compte tenu du temps qui a pu être consacré à l'examen de ce dossier (3 jours), cet avis constitue une approche très préliminaire.

Pour la CRIIRAD, le dossier élaboré par EDF n'est pas recevable en l'état .

En effet :

1. Il suggère que l'impact des rejets radioactifs sur l'environnement est très faible mais s'appuie pour cela sur une méthodologie inadaptée,
2. Il suggère que l'impact sanitaire est négligeable mais s'appuie sur une méthodologie entachée de lacunes et d'incertitudes majeures,
3. Il ne présente pas les phénomènes de rupture de gaines constatés à Cattenom depuis fin 1999 ni leurs conséquences sur l'augmentation des rejets radioactifs liquides et gazeux .
4. Il propose d'augmenter les rejets de tritium sans justifier réellement la nécessité de cette évolution ni détailler les conséquences négatives, présentes et futures, des nouveaux programmes de gestion des combustibles.
5. L'augmentation des rejets de tritium constitue une violation de la convention OSPAR.

Pour toutes ces raisons, la CRIIRAD demande que les citoyens concernés et leurs représentants demandent l'annulation de l'enquête publique en l'attente de la présentation par EDF Cattenom d'un dossier complet.

Il convient de rappeler en effet que le dossier DARPE est avant tout celui de l'exploitant et que la CRIIRAD a pu vérifier sur tous les dossiers qu'elle a analysés l'insuffisance des contre-expertises effectuées par l'administration quant au contenu de ces dossiers avant leur présentation à l'enquête publique (FBFC Romans, La Hague, Saint-Laurent, Saint-Alban etc..).

## Notions préliminaires.

Même en fonctionnement normal, une centrale électronucléaire rejette des éléments radioactifs dans l'atmosphère et dans les fleuves. Elle dispose d'autorisations de rejet fixant les limites annuelles à ne pas dépasser.

### Origine des éléments radioactifs

Les réactions nucléaires qui ont lieu au sein du combustible constitué d'uranium et / ou d'un mélange de plutonium et d'uranium (MOX), donnent naissance au sein des crayons à des radionucléides artificiels appelés **produits de fission**. Ceux qui sont sous forme gazeuse comme certains gaz rares (isotopes du krypton et du xénon) ou les isotopes de l'iode (iode 131) diffusent à travers les gaines des crayons et se retrouvent dans l'eau du circuit primaire. D'autres produits de fission métalliques relativement solubles (par exemple, le césium 137) parviennent également à traverser la gaine. En cas de rupture de gaine ou de porosité anormale des gaines, le taux de transfert de ces radionucléides dans l'eau du circuit primaire va augmenter et l'uranium et le plutonium contenus dans le combustible pourraient également se retrouver dans le circuit primaire. Dans tous les cas, les ruptures de gaines vont conduire à une augmentation de la contamination du circuit primaire et par conséquent des rejets radioactifs liquides et gazeux.

De plus, les neutrons produits lors de la fission de l'uranium sont très pénétrants. Ils interagissent avec tous les matériaux présents dans la cuve du réacteur et ces collisions (activation neutronique) engendrent des substances radioactives appelées **produits d'activation**. Ainsi une partie des atomes non radioactifs de bore et lithium (ajoutés à l'eau), d'oxygène et azote (dissous dans l'eau), de nickel et de cobalt (contenu dans les aciers), d'argent (recouvrant les grappes de commande), se transforment en éléments radioactifs, respectivement : tritium (hydrogène radioactif), carbone 14 (isotope radioactif du carbone), cobalt 58, nickel 63, cobalt 60, argent 110<sup>m</sup> (liste non exhaustive).

- Selon EDF, le **carbone 14** est produit par activation de l'oxygène 17 contenu dans l'eau du circuit primaire,
- EDF Cattenom précise que « *dans les réacteurs REP, la production de tritium de l'eau du circuit primaire est essentiellement due à l'action des neutrons sur le bore 10 (à 86 %) et sur le lithium 6 (à 14 %) Le tritium produit par fission ternaire au sein du combustible lui-même reste confiné dans les crayons des assemblages* ».

Pour ces deux produits d'activation, le taux de production et donc de rejets va être très fortement lié au flux de neutrons donc à l'énergie produite par la centrale.

## Les rejets radioactifs

Tous ces éléments radioactifs artificiels qui contaminent l'eau du circuit primaire se retrouveront de façon plus ou moins significative dans les effluents liquides et gazeux de la centrale.

En effet, le fonctionnement de l'installation impose d'effectuer des mouvements d'eau (par exemple pour agir sur le taux de bore dissous qui permet de contrôler la réaction nucléaire), des purges de circuits, la collecte de fuites, etc...Par ailleurs, lors du rechargement en combustible neuf, la cuve est ouverte. Les effluents gazeux et liquides sont traités avant rejet (par exemple, filtres pour retenir les poussières radioactives, résines échangeuses d'ions pour les liquides). Mais même si des progrès significatifs ont été effectués par EDF depuis 10 ans, sur l'ensemble du parc, afin de limiter les rejets radioactifs, **certaines éléments sont difficiles à piéger avant rejet, il s'agit en particulier des gaz rares, du tritium et du carbone 14.**

### T1 : rejets radioactifs atmosphériques du CNPE de Cattenom

Rejets aux limites annuelles (GBq)	Rejets réels mesurés en 2000 (GBq)	Fraction du total des rejets réels de 2000	ratio : limite / réel
------------------------------------	------------------------------------	--	-----------------------

#### Rejets sous forme de gaz

Xénon 133 / 5,2 jours	54 900	3 470	35,97%	15,82
Xénon 135 / 9,2 heures	24 300	617	6,40%	39,38
Autres (1)	4 500		0,00%	
Xénon 133 m		98,4	1,02%	
Xénon 131 m		10,9	0,11%	
Krypton 85 / 10,7 ans	3 600	1 520	15,76%	2,37
Argon 41 / 1,83 heures	2 700	49,5	0,51%	54,55
<b>sous-total gaz rares</b>	<b>90 000</b>	<b>5 766</b>	<b>59,77%</b>	<b>15,61</b>
Tritium / 12,4 ans	16000	3030	31,41%	5,28
Carbone 14 / 5730 ans	2 800	850	8,81%	3,29
Iode 131 / 8 jours	0,560	0,0241	0,00025%	23,24
Iode 133 / 20,8 heures	1,040	0,0129	0,00013%	80,62
Iode 132	?	0,000552		
Autres halogènes (2)	?	?		
<b>sous-total halogènes</b>	<b>1,600</b>	<b>0,038</b>	<b>0,00039%</b>	<b>42,61</b>
<b>Total gazeux</b>	<b>108 802</b>	<b>9 646</b>	<b>99,9997%</b>	<b>11,28</b>

#### Rejets sous forme de poussières (aérosols)

Cobalt 60 / 5,3 ans	0,272	0,00179	0,000186%	151,96
Cobalt 58 / 70,8 jours	1,008	0,0228	0,0002364%	44,21
Césium 137 / 30,2 ans	0,160	0,00116	0,000120%	137,93
Césium 134 / 2,1 ans	0,160	0,000939	0,000097%	170,39
Argent 110 m	?	0,0000666		
Mercuré 203	?	0,0000637		
<b>Total poussières</b>	<b>1,6000</b>	<b>0,0268</b>	<b>0,000278%</b>	<b>59,66</b>

#### Total général

	<b>108 803</b>	<b>9 646</b>		
Proportion poussières / total	<b>0,00147%</b>	<b>0,00028%</b>		
Proportion tous gaz / total	<b>99,999%</b>	<b>99,9997%</b>		

(1) Il s'agit des "autres gaz rares", EDF détecte épisodiquement le krypton 85 m et le xénon 131 m, le calcul enveloppe étant effectué pour le krypton 88.

(2) Cette rubrique, renseignée dans le cas du dossier du CNPE du Blayais n'apparaît pas dans le dossier de Cattenom. En 1999 pour le CNPE du Blayais étaient détectés l'iode 135 et le brome 82.

Nous avons reproduit dans les tableaux T1 ci-dessus et T2, ci-dessous, respectivement pour les rejets atmosphériques et liquides, la composition des rejets :

1. pour le spectre théorique établi par EDF dans le cas des rejets aux limites demandées,
2. pour les rejets mesurés par EDF Cattenom en 2000 (sauf pour le carbone 14 qui est une estimation théorique).

**T2 : rejets radioactifs liquides du CNPE de Cattenom**

Rejets aux limites annuelles (GBq) <sup>2</sup>	Rejets réels mesurés en 2000 (GBq)	Fraction du total des rejets réels de 2000	ratio : limite / réel
---	------------------------------------	--	-----------------------

**Gestion combustible en mode Gemmes**

Tritium / 12,4 ans	160 000
--------------------	---------

**Gestion combustible en mode HTC**

Tritium / 12,4 ans	200 000	86000	99,93%	2,33
--------------------	---------	-------	--------	------

**Modes Gemmes et HTC**

Carbone 14 / 5730 ans	380	60	0,07%	6,33
-----------------------	-----	----	-------	------

Iode 131 / 8 jours	0,200	0,005	0,00001%	40,00
--------------------	-------	-------	----------	-------

**Autres produits de fission**

Cobalt 58 / 70,8 jours	15	0,56	0,0006507%	26,79
Argent 110 m	13	0,18	0,0002092%	72,22
Cobalt 60 / 5,3 ans	9	0,36	0,0004183%	25,00
Césium 137 / 30,2 ans	4	0,083	0,0000964%	48,19
Antimoine 124	3	0,088	0,0001023%	34,09
Césium 134 / 2,1 ans	2	0,024	0,0000279%	83,33
Manganèse 54	1	0,053	0,0000616%	18,87
Autres <sup>1</sup>	3		0,0000000%	

Chrome 51	0,037
Antimoine 125	0,038
Tellure 123m	0,016

<b>Total (GBq)</b>	<b>200 430,2</b>	<b>86 061,4</b>	<b>2,33</b>
--------------------	------------------	-----------------	-------------

(1) Il s'agit d'un ensemble de radioéléments pouvant être détectés de façon épisodique : antimoine 125, tellure 123 m, chrome 51, etc.  
 (2) Selon EDF, Le spectre est établi à partir du retour d'expérience. Il correspond à la moyenne des rejets de toutes les tranches 900 et 1 300 sur 3 années (1995-1996-1997).

**1 / Le dossier EDF Cattenom est très insuffisant en ce qui concerne l'évaluation de l'impact radiologique des rejets sur l'environnement.**

Le dispositif de contrôle de la radioactivité dans l'environnement mis en place par EDF Cattenom n'est pas en mesure de permettre une évaluation réaliste du marquage de l'environnement par les rejets radioactifs liquides et atmosphériques, ni de déterminer l'exposition ajoutée, ni de valider a posteriori les modèles utilisés par EDF pour calculer l'exposition chronique de la population aux rejets radioactifs du CNPE de CATTENOM.

Nous ne développerons ci-dessous que quelques exemples.

**1.1 Insuffisance des contrôles de la radioactivité de l'air**

Le CNPE de Cattenom dispose de 4 dispositifs de prélèvements des poussières atmosphériques. Ces dispositifs permettent de contrôler uniquement la concentration dans l'air ambiant des poussières radioactives rejetées par la centrale (radiocésiums et radiocobalts par exemple).

Or comme indiqué dans le tableau T1, plus de 99,99 % des radionucléides rejetés à l'atmosphère ne sont pas sous forme d'aérosols mais sous forme gazeuse.

Dans la composition officielle des rejets radioactifs atmosphériques de l'année 2000, on observe par exemple que :

- les gaz rares (isotopes radioactifs de l'argon, krypton, xénon) représentent près de 60 % de l'activité déclarée ,
- le tritium (hydrogène radioactif), plus de 31 %,
- le carbone 14 représenterait près de 9 % (estimation théorique, le carbone 14 serait rejeté selon EDF sous forme de gaz méthane à 80 % et de gaz CO2 à 20%),
- Les halogènes gazeux (iodes) près de 0,00039 %.

L'activité volumique de ces gaz<sup>1</sup> dans l'air que respirent les riverains n'est pas mesurée<sup>2</sup>. Ainsi le dispositif réglementaire d'analyse de la radioactivité de l'air laisse –t-il croire aux populations que l'air ambiant n'est pas contaminé. Les activités volumiques des aérosols, qui représentent moins de 0,0003 % de l'activité rejetée sont en effet quasi systématiquement inférieures<sup>3</sup> aux limites de détection).

**1.2 Insuffisance des contrôles de la radioactivité des eaux**

De même, le contrôle de la radioactivité des eaux de pluie est très insuffisant. EDF procède bien au dosage du tritium mais avec une limite de détection très élevée (de l'ordre de 35 à 40 Bq/l) qui masque totalement la contamination imputable aux rejets atmosphériques de tritium.

Les mêmes remarques sont applicables aux contrôles effectués par EDF Cattenom sur les eaux usées et les eaux souterraines (piézomètres N1 à N5).

<sup>1</sup> Cette lacune est d'autant plus significative que les arrêtés de 1988 autorisent une activité volumique moyenne hebdomadaire ajoutée, calculée après dispersion au niveau du sol, de 500 Bq/m3 pour les gaz.

<sup>2</sup> Page A 5/14, EDF note « L'analyse sur les aérosols est réalisée journallement, la mesure de tritium est réalisée une fois par semaine sur un prélèvement effectué en continu sous les vents dominants ». L'activité volumique en tritium ne doit pas dépasser dans l'air au niveau du sol 50 Bq/m3. Sauf erreur de notre part ce contrôle n'est pas décrit et les résultats ne sont pas mentionnés dans la pièce D : « Moyens de contrôle, de surveillance et d'intervention ».

<sup>3</sup> Le bilan radioécologique 1997 de l'IPSN (annexe C04 du dossier DARPE) présente les résultats de l'activité volumique bêta totale des aérosols de l'air mesurée par EDF à Cattenom au niveau des 4 stations AS1 à AS 4 (valeur exprimée en Bq/m3, 6 jours après le prélèvement). De 1987 à 1997, les moyennes annuelles sont toutes inférieures à la limite de détection de l'ordre de 0,5 à 0,7 mBq/m3.

Le tritium étant extrêmement mobile, il peut pourtant permettre de déceler une fuite mettant en cause d'autres radionucléides qui mettront plus de temps à se disperser dans l'environnement. En détectant au plus tôt une teneur anormale en tritium, il est possible de limiter l'impact d'autres pollutions.

Les contrôles réglementaires réguliers de la radioactivité des eaux de surface dans la retenue de Mirgenbach (qui reçoit les eaux de refroidissement), le ruisseau la Tenche (soumis aux eaux de ruissellement) et la Moselle (qui reçoit les effluents radioactifs) ne permettent pas non plus de déceler l'impact du site car les mesures réalisées ne sont pas suffisamment sensibles (seuil de détection trop élevé pour le tritium<sup>1</sup>, pas de mesure spécifique de l'activité du carbone 14, pas de spectrométrie gamma).

### 1.3 Insuffisance du contrôle de la radioactivité des denrées et bioindicateurs

#### Les mesures effectuées par EDF

S'agissant du contrôle de l'impact des rejets sur le milieu terrestre, le CNPE de Cattenom effectue des contrôles réglementaires mensuels de l'activité bêta totale sur 2 échantillons d'herbe et de lait.

Mais ces contrôles sont totalement inadaptés pour détecter la contamination en tritium et carbone 14 qui sont pourtant les principaux radionucléides rejetés dans l'atmosphère (après les gaz rares) et par voie liquide.

En effet, les rayonnements bêta de ces 2 radionucléides sont dans une gamme d'énergie qui échappe aux compteurs Bêta utilisés par EDF. Pour s'en convaincre, il suffit de prendre l'exemple du lait. L'activité bêta totale (hors potassium 40) mesurée par EDF Cattenom dans le lait est systématiquement inférieure à une limite de détection qui est de l'ordre de  $< 0,5$  à  $< 0,8$  Bq/litre. Or la seule activité du carbone 14 naturel représente plus de 10 Bq/l.

Dans le cadre de l'étude réalisée par la CRIIRAD pour la CLI de la centrale nucléaire du Blayais, la Direction des Installations Nucléaires de Bordeaux avait reconnu que les mesures réglementaires demandées à EDF ont « pour objet de constituer un point zéro actualisé en cas de rejet accidentel ».

**Les autorités reconnaissent donc bien que ces mesures « réglementaires » réalisées par EDF ne permettent pas d'apprécier l'impact des rejets chroniques d'une centrale nucléaire en fonctionnement normal.**

<sup>1</sup> Selon la propre modélisation d'EDF (code de calcul BLIQID), la concentration moyenne annuelle en tritium de l'eau de la Moselle (en supposant un mélange immédiat des effluents liquides) serait de 43,7 Bq/l pour un rejet aux limites de 200 TBq/an et de 19 Bq/l pour les rejets mesurés en 2000 (86 TBq). Avec une limite de détection pour le tritium dans les eaux de 30 à 40 Bq/l, EDF n'est donc pas en mesure de quantifier l'impact de ses rejets.

#### Les campagnes annuelles et décennales de l'IPSN

Des programmes de contrôle annuels censés être plus fins (études radioécologiques) sont réalisés pour EDF par l'IPSN (Institut de Protection et de Sécurité Nucléaire intégré désormais à l'IRSN).

Dans le dossier DARPE, EDF Cattenom s'appuie sur tous ces contrôles pour affirmer : « *Les campagnes de mesure de la radioactivité montrent que l'impact terrestre du CNPE de Cattenom, après 14 années d'exploitation, n'est pas perceptible* ».

Cette affirmation induit le public en erreur, en effet, sauf à de très rares exceptions, les programmes de suivi annuels de l'IPSN ne portent que sur les radionucléides émetteurs gamma. Or la majorité des rejets atmosphériques (hors gaz rares) et des rejets liquides sont constitués par le tritium et le carbone 14 qui ne sont pas détectables par spectrométrie gamma.

#### Le tritium

Le tritium ne semble avoir été recherché spécifiquement que lors du bilan décennal de 1997 et de façon très sommaire lors du bilan annuel de l'année 2000. Ces résultats sont présentés respectivement dans les annexes C-04 et C-05 du dossier et regroupés par nos soins dans le [tableau T3 en annexe](#).

- Concernant l'impact sur le **milieu terrestre**, l'IPSN indique en **1997** que « *L'activité du tritium de l'eau est inférieure à celle mesurée lors de l'état de référence. Elle est identique à celle de l'eau libre des salades, du lait et du vin. La teneur en tritium lié à la matière organique est indépendante du lieu de prélèvement pour les échantillons de sols, de mousses, de salades, et d'herbe. Il existe une variabilité des concentrations dans le lait dont l'origine peut provenir du type d'alimentation ou de l'eau d'abreuvement des vaches (exposition aux rejets liquides ou atmosphériques de la centrale)* ».

En réalité, ce programme de contrôle est totalement insuffisant pour vérifier l'impact des rejets tritiés de la centrale. Ainsi les salades analysées sont prélevées à 6,5 km de la centrale, les vins à 10,5 km, les sols de cultures céréalières à 5 km. Les mousses terrestres sont prélevées en 5 stations mais seulement 2 font l'objet de mesures de tritium, etc....

Compte tenu du marquage constaté sur le lait (environ **2 fois plus de tritium organiquement lié dans le lait** de Garche à 2,5 km Sud-Ouest de la centrale qu'à Basse Rentgen à 7,5 km au Nord), il aurait été souhaitable de lancer une seconde campagne de contrôle plus approfondie.

La concentration anormalement élevée en tritium organiquement lié des boues de la station d'épuration de Thionville n'est même pas commentée dans le rapport IPSN (ces boues ont été analysées car en 1997 la station de Thionville a centralisé les boues de



décantation des eaux usées de la région de Cattenom suite au dysfonctionnement de plusieurs installations).

- Concernant le **milieu aquatique**, les mesures réalisées par l'IPSN en **1997** mettent en évidence une augmentation de la teneur en tritium organiquement lié dans les sédiments, les plantes aquatiques (facteur 2), les anguilles (facteur 5) et les muscles de chevesnes (facteur 5) prélevés en aval du barrage de Koenigsmacker à environ 1 km en aval de la centrale (par comparaison à l'amont situé selon le cas à 3,5 km et 16 km en amont). L'IPSN conclut : « *La teneur en tritium lié à la matière organique des sédiments, des végétaux et des poissons est légèrement plus élevée en aval de la centrale qu'en amont* ».

**Malgré le marquage en tritium mis en évidence en 1997 dans le lait et les poissons, les programmes annuels de contrôle de l'IPSN ne comporteront plus aucune mesure de tritium jusque'en 2000.**

Pour l'année 2000, l'IPSN note que « *Pour la première année, l'eau de boisson ainsi que le lait collecté sous influence des vents dominants ont fait l'objet d'une mesure par scintillation liquide destinée à évaluer les concentrations en tritium libre* » et « *Une recherche du tritium libre a été entreprise sur deux végétaux aquatiques.* » Ces résultats sont présentés comme devant être commentés à la page 787 du rapport IPSN. Cette page ne figure pas dans la copie jointe en annexe du dossier DARPE de Cattenom. Les résultats sont par contre mentionnés pages C122 et C-126 du dossier DARPE, noyés au milieu des résultats de spectrométrie gamma : « *La concentration en tritium libre dans le lait de vache est inférieure à la limite de détection* », « *La concentration en tritium libre dans l'eau issue d'une nappe phréatique alimentée par la Moselle et située en aval du CNPE est de 2,04 Bq/l* », « *La concentration en tritium libre mesurée dans les végétaux est inférieure à la limite de détection en amont du CNPE et égale à environ 39 Bq/l à l'aval du barrage de Koenigsmacker* ».

Alors qu'en 1997, un marquage en tritium organiquement lié était mis en évidence dans le lait, et les végétaux aquatiques, en 2000 la mesure ne porte que sur le tritium libre. On constate cependant une contamination en tritium libre des végétaux aquatiques en aval de Cattenom.

Les contrôles réalisés par l'IPSN depuis 1998 sont totalement insuffisants tant en ce qui concerne le nombre d'échantillons que l'ensemble de la méthodologie (localisation des stations, types de matrices analysées, absence de dosage du tritium organiquement lié).

#### **Le carbone 14**

Le carbone 14 ne semble avoir été recherché spécifiquement par l'IPSN que lors du bilan décennal de 1997.

Ces résultats sont présentés dans l'annexe C 04 du dossier et regroupés par nos soins dans le [tableau T4 en annexe](#).

Dans le milieu terrestre l'IPSN a procédé au dosage du carbone 14 dans seulement 3 couples de denrées (salades, lait de vache, mousses terrestres). Les résultats ne font pas apparaître de différence réellement significative entre les zones réputées sous influence et les zones témoin, mais on peut s'interroger sur la représentativité d'une telle campagne compte tenu de la complexité de la rose des vents et du choix discutable des sites d'échantillonnage (salades prélevées à 6,5 km de la centrale).

Dans le milieu aquatique, l'IPSN a procédé en 1997 à une comparaison amont aval sur 3 plantes aquatiques, 2 anguilles et les muscles de chevesnes et brochet. Sur le plan méthodologique on peut s'étonner des choix de l'IPSN. Alors qu'il dispose de 3 échantillons de potamots (un amont, aval proche et aval lointain), il dose le carbone 14 sur l'amont et l'aval lointain et préfère un échantillon de myriophylles pour l'aval proche. De même s'agissant des poissons, alors qu'il dispose de chevesnes en amont et aval proche, il procède au dosage du carbone 14 sur les chevesnes amont et un brochet en aval. Malgré ces incohérences, l'impact des rejets de la centrale de Cattenom est manifeste. **L'activité spécifique du carbone 14 en aval proche est supérieure à l'amont d'un facteur 2 dans les plantes aquatiques, 3,3 dans les anguilles et 1,4 dans le muscle des brochets.**

Compte tenu de cet impact manifeste on ne peut que s'étonner de l'absence de mesures complémentaires de carbone 14 dans les suivis annuels réalisés par l'IPSN postérieurement à 1997.

**Compte tenu des lacunes identifiées dans les plans de contrôle d'EDF et de l'IPSN, la CRIIRAD considère que la population riveraine du CNPE de Cattenom n'est pas correctement informée de l'impact radioécologique de la centrale en particulier en ce qui concerne les rejets atmosphériques de gaz rares et les rejets liquides et atmosphériques de tritium et de carbone 14. Ceci est tout à fait inacceptable lorsque l'on sait que ces radionucléides représentent plus de 99 % des rejets atmosphériques et l'essentiel des rejets liquides.**

## 2 / Le dossier EDF n'apporte pas la preuve que l'exposition de la population autour de Cattenom est et restera acceptable

### Notions préliminaires

L'effet des rayonnements ionisants sur les êtres humains est déterminé à partir d'une évaluation des doses efficaces (en microSieverts :  $\mu\text{Sv}$ ). Officiellement en France, l'exposition moyenne de la population à la radioactivité naturelle est estimée à 2 400  $\mu\text{Sv}$  par an.

Les experts de la CIPR (Commission Internationale de Protection Radiologique) considèrent que toute dose de radiation augmente les risques de cancers et d'anomalies génétiques.

S'agissant de la radioactivité naturelle, la CIPR recommande donc depuis 1993 de limiter en particulier l'exposition au radon dans l'habitat. En effet, le nombre de morts par cancer du poumon imputables au radon pourrait s'élever à plusieurs milliers de cas chaque année en France.

S'agissant de l'exposition due aux activités humaines (non naturelle), la CIPR a édicté 3 principes en matière de protection sanitaire des populations contre les dangers liés aux rayonnements ionisants :

- la justification,
- l'optimisation,
- la détermination d'une limite annuelle de dose au-delà de laquelle les risques cancérigènes sont jugés inacceptables.

La limite de dose (ajoutée par les activités humaines) au-delà de laquelle les risques de cancer mortel étaient jugés inacceptables était de 15 000  $\mu\text{Sv}$  par an en 1952, elle est désormais de 1 000  $\mu\text{Sv}$  par an compte tenu de l'évolution des connaissances sur la dangerosité des rayonnements ionisants (cela correspond à un risque de 50 cancers mortels pour 1 million de personnes exposées). La directive Euratom de mai 1996 considère par ailleurs que toute pratique qui expose les individus du public à une dose supérieure à 10 microSieverts par an a un impact non négligeable sur le plan sanitaire.

### 2.1 L'exposition liée aux rejets radioactifs chroniques

Les calculs effectués par EDF pour évaluer l'exposition chronique annuelle de la population soumise aux rejets radioactifs du CNPE de Cattenom montrent que dans le cas des rejets de l'année 2000, environ 1/3 de la dose serait imputable au tritium et 2/3 au carbone 14. Ces 2 radionucléides induiraient à eux seuls plus de 98 % de la dose.

Une partie des résultats des calculs EDF sont regroupés dans les [tableaux T5 à T7 en annexe](#).

Dans le cas des rejets aux limites demandées (limite basse hors combustible HTC), la part du tritium serait

de 12,9 % et celle du carbone 14 de 70 % (La population du groupe critique ingérerait selon EDF 21 960 Bq de tritium et 3 852 Bq de carbone 14 et inhalerait 633 Bq de tritium et 111 Bq de carbone 14).

Cette répartition montre à quel point les lacunes dans le contrôle de l'impact environnemental de ces 2 radionucléides sont inacceptables.

Les doses évaluées par EDF sont très faibles :

- de l'ordre de 0,6  $\mu\text{Sv}/\text{an}$  pour les rejets mesurés en 2000,
- de l'ordre de 3,3  $\mu\text{Sv}$  pour les rejets aux limites demandées.

Si ces estimations étaient réalistes, l'impact radiologique de la centrale pourrait être qualifié de négligeable.

En réalité, les estimations de dose effectuées par EDF ne sont pas fiables car la modélisation utilisée est entachée de très nombreuses lacunes et incertitudes.

Quelques points significatifs sont listés ci-dessous :

- Incertitudes sur la connaissance exacte des rejets et doutes concernant l'existence de radionucléides non détectés (voir en annexe 1). Il est étonnant de constater par exemple que le nickel 63 (émetteur bêta de période égale à 100 ans) n'est pas pris en compte par le CNPE de Cattenom pour l'évaluation de l'impact des rejets liquides alors que sur d'autres centrales de même type, il est en 5<sup>ème</sup> position en terme d'activité rejetée (cf annexe 1).
- Incertitude sur la quantification des rejets de carbone 14. EDF reconnaît d'ailleurs que « *Très difficile à mesurer, les rejets sont estimés par calcul en attendant l'installation de dispositifs de mesure (page B-51)* ». La pertinence des chiffres proposés par EDF est étayée dans le dossier par une seule phrase : « *Ces valeurs tiennent compte de ces données théoriques et d'une campagne de mesures effectuée à Paluel en 1997* ». La CRIIRAD, malgré des demandes répétées à EDF Fessenheim et EDF Le Blayais, n'a jamais réussi à obtenir d'EDF les résultats détaillés de ces campagnes ni un bilan du retour d'expérience sur les premières centrales REP françaises qui mesurent le carbone 14 (depuis l'arrêté du 26 novembre 1999, la réglementation demande de comptabiliser à part ce radioélément). Cependant, on peut s'interroger sur la fiabilité des mesures à venir car EDF précise [page B-67] : « *A l'avenir, le carbone 14 sera mesuré dans chaque réservoir. Mais contrairement à ce qui est exigé pour les autres radionucléides, le rejet pourra être réalisé sans que le résultat d'analyse soit connu car il s'agit d'un contrôle a posteriori* ».
- Incertitudes sur la quantification des rejets de tritium. EDF précise que de nouveaux systèmes de prélèvement seront installés à la cheminée et permettront d'effectuer des prélèvements plus représentatifs. « *Les essais réalisés à la centrale de Cattenom ont montré une sous-estimation d'environ 60% des rejets actuels.* ».

- Les calculs présentés par EDF sont issus de modèles de transfert très théoriques, et en l'absence d'une comparaison modèle / mesures approfondie, ou de la réalisation de campagnes de mesures spécifiques dimensionnées pour tester les modèles, il n'est pas possible de se prononcer sur la validité des facteurs de transfert retenus. Ceci est d'autant plus important que, contrairement à ce qu'affirme EDF, les facteurs retenus ne sont pas forcément conservatoires.
- Certaines voies d'exposition ne sont pas prises en compte pour évaluer les doses. Compte tenu des activités rejetées, il est indispensable d'intégrer dans le modèle le tritium sous forme organiquement liée mais également les gaz rares pour lesquels l'exposition interne est supposée nulle dans le modèle au prétexte inexact qu'ils ne se diffuseraient pas dans l'organisme.
- Il faut rappeler que les facteurs de dose, et donc de risque, sont issus principalement des études réalisées sur les survivants d'Hiroshima et Nagasaki. Ils correspondent à une irradiation externe, intense et brève. Les populations riveraines d'une centrale sont, quand à elles, exposées à une irradiation externe et interne, chronique et à faible débit de dose. Il n'est donc pas du tout évident que les modèles dosimétriques soient applicables. Il est à ce propos regrettable que lorsque des problèmes sanitaires graves sont avérés, comme l'excès de leucémies chez les jeunes enfants autour de l'usine de retraitement de la Hague, les experts continuent à évaluer les risques à partir de modèles inadaptés au lieu de s'interroger sur la validité des modèles (c'est pour cette raison que la CRIIRAD a démissionné du Groupe Radioécologie Nord Cotentin).
- La radiotoxicité du tritium est totalement passée sous silence alors que de très nombreux experts dénoncent la méconnaissance des effets d'une contamination chronique par ce radionucléide. L'ouvrage « *2003 recommendations of the European Committee on Radiation Risk* » estime que la radiotoxicité du tritium est sous-estimée d'un facteur 10 à 30 (et celle du carbone 14 d'un facteur 5 à 20). De plus, le dossier EDF indique à tort que le tritium « *ne s'accumule pas dans les espèces vivantes* ». Ceci constitue une négation des études portant sur la transformation du tritium libre en tritium organiquement lié dans les cellules des végétaux et des animaux. Les problèmes spécifiques posés par des radionucléides comme le tritium et le carbone 14 sont dus au fait qu'en tant que constituants de base de la matière vivante, ces isotopes radioactifs de l'hydrogène et du carbone peuvent être intégrés à la molécule d'ADN elle-même par l'intermédiaire de ses précurseurs. Ce processus est particulièrement sensible chez l'embryon. Plusieurs études sur les souris ont mis en évidence l'induction de cancers et d'effets héréditaires par les molécules tritiées organiques. L'OPRI (Office de Protection Contre les Rayonnements Ionisants) indiquait d'ailleurs

dans son rapport annuel 1996 que « *S'agissant du tritium, l'attention de la communauté scientifique est focalisée sur les formes organiques dont certains auteurs établissent que leurs effets biologiques sont 1000 fois supérieurs à ceux de l'eau tritiée* ». L'OPRI précisait que les études en cours avaient montré que « *le tritium introduit sous forme de molécules organiques peut avoir une efficacité biologique considérable et tout à fait inexplicquée* ».

## 2.2 Non prise en compte des doses liées au transport et à la sortie de matières contaminées

Les situations d'exposition incidentelles individuelles liées à la sortie de matériels et vêtements contaminés, ou à l'irradiation externe lors du transport de matières irradiantes ne sont pas comptabilisées pour calculer les doses subies par les riverains du CNPE de Cattenom.

Ces voies d'exposition ne sont absolument pas traitées dans le dossier DARPE. La CRIIRAD a pourtant démontré (cf [annexe 2](#) concernant le CNPE du Blayais) qu'elles pourraient représenter, pour certains individus, des doses annuelles de plusieurs dizaines, voire centaines de microsievverts.

Les doses induites par les rejets radioactifs de Cattenom pendant toute une année conduisent ainsi selon les estimations d'EDF à des valeurs ridiculement faibles (700 fois plus faible que la radioactivité naturelle) alors que le simple fait de passer quelques minutes à 2 mètres d'un wagon de combustible irradié ou d'un transport de déchets irradiants peut conduire à une dose équivalente.

Des scénarios réalistes d'exposition, basés sur les chiffres détaillés dont seul dispose EDF devraient être impérativement présentés dans le dossier DARPE de Cattenom.

## 2.3 Non prise en compte des doses collectives

Aucune évaluation de la dose collective liée aux rejets du CNPE de Cattenom n'est effectuée, alors que certains des radionucléides prépondérants dans les rejets ont une longue (tritium : 12 ans), voire très longue période (carbone 14 : 5 730 ans). Ils présentent par ailleurs un fort pouvoir de diffusion dans l'environnement et font partie des éléments de base de la matière vivante.

De ce fait, l'impact radiologique des rejets radioactifs du CNPE de Cattenom n'est pas limité spatialement aux seuls riverains proches et n'est pas limité temporellement à la seule année où sont effectués les rejets. Cette problématique n'est pas abordée dans le dossier et EDF ne présente aucune contre-mesure pour limiter la dose collective.

## 2.4 Comparaison avec les limites de doses

Dès 1985, la CIPR recommandait d'abaisser la limite de dose maximale annuelle admissible de 5 000 à 1 000  $\mu\text{Sv}/\text{an}$  (déclaration de Paris). Cette nouvelle

limite fut intégrée en 1990 dans les textes de la CIPR (CIPR 60).

La directive Euratom de mai 1996 a abaissé cette limite à 1 000 µSv/an et elle a été intégrée récemment dans la réglementation française (Code de la Santé Publique et Décret du 4 avril 2002).

Dans le dossier DARPE de Cattenom EDF se réfère bien à la nouvelle limite de 1 000 µSv/an mais oublie de préciser que cette valeur constitue la limite annuelle réglementaire de l'exposition totale à l'ensemble des sources de rayonnement artificiel (exposition hors rayonnement naturel et médical).

Rappelons que cette limite, qui marque la limite du risque tolérable, correspond en effet à un risque cancérogène de  $5 \times 10^{-2}$  par sievert (ce qui signifie que, dans un groupe de 100 000 personnes exposées à une dose de 1 000 µSv, on s'attend à enregistrer 5 décès par cancer radio-induit).

Dans la mesure où plusieurs termes sources peuvent coexister, c'est à la somme de toutes ces contributions que doit être comparée la limite. L'exposition induite par la seule centrale de Cattenom doit donc être comparée à une contrainte de dose.

En Suisse, les valeurs admissibles de rejets, pour les centrales nucléaires, ont été fixées de manière à ce que la dose d'irradiation du groupe critique de la population reste inférieure à 200 µSv/an. Au niveau international, la contrainte de dose prenant en compte l'impact d'une seule installation est de 300 µSv/an.

**Dans le cas des populations riveraines de Cattenom, la prise en compte de l'ensemble des voies d'exposition (rejets radioactifs liquides et gazeux correctement comptabilisés avec révision des coefficients de dose pour le tritium et le carbone 14 et prise en compte du cas particulier du tritium organiquement lié, impact du transport et de la contamination diffuse) pourrait conduire à dépasser cette contrainte de dose.**

**Dans ces conditions, le dossier EDF qui passe cette problématique sous silence n'est pas recevable et l'augmentation des rejets de tritium ne devrait pas être autorisée.**

### **3 / Les phénomènes de rupture de gaine enregistrés ces dernières années ne sont pas présentés en détail. Ni leurs causes ni leurs conséquences ne sont analysées.**

EDF Cattenom n'a pas inclus dans son dossier DARPE une description détaillée des graves phénomènes de rupture de gaines enregistrés par la centrale de Cattenom depuis octobre 1999. Or, cette situation modifie totalement les évaluations d'impact sanitaire et environnemental, la sûreté de l'installation, les

évolutions possibles des rejets radioactifs à l'avenir, etc...

Le fait que ces problèmes soient occultés dans le dossier constitue un mensonge par omission qui devrait conduire à l'annulation de l'enquête publique en l'attente de la présentation d'un dossier complet.

Pour un complément sur cette problématique nous renvoyons à l'analyse présentée par WISE Paris<sup>1</sup>.

#### **3.1 Rappel du problème**

Dans une note datée du 11 juin 2001, la DSIN apporte les précisions suivantes :

*« Une augmentation du niveau de radioactivité du circuit primaire, significative d'un défaut d'étanchéité des gaines du combustible, a été constatée sur le réacteur N°3 du CNPE de Cattenom un mois après le redémarrage du réacteur, c'est-à-dire vers octobre 1999. Ce niveau de radioactivité est resté stable jusqu'en juin 2000 puis à régulièrement augmenté jusqu'à la fin du cycle de fonctionnement. Le réacteur a été déclaré en « Rupture de Gaine Sérieuse » à partir du 6 septembre 2000, critère qui entraîne une surveillance accrue de l'activité du circuit primaire et une réduction de l'amplitude des variations de puissance du réacteur. »*

Cette affaire a révélé d'inquiétants dysfonctionnements et aura des conséquences graves.

Nous allons les résumer ci dessous en citant largement le communiqué DSIN du 11 juin 2001.

#### **3.2 Manque d'anticipation d'EDF et fermeté insuffisante des autorités**

- La centrale n'a informé les autorités (DSIN) que le 18 octobre 2000 soit plusieurs semaines après la découverte des Ruptures de Gains Sérieuses.
- EDF ne semble pas maîtriser la mesure du niveau de contamination de l'eau du circuit primaire par du combustible (détection d'une activité alpha). Le CNPE de Cattenom a mesuré en effet 4 Bq/l. Mais selon WISE, les mesures d'activité alpha globale réalisées par 4 laboratoires sur un échantillon du fluide primaire auraient donné des résultats variant de 1,6 Bq/l (mesure CEA) à 30 Bq/l (mesure réalisée par une autre centrale EDF que Cattenom).
- Malgré les recommandations de la DSIN en novembre 2000, « d'étudier l'opportunité d'un arrêt anticipé du réacteur afin de limiter les conséquences de l'activité primaire sur la radioprotection lors de l'arrêt de tranche et sur l'environnement », la centrale de Cattenom a

<sup>1</sup> « Renouvellement des autorisations de rejets et de prélèvements de la centrale nucléaire de Cattenom / revue sommaire du dossier d'enquête publique » / WISE Paris / 8 septembre 2003.

« Les lacunes de la sûreté nucléaire d'EDF / Le cas de Cattenom » / WISE Paris / 3 septembre 2001.



« préféré poursuivre l'exploitation du réacteur comme prévu ».

- Bien que la DSIN note que la poursuite de l'exploitation n'était pas « contraire à la réglementation actuelle », la gravité de la situation conduit la DSIN à préciser qu'elle a « *entrepris une démarche visant à rendre à l'avenir plus sévères ces spécifications* ».

### 3.3 Gravité des conséquences

Le combustible nucléaire contient des radionucléides émetteurs alpha comme l'uranium 238 ou certains isotopes du plutonium. En fonctionnement normal, la gaine des crayons combustibles maintient ce combustible confiné et de ce fait il n'y a pas de contamination de l'eau du circuit primaire par les émetteurs alpha. Les émetteurs alpha sont les radionucléides les plus radiotoxiques par ingestion et par inhalation. A titre indicatif, l'uranium 238 et le plutonium 238 sont respectivement 200 et près de 3 000 fois plus radiotoxiques, par inhalation, que le césium 137 (émetteur bêta)

La contamination en émetteurs alpha du circuit primaire due aux défauts d'étanchéité des gaines a et aura selon la DSIN « *des conséquences en matière de radioprotection des travailleurs, de production de déchets et de rejets radioactifs* ». Il serait juste d'ajouter : de lourdes conséquences.

- Radioprotection des travailleurs : « *lors de l'arrêt du réacteur, le bâtiment réacteur a été évacué à quatre reprises à la suite de la détection d'émetteurs alpha dans l'atmosphère* », « *Etant donné que les matières radioactives dans le circuit primaire ne seront pas éliminées avant plusieurs cycles, ces risques alpha se manifesteront à nouveau lors des prochains arrêts de tranche* ».
- Production de déchets : « *Les radioéléments présents dans le circuit primaire vont aussi entraîner des difficultés dans la gestion des déchets (filtres, outils contaminés, etc.) : difficultés à discriminer et à tracer les déchets contenant des émetteurs alpha, difficultés à respecter les critères ANDRA d'activité alpha pour l'évacuation des déchets* ».
- Rejets radioactifs : « *Entre l'arrêt du réacteur et l'ouverture du circuit de refroidissement primaire, le site a dû purifier le fluide primaire pendant plus de 3 semaines alors que cette opération dure habituellement quelques jours...[/]...D'une manière générale, tout en respectant les autorisations, les rejets gazeux du site de Cattenom ont notablement augmenté à la suite des défauts du combustible. A titre d'illustration, pour les deux mois de la période du 1<sup>er</sup> janvier 2001 au 29 février 2001, les rejets gazeux du site ont été aussi élevés que sur l'ensemble de l'année 2000 pour les rejets de gaz rares et représentent environ le double de l'année 2000 pour les rejets d'halogènes et d'aérosols.* »
- Sûreté nucléaire : on peut s'interroger sur les conséquences de ces ruptures de gaine sur la sûreté, risques de blocage des grappes de commande, risque d'apparition de points chauds, etc..

### 3.4 Nécessité d'actualiser le dossier DARPE

Il est évident que ce type d'incident modifie totalement les hypothèses et calculs concernant l'évaluation de l'impact environnemental et sanitaire du CNPE de Cattenom d'une part et amplifie le caractère non pertinent du programme de surveillance radiologique.

Par exemple, le spectre retenu par EDF pour « *effectuer le calcul des conséquences radiologiques aux limites demandées* » pourrait être non représentatif.

En effet, dans le dossier DARPE, EDF Cattenom affirme que ce spectre « *est fondé sur une analyse du retour d'expérience des rejets réels de l'ensemble des centrales du parc nucléaire, mais il tient également compte de la possibilité de fonctionnement avec un gainage dégradé, ce qui justifie l'introduction de produits de fission tels que les iodes et les césiums. Cette approche permet des calculs conservatifs, enveloppant les situations possibles d'exploitation. Ce spectre, retenu pour les calculs aux limites annuelles d'autorisation demandées, est établi, pour les rejets liquides, à partir de la moyenne des rejets réels de toutes les tranches 900 et 1 300 MWe sur les années 1995-1997, et pour les rejets gazeux, à partir de la moyenne des rejets de l'ensemble des sites ayant fait l'objet d'une demande d'autorisation.* [page C-147] ».

Toute la question est de savoir jusqu'à quel niveau de dégradation des gainages le spectre est valide, puisqu'il est établi à partir du retour d'expérience effectué sur des sites qui n'ont pas a priori connus de tels problèmes de ruptures de gaines.

En effet, l'examen des assemblages de Cattenom 3 après déchargement a révélé que 92 crayons combustibles répartis sur 28 assemblages étaient endommagés. WISE Paris a noté : « *Il s'agissait d'un nombre inédit de défauts d'étanchéité, par rapport aux 5 à 10 défauts observés en moyenne et par an sur l'ensemble des 58 réacteurs du parc. Le chiffre annuel moyen habituel de 0,1 crayon par réacteur a été multiplié par 1000.* ».

Dans ces conditions, il est très probable que le spectre enveloppe ne soit plus du tout conservatoire. En effet, il est envisageable que des radionucléides particuliers soient relâchés par les crayons endommagés dans le circuit primaire et qu'une partie se retrouve dans les rejets. Afin de disposer d'informations fiables sur ce point il conviendrait de vérifier si EDF a procédé à des mesures spécifiques : spectrométrie alpha permettant de doser précisément le niveau de contamination en uranium et plutonium, dosage spécifique de l'iode 129 de très longue période (15,7 millions d'années) et du strontium 90, etc... Aucun de ces résultats ne figure dans le dossier DARPE.

**De même, c'est tout le programme de contrôle radiologique des effluents avant rejet d'une part et de la radioactivité dans l'environnement d'autre part qu'il faudrait revoir. Le dossier DARPE devrait préciser les résultats de l'ensemble des mesures**

de détection d'une activité alpha dans les effluents liquides et gazeux avant rejet et présenter des résultats de campagnes de mesure récentes portant sur la recherche d'une éventuelle contamination en émetteurs alpha dans l'environnement. Il convient de rappeler en effet que le programme de suivi réglementaire dans l'environnement réalisé par EDF ne comporte pas de mesure alpha (voir le tableau page D19 du dossier DARPE).

Une nouveau dossier, répondant à ces interrogations doit être exigé.

## 4 / L'évolution à la hausse des rejets du CNPE de Cattenom n'est pas justifiée et ses conséquences ne sont pas analysées

### 4.1 Des autorisations de rejet insuffisamment détaillées

Les gammes de radionucléides prises en compte pour fixer les autorisations sont insuffisamment détaillées et peuvent conduire à gommer des évolutions importantes pour certains radionucléides particuliers.

Les arrêtés anciens associés aux centrales du parc EDF prévoyaient 4 catégories de radionucléides

- 2 catégories pour les rejets à l'atmosphère : les gaz et « les halogènes gazeux et aérosols »,
- 2 catégories pour les rejets liquides : le tritium et « les radioéléments autres que le tritium, le potassium 40 et le radium ».

Depuis quelques années (postérieurement à 1995), les nouvelles autorisations doivent différencier :

- les catégories tritium, carbone 14 et gaz rares au sein de l'ancienne catégorie « gaz », ainsi que les iodes au sein de la catégorie « halogènes gazeux et aérosols ».
- Le carbone 14 d'une part et les iodes au sein de la catégorie « radioéléments autres que le tritium, le potassium 40 et le radium ».

Une telle évolution est un progrès notable réclamé par la CRIIRAD depuis de nombreuses années (compte tenu de l'importance radiologique du carbone 14), mais il ne va pas assez loin.

Il serait nécessaire de fixer une limite spécifique pour chaque radionucléide afin de permettre un suivi rigoureux et fiable des évolutions, des dysfonctionnements, des marges de progrès et d'évaluer finement les impacts radioécologiques et sanitaires. On peut déplorer en particulier que le nickel 63 n'apparaisse pas du tout dans cette comptabilité (voir annexe 1).

### 4.2 Des autorisations de rejet disproportionnées

Le principe d'optimisation impose à EDF de faire tout ce qui est économiquement et socialement raisonnable pour limiter l'impact radiologique de ses centrales et donc, entre autres, ses rejets radioactifs.

Un décalage entre le niveau des autorisations demandées et les possibilités techniques de l'exploitant n'est pas satisfaisant sur le plan de la radioprotection. En effet, il ne constitue pas une incitation forte à la réduction des rejets.

La Direction de la Sûreté des Installations Nucléaires (DSIN) considérait d'ailleurs que le maintien de limites trop élevées par rapport aux possibilités techniques « n'est pas justifiable ».

Pourtant dans le cadre du dossier soumis à enquête publique en septembre 2003, le CNPE de Cattenom maintient des demandes d'autorisation de rejet disproportionnées pour de très nombreux radionucléides.

En effet, les rejets déclarés par le CNPE de Cattenom pour l'année 2000 sont plus de 10 fois inférieurs aux valeurs du spectre de référence correspondant aux nouvelles limites de rejets demandées (voir tableaux T1 et T2) :

- Pour les rejets liquides : l'iode 131, les cobalt 58 et 60, l'argent 110m, les césiums 134 et 137, le manganèse 54 et l'antimoine 124 (facteur 18 à 83).
- Pour les rejets atmosphériques : certains gaz rares (xénon 133 et 135, argon 41), les iodes 131 et 133, les aérosols (facteur 60).

Note : dans le cas du CNPE du Blayais, la CRIIRAD a constaté que la centrale disposait d'un contrat de gestion élaboré en concertation avec l'échelon national, qui prévoyait des rejets radioactifs liquides (hors tritium) 400 fois inférieurs aux autorisations de rejet de 1981 et 16 fois inférieurs aux nouvelles demandes d'autorisation.

L'existence d'un tel plan pour Cattenom n'est pas mentionnée dans le dossier.

### 4.3 Des autorisations de rejet qui permettent de banaliser les incidents d'exploitation.

#### a / Les demandes d'EDF

On peut s'interroger sur la justification d'un tel décalage entre le niveau des autorisations et les possibilités techniques d'EDF. Ceci est particulièrement pertinent pour les radionucléides qui peuvent être très efficacement retenus par les systèmes de traitement avant rejet (aérosols et halogènes, rejets liquides hors tritium et carbone 14, etc..).

Ce décalage a pu être constaté par la CRIIRAD sur tous les dossiers DARPE qu'elle a pu étudier (Saint-Laurent des Eaux, Saint-Alban, etc..).

WISE Paris a analysé<sup>1</sup> les rejets du CNPE de Cattenom sur la période 1991-2002, en complétant les

<sup>1</sup> « Renouvellement des autorisations de rejets et de prélèvements de la centrale nucléaire de Cattenom / revue sommaire du dossier d'enquête publique » / WISE Paris / 8 septembre 2003.

données contenues dans le dossier DARPE (1991-2000) par les données actualisées transmises par EDF à la DGSNR.

WISE constate : «...Les années 2001 et, dans une moindre mesure, 2002, ont été marquées par des rejets en très forte augmentation par rapport à la période présentée dans le dossier...[7]. On constate que sur les quatre catégories de rejets prises en compte (rejets gaz, halogènes plus aérosols, rejets liquides tritium, rejets liquides hors tritium), les rejets de l'année 2001 sont les plus élevés de la série pour deux catégories, et les seconds pour les deux autres. Les rejets ont diminué en 2002 mais sont restés au-dessus des valeurs des dernières années pour les halogènes plus aérosols d'une part, et le tritium liquide d'autre part. L'analyse plus globale des rejets, par site, des 19 centrales du parc EDF en 2001 et 2002 montre Cattenom comme l'une des centrales les plus polluantes en rejets radioactifs dans l'atmosphère ou les eaux...[7]. En 2001, sur les 19 CNPE exploités en France par EDF, Cattenom est en tête des rejets pour 2 catégories sur 4 (les gaz et le tritium liquide) et seconde pour une troisième (halogènes et aérosols) ».

L'augmentation des rejets de Cattenom en 2001 et 2002 est probablement amplifiée par les dégradations intervenues sur le combustible. Il conviendrait que le dossier DARPE présente une description fine de cette évolution (par radionucléide et pas seulement pour les 4 catégories habituelles) et une analyse très détaillée des causes d'évolution des rejets de Cattenom.

Il est intéressant de comparer les autorisations de rejet demandées par le CNPE de Cattenom à celles des 4 autres centrales nucléaires EDF de même type (1 300 MW) qui ont fait l'objet de renouvellements de leurs autorisations de rejet (Flamanville, Paluel, Belleville et Saint-Alban).

Cette comparaison a été effectuée par WISE qui a constaté que « Rapportés aux nombre de réacteurs par site, les seuils sont partout identiques pour ces 4 centrales. Les autorisations demandées pour Cattenom sont égales à ces seuils, sauf pour le tritium liquide et gazeux où les valeurs demandées sont nettement supérieures. » (respectivement 40 000 à 50 000 GBq/an contre 30 000 GBq/an et 4 000 GBq/an contre 2 500 GBq/an).

L'ensemble de ces constats montre qu'en fait, les autorisations de rejets disproportionnées, permettent à EDF de banaliser des incidents comme la forte détérioration de l'intégrité des crayons de combustible en 1999-2001 à Cattenom 3.

Le caractère non contraignant des autorisations de rejet peut avoir des conséquences graves. Si les autorisations avaient été plus contraignantes, EDF n'aurait probablement pas pu poursuivre le cycle en cours à Cattenom 3 fin 1999 et en 2000, ce qui aurait permis de limiter les conséquences décrites au paragraphe 3. Dans la situation actuelle, les autorités ne peuvent que « demander à l'exploitant d'étudier l'opportunité d'un arrêt anticipé » et non pas l'imposer.

En ce sens des autorisations de rejets réellement contraignantes sont aussi un gage de sûreté accrue.

## b / La décision de la DGSNR

Dans les précédents dossiers instruits par la DGSNR et concernant des autorisations de rejet, la CRIIRAD a constaté que les autorisations délivrées par l'administration étaient pour certains radionucléides en baisse par rapport aux valeurs figurant dans les anciens arrêtés et par rapport aux valeurs demandées par les exploitants. Mais ces baisses relatives laissent penser qu'il y a progrès alors qu'en réalité les nouvelles valeurs ne constituent pas une vraie contrainte pour les exploitants. C'est pourquoi les citoyens doivent peser pendant l'enquête publique afin que les autorités imposent des limites réellement contraignantes.

### 4.4 La question de la justification de l'augmentation des rejets de tritium et des nouvelles gestion combustible est très insuffisamment traitée.

Dans le cadre du dossier DARPE, le CNPE de Cattenom demande des autorisations de rejets liquides de tritium plus importantes, de 160 000 GBq actuellement à 200 000 GBq dans le cas où serait adopté un nouveau mode de gestion dit HTC (combustibles à Haut Taux de Combustion), envisagé à partir des années 2006 à 2010.

Ceci constituerait une évolution négative a priori puisqu'au contraire depuis une dizaine d'années, les rejets de très nombreux radionucléides présents dans les effluents liquides avaient été abaissés.

EDF Cattenom signale par exemple « une diminution significative (des rejets liquides hors tritium et carbone 14) à partir de 1993, l'activité annuelle ainsi rejetée est passée en dessous de 10 GBq, sauf en 1994 où elle atteint 16 GBq. Cette année est marquée par des rejets importants d'argent 110m dont l'épuration sur déminéraliseur est inefficace. A partir de 1995, on observe une nette diminution des activités rejetées résultant du travail du comité environnement et d'une grande sensibilisation de l'exploitant vis à vis de l'environnement. La baisse des rejets de cobalt 58, césium 134, césium 137 et plus particulièrement l'argent 110m, est le résultat d'une diminution du terme source mais aussi d'une amélioration du traitement des effluents (purification acide) [pagesB64-B65]. ».

On observe en effet que les rejets liquides hors tritium et carbone 14 étaient inférieurs à 2 GBq de 1998 à 2000 (contre plus de 10 GBq en 1991 et 1992).

Dans le cas du tritium, une augmentation forte des autorisations et des rejets serait très significative puisqu'il constitue l'essentiel des rejets (en 2000 par exemple, le tritium représentait plus de 99,9 % des rejets radioactifs liquides). En fait les rejets de tritium liquide sont en augmentation assez régulière depuis une dizaine d'années (entre 40 et 50 TBq en 1991, de 80 à 90 TBq en 1999 et 2000).

EDF explique que : « La politique du site de Cattenom est de rejeter le tritium au fur et à mesure qu'il est produit afin d'éviter un stock de tritium trop important

dans les circuits, ce stock a eu tendance à augmenter<sup>1</sup> à **la suite du passage en mode GEMMES** dans les années 1996 / 1997. Cette tendance est observée sur l'ensemble des CNPE du palier 1 300 MW qui fonctionnent en mode GEMMES. Ceci s'explique par l'utilisation de combustibles plus enrichis et par le fait que les installations peuvent fonctionner, avec ces combustibles, une année entière sans arrêt pour rechargement.. »

Une augmentation encore accrue des rejets effectifs de tritium liquide par rapport à la tendance actuelle est justifiée par EDF par la perspective du passage à un nouveau combustible HTC. La justification de ce choix n'est développée qu'en 5 lignes dans le dossier [page B-67] :

« Cette gestion vise à obtenir plus de souplesse dans l'exploitation des tranches afin de pouvoir programmer les arrêts pour rechargement et maintenance en dehors de la période critique hivernale. Elle présente plusieurs avantages :

- meilleure gestion de la matière nucléaire (l'augmentation des taux de combustion permettra de réduire le nombre d'assemblages irradiés déchargés),
- meilleure programmation des arrêts de tranche,
- diminution du volume d'effluents, de déchets et réduction de la dosimétrie du fait de la diminution du nombre d'arrêts,
- amélioration de la disponibilité des tranches. ».

Les problèmes de perte d'intégrité des gaines à Cattenom 3 démontrent qu'au contraire les évolutions actuelles peuvent conduire à une dégradation de la situation radiologique (contamination par des émetteurs alpha), à une augmentation des rejets et à un arrêt de tranche prolongé. Ces problèmes ne sont pas présentés dans le dossier.

Dans son dossier, EDF ne présente en fait que les avantages qu'il voit à son projet HTC. Il oublie d'en décrire les inconvénients qui sont pourtant nombreux : exposition accrue des travailleurs et du public pour la fabrication de ces nouveaux combustibles, leur transport, leur gestion après irradiation, augmentation des risques de criticité, espacement des opérations de maintenance, etc.. Ces évolutions ne vont pas dans le sens d'un accroissement de la sûreté et de la radioprotection. Compte tenu de ces lacunes, on peut s'étonner que l'administration aie pu estimer le dossier recevable et prêt à être soumis à enquête publique.

Si l'on considère par ailleurs que les défauts d'intégrité des assemblages constatés à Cattenom depuis octobre 1999 sont dus justement à une nouvelle gestion trop poussée des combustibles (mode GEMMES), il est à craindre que le passage en mode HTC conduise à aggraver la situation. Or les causes exactes de ces ruptures de gaine ne sont pas clairement déterminées.

<sup>1</sup> EDF précise que « Les activités de tritium rejetées dans les effluents liquides sont en constante augmentation depuis le passage en mode GEMMES en 1996, (enrichissement complémentaire du combustible). Les rejets en tritium des effluents liquides du site qui étaient de 72 TBq en 1996 sont passés à 86 TBq en 2000 ». (annexe B-06).

Dans sa note d'information de juin 2001, la DSIN écrivait : « La nature et le nombre de défauts observés sur le réacteur N°3 de Cattenom **ont, à ce jour, les plus significatifs rencontrés en France sur les réacteurs en exploitation**. Selon EDF, ces défauts ont été causés par un phénomène vibratoire appelé *fretting*. Il s'agit de la vibration du crayon combustible à l'intérieur de la cellule de la grille qui le maintient, provoquant ainsi l'usure, puis le percement de ce crayon. Les traces de vibration ont été détectées en partie basse des crayons combustible endommagés. **L'origine de ce phénomène vibratoire est à l'heure actuelle inexpliquée** ».

On peut s'interroger sur l'influence respective de divers paramètres pour expliquer cette situation : le pilotage des réacteurs en suivi de réseau, l'augmentation des taux de combustion, la conception des nouveaux assemblages, etc..

L'intérêt de ces nouveaux modes de gestion sur le plan économique, de la sûreté et de la radioprotection est loin d'être évident lorsqu'il est mis en regard des conséquences négatives listées au paragraphe 3 ci-dessus.

Les conséquences radiologiques de la nouvelle gestion HTC ne sont pas analysées en détail. Elles risquent de conduire à un rejet accru d'autres produits d'activation et de fission et d'aggraver les problèmes de rupture de gaine alors même que depuis 2001 le site rencontre des situations de Rupture Sérieuse de Gains. Or la surveillance de l'étanchéité des gaines de combustible est un des facteurs clefs ayant permis jusqu'à présent, selon EDF, de « maîtriser les rejets à la cheminée des gaz rares et du tritium depuis 1991 ».

Il conviendrait bien entendu que des évolutions aussi fondamentales que ces modifications de combustibles (mode GEMME puis HTC) fassent l'objet d'analyses approfondies, incluses dans le dossier et totalement intégrées aux processus d'enquête publique.

De ce point de vue, le passage du CNPE de Cattenom en mode de gestion GEMMES à partir du 23 septembre 1996 aurait pu faire l'objet d'une enquête publique, si les autorités avaient eu un réel souci de radioprotection et de transparence.

En effet, le décret n°95-540 du 4 mai 1995 relatif aux rejets d'effluents liquides et gazeux et aux prélèvements d'eau des installations nucléaires de base prévoit à l'article 14 : « Toute modification apportée par l'exploitant à l'ouvrage, à l'installation, à son mode d'utilisation ...[/]...et de nature à entraîner des conséquences sur les rejets d'effluents liquides ou gazeux ou sur les prélèvements d'eau, doit être portée avant sa réalisation à la connaissance des ministres chargés de l'industrie et de l'environnement, qui consultent le ministre chargé de la santé . S'ils estiment que la modification est de nature à entraîner des dangers ou des inconvénients pour l'environnement, ils peuvent exiger le dépôt d'une nouvelle demande d'autorisation. ».



Il est utile de rappeler que dans le cas des modifications majeures du fonctionnement de l'usine de retraitement de la Hague demandées par la COGEMA, cette possibilité n'a pas été utilisée par les autorités, le directeur de la DGSNR ayant même affirmé de façon erronée que le cadre réglementaire ne le permettait pas.

#### 4.5 Les moyens mis en œuvre par EDF dans le domaine de l'optimisation sont insuffisamment décrits.

L'affaire des défauts d'intégrité des gaines sur Cattenom 3 et la façon dont EDF a géré la situation (décision de poursuivre l'exploitation) permet de s'interroger sur les efforts réels en termes d'optimisation des rejets face aux contraintes économiques.

La question de l'optimisation est décrite par EDF en une page du dossier DARPE (page B-70) et dans une note en annexe B-06. On retiendra : « *La réglementation générale relative aux rejets d'effluents radioactifs des Installations Nucléaires de Base (INB) repose notamment sur le principe d'optimisation. Cette approche a été intégrée dès la conception des ouvrages (possibilité de recyclage des effluents...) sur l'ensemble du parc de production. Pour le tritium, en particulier, il en a été tenu compte dans le choix du gainage des assemblages de combustible, dans l'utilisation de lithium enrichi.* »

On aurait attendu plus de précisions sur les efforts réalisés dès la conception pour limiter les rejets. L'expertise conduite par la CRIIRAD pour la CLI du Blayais a montré qu'EDF n'était pas en mesure d'explicitier de façon approfondie de quelle manière l'optimisation des rejets était réellement intégrée dans le choix des combustibles par rapport à d'autres contraintes.

Pour tous les radionucléides, Il serait légitime qu'EDF décrive de façon beaucoup plus approfondie dans le dossier DARPE les solutions qui ont été et pourraient être mises en œuvre pour limiter les rejets radioactifs aux trois étapes successives suivantes :

- production des radionucléides au sein du cœur du réacteur,
- production des effluents au sein de l'installation,
- traitement des effluents avant rejet dans l'environnement.

S'agissant des moyens de piéger le tritium dans les effluents avant rejet, on notera par exemple que dans son rapport environnement 2000, la COGEMA Marcoule précise : « *En 2000, les rejets de tritium ont baissé de 15 % grâce à l'utilisation de tamis moléculaires qui piègent le tritium* ». Cette technologie n'est même pas évoquée dans le dossier EDF.

Il est indispensable que le dossier DARPE présente également un bilan commenté détaillé de l'évolution des rejets et des moyens concrets mis en œuvre par le CNPE pour les limiter. Il serait utile pour interpréter correctement cette évolution que les rejets soient présentés pour chaque radionucléide et exprimés de

façon normalisée par rapport à l'énergie produite par l'installation.

## 5 / Violation de la convention OSPAR

La Convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du nord-est (« Convention OSPAR ») a été ouverte à la signature lors de la réunion ministérielle des Commissions d'Oslo et de Paris, à Paris, les 21-22 septembre 1992.

La Convention a été signée et ratifiée par toutes les Parties contractantes à la Convention d'Oslo et à la Convention de Paris (Belgique, la Commission des Communautés Européennes, Danemark, Finlande, France, Allemagne, Islande, Irlande, Pays-Bas, Norvège, Portugal, Espagne, Suède, Royaume-Uni de Grande Bretagne et d'Irlande du Nord), et par le Luxembourg et la Suisse.

La convention OSPAR est entrée en vigueur le 25 mars 1998. Elle remplace les Conventions d'Oslo et de Paris.

La Moselle se jette dans le Rhin et aboutit donc dans une zone couverte par la convention OSPAR au titre de l'annexe I : prévention et suppression de la pollution provenant de sources telluriques.

La réunion ministérielle de 1998 qui s'est tenue à SINTRA au Portugal a concerné clairement les stratégies à long terme concernant les substances radioactives : « *...l'objectif de la Commission consiste à prévenir la pollution de la zone maritime par les radiations ionisantes, ceci par des réductions progressives et substantielles des rejets, émissions et pertes de substances radioactives, le but étant en dernier ressort de parvenir à des teneurs, dans l'environnement, proches des teneurs ambiantes dans le cas des substances radioactives présentes à l'état naturel, et proches de zéro dans le cas des substances radioactives de synthèse* ».

Les rejets radioactifs liquides du CNPE de Cattenom rentrent donc bien a priori dans le champ de la convention OSPAR. Or cette problématique n'est pas abordée dans le dossier DARPE de Cattenom.

Dans la revue contrôle N°137, monsieur Bernard Reybrollet, EDF, division production nucléaire indique : « *...dans l'esprit de la convention OSPAR, la démarche d'EDF vise à améliorer les connaissances quant à l'impact des rejets sur l'environnement. Ainsi, malgré l'absence d'impact sur l'homme et l'environnement de nos centrales, nous poursuivons tout naturellement des recherches en radiobiologie et radiotoxicologie. De plus, nous encourageons le développement d'études épidémiologiques. Ces études nouvelles seront orientées en priorité vers les radioéléments les plus contributifs à la dose.* »

Le contenu de ce texte est très critiquable, en effet, il n'est pas possible de considérer qu'il y a « *absence d'impact sur l'environnement* » des rejets radioactifs du CNPE de Cattenom. Les mesures réalisées par l'IPSN en 1997 et 2000 ont montré au contraire :

- Une contamination en tritium des sédiments de la Moselle, des plantes aquatiques et des poissons en aval du CNPE et,
- Une contamination en carbone 14 des plantes aquatiques et des poissons en aval.

Compte tenu des quantités de tritium et de carbone 14 rejetées par voie liquide et des autorisations demandées (jusqu'à 200 000 milliards de becquerels pour le tritium et 380 milliards de becquerels pour le carbone 14), il est certain au contraire qu'il y a un impact en Moselle et que même s'il est très dilué, à l'embouchure du Rhin cet impact ne peut être éludé.

De plus, les études qu'aurait lancé EDF sur « *les radioéléments les plus contributifs à la dose* » ne sont pas évoquées dans le dossier DARPE. Elles devraient concerner en priorité, comme nous l'avons explicité au paragraphe 1 et 2 ci-dessus, le tritium et le carbone 14.

**L'augmentation des rejets de tritium demandée par EDF Cattenom constitue à notre avis une démarche qui s'inscrit en violation de la Convention OSPAR et des déclarations ministérielles de SINTRA en 1998.**

## Annexe 1 :

### Insuffisances de la caractérisation radiochimique des effluents des centrales nucléaires avant rejet et des études de conception / Le cas du CNPE du Blayais

Note : ce texte est issu du rapport d'étude effectué par la CRIIRAD pour la Commission Locale d'information de la centrale du Blayais à la demande du Conseil Général de la Gironde et de la DRIRE. Ce constat est transposable au cas de Cattenom.

Les éléments radioactifs présents dans l'air et les liquides avant rejet sont contrôlés par EDF, sur toutes les centrales françaises, selon des protocoles imposés par les autorités (ex-OPRI).

Cependant, ces procédures ne sont pas suffisamment pointues pour permettre d'identifier et de quantifier tous les radionucléides présents.

Ceci est particulièrement vrai pour les radionucléides qui n'émettent en se désintégrant que des rayonnements bêta. En effet, pour certains comme le tritium, le carbone 14 ou le nickel 63 l'énergie des rayonnements bêta émis est trop faible pour être correctement enregistrée par les appareils de contrôle. Dans ces cas là, il faut mettre en œuvre des moyens de mesure plus perfectionnés et spécifiques à chaque radionucléide.

C'est ainsi qu'EDF mesure à part le **tritium** présent dans les effluents.

Mais le **nickel 63** n'est mesuré que depuis 1994 par l'OPRI sur un échantillon représentatif des effluents liquides rejetés dans le mois. Il était important de le mesurer puisqu'il est, selon les années, en 5<sup>ème</sup> ou 6<sup>ème</sup> position en terme d'activité rejetée en Gironde par le CNPE du Blayais et qu'il présente une période physique<sup>1</sup> relativement longue (100 ans).

Le **carbone 14** n'est pas mesuré du tout. A partir des estimations théoriques sur son taux de production au sein de la centrale du Blayais, on peut estimer qu'il est pourtant en seconde position dans les rejets liquides (après le tritium) et en 3<sup>ème</sup> position dans les rejets gazeux (après les gaz rares et le tritium). Il est surprenant qu'il ne soit pas mesuré compte tenu de sa longue période physique (5 730 ans) et de sa disponibilité biologique (une fois rejeté dans l'environnement il va intégrer le cycle du carbone et se retrouver au cœur de nos cellules dont la matière est constituée entre autres d'atomes d'hydrogène et de carbone).

**La CRIIRAD estime, à partir de l'examen concernant le CNPE du Blayais, que le système de mesure de la radioactivité des émetteurs bêta avant rejets pourrait sous-estimer d'un facteur 5 les**

**activités réellement rejetées. Les incertitudes sur les activités réellement rejetées pour le carbone 14 et le nickel 63 pourraient masquer par ailleurs la présence d'autres radionucléides émetteurs bêta purs.**

La CRIIRAD a tenté de reconstituer une liste de tous les radionucléides susceptibles de se trouver dans le cœur du réacteur du fait des réactions de fission et d'activation. Mais EDF ne semble pas disposer de toutes les informations nécessaires à la réalisation d'un inventaire exhaustif. Les centrales nucléaires sont donc exploitées depuis plusieurs décennies alors que la liste des radionucléides qu'elles rejettent dans l'environnement n'est pas établie avec précision.

En effet, les spécialistes d'EDF s'attachent en priorité à prévoir la nature et l'activité des produits radioactifs à vie longue créés au sein des assemblages irradiés de manière à anticiper les conditions de leur entreposage par l'ANDRA. **Mais ces études ne semblent pas prendre suffisamment en compte l'inventaire radiologique du cœur par rapport aux rejets dans l'environnement durant le fonctionnement du réacteur.**

#### Recommandations

Il est donc possible que des radionucléides, produits de fission ou d'activation, soient rejetés par la centrale du Blayais ou d'autres centrales REP sans que les rejets ne soient comptabilisés ni déclarés correctement.

C'était le cas pour le nickel 63, qui n'est mesuré que depuis 1994 dans les rejets liquides du CNPE du Blayais et c'est toujours le cas du carbone 14, qui n'apparaît pas dans les déclarations de rejet (gaz et liquide) du Blayais. Le dosage spécifique du carbone 14 sera probablement imposé au CNPE du Blayais dans le cadre du renouvellement des autorisations de rejet, mais il n'est pas possible de garantir que d'autres émetteurs bêta purs ne méritent pas une égale attention.

La CRIIRAD a donc recommandé à la CLI qu'elle entame des démarches visant à obtenir :

- Que le dosage du carbone 14 dans les rejets soit imposé au CNPE et qu'il s'engage sur un calendrier pour la mise en œuvre de cette mesure.
- Qu'EDF et les autorités compétentes (IRSN / DGSNR) démontrent qu'aucun radionucléide important pour l'évaluation de l'impact des rejets n'est omis. A cette fin EDF pourrait fournir à la CLI une liste la plus exhaustive possible des radionucléides susceptibles de se trouver dans le cœur du réacteur, une évaluation de leur activité volumique dans le circuit primaire et dans les rejets, ainsi que le détail de sa méthodologie de comptage, en particulier bêta total.

<sup>1</sup> La période physique est le temps au bout duquel la moitié des atomes radioactifs s'est désintégrée. Il faut attendre 10 périodes pour qu'il reste 0,1 % des atomes radioactifs.

## Annexe 2 :

### L'exposition du public liée au transport de matières irradiantes et à la sortie de vêtements contaminés : le cas du CNPE du Blayais.

Note : ce texte est issu du rapport d'étude effectué par la CRIIRAD pour la Commission Locale d'information de la centrale du Blayais à la demande du Conseil Général de la Gironde et de la DRIRE. Ce constat est transposable au cas de Cattenom.

#### 2.1 Doses liées à la sortie de matières contaminées via la circulation des personnes et des matériels

Des matériels contaminés ou des personnes ayant des vêtements contaminés ont été détectés dans le passé en sortie de zone contrôlée voire en sortie de site du CNPE du Blayais. En 2000, 46 cas de contamination vestimentaire « comprise entre 800 et 10 000 Bq » ont été détectés.

Compte tenu des seuils de détection des portiques (50 000 Bq depuis janvier 1999, pour les portiques contrôlant le matériel et 3 000 Bq depuis avril 2000, pour les portiques C3 contrôlant les piétons), il est réaliste de considérer que, si les niveaux de contamination sont inférieurs à ces seuils de détection, les matériels ou les personnes affectées de ces contaminations quittent effectivement le site.

Pour des radionucléides émetteurs gamma moins irradiants que le cobalt 60 et pour des cocktails de radionucléides comprenant des émetteurs bêta purs, les activités susceptibles de ne pas être détectées seraient d'ailleurs supérieures aux valeurs données par EDF (valeurs correspondant à une contamination par le cobalt 60).

Selon le caractère fixé ou non fixé de cette contamination, et selon la nature des radionucléides en question, les doses subies par le public peuvent ne pas être négligeables (plusieurs dizaines à plusieurs centaines de microSieverts<sup>1</sup>), voire inacceptables au sens de la réglementation en vigueur (plus de 1 000 microSieverts).

Bien qu'il s'agisse d'expositions individuelles à faible probabilité d'occurrence, la CRIIRAD considère qu'il serait utile de comparer ces chiffres à celui de moins de 1 microsieverts, qui correspond, selon EDF, à l'exposition chronique du groupe de population le plus exposé aux rejets autorisés d'une année de fonctionnement du CNPE du Blayais.

Depuis 1998 des efforts importants ont été effectués dans le domaine de ce qu'EDF appelle la « *propreté*

*radiologique* ». Ces efforts sont essentiels car de nombreux dysfonctionnements ont existé dans le passé. Du fait de la mise en place de portiques de détection plus sensibles, les risques de sortie de matières ou vêtements contaminés sont donc en voie de diminution.

Compte tenu cependant du caractère non négligeable des doses potentielles liées à la sortie de matières ou vêtements contaminés, la CRIIRAD considère que les efforts d'EDF doivent être maintenus et approfondis, et qu'il serait utile :

- Que EDF fasse figurer, dans ses tableaux mensuels, les niveaux maximum de contamination, qu'ils soient inférieurs ou non aux différents seuils de notification de l'« écart », et précise la nature des radionucléides incriminés,
- Que la CLI soit informée chaque année des situations de détection de contamination<sup>2</sup> (voiries, déchets conventionnels, vêtements, etc..) et que ces dysfonctionnements fassent l'objet d'une revue critique et d'une présentation à la CLI. EDF pourrait expliciter à cette occasion les causes des contaminations, et les moyens mis en œuvre pour y remédier.

La vigilance sur ce plan doit être permanente. A titre indicatif, on peut rappeler que l'OPRI signale pour la période octobre / novembre 2001, la détection de points de contamination ou débits de dose non conformes, hors zone contrôlée, sur les sites EDF de Chinon, Saint-Laurent des Eaux et le Blayais.

#### 2.2 Doses liées au transport de matières radioactives

##### Notions préliminaires

Lors du transport de déchets irradiants ou de combustibles usés, un certain champ de radiation gamma et neutron est mesurable autour du colis et du véhicule même si aucune contamination surfacique n'est présente (la CRIIRAD a pu détecter, en 1998, près de Lyon, l'augmentation du flux gamma ambiant lié à l'approche d'un wagon de combustible usé à 40 mètres de distance).

En effet, la désintégration de certains radionucléides, ou certaines des réactions qui ont lieu au sein des substances radioactives transportées, conduisent à l'émission de rayonnements gamma et de neutrons qui traversent en partie les blindages.

Le Règlement International pour le Transport des Matières Dangereuses par le chemin de fer, complété par l'arrêté du 6 décembre 1996 dit arrêté RID fixe des limites de débit de dose très élevées (jusqu'à 2 000 microSieverts par heure au contact de la surface du wagon ou du véhicule et 100 microSieverts par heure à 2 mètres de celui-ci). Pour le transport par route, l'arrêté ADR fixe des limites comparables

Il suffit de stationner 6 minutes à 2 mètres de ce type de véhicule pour dépasser le seuil du risque

<sup>1</sup> L'inhalation d'une particule de 3000 Bq de cobalt 60 ou de 6 000 Bq de césium 137 pourrait représenter une dose efficace de 177 à 420 microSieverts (enfant de 2 à 5 ans).

<sup>2</sup> Et non pas seulement d'« écart ».



négligeable, 3 heures pour dépasser la contrainte de 300 microSieverts par an et 10 heures pour dépasser la dose maximale annuelle admissible.

Etant donné que ces matériaux transitent par le domaine public (sur route ou voie ferrée), la CRIIRAD attire l'attention de la CLI sur le fait que les limites de dose des règlements pour le transport des matières radioactives sont trop élevées par rapport aux limites fondamentales de dose pour le public ou certains groupes de travailleurs non DATR.

La CRIIRAD tient à signaler ici qu'elle a eu l'occasion à plusieurs reprises de suivre des véhicules de transport de matières radioactives et d'en mesurer le champ de radiation, sur des routes du réseau secondaire (à la Hague) ou sur autoroute (ASF). La CRIIRAD rappelle qu'il est important de veiller à ce que les automobilistes ne se trouvent pas trop près de ces véhicules (embouteillage ?, parking ?), et qu'elle a entrepris depuis plusieurs années des démarches auprès de la Commission Européenne pour faire réviser ces normes.

Compte tenu de ces éléments, la CRIIRAD recommande que la CLI demande à EDF d'apporter la preuve que tout est fait pour éviter que des personnes du public stationnent à proximité de ce type de véhicule ou de wagon. Dans ce cadre, EDF devrait également procéder à une estimation de l'exposition externe susceptible d'être subie par le public du fait des transports de matières irradiantes.

#### A / Transport de combustibles usés

Au cours de l'année 2000, le CNPE du Blayais a expédié 16 convois de combustible usé.

Les combustibles usés en château de transport sont expédiés sur remorque vers la gare de Saint-Yzan située à environ 30 km du CNPE du Blayais. Ils sont alors chargés sur wagon (selon EDF, la manutention dure 3 heures maximum), sur une aire spécifique louée à la SNCF, dans une « zone qui n'est pas accessible au public ».

Selon EDF, le camion ne part du CNPE du Blayais que « si la SNCF a donné le feu vert par fax. Il appartient à la gendarmerie de fixer l'itinéraire ».

La CRIIRAD a demandé communication du détail des mesures de débit de dose gamma et neutron réalisées sur les châteaux de combustible usé expédiés en 2000. Il n'existe pas en effet de tableau de synthèse tenu à jour pour toutes les années.

Les résultats des mesures de débits de dose (gamma et neutrons) effectuées par EDF varient dans la gamme suivante :

- au contact du véhicule : entre 50 et 390  $\mu\text{Sv/h}$  (soit jusqu'à 3 900 fois le bruit de fond),
- à 2 mètres du véhicule : entre 20 et 90  $\mu\text{Sv/h}$  (soit jusqu'à 900 fois le bruit de fond).

Une personne stationnant à 2 mètres du véhicule ou du wagon le plus irradiant pendant seulement 30 minutes

recevrait donc une dose de 45 microsievverts, soit plus de 4 fois supérieure au seuil du risque négligeable et plus de 150 fois supérieure à la dose annuelle calculée par EDF pour l'impact dû aux rejets réels de 1999.

La CRIIRAD, qui a eu l'occasion de mesurer sur le quai voyageur de la gare de Valognes (Manche) des débits de dose de 30  $\mu\text{Sv/h}$  (hors neutron) alors qu'un wagon de combustible usé était en stationnement, tient à souligner que ce type de situation n'est pas irréaliste.

#### B / Transport de déchets radioactifs

En 2000, le CNPE du Blayais indique avoir expédié 37 colis de déchets radioactifs<sup>1</sup> par route (40 à 50 habituellement).

Un tableau de synthèse concernant les résultats des contrôles du niveau de rayonnement au contact des colis de déchets radioactifs n'a pu être élaboré par EDF compte tenu du nombre de colis traités.

A défaut EDF, a fourni à la CRIIRAD un « exemple de débit de dose de convoi de déchets ». Les débits de dose mesurés au contact sont de l'ordre de 80 à 120  $\mu\text{Sv/h}$  (soit 800 à 1 200 fois supérieurs à la normale) et 20 à 30  $\mu\text{Sv/h}$  à 2 mètres (soit 200 à 300 fois supérieurs à la normale). Mais EDF ne précise pas s'il s'agit de valeurs représentatives ou d'exemples pris au hasard.

Il serait utile de disposer d'une évaluation des situations (occurrence, durée et distance) où des personnes peuvent stationner à proximité d'un wagon ou d'un camion transportant des déchets radioactifs ou combustibles irradiés. Les débits de dose mesurés par EDF à 2 mètres des colis de déchet ou des châteaux de transport sont en effet de l'ordre de 20 à 90  $\mu\text{Sv/h}$ .

Dans un souci de transparence, la CRIIRAD recommande à la CLI d'obtenir d'EDF les résultats des mesures de débit de dose réalisées à proximité des convois de transport de matières irradiantes, complétés par une synthèse annuelle et l'évaluation de l'exposition résultante pour le public.

La CRIIRAD considère également que les procédures de transport doivent être revues soit par un abaissement des débits de dose autorisés soit par un encadrement strict des transports interdisant toute approche de personnes du public ou de travailleurs non DATR. Ces doses pourraient être en effet de plusieurs dizaines, voire centaines, de microSieverts si des précautions spécifiques<sup>2</sup> ne sont pas prises (panneaux précisant par exemple qu'il ne faut pas approcher, etc ..).

<sup>1</sup> Pour l'année 2001, 47 colis au 31 octobre 2001.

<sup>2</sup> En effet, puisque des débits de dose très élevés sont considérés comme normaux par EDF et par les autorités, il a pu se développer une culture de banalisation du risque. Des cheminots ont indiqué avoir mangé leurs sandwiches à côté de wagons de combustible irradié (pour bénéficier de la chaleur). Lors des scandales liés au non respect des normes de contaminations surfaciques, EDF (CNPE du Bugey) a autorisé des journalistes à monter sur les châteaux de transport au prétexte qu'il n'y avait pas de contamination surfacique. Or l'irradiation externe subsiste même si le convoi est « propre ».

### Tableau T3 : Mesures de tritium réalisées par l'IPSN en 1997 et 2000 dans l'environnement du CNPE de CATTENOM.

Tableau réalisé par la CRIIRAD à partir des annexes C04 et C05 du dossier soumis à enquête publique.

Localisation	Lieu	Type	Date de prélèvement	Tritium libre	Tritium organ (Bq/l)	Tritium organ (Bq/Kg MO)
<b>Milieu terrestre / IPSN 1997</b>						
6 km SO	Thionville	Eau de Boisson	22/04/97	1,4 +/-0,13	Non analysé	Non analysé
6 km SE	Koenigsmacker	Eau de Boisson	22/04/97	2,00+/-0,15	Non analysé	Non analysé
5 km OSO	Hettange-grande	sol de blé 0-20 cm	27/08/97	non	8,71+/-0,25	2,92+/-0,2
7,5 km N	Basse Rentgen	sol de blé 0-20 cm	27/08/97	non	3,90+/-0,14	3,05+/-0,20
6,5 km SO	Manom	Salade	27/08/97	1,74+/-0,15	5,89+/-0,31	2,93+/-0,22
35 km ESE	Metz	Salade	27/08/97	1,55+/-0,14	5,41+/-0,20	2,64+/-0,17
7,5 km N	Basse Rentgen	Herbe	22/04/97	non	3,79+/-0,16	2,20+/-0,15
2,5 km SO	Garche	Herbe	23/04/97	non	3,84+/-0,13	2,27+/-0,15
7,5 km N	Basse Rentgen	sol prairie 0-5 cm	22/04/97	non	6,40+/-0,21	3,99+/-0,25
2,5 km SO	Garche	sol prairie 0-5 cm	23/04/97	non	5,28+/-0,16	3,54+/-0,22
7,5 km N	Basse Rentgen	Lait de vache	22/04/97	non	1,81+/-0,14	1,06+/-0,10
7,5 km N	Basse Rentgen	Lait de vache	27/08/97	2,08+/-0,11	3,42+/-0,14	1,89+/-0,13
2,5 km SO	Garche	Lait de vache	23/04/97	non	8,42+/-0,23	3,28+/-0,20
2,5 km SO	Garche	Lait de vache	27/08/98 ??	1,78+/-0,12	6,55+/-0,21	3,60+/-0,23
8 km N	Preisch	mousses terrestres	22/04/97	non	9,53+/-0,26	5,18+/-0,31
2 km OSO	Forêt de Garche	mousses terrestres	23/04/97	non	7,10+/-0,21	3,77+/-0,23
10,5 km NE	Contz-les bains	Vin blanc	cuvée 1995	2,04+/-0,13	Non analysé	Non analysé
40 km SSO	Vaux	Vin blanc	cuvée 1995	2,08+/-0,15	Non analysé	Non analysé
6,2 km SSO	Thionville STEP	Boues épais.	28/08/97	non	207,17+/-5,26	112,65+/-6,63
<b>Milieu aquatique / IPSN 1997</b>						
3,5 km amont	Haute-Ham	Sédiments	01/07/97	non	15,42+/-0,43	6,06+/-0,38
1 km aval	aval barrage Koenigsmacker	Sédiments	01/07/97	non	23,14+/-0,61	5,81+/-0,38
13,5 km aval	barrage Apach	Sédiments	30/06/97	non	27,79+/-0,73	14,95+/-0,96
16 km amont	Uckange	Potamot	30/06/97	non	11,63+/-0,33	5,96+/-0,38
1 km aval	aval barrage Koenigsmacker	Myriophylle	01/07/97	non	22,78+/-0,60	10,09+/-0,63
13,5 km aval	barrage Apach	Potamot	30/06/97	non	11,29+/-0,32	5,51+/-0,35
16 km amont	Uckange	Anguille	30/06/97	non	3,79+/-0,18	1,20+/-0,09
1 km aval	aval barrage Koenigsmacker	Anguille	01/07/97	non	14,40+/-0,39	6,80+/-0,42
16 km amont	Uckange	muscle Chevesne	30/06/97	non	4,06+/-0,14	2,33+/-0,15
1 km aval	aval barrage Koenigsmacker	muscle Chevesne	01/07/97	non	20,44+/-0,53	10,67+/-0,65
1 km aval	aval barrage Koenigsmacker	muscle Brochet	01/07/97	non	non	non
<b>Milieu terrestre / IPSN 2000</b>						
2,7 km SE	Cattenom village	Eau de Boisson	04/04/00	non publié	Non analysé	
2,5 km SSO	Garche	Lait	05/09/00	non publié	Non analysé	
<b>Milieu aquatique / IPSN 2000</b>						
3,5 km amont	Haute-Ham	Potamot	27/06/00	non publié	Non analysé	
1 km aval	aval barrage Koenigsmacker	Potamot	27/06/00	non publié	Non analysé	

### Tableau T4 : Mesures de carbone 14 réalisées par l'IPSN en 1997 dans l'environnement du CNPE de CATTENOM.

Tableau réalisé par la CRIIRAD à partir des annexes C04 du dossier soumis à enquête publique.

Localisation	Lieu	Type	Date de prélèvement	C14 Bq/kg C	C14 Bq/kg sec
<b>Milieu terrestre / IPSN 1997</b>					
6,5 km SO	Manom	Salade	27/08/97	250,26+/-4,2	102
35 km ESE	Metz	Salade	27/08/97	250,62+/-5,78	104,6
7,5 km N	Basse Rentgen	Herbe	22/04/97		
2,5 km SO	Garche	Herbe	23/04/97		
7,5 km N	Basse Rentgen	Lait de vache	22/04/97	253,77+/-8,10	132
2,5 km SO	Garche	Lait de vache	23/04/97	259,79+/-8,52	133
8 km N	Preisch	mousses terrestres	22/04/97	250,52+/-6,79	100,3
2 km OSO	Forêt de Garche	mousses terrestres	23/04/97	253,69+/-7,43	99,8
10,5 km NE	Contz-les bains	Vin blanc	cuvée 1995		
40 km SSO	Vaux	Vin blanc	cuvée 1995		
6,2 km SSO	Thionville STEP	Boues épaiss.	28/08/97	194,98+/-4,93	60
<b>Milieu aquatique / IPSN 1997</b>					
16 km amont	Uckange	Potamot	30/06/97	223,20+/-7,29	84,2
1 km aval	aval barrage Koenigsmacker	Myriophylle	01/07/97	454,09+/-14,02	160,6
13,5 km aval	barrage Apach	Potamot	30/06/97	327,07+/-8,26	118,6
16 km amont	Uckange	Anguille	30/06/97	213+/-4	48 Bq/kg frais
1 km aval	aval barrage Koenigsmacker	Anguille	01/07/97	702+/-18	149 Bq/kg frais
16 km amont	Uckange	muscle Chevesne	30/06/97	248,65+/-5,21	26,2 Bq/kg frais
1 km aval	aval barrage Koenigsmacker	muscle Chevesne	01/07/97		
1 km aval	aval barrage Koenigsmacker	muscle Brochet	01/07/97	339,98+/-7,83	34,6 Bq/kg frais

## Tableau T5 : Evaluation par EDF des doses induites par les rejets radioactifs gazeux du CNPE de Cattenom (code MIRRAGE)

Tableau réalisé par la CRIIRAD à partir des annexes C06-7-8 du dossier soumis à enquête publique. Ce tableau ne comporte que des extraits.

	Aux limites	rejets de 2000	ratio limites / 2000
<b>Lieu : Warpich à 1 300 m</b>			
Rejet annuel de tritium GBq/an	16 000	3 030	5,28
Rejet annuel de carbone 14 GBq/an	2 800	850	3,29
Rejet annuel de xenon 133 GBq/an	54 900	3 470	15,82
CTA moyen s/m3	1,48E-07	1,48E-07	1,00
Concentration tritium dans l'air Bq/m3	7,54E-02	1,43E-02	5,28
Concentration carbone 14 dans l'air Bq/m3	1,32E-02	4,01E-03	3,29
Concentration xenon 133 dans l'air Bq/m3	2,59E-01	1,64E-02	15,82
Concentration tritium dans l'eau de pluie Bq/l	0,10	0,02	5,28
Concentration carbone 14 dans l'eau de pluie Bq/l	0,00	0,00	
Concentration xenon 133 dans l'eau de pluie Bq/l	non calculé	non calculé	
Concentration tritium dans légume feuille Bq/kg frais	8,88	1,68	5,28
Concentration carbone 14 dans légume feuille Bq/kg frais	0,49	0,15	3,29
Concentration tritium dans légume racine Bq/kg frais	7,11	1,35	5,28
Concentration carbone 14 dans légume racine Bq/kg frais	1,00	0,30	3,29
Concentration tritium dans légume fruit Bq/kg frais	8,56	1,62	5,28
Concentration carbone 14 dans légume fruit Bq/kg frais	0,90	0,27	3,29
Concentration tritium dans fourrage Bq/kg frais	8,65	1,64	5,28
Concentration carbone 14 dans fourrage Bq/kg frais	2,23	0,68	3,29
Concentration tritium dans foin Bq/kg frais	5,60	1,06	5,28
Concentration carbone 14 dans foin Bq/kg frais	4,59	1,39	3,29
Concentration tritium dans maïs Bq/kg frais	5,23	0,99	5,28
Concentration carbone 14 dans maïs Bq/kg frais	5,01	1,52	3,29
Concentration tritium dans herbe Bq/kg frais	8,79	1,66	5,28
Concentration carbone 14 dans herbe Bq/kg frais	2,23	0,68	3,29
Concentration tritium dans lait Bq/kg frais	9,17	1,74	5,28
Concentration carbone 14 dans lait Bq/kg frais	0,93	0,28	3,29
Concentration tritium dans viande Bq/kg frais	7,81	1,48	5,28
Concentration carbone 14 dans viande Bq/kg frais	3,69	1,12	3,30
Activité tritium ingérée Bq/an	1 960	371	5,28
Activité carbone 14 ingérée Bq/an	352	107	3,29
Activité tritium inhalée Bq/an	633	120	5,28
Activité carbone 14 inhalée Bq/an	111	34	3,29
Dose tritium inhalée Sv/an	1,14E-08	2,16E-09	5,28
Dose carbone 14 inhalée Sv/an	3,95E-10	1,20E-10	3,29
Dose tritium ingérée Sv/an	3,53E-08	6,68E-09	5,28
Dose carbone 14 ingérée Sv/an	2,04E-07	6,20E-08	3,29
Dose tritium totale Sv/an	4,67E-08	8,84E-09	5,28
Dose carbone 14 totale Sv/an	2,05E-07	6,22E-08	3,29
Dose totale atmos code Mirrage Sv/an	3,58E-07	7,36E-08	4,86
Ajout du Kr 88 (panache) Sv/an	6,82E-08	non	
Dose totale avec Kr 88	4,26E-07	non	
Ajout du Xe 131 m et Xe 133 m (réels 2000)	non	2,06E-11	
Dose totale avec Xe 131 et 133 m (réels 2000)	non	7,37E-08	
Contribution du tritium à la dose totale atmos	11,0%	12,0%	0,91
Contribution du carbone 14 à la dose totale atmos	48,1%	84,4%	0,57



## Tableau T6 : Evaluation par EDF des doses induites par les rejets radioactifs liquides du CNPE de Cattenom (code BLIQID)

Tableau réalisé par la CRIIRAD à partir des annexes C09-10-11 du dossier soumis à enquête publique. Ce tableau ne comporte que des extraits. Pour le tritium il s'agit de la limite actuelle hors combustible HTC.

	Aux limites	rejets de 2000	ratio limites / 2000
Rejet annuel de tritium Bq/an	160 000 000 000 000	86 000 000 000 000	1,86
Rejet annuel de carbone 14 Bq/an	380 000 000 000	60 000 000 000	6,33
Rejet annuel de iode 131 Bq/an	200 000 000	5 000 000	40,00
<b>Concentration moyenne eau du fleuve tritium Bq/l</b>	35,00	19,00	1,84
Concentration moyenne eau du fleuve carbone 14 Bq/l	0,08	0,01	6,38
Concentration moyenne eau du fleuve iode 131 Bq/l	0,00	0,00	39,09
Concentration tritium dans salade Bq/kg frais	12,00	6,50	1,85
Concentration carbone 14 dans salade Bq/kg frais	0,48	0,08	6,32
Concentration tritium dans pomme de terre Bq/kg frais	12,00	6,50	1,85
Concentration carbone 14 dans pomme de terre Bq/kg frais	0,99	0,16	6,19
Concentration tritium dans fruit Bq/kg frais	12,00	6,50	1,85
Concentration carbone 14 dans fruit Bq/kg frais	0,90	0,14	6,43
<b>Concentration tritium dans herbe Bq/kg frais</b>	12,00	6,50	1,85
<b>Concentration carbone 14 dans herbe Bq/kg frais</b>	2,20	0,35	6,29
Concentration tritium dans maïs Bq/kg frais	12,00	6,50	1,85
Concentration carbone 14 dans maïs Bq/kg frais	5,00	0,78	6,41
Concentration tritium dans foin Bq/kg frais	12,00	6,50	1,85
Concentration carbone 14 dans foin Bq/kg frais	4,50	0,72	6,25
<b>Concentration tritium dans poisson Bq/kg frais</b>	35	19	1,84
<b>Concentration carbone 14 dans poisson Bq/kg frais</b>	280	43	6,51
<b>Concentration tritium dans lait Bq/kg frais</b>	21,00	11,00	1,91
<b>Concentration carbone 14 dans lait Bq/kg frais</b>	0,92	0,15	6,13
Concentration tritium dans viande Bq/kg frais	21,00	11,00	1,91
Concentration carbone 14 dans viande Bq/kg frais	3,70	0,58	6,38
Activité tritium ingérée Bq/an	20 000	11 000	1,82
Activité carbone 14 ingérée Bq/an	3 500	550	6,36
Dose tritium ingérée Sv/an	3,60E-07	2,00E-07	1,80
Dose carbone 14 ingérée Sv/an	2,00E-06	3,20E-07	6,25
Dose totale liquide code Bliqid Sv/an	2,60E-06	5,20E-07	5,00
ajout exposition sédiments	1,22E-07	4,68E-09	26,07
Dose totale avec sédiments	2,72E-06	5,25E-07	5,19
Contribution du tritium à la dose totale liquide	13,2%	38,1%	0,35
Contribution du carbone 14 à la dose totale liquide	73,5%	61,0%	1,20

## Tableau T7 : Evaluation par EDF des doses induites par les rejets radioactifs liquides et gazeux du CNPE de Cattenom

Tableau de synthèse réalisé par la CRIIRAD à partir des annexes C06 à C011 du dossier soumis à enquête publique. Ce tableau ne comporte que des extraits. Pour le tritium il s'agit de la limite actuelle hors combustible HTC.

	Aux limites atmos	Aux limites liquides	Aux limites atmos + liquide	rejets de 2000 atmos	rejets de 2000 liquides	rejets de 2000 atmos + liquide
Rejet annuel de tritium GBq/an	16 000	160 000	176 000	3 030	86 000	89 030
Rejet annuel de carbone 14 GBq/an	2 800	380	3 180	850	60	910
salade			salade			
Concentration tritium dans légume feuille Bq/kg frais	8,88	12,00	20,88	1,68	6,50	8,18
Concentration carbone 14 dans légume feuille Bq/kg frais	0,49	0,48	0,97	0,15	0,08	0,23
pomme de terre			pomme de terre			
Concentration tritium dans légume racine Bq/kg frais	7,11	12,00	19,11	1,35	6,50	7,85
Concentration carbone 14 dans légume racine Bq/kg frais	1,00	0,99	1,99	0,30	0,16	0,46
fruit			fruit			
Concentration tritium dans légume fruit Bq/kg frais	8,56	12,00	20,56	1,62	6,50	8,12
Concentration carbone 14 dans légume fruit Bq/kg frais	0,90	0,90	1,80	0,27	0,14	0,41
fourrage			fourrage			
Concentration tritium dans fourrage Bq/kg frais	8,65		8,65	1,64		1,64
Concentration carbone 14 dans fourrage Bq/kg frais	2,23		2,23	0,68		0,68
foin			foin			
Concentration tritium dans foin Bq/kg frais	5,60	12,00	17,60	1,06	6,50	7,56
Concentration carbone 14 dans foin Bq/kg frais	4,59	4,50	9,09	1,39	0,72	2,11
maïs			maïs			
Concentration tritium dans maïs Bq/kg frais	5,23			0,99		
Concentration carbone 14 dans maïs Bq/kg frais	5,01			1,52		
Herbe			Herbe			
Concentration tritium dans herbe Bq/kg frais	8,79	12,00	20,79	1,66	6,50	8,16
Concentration carbone 14 dans herbe Bq/kg frais	2,23	2,20	4,43	0,68	0,35	1,03
lait			lait			
Concentration tritium dans lait Bq/kg frais	9,17	21,00	30,17	1,74	11,00	12,74
Concentration carbone 14 dans lait Bq/kg frais	0,93	0,92	1,85	0,28	0,15	0,43
viande			viande			
Concentration tritium dans viande Bq/kg frais	7,81	21,00	28,81	1,48	11,00	12,48
Concentration carbone 14 dans viande Bq/kg frais	3,69	3,70	7,39	1,12	0,58	1,70
Activité tritium ingérée Bq/an	1 960	20 000	21 960	371	11 000	11 371
Activité carbone 14 ingérée Bq/an	352	3 500	3 852	107	550	657
Activité tritium inhalée Bq/an	633		633	120		120
Activité carbone 14 inhalée Bq/an	111		111	34		34
Dose tritium inhalée Sv/an	1,14E-08		1,14E-08	2,16E-09		2,16E-09
Dose carbone 14 inhalée Sv/an	3,95E-10		3,95E-10	1,20E-10		1,20E-10
Dose tritium ingérée Sv/an	3,53E-08	3,60E-07	3,95E-07	6,68E-09	2,00E-07	2,07E-07
Dose carbone 14 ingérée Sv/an	2,04E-07	2,00E-06	2,20E-06	6,20E-08	3,20E-07	3,82E-07
Dose tritium totale Sv/an	4,67E-08		4,07E-07	8,84E-09		2,09E-07
Dose carbone 14 totale Sv/an	2,05E-07		2,20E-06	6,22E-08		3,82E-07
Dose totale atmos code Mirage Sv/an	3,58E-07		3,58E-07	7,36E-08		7,36E-08
Ajout du Kr 88 (panache) Sv/an	6,82E-08		6,82E-08	non		non
Dose totale avec Kr 88	4,26E-07		4,26E-07	non		non
Ajout du Xe 131 m et Xe 133 m (réels 2000)	non		non	2,06E-11		2,06E-11
Dose totale avec Xe 131 et 133 m (réels 2000)	non		non	7,37E-08		7,37E-08
Dose totale liquide BLIQUID Sv/an		2,60E-06			5,20E-07	
Ajout exposition sédiments Sv/an		1,22E-07			4,68E-09	
Dose totale liquide avec sédiments Sv/an		2,72E-06			5,25E-07	
Dose totale atmos + liquide Sv/an			3,15E-06			5,99E-07
Contribution du tritium à la dose totale atmos+liq			12,9%			34,9%
Contribution du carbone 14 à la dose totale atmos+liq			70,0%			63,8%