

**Année 2004**

**APPRECIATION PAR LE GRNC  
DE L'ESTIMATION DES DOSES  
PRESENTEE DANS LE RAPPORT ANNUEL  
DE SURVEILLANCE DE L'ENVIRONNEMENT  
DE COGEMA-LA-HAGUE**

**DEUXIEME AVIS DU GRNC**

**RAPPORT DE SYNTHESE**

# SOMMAIRE

<b>A/ AVIS TRANSMIS PAR LA PRESIDENTE DU GRNC A DGSNR ET DPPR</b>	<b>4</b>
<b>APPRECIATION PAR LE GRNC DE L'ESTIMATION FAITE PAR COGEMA DES DOSES A LA POPULATION DUES AUX REJETS DE L'USINE DE LA HAGUE POUR 2004</b>	<b>8</b>
<b>POINT DE VUE DE L'ACRO ET DU GSIEN</b>	<b>12</b>
<b>POINT DE VUE DES EXPERTS ETRANGERS</b>	<b>13</b>
<b>B/ RAPPORT DE SYNTHESE</b>	<b>14</b>
<b>I RAPPEL DE LA MISSION</b>	<b>15</b>
<b>II TERME SOURCE</b>	<b>16</b>
<b>II.1 Analyse critique des rejets des usines de La Hague de 2004</b>	<b>16</b>
II.1.1 La méthode utilisée	16
II.1.2 Résultats obtenus et remarques principales relatives aux rejets liquides	17
II.1.3 Résultats obtenus et remarques principales relatives aux rejets gazeux	19
<b>II.2 Comparaison des termes sources de COGEMA et du GRNC</b>	<b>20</b>
<b>III MESURES ET CONFRONTATION ACADIE/MESURES</b>	<b>23</b>
<b>III.1 Collecte et analyse des mesures réalisées en 2004</b>	<b>23</b>
<b>III.2 Comparaison modèle/mesure</b>	<b>24</b>
III.2.1 Le milieu marin	26
III.2.1.1 Eau de mer	26
III.2.1.2 Les algues	26
III.2.1.3 Les mollusques	27
III.2.1.4 Les crustacés	27
III.2.1.5 Les poissons	28
III.2.1.6 Les sédiments	28
III.2.2 Le milieu terrestre	29
III.2.2.1 Le lait	29
III.2.2.2 Légumes	29
III.2.2.3 Viandes	30
III.2.2.4 Sols	30
III.2.2.5 Les herbes	30
III.2.2.6 L'air	30
III.2.3 Conclusion sur la comparaison des activités modèle/mesure	31

<b>IV</b>	<b>CALCULS DE DOSES EFFICACES</b>	<b>36</b>
IV.1	Calculs de doses réalisés par COGEMA	36
IV.2	Calculs de doses réalisés par le GRNC	36
IV.2.1	Outil de calcul : le logiciel ACADIE	36
IV.2.2	Méthode de calculs	36
IV.2.2.1	Calculs de doses à partir des activités rejetées en 2004	36
IV.2.2.1.1	Groupes de référence de COGEMA	38
IV.2.2.1.2	Scénarios chroniques	39
IV.2.2.1.3	Scénarios particuliers	41
IV.2.2.2	Calculs de doses à partir des mesures 2004	42
IV.2.2.3	Goury	43
IV.2.2.4	Le canton de Beaumont-Hague	43
IV.3	Récapitulatif des doses estimées par le GRNC	45
<b>V</b>	<b>CONCLUSION GENERALE</b>	<b>46</b>
	<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>47</b>
	<b>LISTE DES TABLEAUX ET DES FIGURES</b>	<b>49</b>
	<b>ANNEXES</b>	<b>50</b>
	Annexe 1 : Lettre de mission	51
	Annexe 2 : Composition du GRNC, groupe plénier et groupe de travail	52
	Annexe 3 : Point de vue technique de l'ACRO	56

**A/ AVIS TRANSMIS PAR LA PRESIDENTE  
DU GRNC A DGSNR ET DPPR**



**Groupe Radioécologie  
Nord-Cotentin**

Clamart, le 12 mai 2006

**Monsieur André-Claude LACOSTE**

Directeur Général de la Sûreté Nucléaire et de la  
Radioprotection

6 place du colonel Bourgoin

75572 PARIS Cedex 12

**Monsieur Thierry TROUVE**

Directeur de la Prévention des Pollutions et des  
Risques

Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable

20 avenue de Ségur

75007 PARIS

**Objet :** Groupe Radioécologie Nord-Cotentin

**Votre Réf.** Lettre de mission du 24 juin 2004

**Notre Réf.** GRNC/2006-

Monsieur le Directeur Général,

Monsieur le Directeur,

Ainsi que je l'ai fait en 2005, suite à la lettre de mission que vous m'avez envoyée le 24 juin 2004, je vous adresse en tant que présidente du Groupe Radioécologie Nord-Cotentin, le deuxième avis du groupe sur l'estimation faite par AREVA NC des doses auxquelles la population a été exposée du fait de l'activité exercée sur le site de La Hague au cours de l'année 2004.

Les ordres de grandeurs de doses calculées par AREVA NC sont considérés comme corrects (7-10  $\mu\text{Sv}/\text{an}$ ), cependant, s'agissant des effluents gazeux, le GRNC met en évidence un groupe de référence plus pénalisant (17  $\mu\text{Sv}/\text{an}$ ), situé à Herqueville, différent de celui retenu par AREVA NC à Digulleville qui correspondait à 10  $\mu\text{Sv}/\text{an}$ . Ceci est dû à l'exploitation par le GRNC des conditions météorologiques spécifiques à l'année 2004 alors que AREVA NC a considéré une moyenne sur cinq ans.

**Courrier**

BP 17  
92262 Fontenay-aux-Roses  
Cedex France

tél. (33) 01.58.35.83.36  
fax (33) 01.58.35.79.62  
annie.sugier@irsn.fr

**Siège social**

77, av. du Général-de-Gaulle  
92140 Clamart

Standard (33) 01 58 35 88 88

RCS Nanterre B 440 546 018



Vous noterez des recommandations pour le travail d'analyse du rapport 2005 portant sur la quantification des activités rejetées, les transferts dans l'environnement et les calculs d'impact radiologiques, recommandations qui ont pour but d'affiner l'analyse.

Vous recevrez avant l'été le rapport final de synthèse ainsi que les rapports détaillés. Seront incluses les observations complémentaires formulées par l'ACRO et les experts étrangers.

Veillez agréer, Monsieur le Directeur Général, Monsieur le Directeur, l'expression de mes salutations distinguées

Annie SUGIER

PJ : 1

- Avis du GRNC



**Destinataires :**

M. LEMIERE	Député de la Manche
M. COLLIGNON	CSPI

**Copies :**

Membres du GRNC

M. REPUSSARD	IRSN/DIR
M. CHARLES	DRPH/DIR
M. RANNOU	DRPH/SER/DIR
M. DESPRES	DRPH/SER/UETP

# APPRECIATION PAR LE GRNC DE L'ESTIMATION FAITE PAR COGEMA DES DOSES A LA POPULATION DUES AUX REJETS DE L'USINE DE LA HAGUE POUR 2004

---

## Mode d'approche

Le GRNC a examiné les résultats présentés par COGEMA dans son rapport 2004 de surveillance de l'environnement de La Hague, établi en application de l'arrêté de rejets de janvier 2003. Les doses reçues par les groupes de référence retenus par COGEMA varient d'environ 7 à 10  $\mu\text{Sv}/\text{an}$ .

Afin d'apprécier ces estimations, le GRNC s'est appuyé sur les travaux qu'il avait réalisés pour élaborer son précédent avis, ce qui lui a permis de réduire son effort d'analyse critique du terme source. Ces travaux l'avaient conduit en effet, à procéder à une reconstitution aussi exhaustive que possible des rejets ainsi qu'à une validation, sur plusieurs années, des modèles utilisés pour calculer les transferts dans l'environnement et les doses au public.

Pour 2004, le GRNC a procédé de la façon suivante :

- identification des rejets de *radionucléides* considérés comme *majeurs* en termes d'impact dosimétrique et vérification de la cohérence des activités rejetées annoncées par l'exploitant avec les rejets calculés à partir des quantités de radionucléides contenues dans les combustibles usés ;
- vérification que les modélisations des transferts des radionucléides dans l'environnement, validées précédemment, continuent à représenter correctement les conditions locales en comparant les résultats de ces modélisations avec quelques *1000 mesures* réalisées par les principaux laboratoires institutionnels, industriels et associatifs. *Pour 2004, le GRNC a ajouté à sa collecte et à son analyse les résultats de mesures de carbone 14 et de krypton 85 dans l'air, aux différentes stations de prélèvements ;*
- vérification que le choix de la localisation et des habitudes de vie des groupes de populations, susceptibles d'être les plus exposés, correspondent bien aux nouvelles informations disponibles et rendent compte d'une certaine variété des types de situations envisageables.

## Avis du GRNC

Pour formuler son avis, le GRNC a répondu aux questions suivantes :

### 1- La quantification des activités rejetées est-elle correcte?

Le GRNC constate, tant pour l'année 2003 que 2004, de bonnes performances en matière de réduction de l'activité des effluents liquides rejetés en mer. Cette baisse significative d'activité concerne pratiquement *tous les radionucléides dont la gestion des effluents repose sur la vitrification.*

Pour certains radionucléides, le GRNC met en évidence des écarts entre les activités calculées à partir de fonctions de transfert (rapport de l'activité d'un radionucléide dans les rejets à l'activité de ce dernier dans les combustibles usés) et les activités déclarées par



COGEMA. Ces écarts ne sont pas tous expliqués mais ils sont tous négligeables en termes d'impact dosimétrique.

*Le GRNC estime que la quantification des activités rejetées est correcte.*

## 2- La modélisation des transferts dans l'environnement traduit-elle bien les conditions locales?

Les doses estimées par le GRNC, à partir des résultats de mesures dans les aliments terrestres et marins, sont globalement du même ordre de grandeur que celles calculées à partir de la modélisation appliquée aux activités rejetées aux émissaires. Les radionucléides pour lesquels la confrontation entre les résultats de calculs et les mesures dans l'environnement a mis en évidence des écarts significatifs, ne sont pas des contributeurs importants à la dose totale.

*En comparaison des modélisations réalisées par le GRNC, les modélisations utilisées par COGEMA pour rendre compte des transferts de radionucléides dans l'environnement sont donc bien représentatives des conditions locales.*

## 3- Le choix des groupes de populations, pour estimer les doses au public et l'évaluation du niveau d'exposition, sont-ils corrects ?

Le GRNC a continué à considérer qu'il était important, d'une part, de s'assurer que le choix des groupes dits de référence, définis par la réglementation, comme susceptibles d'être les plus exposés aux rejets et les doses correspondantes, telles qu'estimées par COGEMA, étaient bien correctes et, d'autre part, d'identifier, à titre d'analyse de sensibilité, d'autres populations dont les habitudes de vie chroniques ou particulières pourraient être plus pénalisantes en terme de dose reçue.

S'agissant des groupes de référence, ceux-ci sont définis en fonction des types de rejets et des conditions météorologiques qui vont délimiter les zones les plus exposées. En 2004, pour les rejets gazeux, COGEMA et le GRNC ont adopté deux approches différentes : COGEMA évalue les conditions de dispersion atmosphérique sur la base d'une météorologie moyennée sur plusieurs années conformément aux recommandations du Groupe d'experts de l'article 31 du traité Euratom (RP 129<sup>1</sup>). De son côté, le GRNC a exploité pour l'année 2004, les mesures en continu de krypton 85 afin de déterminer un coefficient de transfert atmosphérique moyen spécifique des conditions météorologiques de cette année. Ainsi, le GRNC conclut que le groupe le plus exposé aux effluents gazeux n'est pas localisé à Digulleville comme indiqué dans le rapport de COGEMA mais à Herqueville.

S'agissant des autres groupes de populations, à considérer au titre de l'analyse de sensibilité, le choix de certains des groupes identifiés par le GRNC a été approuvé par l'ensemble des membres du groupe, tandis que d'autres scénarios d'exposition étaient critiqués car considérés comme irréalistes.

Au total, les résultats obtenus par le GRNC sont les suivants :

- deux scénarios définis comme groupes de référence au sens de la réglementation et validés par l'ensemble des membres du GRNC (Goury et Herqueville) conduisent à des doses variant d'environ 4 à 17  $\mu\text{Sv}$  ;

---

<sup>1</sup> **Guidance on the realistic assessment of radiation doses to members of the public due to the operation of nuclear installations under normal conditions.** Recommandations du Groupe d'experts établies suivant les termes de l'Article 31 du Traité Euratom. Radiation Protection Report N°129, 2002.

- quatre scénarios chroniques également validés par l'ensemble des membres du GRNC. Ces scénarios conduisent à des doses variant d'environ 5 à 18  $\mu\text{Sv}$  ;
- quatre scénarios, n'ayant pas fait l'unanimité car considérés par certains comme irréalistes (autoconsommation à 100% des produits terrestres et marins), conduisent à des doses variant d'environ 7 à 30  $\mu\text{Sv}$  ;

La dose résultant des rejets de l'usine COGEMA La Hague estimée par le GRNC (y compris les experts de COGEMA) pour le groupe de référence le plus pénalisant pour l'année 2004 (17  $\mu\text{Sv}$ ) est supérieure d'environ un facteur 2 à celle présentée dans le rapport de surveillance de COGEMA qui a considéré des conditions météorologiques moyennes sur 5 ans et non les conditions spécifiques de 2004. Cette valeur est cependant inférieure d'environ un facteur 2 à celle estimée à partir des limites de rejets fixées par l'arrêté de janvier 2003, d'environ un facteur 60 à la limite réglementaire de dose au public, et d'environ un facteur 180 par rapport à l'exposition d'origine naturelle dans le Nord-Cotentin.

*En résumé, le GRNC considère que l'ordre de grandeur des doses aux populations, dues aux rejets de l'usine de COGEMA - La Hague, estimées par COGEMA pour l'année 2004, est correct en ce qui concerne les effluents liquides. En revanche, en ce qui concerne les effluents gazeux, le GRNC ne valide pas le groupe de référence de COGEMA.*

*L'étude de sensibilité réalisée à l'aide des scénarios plus pénalisants que le GRNC a jugé nécessaire de mener, ne conduit pas à remettre en cause les ordres de grandeur obtenus précédemment.*

## **Observations et recommandations**

Il convient de distinguer les observations de caractère technique qui ont conduit le GRNC à recommander pour l'année 2005 d'approfondir certains points de l'analyse (cf. annexe 1) des observations plus générales faites par les experts étrangers d'une part et les experts de l'ACRO et du GSIEN d'autre part.

Les observations techniques s'adressent principalement à COGEMA et aux animateurs des sous-groupes de travail en vue de l'élaboration du prochain avis du GRNC afin de rappeler les éléments d'analyse à approfondir sur la quantification des activités rejetées, les transferts dans l'environnement et les calculs d'impact radiologique (cf. annexe 1).

Les observations de caractère plus général mettent l'accent sur les points suivants :

- Les experts étrangers s'interrogent sur la pertinence de la recherche de l'exhaustivité et répondent de façon nuancée en distinguant deux sujets. S'agissant de l'identification des groupes de population les plus exposés, cette étape de l'analyse leur apparaît toujours comme un exercice difficile qui justifie bien que le GRNC ne se limite pas aux groupes retenus par COGEMA, mais ils considèrent qu'il serait utile de disposer d'éléments d'information permettant d'apprécier le réalisme des hypothèses retenues. S'agissant de l'intérêt de mener une analyse critique poussée du terme source, les experts étrangers considèrent que, compte tenu des doses faibles en jeu, celle-ci n'apparaît nécessaire que lorsqu'il y aura des changements significatifs des rejets ou d'autres éléments de l'évaluation.

- Les experts du GSIEN et de l'ACRO s'interrogent d'une part, sur les limites des connaissances scientifiques nécessaires à l'estimation des risques liés aux expositions chroniques et, d'autre part, sur la stratégie des rejets de l'exploitant. Ils émettent des réserves sur la validité des modèles dosimétriques, notamment à la lumière des récents résultats des travaux de recherche sur les effets des expositions chroniques (programme Envirhom de l'IRSN<sup>2</sup>). En ce qui concerne les rejets, ils attirent l'attention du groupe sur le carbone 14 l'un des contributeurs majeurs de l'impact local des rejets, soulignent le retour d'expérience de Sellafield et rappellent les exigences de la convention d'OSPAR et du principe de précaution.

---

<sup>2</sup> [www.irsn.org](http://www.irsn.org) - Presse – Dossiers de presse : mars 2006 – “Contamination radioactives chimiques : les résultats du programme de recherche Envirhom”

## POINT DE VUE DE L'ACRO ET DU GSIEN

---

L'ACRO et le GSIEN maintiennent leurs réserves exprimées sur le rapport GRNC-2005 car celles-ci conservent toutes leur actualité quant à notre démarche associative et participative.

"Nous apprécions que nos réserves sur les modèles dosimétriques soient validées par la publication récente des premiers résultats du programme de recherche Envirhom, et que ces travaux soient poursuivis sur d'autres contaminants que l'uranium, notamment le carbone 14 et l'iode 129, contaminants majeurs des rejets de l'usine de retraitement de la Hague.

Concernant le C-14, nous regrettons que ce contributeur majeur de l'impact local des rejets, y compris selon les critères de calcul de dose actuels, ne fasse l'objet d'aucune restriction de rejet :

- ➔ Depuis une dizaine d'années les rejets sont de l'ordre de 20 TBq/an pour les rejets gazeux et 10 TBq/an pour les rejets liquides.
- ➔ Les autorisations de rejet actuelles permettent à l'exploitant de rejeter jusqu'à 28 TBq/an sous forme gazeuse et jusqu'à 42 TBq/an sous forme liquide (par transfert des activités gazeuses en rejets liquides).

Comme nous le soulignons dans nos réserves techniques au GRNC pour les années 2003 et 2004, l'environnement terrestre proche du site (2 à 4 km) subit une contamination en C-14 deux à cinq fois supérieure au bruit de fond naturel. L'environnement marin proche du site (20 km de part et d'autre de l'émissaire) est soumis à un taux de C-14 variant entre deux à trois fois supérieur au bruit de fond.

Le retour d'expérience de Sellafield montre que le rejet gazeux est maîtrisable dans sa globalité, et que le rejet liquide est lui aussi maîtrisable : même si aujourd'hui la totalité du C-14 est rejeté en mer (de l'ordre de 20 TBq/an), l'usine britannique a su maîtriser ses rejets liquides durant 4 ans, aux environs de 5 TBq/an entre 1997 et 2000.

Ce retour d'expérience démontre aussi la brusque montée de la pollution marine en C-14 avec l'augmentation de l'activité rejetée : actuellement, les produits marins prélevés dans la zone proche de Sellafield ont des teneurs en C-14 dix fois supérieures au bruit de fond naturel.

Il nous paraît urgent, au titre du respect de la convention OSPAR et du principe de précaution, d'imposer aux exploitants une réduction drastique de leurs rejets en C-14 tant aériens que marins, sans détournement par transfert d'un milieu dans l'autre."

## POINT DE VUE DES EXPERTS ETRANGERS

---

The Groupe Radioécologie Nord Cotentin (GRNC) has three foreign experts, Gunnar Bengtsson, Christophe Murith and Jane Simmonds. This note summarises their views on the latest work carried out by the GRNC to evaluate the assessment of doses due to discharges from the Cap de la Hague nuclear site carried out by COGEMA, the site operators.

The GRNC working group has carried out a very thorough evaluation of the COGEMA assessment. The group has looked at all aspects of the assessment methods and data to ensure that they agree with the results. We were impressed with the detail of this review and that a series of different calculations were carried out to see what effect different inputs had on the assessed radiation doses. For example, assessments were carried out to see the impact of basing the assessment on measured rather than predicted activity concentrations. The computer tool, ACADIE, developed to assess the doses, is very useful as it enables repeated calculations to be done with changes in input parameters. It is very valuable for members of the GRNC to be able to carry out their own calculations.

One of the most challenging aspects of such dose assessments is the assumptions on what groups of the public are likely to be the most exposed. It is necessary to specify where they live, what they do and where they obtain their food. An important issue is the extent to which the food consumed is produced locally, referred to as 'autoconsumption' in the GRNC study. Article 45 of the EU's Basic Safety Standards Directive explicitly requires that Member States' competent authorities ensure that estimates of doses from practices subject to prior authorisation shall be made as realistic as possible. This led to guidance on the realistic assessment of doses being produced by the group of experts set up under Article 31 of the Euratom Treaty (RP 129). There is no definitive way to specify the exposed groups in the population and so we support the GRNC's approach of looking at a series of groups and obtaining a range of possible doses. We also agree that it is not sufficient to consider solely the two groups included in the COGEMA assessment. It would be helpful to know the extent to which the assumptions regarding the different groups are based on surveys and so could be considered 'realistic' and when the assumptions and hence the groups are more hypothetical and cautious.

We feel that there is a diminishing return in the detailed review of the COGEMA discharge assessment. Many improvements have been made over the years thanks to the GRNC, and we support the continued clarifications of observed discrepancies suggested by the GRNC for the review of next year's report (2005). However, chances of significant improvements are decreasing as the methodology is developed. The estimated doses are relatively low and within regulatory criteria and the factors affecting the dose assessment are unlikely to change significantly in the short term. We suggest that in future a simple check is made of the COGEMA assessment and a more detailed analysis is only carried out if there are significant changes to the discharges or to other aspects of the assessment. This could perhaps be reviewed every five years.

Gunnar Bengtsson, Christophe Murith and Jane Simmonds  
10 April 2006

## **B/ RAPPORT DE SYNTHÈSE**

## I RAPPEL DE LA MISSION

---

La publication de l'arrêté de rejets de COGEMA du 10 janvier 2003, est à l'origine d'une nouvelle mission pour le Groupe Radioécologie Nord-Cotentin (GRNC)<sup>3</sup>. En effet, cet arrêté stipule, article 32, que « *Chaque année, l'exploitant établit un rapport destiné à être rendu public permettant de caractériser le fonctionnement des installations, en prenant en compte l'ensemble des contrôles et de la surveillance prévu au présent arrêté.*

*Ce rapport présente notamment les éléments d'information suivants :*

...

*g) L'estimation, de façon aussi réaliste que possible, des doses reçues par la population du fait de l'activité exercée au cours de l'année écoulée ; cette estimation s'applique aux groupes de référence de la population concernés par le site...*

*L'estimation des doses visée au point «g» ci-dessus est soumise à l'appréciation du groupe de radioécologie du Nord-Cotentin (GRNC), dont l'avis est rendu public et est présenté à la CSPI. ».*

Pour répondre à cette mission, le groupe plénier du GRNC, dont la liste des membres figure en annexe 2, a mené les actions suivantes :

- la création d'un groupe de travail en charge de l'analyse du rapport COGEMA 2004 [COGEMA 2004]. Les membres de ce groupe sont listés en annexe 2 du présent avis. Trois sous-groupes se sont alors formés, le « GT terme-source » en charge de l'analyse critique des rejets, le « GT mesure » en charge de la collecte des mesures, de leur analyse et de la confrontation modèle/mesure réalisée avec le « GT modélisation » responsable des calculs de dose,
- le développement d'un outil informatique (ACADIE - Application pour le Calcul de la Dose efficace Interne et Externe) mis à la disposition de tous les membres du GRNC [Ringard 2005-15].

Le premier avis du GRNC relatif au rapport 2003 de COGEMA La Hague [COGEMA 2003] a été rendu public en juin 2005 lors d'une réunion de la CSPI et publié en décembre 2005 [GRNC 2005].

Afin d'élaborer son deuxième avis, le GRNC a procédé s'est appuyé sur les conclusions de cet avis pour l'analyse du rapport 2004 de surveillance de l'environnement de COGEMA La Hague [COGEMA 2004].

Le présent rapport rend compte de cette analyse.

---

<sup>3</sup> 1999 : 1<sup>ère</sup> mission du GRNC (dénommé GRNC 1 dans le présent rapport)

2000 : 2<sup>ème</sup> mission du GRNC (dénommé GRNC 2 dans le présent rapport)

## II TERME SOURCE

---

Dans la continuité de ses travaux antérieurs, le GRNC, dans son avis relatif au rapport 2003 de COGEMA La Hague [COGEMA 2003], a reconstitué de façon aussi exhaustive que possible les activités rejetées, ce qui l'a conduit à ajouter des radionucléides non inclus dans le terme source de COGEMA et à considérer l'historique des rejets (1966 à 2003). Les résultats obtenus en comparaison de ceux de COGEMA ont permis de conclure que :

- les radionucléides faisant l'objet d'une surveillance réglementaire, sont bien les radionucléides contribuant majoritairement à la dose reçue par le public,
- la reconstitution des activités rejetées, pour une liste de radionucléides la plus exhaustive possible et pour les 38 années de rejet (1966 à 2003), a un impact dosimétrique négligeable.

Sur la base de ces conclusions, le GRNC a quantifié pour l'année 2004 les activités des radionucléides contribuant majoritairement à la dose.

### II.1 Analyse critique des rejets des usines de La Hague de 2004

Les paragraphes suivants sont une synthèse de l'analyse critique menée par le GRNC. Le rapport complet de cette analyse est présenté dans le volume 1 des rapports détaillés.

Pour l'analyse des rejets liquides et gazeux des usines de COGEMA La Hague, réalisés en 2004, le GRNC s'est appuyé sur la méthode définie dans ses travaux antérieurs [GRNC 1999 vol 1].

L'analyse des données de l'année 2004 a été réalisée en mettant en perspective ces résultats avec ceux des quatre années précédentes qui sont assez voisins, tant du point de vue des tonnages retraités que des taux de combustion moyens.

#### II.1.1 La méthode utilisée

Cette méthode est basée sur la notion de « fonction de transfert », FT, définie comme étant le rapport de l'activité d'un radionucléide, dans le rejet considéré, à l'activité présente initialement dans le combustible.

Pour ce qui concerne les caractéristiques des combustibles traités, l'exploitant a fourni les tonnages annuels ainsi que l'inventaire de l'activité des différents radionucléides, présents au moment du traitement, en utilisant le code César (version 4.33 à partir de 2000) et en appliquant ce code à chaque élément combustible cisailé. Les données ainsi obtenues constituent, avec les résultats de mesure de l'activité des rejets liquides et gazeux, les éléments de base mis en œuvre dans l'approche méthodologique qui a permis :

- pour les radionucléides faisant l'objet de mesures, dans les effluents liquides ou gazeux, de vérifier la cohérence entre le résultat de ces mesures et la composition radioactive des combustibles usés, traités lors des différentes années,
- pour les radionucléides non mesurés (ou mesures inférieures à la limite de détection) une ou plusieurs années (par exemple le  $^{65}\text{Zn}$ ), d'obtenir par interpolation une valeur d'activité dans les rejets,
- pour les cas où un seul isotope radioactif, d'un élément en comportant plusieurs, est mesuré (par exemple l' $^{155}\text{Eu}$ ), de calculer l'activité des autres isotopes (les  $^{152}\text{Eu}$  et  $^{154}\text{Eu}$ ) certains autres radionucléides, d'évaluer l'activité dans les rejets par "analogie" avec un élément chimique de propriété voisine, quand il existe, (par exemple, l'activité du  $^{127}\text{Te}$ , à partir des mesures de rejet de l' $^{125}\text{Sb}$ ),



- Pour les années où les caractéristiques des combustibles traités sont sensiblement différentes, de pouvoir cependant comparer les performances des usines à l'aide des fonctions de transfert.

Cependant la fonction de transfert n'a de sens que si nous disposons de résultats de mesures d'activité. L'addition de résultats fondés sur une limite de détection peut entraîner un biais.

## II.1.2 Résultats obtenus et remarques principales relatives aux rejets liquides

Les principales remarques et observations formulées par le GRNC à l'issue de cette analyse sont les suivantes :

L'année 2004 est marquée par des performances remarquables de réduction de l'activité des rejets en mer :

- *Il faut en effet remonter à 1966, année de la mise en actif de l'usine de La Hague, pour trouver une "activité alpha globale", dans les rejets en mer, inférieure aux rejets réalisés en 2004.*
- *L'activité de l'ensemble des isotopes de l'Uranium est également la plus faible enregistrée depuis 1966.*
- *Les rejets en  $^{239+240}\text{Pu}$  ont été les plus bas réalisés depuis la mise en actif du site de La Hague. Pour les  $^{238}\text{Pu}$  et  $^{241}\text{Pu}$ , leurs rejets en mer sont voisins de ceux réalisés dans les premières années du retraitement des combustibles des réacteurs UNGG.*
- *L'activité en américium 241, mesurée en 2004 est la plus faible activité mesurée depuis 1986, date de mise en œuvre des mesures d'activité alpha dans les effluents liquides (exception faite des plutoniums 239 et 240, mesurés depuis 1966).*
- *En 2003-04, l'activité des curiums (isotopes 242 et 244) mesurés dans les rejets en mer ont été les plus faibles obtenues depuis 1986, date de mise en œuvre de la généralisation des mesures d'activité alpha dans les effluents liquides.*

Les données relatives à l'évolution de l'activité des radionucléides émetteurs bêta-gamma qui ont, en 2003, contribué majoritairement à la dose, sont regroupées dans le tableau suivant. Pour chacun de ces radionucléides, figure la valeur d'activité rejetée en mer, pour trois années distinctes : 1966 (date de la mise en actif de l'usine UP2) qui est généralement la plus faible de toute l'histoire du site, 2004 et celle du rejet maximal observé entre ces deux dates.

**Tableau I : Évolution de l'activité des radionucléides dans les rejets en mer, mesurée par l'exploitant ou calculée par le GRNC (TBq)**

Année	$^3\text{H}$	$^{14}\text{C}$	$^{60}\text{Co}$	$^{90}\text{Sr+Y}$	$^{99}\text{Tc}$	$^{106}\text{Ru+Rh}$	$^{129}\text{I}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{238}\text{Pu}$
<b>1966</b>	5.16E+0	6.03E-3	6.25E-3	2.11E+0	5.32E-2	1.44E+1	6.04E-4	7.27E+0	2.11E-5
<b>2004</b>	1.39E+4	8.90E+0	2.56E-1	2.76E-1	7.94E-2	1.29E+1	1.37E+0	7.87E-1	4.83E-3
<b>maxi</b>	(2004) 1.39E+4	(1996) 9.94E+0	(1984) 2.46E+1	(1983) 2.83E+2	(1985) 2.54E+1	(1987) 1.05E+3	(1999) 1.83E+0	(1977) 5.08E+1	(1985) 3.15E-1

*Nota : Les valeurs en italiques résultent d'un calcul*

L'analyse du tableau I permet de distinguer deux familles distinctes de radionucléides :

- Les radionucléides pour lesquels la stratégie de gestion par dilution consiste en un rejet préférentiel en mer (tritium, carbone 14, iode 129). L'activité des rejets de 2004 est proche de l'activité maximale rejetée depuis la mise en actif des usines de La Hague. En première approximation, l'activité rejetée est, dans ce cas, proportionnelle au produit du tonnage traité par le taux de combustion moyen atteint.
- Pour les autres radionucléides, dont la gestion des déchets consiste en une concentration suivie d'une vitrification, les activités des rejets de 2004 sont deux à quatre ordres de grandeurs plus faibles que les activités maximales enregistrées depuis la mise en actif du site. Certains radionucléides ont des activités égales (ruthénium-rhodium 106, technétium 99) ou inférieures (strontium-yttrium 90, césium 137) à l'activité mesurée ou estimée dans les rejets en 1966. Le cas du Cobalt 60 se distingue des autres radionucléides, car il provient presque exclusivement des piscines d'entreposage de combustibles irradiés (produits de corrosion du circuit secondaire des réacteurs à eau légère), "source" inexistante dans le cas des combustibles UNGG.

Pour mesurer la performance en matière de réduction de l'activité des rejets en mer, il faut souligner que le tonnage des combustibles UNGG retraités lors des premières années était environ 5 fois plus faible qu'en 2004 et que le taux de combustion moyen était 30 fois inférieur à celui des combustibles LWR.

Pour ce qui concerne les évolutions des rejets constatées, si certaines sont facilement interprétables à partir des modifications de procédé et d'équipements associés – diminution des rejets de césium 137 et de strontium 90, grâce à la mise en pratique de la "Nouvelle Gestion des Effluents" ou NGE – le GRNC ne peut pas expliquer toutes les variations observées :

- De 2000 à 2003, la fonction de transfert du tritium a continûment augmenté, en passant d'une valeur voisine de 2/3 en 1996-99 à environ 4/5 depuis l'an 2000 (81,8% en moyenne pour 2000-04) et un maximum atteint en 2004 avec un rejet en mer égal à 89,6%.

*Est-ce dû à une nouvelle conception ou à un traitement des gaines de crayons combustibles (nouveaux matériaux ou nouveaux traitements de surface)? A une incertitude affectant le calcul de l'activité par le code César ?*

- La fonction de transfert du carbone 14 augmente régulièrement et passe de 0,32 en 1996-99 à 0,396 en 2003-04 (+24%). Pour les 5 années étudiées (2000-04), l'activité totale des rejets liquides et gazeux est supérieure à l'activité calculée dans le combustible. En 2004, il est évacué 16% de carbone 14 en plus de l'activité théorique produite dans le combustible.

*Est-ce dû à une sous-estimation de l'activité en carbone 14 dans le combustible liée à une sous-évaluation du taux d'impuretés en Azote dans l'oxyde d'uranium ?*

- Les valeurs des fonctions de transfert du  $^{238}\text{Pu}$  sont systématiquement plus faibles que celles des  $^{239+240}\text{Pu}$  de 2000 à 2004 (jusqu'à un facteur 2 pour l'année 2001 et 2002). Cette situation ne concerne pas seulement les 5 années étudiées. Depuis 19 ans que le plutonium est mesuré dans les rejets en mer (1986), l'activité alpha du  $^{238}\text{Pu}$  a toujours été inférieure à l'activité attendue.

L'exploitant explique ces différences par des actions, conduites en 2001-04, sur des solvants relevant d'anciennes campagnes de retraitement. Ces solvants seraient marqués par des plutoniums présentant des spectres isotopiques très différents de ceux des années récentes.

Le rapport des activités  $^{238}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu}$  augmente en effet avec le taux de combustion et seule une mesure du spectre isotopique du plutonium dans la solution de dissolution (cuve "bilan") permettrait de lever le doute portant sur cette apparente anomalie isotopique.

**Tableau II : Importance de l'activité des solvants traités à la STE avant rejets en mer**

Année	Activité alpha totale envoyée à la STE (TBq)	Activité alpha des solvants traités à la STE (TBq)	Fraction due aux seuls solvants (%)
2001	2,90	0,84	29,0
2002	1,95	0,99	50,8
2003	1,78	1,29	72,5
2004	1,18	0,82	69,5

Source: [2]

Il existe un autre biais à savoir que lorsque le plutonium n'est pas mis en évidence dans un prélèvement, la prise en compte d'une même limite de détection pour le  $^{238}\text{Pu}$  et les  $^{239+240}\text{Pu}$  (alors que leurs activités sont dans un rapport voisin de 4) modifie de ce fait la répartition isotopique.

### II.1.3 Résultats obtenus et remarques principales relatives aux rejets gazeux

Les données relatives à l'évolution de l'activité des radionucléides émetteurs bêta-gamma qui ont, en 2003, contribué majoritairement à la dose due aux rejets gazeux, sont regroupées dans le tableau suivant.

Pour chacun de ces radionucléides, figure la valeur d'activité, pour trois années distinctes : 1966 (date de la mise en actif de l'usine UP2) qui est généralement la plus faible de toute l'histoire du site, 2004 et celle du rejet maximal observé entre ces deux dates.

**Tableau III : Évolution de l'activité des radionucléides dans les rejets gazeux, mesurées par l'exploitant ou calculées par le GRNC (TBq)**

Année	$^3\text{H}$	$^{14}\text{C}$	$^{85}\text{Kr}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{129}\text{I}$	$^{238}\text{Pu}$
1966	8.9E-2	1.2E-2	3.1E+2	4.5E-8	7.9E-5	3.1E-12
2004	7.1E+1	1.7 E+1	2.6E+5	4.4E-6	5.0E-3	1.3E-8
maxi	<i>8.4E+1</i>	<i>2.0E+1</i>	<i>3.2E+5</i>	<i>8.1E-4</i>	<i>3,8E-2</i>	<i>6.6E-8</i>

Nota : Les valeurs en italiques résultent d'un calcul

Les radionucléides pour lesquels la stratégie de gestion consiste en un rejet gazeux sans traitement particulier (tritium, carbone 14, krypton 85), ont eu en 2004 une activité proche de l'activité maximale rejetée depuis la mise en actif des usines de La Hague.

S'agissant du Césium 137, qui n'est plus détectable depuis 1999 (niveau voisin de quelques  $10^4$  Bq par an), la valeur de l'activité retenue pour l'année 2004 n'a pas de sens physique. Elle résulte d'un calcul enveloppe qui répond à une exigence de déclaration réglementaire.

De 1980 à 1998 les rejets gazeux en  $^{129}\text{I}$  se sont exprimés en quelques  $10^{-2}$  TBq. Après avoir atteint un niveau maximal en 1996, l'activité des rejets gazeux en  $^{129}\text{I}$  a été réduite en installant plusieurs pièges à iode du type AC 6120. La fonction de transfert a été ramenée à 1,8 % à partir de 1992, puis à 0,88 % en moyenne en 1997-98 et enfin à 0,37% en 2000-2004 du fait de l'implantation progressive de pièges à iode sur différents circuits d'effluents gazeux. Au total, l'activité des rejets d'iode 129 a été réduite d'un facteur 7,6 entre 1996 et 2004.

## II.2 Comparaison des termes sources de COGEMA et du GRNC

Le tableau ci-après présente le bilan des rejets de COGEMA en 2004, comparé aux rejets de 2003 et aux limites réglementaires.

**Tableau IV : Bilan des rejets de COGEMA et des limites autorisées (TBq/an)**

	TBq/an	2003	2004	Limites (1)
<b>Rejets gazeux</b>	Tritium	67	71,3	150
	Iodes radioactifs	0,00519	0,00521	0,02
	Gaz rares radioactifs dont krypton 85	252 000	263 000	470 000
	Carbone 14	16,5	17,30	28
	Autres émetteurs bêta et gamma artificiels	0,000145	0,000143	0,074 (2)
	Emetteurs alpha artificiels	0,0000018	0,0000018	0,00001
<b>Rejets liquides</b>	Tritium	11 900	13 900	18 500
	Iodes radioactifs	1,28	1,40	2,6
	Carbone 14	8,65	8,90	42
	Strontium 90	0,51	0,14	2
	Césium 137	0,76	0,79	2
	Césium 134	0,04	0,064	2
	Ruthénium 106	7,00	6,4	15
	Cobalt 60	0,36	0,26	1
	Autres émetteurs bêta et gamma	8,35	7,02	30
Emetteurs alpha	0,023	0,017	0,1	

(1) Arrêté du 10 janvier 2004

(2) 0,001 TBq à partir de 2005

Les tableaux ci-après présentent la liste des radionucléides sélectionnés par le GRNC ainsi que leurs activités. Pour certains radionucléides, le GRNC a calculé l'activité rejetée en utilisant la "fonction de transfert" (FT). Pour ces quelques radionucléides, les valeurs de COGEMA et du GRNC sont comparées.

**Tableau V : Terme source du GRNC et de COGEMA pour 2004 – Effluents liquides**

Effluents liquides	GRNC	COGEMA
<b>Radionucléides</b>	<b>2004</b>	
<sup>3</sup> H	1,39.10 <sup>16</sup>	
<sup>14</sup> C	8,90.10 <sup>12</sup>	
<sup>54</sup> Mn	1,22.10 <sup>10</sup>	
<sup>57</sup> Co	3,94.10 <sup>8</sup>	
<sup>58</sup> Co	9,85.10 <sup>8</sup>	
<sup>60</sup> Co	2,56.10 <sup>11</sup>	
<sup>63</sup> Ni	3,92.10 <sup>10</sup>	
<sup>65</sup> Zn	3,50.10 <sup>7</sup>	
<sup>90</sup> (Sr+Y)	2,76.10 <sup>11</sup>	
<sup>99</sup> Tc	7,94.10 <sup>10</sup>	
<sup>106</sup> (Ru+Rh)	1,29.10 <sup>13</sup>	
<sup>125</sup> Sb	1,57.10 <sup>11</sup>	
<sup>129</sup> I	1,37.10 <sup>12</sup>	
<sup>131</sup> I	1,84.10 <sup>10</sup>	
<sup>133</sup> I	8,61.10 <sup>9</sup>	
<sup>134</sup> Cs <sup>4</sup>	1,79.10 <sup>11</sup>	6,41.10 <sup>10</sup>
<sup>137</sup> Cs+ <sup>137m</sup> Ba	1,57.10 <sup>12</sup>	
<sup>144</sup> (Ce+Pr)	1,56.10 <sup>9</sup>	
<sup>154</sup> Eu	7,58.10 <sup>8</sup>	
<sup>155</sup> Eu	2,62.10 <sup>8</sup>	
<sup>238</sup> Pu	6,61.10 <sup>9</sup>	4,83.10 <sup>9</sup>
<sup>239+240</sup> Pu	1,38.10 <sup>9</sup>	
<sup>241</sup> Pu	1,27.10 <sup>11</sup>	
<sup>241</sup> Am	2,57.10 <sup>9</sup>	2,50.10 <sup>9</sup>
<sup>242</sup> Cm	9,66.10 <sup>7</sup>	1,58.10 <sup>7</sup>
<sup>244</sup> Cm	6,48.10 <sup>9</sup>	1,07.10 <sup>9</sup>

**Tableau VI : Terme source du GRNC et de COGEMA pour 2004 – Effluents gazeux**

Effluents gazeux	GRNC	COGEMA
<b>Radionucléides</b>	<b>2004</b>	
<sup>3</sup> H	7,10.10 <sup>13</sup>	
<sup>14</sup> C	1,73.10 <sup>13</sup>	
<sup>85</sup> Kr	2,66.10 <sup>17</sup>	2,63.10 <sup>17</sup>
<sup>60</sup> Co	6,55.10 <sup>6</sup>	
<sup>106</sup> (Ru+Rh)	7,60.10 <sup>7</sup>	
<sup>125</sup> Sb	5,10.10 <sup>7</sup>	
<sup>129</sup> I	5,00.10 <sup>9</sup>	
<sup>131</sup> I	2,00.10 <sup>8</sup>	
<sup>133</sup> I	4,20.10 <sup>7</sup>	
<sup>134</sup> Cs	4,80.10 <sup>6</sup>	
<sup>137</sup> Cs+ <sup>137m</sup> Ba	8,80.10 <sup>6</sup>	
<sup>238</sup> Pu	1,30.10 <sup>4</sup>	
<sup>239+240</sup> Pu	9,10.10 <sup>3</sup>	
<sup>241</sup> Pu	1,00.10 <sup>6</sup>	

Les activités calculées par le GRNC à partir des « fonctions de transfert », sont toutes supérieures à celles déclarées par COGEMA. L'écart maximal est de l'ordre d'un facteur 6

<sup>4</sup> L'exploitant explique ces différences par le traitement de solvants relevant d'anciennes campagnes.

pour le Cm-242 rejeté dans les effluents liquides, or ce radionucléide ne contribue que faiblement à la dose totale.

### III MESURES ET CONFRONTATION ACADIE/MESURES

---

Cette deuxième étape de l'analyse consiste à recueillir toutes les informations disponibles sur les techniques de mesures, les points de prélèvement, la nature des échantillons, les résultats de mesures, des différents laboratoires opérant dans le Nord Cotentin. L'analyse de ces mesures a pour principal objectif la comparaison modèle/mesures. Le détail de cette comparaison est donné dans le volume 2 des rapports détaillés.

Dans le cadre de l'analyse du GRNC 1, les résultats de mesure significatifs collectés de 1966 à 1996 étaient nombreux et la confrontation modèle/mesure avait permis l'estimation de facteurs correctifs dont les valeurs avaient été intégrées au programme de calcul [GRNC 1999 vol 2]. Ces facteurs correctifs ont été conservés par défaut pour les années postérieures à 1996. Les activités calculées présentées dans ce chapitre et dans le volume 2 des rapports détaillés, tiennent compte de ces paramètres.

#### III.1 Collecte et analyse des mesures réalisées en 2004

Le GRNC a recensé l'ensemble des mesures réalisées en 2004 dans La Hague pour le domaine terrestre, et de Granville à St Vaast la Hougue pour le domaine marin. Plus de mille données ont ainsi été collectées.

Ces données ont été fournies par les organismes et laboratoires suivants :

- ACRO ;
- COGEMA ;
- IRSN/DEI/SESURE ;
- IRSN/DEI/SECRE/LRC ;
- Marine Nationale.

(Pour l'ANDRA, les mesures ont été réalisées sur des produits frais, et les résultats inférieurs aux limites de détection n'ont pas été intégrés dans les tableaux de ce rapport ; le LDA 50 n'a pas fourni de résultats).

Le GRNC 1 a discuté des problèmes d'homogénéité et de variabilité des données acquises par les différents laboratoires en ce qui concerne les activités des divers radionucléides [GRNC 1999 vol 2] (lieu, fréquence, dates..., traitements – organisme entier ou organes...-, mesure - poids sec ou frais ou cendre, quantité, durée du comptage, limites de détection (LD)-... ). Les remarques formulées lors de cette première mission conduisent tout d'abord à harmoniser les résultats de 2004 des laboratoires sous un format identique à celui de 2003.

Cette présentation a pour objectif de permettre une comparaison entre les activités calculées et les activités mesurées.

La mise en forme des données correspond aux étapes suivantes :

- Réalisation, pour chaque lot de résultats fournis par les laboratoires, d'un fichier standard sous tableur Excel (pour chaque échantillon : date et lieu de prélèvement, nom du laboratoire, poids frais/poids sec, activité du radionucléide, erreur, LD).
- Réalisation pour chaque laboratoire, chaque type d'échantillon, chaque lieu, d'un tableau prenant en compte :
  - le nombre total de mesures,

- le nombre de résultats supérieurs et inférieurs à la LD,
- la moyenne arithmétique et l'écart type des activités supérieures à la LD,
- la moyenne arithmétique et l'écart type des activités supérieures à la LD et des activités des LD.
  - Choix des radionucléides : pour chaque laboratoire, ont été retenus les radionucléides artificiels pour lesquels une activité supérieure à la LD ou la LD a été exprimée.
  - Réalisation de tableaux pour la comparaison avec les résultats du modèle ACADIE, regroupant pour les radionucléides retenus :
    - les moyennes des activités mesurées par matrice (eau de mer, algues, mollusques, crustacés, sédiments) pour tous les laboratoires en fonction de la dilution dans le domaine marin [GRNC 1999 vol 2] ;
    - les moyennes des activités mesurées par matrice (lait, légumes, viande, sol, herbe, végétaux, air) dans le canton de Beaumont-Hague pour le domaine terrestre.

### III.2 Comparaison modèle/mesure

Comme pour l'année 2003, les résultats de mesure collectés par le GRNC sont comparés aux valeurs d'activité obtenues par la modélisation (ACADIE cf paragraphe IV.2.1).

Il ne s'agit pas des résultats de mesures « individuelles », mais de moyennes arithmétiques calculées par zone, pour chaque matrice et chaque radionucléide.

Pour un certain nombre de radionucléides et de matrices, les limites de détection s'avèrent hétérogènes, du fait des pratiques de prélèvements, de traitements d'échantillons, de conditions de mesures variables selon les différents laboratoires. Pour obtenir un ensemble de données le plus homogène possible, seules les activités supérieures aux limites de détection ont été retenues. Il y a lieu cependant dans la comparaison modèle/mesure de porter l'attention au nombre de résultats supérieurs à la limite de détection par rapport au nombre total de mesures d'un radionucléide pour une matrice donnée. En effet, les activités des radionucléides mesurées sont pour la majorité inférieures à la limite de détection, et seules quelques valeurs dépassent cette limite. La comparaison modèle/mesure s'effectue donc sur la moyenne des activités « maximales » mesurées, et engendre des activités surestimées par rapport au modèle.

Remarques :

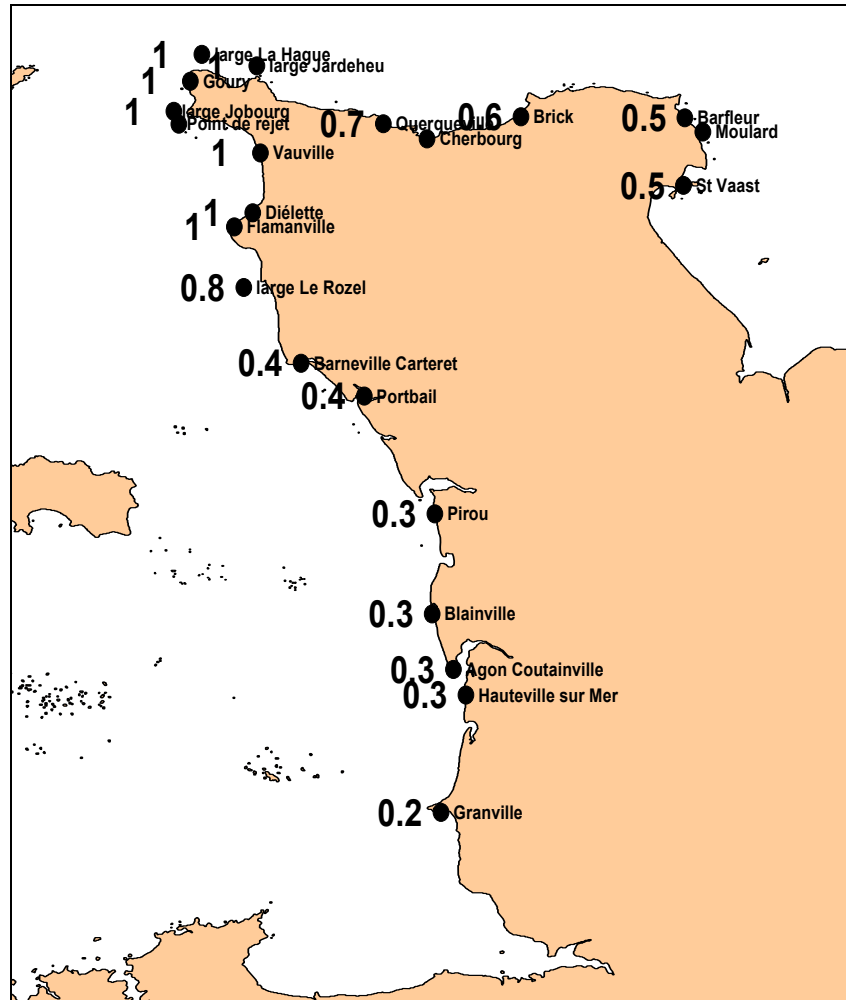
Une partie de l'activité de certains radionucléides peut provenir de plusieurs origines :

- les retombées atmosphériques des essais militaires (césium 137, isotopes du plutonium, tritium, carbone 14),
- les installations nucléaires comme le CNPE de Flamanville,
- la radioactivité naturelle (carbone 14, tritium).

Le modèle ACADIE considérant uniquement les rejets de l'usine COGEMA la Hague, l'activité de ces radionucléides sera surestimée lors de la mesure.



Dans le milieu marin, les facteurs de dilution sont présentés sur la figure 1 ; ils expriment une dilution par rapport à un site de référence (Goury) [GRNC 1999 vol 2]. Dans les différents tableaux, les résultats sont regroupés par « zone de dilution », c'est à dire qu'ils correspondent à des prélèvements réalisés en des lieux situés dans la même zone de dilution (exemple : Flamanville, Diélette, Goury, Jardeheu ... : facteur de dilution de 1).



**Figure 1 : Facteurs de dilution**

Les quelques mesures réalisées dans le domaine marin pour déterminer l'activité du  $^{238}\text{Pu}$  et du  $^{239+240}\text{Pu}$  montrent, comme pour l'année 2003, un rapport  $^{238}\text{Pu} / ^{239+240}\text{Pu}$  de l'ordre de 0,5. Le même rapport calculé sur ces deux radionucléides dans les rejets montre une valeur de l'ordre de 3,4. Cette constatation prouve que le marquage du milieu marin par certains radionucléides de longue période provient des rejets anciens et des retombées. Les activités calculées par le modèle prenant en compte uniquement les rejets actuels seront inférieures aux activités mesurées.

Les activités mesurées en  $^{14}\text{C}$  sont exprimées par deux résultats :

- le carbone total dû, au bruit de fond (carbone naturel et retombées des tirs aériens) et aux rejets industriels ;
- le carbone en excès, calculé après déduction du bruit de fond, représente le  $^{14}\text{C}$  dû aux seuls rejets industriels ; cette activité est comparée à l'activité calculée par le modèle ACADIE qui ne prend en compte que les rejets de l'usine de la Hague.

Les colonnes des tableaux de comparaison modèle/mesure correspondent à :

- radionucléides retenus,
- nombre de résultats d'activité supérieurs à la limite de détection,
- nombre de résultats d'activité inférieurs à la limite de détection lorsque celle-ci est précisée,
- moyenne et écart-type des activités supérieures et inférieures à la LD (dans le cas d'activités inférieures à la LD, la valeur de cette dernière a été prise en compte si celle-ci a été précisée),
- moyenne et écart -type des activités uniquement supérieures à la LD,
- activité maximale des valeurs supérieures à la LD,
- activité minimale des valeurs supérieures à la LD,
- activité calculée par le modèle ACADIE,
- rapport activité calculée/moyenne des activités mesurées supérieures à la LD.

### III.2.1 Le milieu marin

#### III.2.1.1 Eau de mer

Les échantillons d'eau de mer des différents laboratoires n'ont pas fait l'objet d'une filtration à 0,45 ou 0,22  $\mu\text{m}$ .

Les volumes d'eau de mer analysés (de 5 litres à 400 litres) provoquent des écarts importants sur les limites de détection.

Seuls huit radionucléides présentent des valeurs supérieures à la LD :  $^3\text{H}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{106}\text{Ru-Rh}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239+240}\text{Pu}$ ,  $^{129}\text{I}$ .

Pour le  $^3\text{H}$ , le  $^{137}\text{Cs}$ , le  $^{106}\text{Ru-Rh}$ , le  $^{60}\text{Co}$ , le  $^{238}\text{Pu}$ , le  $^{239+240}\text{Pu}$  et l' $^{129}\text{I}$  les activités mesurées sont du même ordre de grandeur que les activités calculées par ACADIE. Les rapports modèle/mesure varient pour l'ensemble des dilutions :

- $^3\text{H}$  rapport de 0,72
- $^{137}\text{Cs}$  de 0,18 à 0,30
- $^{106}\text{Ru-Rh}$  de 1,34 à 1,86
- $^{60}\text{Co}$  de 0,51 à 0,56
- $^{238}\text{Pu}$  rapport 0,88
- $^{239+240}\text{Pu}$  rapport de 0,11
- $^{129}\text{I}$  rapport de 3,22

Les deux mesures d'activités en  $^{90}\text{Sr}$  font apparaître un écart d'un ordre de grandeur avec le modèle (rapport modèle/mesure de 0,05).

#### III.2.1.2 Les algues

Les radionucléides suivants, le  $^{14}\text{C}$ , le  $^{60}\text{Co}$ , le  $^{106}\text{Ru+Rh}$ , l' $^{129}\text{I}$ , le  $^{137}\text{Cs}$ , le  $^{238}\text{Pu}$ , le  $^{239+240}\text{Pu}$ , le  $^{241}\text{Pu}$  et l' $^{241}\text{Am}$ , présentent des activités supérieures à la limite de détection.

L'activité du  $^{14}\text{C}$  calculée par le modèle est légèrement supérieure ou très proche de l'activité mesurée (rapport modèle/mesure compris entre 0,62 et 1,43).

Le  $^{137}\text{Cs}$  ayant plusieurs origines, l'activité calculée est toujours inférieure à l'activité mesurée (rapport modèle/mesure compris entre 0,13 et 0,24).

L'activité calculée pour le  $^{60}\text{Co}$  est supérieure à l'activité mesurée (facteur compris entre 1,09 et 2,74) ; il en est de même pour l' $^{129}\text{I}$  sauf pour la zone de dilution 0,8 (facteur 0,87 à 2).

Pour le  $^{106}\text{Ru}+\text{Rh}$  les rapports sont compris entre 0,74 et 1,19.

Pour le  $^{241}\text{Pu}$  et le  $^{238}\text{Pu}$  les rapports modèle/mesure sont inférieurs à 1 (moins d'un ordre de grandeur). Pour les  $^{239-240}\text{Pu}$ , dans les zones de concentration les plus élevées, les rapports modèle/mesure sont de l'ordre de 0,1 (dilution 1 et 0,7), les rapports varient de plus d'un ordre de grandeur pour les autres zones. Pour l' $^{241}\text{Am}$ , les écarts entre les activités calculées et mesurées sont supérieurs à un ordre de grandeur (rapports compris entre 0,01 et 0,04) ; ce radionucléide n'est pas aisé à doser par spectrométrie gamma.

### III.2.1.3 Les mollusques

Les radionucléides suivants : le  $^{14}\text{C}$ , le  $^{60}\text{Co}$ , le  $^{106}\text{Ru}+\text{Rh}$ , le  $^{125}\text{Sb}$ , l' $^{129}\text{I}$ , le  $^{137}\text{Cs}$ , le  $^{238}\text{Pu}$ , le  $^{239+240}\text{Pu}$ , le  $^{241}\text{Pu}$  et l' $^{241}\text{Am}$ , présentent des activités supérieures à la limite de détection.

Dans les mollusques l'activité du  $^{14}\text{C}$  calculée est toujours supérieure à l'activité mesurée.

Pour le  $^{60}\text{Co}$ , le  $^{106}\text{Ru}+\text{Rh}$ , les activités calculées sont supérieures aux activités mesurées (rapport évoluant de 1 à 7 selon les dilutions) sauf pour la dilution 0,2 (rapport de 0,68 pour le  $^{60}\text{Co}$  et de 0,44 pour le  $^{106}\text{Ru}+\text{Rh}$ ).

Le rapport d'activité modèle/mesure de l' $^{129}\text{I}$  est compris entre 0,2 et 0,6, soit moins d'un ordre de grandeur. Ce radionucléide pour des activités très faibles (inférieures au Bq) est très difficile à mesurer par spectrométrie gamma compte tenu de l'énergie de son rayonnement (29 keV). Cette sous-estimation pourrait être liée à un problème de mesure et/ou de facteur de concentration.

Comme pour les algues, le  $^{137}\text{Cs}$  ayant plusieurs origines, l'activité calculée est toujours inférieure à l'activité mesurée (moins d'un ordre de grandeur pour les zones de concentration les plus élevées).

Suivant les zones, le rapport d'activité modèle/mesure varie pour les transuraniens :

- le  $^{238}\text{Pu}$  de 0,2 à 1,7
- le  $^{239+240}\text{Pu}$  de 0,04 à 0,24
- le  $^{241}\text{Pu}$  de 0,17 à 1,74
- l' $^{241}\text{Am}$  de 0,01 à 0,02

### III.2.1.4 Les crustacés

Pour les crustacés, pour une espèce, la nature de l'échantillon diffère selon les laboratoires (l'organisme entier ou la chair). Ces différentes pratiques peuvent avoir une conséquence sur l'interprétation des activités.

Les radionucléides suivants : le  $^{14}\text{C}$ , le  $^{60}\text{Co}$ , le  $^{106}\text{Ru}+\text{Rh}$ , l' $^{129}\text{I}$ , le  $^{137}\text{Cs}$ , l' $^{241}\text{Am}$ , le  $^{238}\text{Pu}$ , le  $^{239+240}\text{Pu}$ , présentent des activités supérieures à la limite de détection.

Pour le  $^{14}\text{C}$  l'activité calculée est supérieure à l'activité mesurée (rapport 1,62).

Le  $^{60}\text{Co}$  est surestimé par le modèle (rapport 1,2 à 1,7).

Pour le  $^{106}\text{Ru}+\text{Rh}$  le rapport varie de 0,56 à 1,22.

Comme pour les mollusques, l' $^{129}\text{I}$  est en général sous-estimé par le modèle, le rapport varie de 0,12 à 0,15.

Pour les raisons déjà évoquées, le  $^{137}\text{Cs}$  est sous-estimé par le modèle (rapport compris entre 0,27 et 0,39).

Les activités mesurées pour deux isotopes du plutonium sur un échantillon sont supérieures aux activités calculées :

- le  $^{238}\text{Pu}$  rapport 0,6;

- le  $^{239+240}\text{Pu}$  rapport 0,06.

L'activité de l'  $^{241}\text{Am}$  mesurée est supérieure à l'activité calculée (rapport compris entre 0,01 et 0,02).

### III.2.1.5 Les poissons

Les comptages sont effectués soit sur l'organisme entier, ou les muscles, les viscères, les squelettes. Ces différentes pratiques peuvent expliquer la dispersion de l'activité de chaque radionucléide compte tenu des facteurs de concentration différents suivant les organes, et leur masse.

Les radionucléides suivants : le  $^{14}\text{C}$ , le  $^{60}\text{Co}$ , l'  $^{129}\text{I}$ ,  $^{106}\text{Ru+Rh}$  et le  $^{137}\text{Cs}$  présentent des activités supérieures à la limite de détection.

L'activité du  $^{14}\text{C}$  calculée est supérieure à l'activité mesurée (rapport compris entre 1,4 et 3,1).

Pour les autres radionucléides :

- le  $^{60}\text{Co}$  le rapport des activités varie de 0,3 à 0,5 ;
- l'  $^{129}\text{I}$  est sous-estimé d'un ordre de grandeur (rapport de 0,03) ;
- le  $^{106}\text{Ru+Rh}$ , les activités mesurées sont supérieures de plus d'un ordre de grandeur aux activités calculées (rapport compris entre 0,04 et 0,08) ;
- le  $^{137}\text{Cs}$  est sous-estimé par le modèle pour la raison évoquée précédemment (rapport compris entre 0,14 et 0,41).

L'activité mesurée en  $^{241}\text{Am}$  sur deux échantillons est supérieure à un ordre de grandeur par rapport l'activité calculée (rapport 0,001).

### III.2.1.6 Les sédiments

Les radionucléides suivants : le  $^{54}\text{Mn}$ , le  $^{106}\text{Ru+Rh}$ , le  $^{125}\text{Sb}$ , le  $^{60}\text{Co}$ , l'  $^{129}\text{I}$ , le  $^{137}\text{Cs}$ , le  $^{238}\text{Pu}$ , le  $^{239+240}\text{Pu}$ , le  $^{241}\text{Pu}$ , l'  $^{241}\text{Am}$  et le  $^{244}\text{Cm}$  présentent des activités supérieures à la limite de détection.

Les échantillons proviennent essentiellement de zones sédimentaires sableuses ou sédiments grossiers et de zones de sédimentation plus fine de la Rade de Cherbourg (dilution 0,6). Les caractéristiques sédimentaires sont très différentes, ce qui explique en partie la dispersion des résultats.

Les activités mesurées sont supérieures d'un ordre de grandeur aux activités calculées en particulier pour les transuraniens, à l'exception de certains résultats concernant le  $^{60}\text{Co}$ , le  $^{106}\text{Ru+Rh}$  et l'  $^{129}\text{I}$ . Ces différences du rapport modèle/mesure s'expliquent en partie par le fait que le modèle ne prend pas en compte le marquage des sédiments par les rejets des années précédentes (GRNC, 1999).

Les rapports des activités calculées sur les activités mesurées varient pour :

- le  $^{106}\text{Ru+Rh}$ , de 0,76 à 3,8 (le rapport 3,8 correspond à la dilution 1 c'est à dire à des sédiments plus ou moins grossiers) ;
- le  $^{125}\text{Sb}$ , de 0,03 à 0,05 ;
- le  $^{60}\text{Co}$ , de 0,06 à 1,08 ;
- l'  $^{129}\text{I}$ , de 0,21 à 0,73 ;
- le  $^{137}\text{Cs}$ , de 0,02 à 0,26, (origines différentes) ;

- le  $^{238}\text{Pu}$ , de 0,07 à 0,09 ;
- le  $^{239+240}\text{Pu}$ , de 0,01 à 0,02 ;
- le  $^{241}\text{Pu}$ , de 0,05 à 0,07 ;
- l' $^{241}\text{Am}$ , de 0,002 à 0,08 ;
- le  $^{244}\text{Cm}$ , de 0,04 à 0,09 ;
- pour le  $^{54}\text{Mn}$ , le rapport est de 0,02 , ce radionucléide peut être confondu lors de la mesure avec l' $^{228}\text{Ac}$ .

### III.2.2 Le milieu terrestre

#### III.2.2.1 Le lait

Les radionucléides suivants : le  $^{14}\text{C}$ , le  $^{90}\text{Sr}$ , l' $^{129}\text{I}$  et le  $^{137}\text{Cs}$  présentent des activités supérieures à la limite de détection.

Pour le  $^3\text{H}$  aucune mesure sur 41 est supérieure à la limite de détection.

L'activité mesurée en  $^{14}\text{C}$  correspond à l'activité calculée (rapport 1,03).

Pour le  $^{14}\text{C}$  en excès la différence constatée entre les activités calculées pour les années 2003 et 2004 provient des rapports poids frais (Pf)/ poids sec (Ps) différents. Le rapport utilisé en 2003 (Pf/Ps = 11,9) correspondait à du lait étuvé, celui utilisé en 2004 (Pf/Ps = 8) correspond à du lait lyophilisé, préparation utilisée par tous les laboratoires. La mesure de l'activité du  $^{14}\text{C}$  étant réalisée sur du lait préalablement lyophilisé, les activités calculées en 2004 sont donc plus précises.

Pour le  $^{90}\text{Sr}$ , parmi les valeurs supérieures à la limite de détection, certaines valeurs correspondent à des mesures effectuées sur des précipités d'oxalates qui contiennent l'isotope du strontium mais aussi tous les isotopes radioactifs naturels des terres rares.

La moyenne des activités en  $^{90}\text{Sr}$  seul, mesurées par la COGEMA dans le canton de Beaumont Hague sur 60 échantillons de lait ( $0,072 \pm 0,022$  Bq/l) (voir rapport COGEMA résultats détaillés chapitre 4.6) correspond à celle mesurée lors des études radioécologiques décennales ( $0,071$  Bq/l) ou des études de points zéro ( $0,082$  Bq/l) effectuées autour de 8 Centres de Production Nucléaire d'Electricité [IPSN 1997, 1998, 2000, 2001] [IRSN 2003]. Pour cet isotope du strontium l'activité est due principalement aux retombées des essais nucléaires ce qui explique l'écart par rapport au modèle (rapport 0,003) qui ne prend pas en compte les retombées atmosphériques et l'incendie du silo.

Pour l' $^{129}\text{I}$ , compte tenu de la difficulté de la mesure et du faible nombre de mesures supérieures à la LD (2), la comparaison modèle/mesure s'avère peu fiable.

Le  $^{137}\text{Cs}$  ayant plusieurs origines, l'activité calculée sur deux échantillons est inférieure à l'activité mesurée.

#### III.2.2.2 Légumes

Les radionucléides suivants : le  $^3\text{H}$ , le  $^{14}\text{C}$  et le  $^{137}\text{Cs}$  présentent des activités supérieures à la limite de détection.

Le faible nombre de mesures ne permet pas de faire une comparaison fiable, cependant une tendance peut être exprimée :

- le tritium : l'activité mesurée est inférieure à l'activité calculée (rapport 3,9);
- l'activité du  $^{14}\text{C}$  mesurée est supérieure à l'activité calculée (rapport 0,64).

Les faibles activités mesurées pour le  $^{137}\text{Cs}$  ( $43$  mBq.kg<sup>-1</sup>frais) proviennent principalement des retombées atmosphériques (rapport 0,009).

### III.2.2.3 Viandes

L'activité du  $^{14}\text{C}$  mesurée est inférieure à l'activité calculée. Le rapport des activités modèle/mesures est de 7,2 traduisant une surestimation du modèle.

### III.2.2.4 Sols

Le  $^{137}\text{Cs}$  est le seul radionucléide mesuré dans les sols prélevés dans le canton de Beaumont Hague (sols prélevés pour certains à moins de 1km). L'activité de ce radionucléide provenant de l'incident du feu du silo et des retombées des essais militaires n'est pas prise en compte par le modèle. Ceci explique en partie la différence par rapport au modèle (rapport de 0,002). Les activités des transuraniens ont été mesurées sur un seul échantillon et il n'est donc pas possible de dégager une conclusion.

### III.2.2.5 Les herbes

Les radionucléides suivants, le  $^{14}\text{C}$ , le  $^{90}\text{Sr}$  et l' $^{129}\text{I}$  ont été mesurés dans des herbes du canton de Beaumont et présentent des activités supérieures à la limite de détection.

L'activité du  $^{90}\text{Sr}$  mesurée sur des précipités d'oxalate correspond à l'activité des isotopes radioactifs des terres rares. Comme cette activité est majoritaire aucune comparaison n'est possible (à titre indicatif le rapport est de 0,002).

L'activité de l' $^{129}\text{I}$  mesurée est supérieure à l'activité calculée par le modèle (rapport 0,03).

Le modèle ACADIE ne calcule pas les activités du  $^{14}\text{C}$  dans l'herbe.

### III.2.2.6 L'air

L'activité du  $^{85}\text{Kr}$  a été mesurée dans 5 stations (Gréville, Digulleville, Beaumont, Herqueville, Jobourg). Un Coefficient de Transfert Atmosphérique (CTA) a été calculé à partir de l'activité rejetée et des mesures en  $^{85}\text{Kr}$  en un lieu donné.

La comparaison modèle/mesure montre une surestimation du modèle pour Gréville (rapport 1,9), Digulleville (rapport 1,3), Beaumont (rapport 1,3), Jobourg (rapport 1,7).

Pour Herqueville le modèle ACADIE sous-estime d'un facteur 3,7 (rapport 0,3). Cette sous-estimation provient d'une météo différente en 2004 par rapport à la rose des vents moyenne utilisée par le modèle.

Pour l'ensemble des stations, les écarts entre les résultats modèle / résultats mesure sont inférieurs à un ordre de grandeur (tableau IX).

L'activité du  $^{14}\text{C}$  comme celle du  $^{85}\text{Kr}$  a été mesurée dans les 5 stations. Un CTA a été calculé à partir de l'activité rejetée et l'activité mesurée du  $^{14}\text{C}$  en excès dans les 5 stations. Une activité de  $0,05 \text{ Bq/m}^3$  en  $^{14}\text{C}$  d'origine naturelle a été retenue pour calculer l'activité du  $^{14}\text{C}$  en excès.

La comparaison modèle/mesure (tableau X) montre une sous estimation du modèle pour toutes les stations : Gréville (rapport 0,28) ; Digulleville (rapport 0,44) ; Beaumont (rapport 0,37) ; Herqueville (rapport 0,04) ; Jobourg (rapport 0,34) .

### Remarques sur les CTA :

La comparaison des CTA annuels calculés à partir des mesures effectuées dans l'air dans les cinq stations pour le  $^{85}\text{Kr}$  et le  $^{14}\text{C}$  (tableau XI) montre un rapport CTA  $^{85}\text{Kr}$  / CTA  $^{14}\text{C}$  variant de 0,15 à 0,34. Dans l'état actuel des connaissances cette différence n'est pas expliquée.

De plus, des CTA ont été calculés à partir des activités mesurées dans l'herbe prélevée en deux stations : Herqueville et Digulleville (tableau XII) : les CTA calculés à partir des activités de  $^{14}\text{C}$  dans l'herbe s'avère assez proches de ceux obtenus par la mesure du  $^{85}\text{Kr}$  dans l'air (facteur de 1 à 3). Cela conduit à privilégier le choix du CTA obtenu grâce aux mesures du  $^{85}\text{Kr}$  dans l'air. Enfin les mesures faites sur le  $^{85}\text{Kr}$  sont très largement supérieures aux LD, contrairement aux mesures de  $^{14}\text{C}$  dans l'air qui sont proches des LD.

### **III.2.3 Conclusion sur la comparaison des activités modèle/mesure**

Pour le domaine marin, les radionucléides présentant des activités supérieures à la LD sont :  $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{106}\text{Ru-Rh}$ ,  $^{110\text{m}}\text{Ag}$ ,  $^{125}\text{Sb}$ ,  $^{129}\text{I}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239-240}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Am}$ ,  $^{244}\text{Cm}$ .

En général, les écarts modèle/mesure sont inférieurs à un ordre de grandeur. Pour certains radionucléides dans différentes matrices les écarts correspondent à des facteurs supérieurs à un ordre de grandeur, le modèle sous-estimant les activités par rapport aux mesures.

Les rapports modèle/mesure calculés pour l'année 2004 sont semblables à ceux calculés pour l'année 2003.

Le tableau VII présente les rapports modèle/mesure de différentes matrices pour la zone concernant le groupe de référence (dilution 1) pour les deux années. Les radionucléides pour lesquels le rapport est supérieur à un ordre de grandeur sont les transuraniens chez les sédiments),  $^{241}\text{Am}$  chez les algues,  $^{129}\text{I}$  chez les crustacés et les poissons (cf remarques précédentes).

En ce qui concerne le  $^{60}\text{Co}$  et le  $^{106}\text{Ru+Rh}$ , les rapports modèle/mesure sont en général supérieurs à 1 chez les algues et les mollusques. Certains facteurs de concentration pourront être ajustés.

Pour le domaine terrestre, les radionucléides présentant des activités supérieures à la LD sont :  $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{129}\text{I}$ ,  $^{241}\text{Am}$ ,  $^{239+240}\text{Pu}$ .

Pour la comparaison modèle/mesure, il y a lieu de considérer plusieurs sources de radionucléides artificiels : les embruns, l'incendie du silo, les retombées des essais militaires dans l'atmosphère. Actuellement ces sources deviennent prépondérantes par rapport aux rejets dans le marquage des différentes matrices. Cela se traduit par des activités calculées qui sont notablement inférieures aux activités mesurées, à l'exception du  $^3\text{H}$  dans les légumes et du  $^{14}\text{C}$  dans le lait et les viandes.

Le tableau VIII présente les rapports modèle/mesure des différentes matrices pour le canton de Beaumont Hague.

Dans les deux domaines marin et terrestre, pour l'ensemble des matrices, les activités sont inférieures à  $10 \text{ Bq.kg}^{-1}$  frais (à l'exception du  $^{14}\text{C}$  en excès et du  $^3\text{H}$ , activités inférieures à  $30 \text{ Bq.kg}^{-1}$  frais). Le nombre de mesures inférieures à la LD est important, et ce fait doit être pris en compte dans l'appréciation des résultats de la comparaison modèle/mesure. Cette situation est différente de celle de la période du GRNC 1 du fait que le nombre de résultats d'activité



supérieurs à la LD était nettement plus important ce qui a facilité la validation du modèle GRNC 1.

L'analyse des résultats de la comparaison modèle/mesure, quant aux concentrations des radionucléides dans les matrices de l'environnement, montre qu'il y a une bonne adéquation entre les activités calculées par le modèle et celles mesurées. Certes quelques écarts importants (supérieurs à un facteur 10) sont enregistrés. Ils sont expliqués par : les incertitudes sur les caractéristiques des paramètres de transfert, les modalités de traitements d'échantillons, le nombre de résultats inférieurs à la LD, le fait de calculer les moyennes sur les activités maximales, l'existence d'autres termes sources (retombées, embruns...). Il se dégage que pour exprimer les concentrations dans les matrices des seuls rejets de COGEMA la Hague, le modèle est satisfaisant.

Pour l'année 2004 les activités maximales de  $^{85}\text{Kr}$  dans l'air sont mesurées à Herqueville (cf. carte ci-après). L'impact sur ce groupe doit être calculé en utilisant le CTA du  $^{85}\text{Kr}$  calculé à partir des mesures effectuées dans la station.

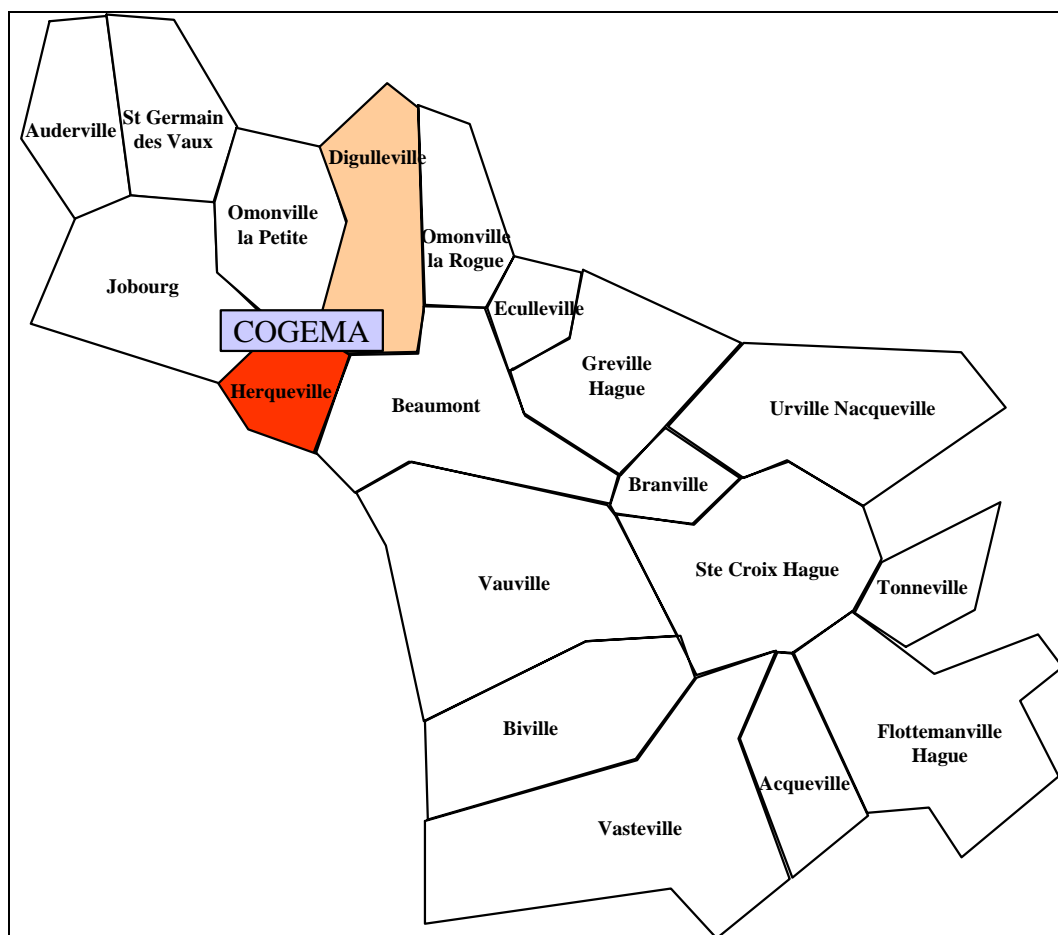


Figure 2 : Carte du canton de Beaumont Hague



**Tableau VII : Milieu marin - synthèse des rapports modèle/mesure de différentes matrices pour la zone concernant le groupe de référence en 2003 et 2004 (dilution 1)**

Radionucléides	Rapport modèle/mesures												
	Eau de mer		Algues		Mollusques		Crustacés		Poissons		Sédiments		
	2003	2004	2003	2004	2003	2004	2003	2004	2003	2004	2003	2004	
<sup>3</sup> H	0,73	0,72											
<sup>14</sup> C*													
<sup>14</sup> C**			1,88	1,37	1,34	1,72		1,62	2,19	3,10			
<sup>54</sup> Mn													
<sup>90</sup> Sr		0,05											
<sup>60</sup> Co	0,92	0,51	2,36	2,52	5,38	5,11	1,46	1,24	0,56	0,50	0,37	0,28	
<sup>106</sup> Ru+Rh	0,80	1,34	1,22	0,76	4,53	3,10	0,54	0,56		0,05	5,26	3,80	
<sup>110m</sup> Ag													
<sup>125</sup> Sb	0,19					0,004							0,05
<sup>129</sup> I			1,01	1,08	0,28	0,27	0,08	0,12	0,03	0,03			0,73
<sup>137</sup> Cs	0,59	0,30	0,51	0,24	0,61	0,15	0,55	0,39	0,45	0,41	0,23	0,16	
<sup>238</sup> Pu		0,88	0,65	0,75	1,61	1,65		0,58			0,08	0,09	
<sup>239+240</sup> Pu		0,11	0,17	0,10	0,36	0,24		0,06			0,02	0,01	
<sup>241</sup> Pu			0,64	0,50	1,24	1,37					0,07	0,06	
<sup>241</sup> Am			0,05	0,04	0,13	0,02		0,02			0,10	0,04	
<sup>244</sup> Cm											0,04	0,09	

<sup>14</sup>C\* total

<sup>14</sup>C\*\* en excès

**Tableau VIII : Milieu terrestre - synthèse des rapports modèle/mesure de différentes matrices pour la zone concernant le canton de Beaumont Hague**

Radionucléides	Rapport modèle/mesures										
	Lait		Légumes		Viandes		Sols		Herbes		
	2003	2004	2003	2004	2003	2004	2003	2004	2003	2004	
<sup>3</sup> H	0,42		6,09	3,87	1,72						
<sup>14</sup> C*											
<sup>14</sup> C**	0,50	1,03	0,59	0,64	9,47	7,16					
<sup>54</sup> Mn								0,02			
<sup>90</sup> Sr	0,003	0,003							0,004	0,002	
<sup>60</sup> Co											
<sup>106</sup> Ru+Rh											
<sup>110m</sup> Ag											
<sup>125</sup> Sb											
<sup>129</sup> I	0,11	0,30							0,018	0,030	
<sup>137</sup> Cs		0,02	0,01	0,009			0,001	0,03			
<sup>238</sup> Pu											
<sup>239+240</sup> Pu								0,002			
<sup>241</sup> Pu											
<sup>241</sup> Am								0,0006			
<sup>244</sup> Cm											

<sup>14</sup>C\* total

<sup>14</sup>C\*\* en excès

**Tableau IX : Milieu terrestre - synthèse des rapports modèle/mesure pour le <sup>85</sup>Kr dans l'air pour le canton de Beaumont-Hague**

année	Rapport modèle/mesures									
	Gréville		Digulleville		Beaumont		Herqueville		Jobourg	
	2003	2004	2003	2004	2003	2004	2003	2004	2003	2004
<sup>85</sup> Kr	2,9	1,9	1,7	1,3	1,3	1,3	0,4	0,3	1,0	1,7

**Tableau X : Milieu terrestre - synthèse des rapports modèle/mesure pour le  $^{14}\text{C}$  dans l'air pour le canton de Beaumont-Hague en 2004**

	Rapport modèle/mesures				
Radionucléide	Gréville	Digulleville	Beaumont	Herqueville	Jobourg
$^{14}\text{C}$	0,28	0,44	0,37	0,04	0,34

**Tableau XI : Milieu terrestre - synthèse des coefficients de transfert atmosphérique pour le  $^{85}\text{Kr}$  pour le  $^{14}\text{C}$  dans l'air pour le canton de Beaumont-Hague en 2004**

	Coefficient de transfert atmosphérique ( $\text{s.m}^{-3}$ )				
	Gréville	Digulleville	Beaumont	Herqueville	Jobourg
$^{85}\text{Kr}$	3,48E-08	6,56E-08	4,28E-08	1,51E-07	2,83E-08
$^{14}\text{C}$	2,39E-07	1,92E-07	1,52E-07	9,95E-07	1,44E-07
Rapport $^{85}\text{Kr}/^{14}\text{C}$	0,15	0,34	0,28	0,15	0,20

**Tableau XII : Comparaison des coefficients de transfert atmosphérique**

HERQUEVILLE	CTA
CTA GRNC	4,12E-08
CTA $^{85}\text{Kr}$	1,51E-07
CTA $^{14}\text{C}$	9,95E-07
CTA $^{14}\text{C}$ Herbe A9 COGEMA	1,58E-07
CTA $^{14}\text{C}$ Herbe A12 COGEMA	1,76E-07
CTA $^{14}\text{C}$ Herbe Herqueville SESURE	1,78E-07

DIGULLEVILLE	CTA
CTA GRNC	8,46E-08
CTA $^{85}\text{Kr}$	6,56E-08
CTA $^{14}\text{C}$	1,92E-07
CTA $^{14}\text{C}$ Herbe A3 COGEMA	1,65E-07
CTA $^{14}\text{C}$ Herbe A5 COGEMA	1,73E-07

## IV CALCULS DE DOSES EFFICACES

---

### IV.1 Calculs de doses réalisés par COGEMA

Dans son rapport 2004, COGEMA présente ses calculs de doses pour deux groupes de population :

- un groupe de pêcheurs vivant à Goury, en bord de mer, à 7 km du point de rejet, défini comme le groupe critique associé aux effluents liquides,
- un groupe d'adultes résidant dans la commune de Digulleville à 2,6 km du site COGEMA La Hague, défini comme le groupe critique associé aux effluents gazeux.

### IV.2 Calculs de doses réalisés par le GRNC

#### IV.2.1 Outil de calcul : le logiciel ACADIE

Le logiciel ACADIE est utilisé par le GRNC pour l'estimation des doses efficaces dues aux rejets de l'usine de COGEMA La Hague en 2004 [Ringard 2005]. Ce logiciel développé dans le cadre d'une convention IRSN/COGEMA/DGSNR est issu des travaux du GRNC 1 et a été adapté aux besoins liés à l'application de l'arrêté de rejets de janvier 2003.

#### IV.2.2 Méthode de calculs

Deux catégories de calculs ont été définies par le GRNC :

- des calculs de doses à partir des activités rejetées dans l'environnement en 2004,
- des calculs de doses à partir des mesures réalisées dans l'environnement en 2004.

Le détail des doses par voie d'exposition est donné pour chaque calcul, afin d'illustrer la contribution de ces voies à la dose totale.

##### IV.2.2.1 Calculs de doses à partir des activités rejetées en 2004

Le tableau suivant rappelle les scénarios pris en compte par le GRNC pour l'analyse du rapport 2003 de COGEMA et liste ceux retenus pour 2004. Deux nouveaux scénarios ont été ajoutés par le GRNC à la liste de ceux définis pour l'année 2003. En effet, le GRNC estime que pour l'année 2004, le groupe de référence pour les effluents gazeux correspond aux individus résidant à Herqueville et non à Digulleville comme indiqué dans le rapport de COGEMA. Cette différence est le résultat de deux approches méthodologiques distinctes. En effet, COGEMA détermine la localisation du groupe de référence à partir d'une météo moyennée sur plusieurs années alors que le GRNC utilise les mesures en continu de <sup>85</sup>Kr dans l'air pour évaluer le coefficient de transfert atmosphérique (CTA) spécifique de l'année étudiée. Pour ses estimations de doses, le GRNC a donc introduit le groupe d'Herqueville avec deux scénarios, un chronique (régime alimentaire moyen) et un particulier (100 % d'autoconsommation pour les aliments terrestres).

Les deux scénarios relatifs aux résidents de Digulleville ont été maintenus dans le cadre d'une analyse de sensibilité.

Le scénario dénommé « agriculteurs du Pont-Durand » a été modifié car cette zone n'est pas particulièrement exposée aux rejets d'effluents gazeux de 2004. Ce scénario a été remplacé par un scénario particulier basé sur le scénario chronique de l'adulte résidant dans le canton mais avec une valeur de coefficient atmosphérique quatre fois supérieure.

Au total, dix scénarios d'exposition aux effluents radioactifs de l'usine de COGEMA La Hague sont pris en compte par le GRNC pour l'année 2004.

**Tableau XIII : Voies d'exposition prises en compte pour chacun des calculs du GRNC 1**

	N°	Scénarios d'exposition	2003	2004
<b>Groupes de référence de COGEMA</b>	1	Pêcheurs vivant à Goury	X	X
	2	Adultes résidant à Digulleville	X	X
<b>Scénarios chroniques</b>	3	Adultes résidant dans le canton de Beaumont-Hague	X	X
	4	Pêcheurs dans la zone des Huquets	X	X
	5	Adultes résidant à Herqueville		X
	6	Agriculteurs résidant à moins de 1 500 m du point de rejet	X	X
	7	<i>Agriculteurs du Pont-Durand</i>	X	
<b>Scénarios particuliers</b>	8	<i>Pêcheurs vivant à Goury 100 % d'autoconsommation pour les aliments marins</i>	X	X
	9	<i>Adultes résidant à Digulleville 100 % d'autoconsommation pour les aliments terrestres</i>	X	X
	10	<i>Adultes résidant dans le canton de Beaumont-Hague (coefficients de dispersion X 4)</i>		X
	11	<i>Adultes résidant à Herqueville 100 % d'autoconsommation pour les aliments terrestres</i>		X

*En italique sont indiqués les scénarios non validés par tous les membres du GRNC*

Douze voies d'exposition sont prises en compte pour l'évaluation des doses efficaces. Le tableau ci-après présente les voies d'exposition prises en compte pour les différents scénarios d'exposition de 2004.

**Tableau XIV : Voies d'exposition retenues par le GRNC pour chaque scénario**

	Scénarios d'exposition 2004										
	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	
<b>Exposition associée aux rejets liquides en mer</b>											
Ingestion de produits marins	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Exposition externe aux sédiments	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Ingestion de sable			X	X		X			X		
Ingestion d'eau de mer			X	X		X			X		
Exposition aux embruns	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Epannage d'algues		X	X		X	X		X	X	X	
<b>Exposition associée aux rejets atmosphériques</b>											
Ingestion de produits terrestres	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Ingestion de sol			X	X		X			X		
Inhalation du panache	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Remise en suspension	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Exposition externe panache	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Exposition externe dépôt	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

#### IV.2.2.1.1 Groupes de référence de COGEMA

- Pêcheurs vivant à Goury

**Tableau XV : Doses reçues par les pêcheurs vivant à Goury**

<b>GOURY</b>	<b>2004 (Sv)</b>
Ingestion de produits terrestres (Rejets gazeux)	$2,75.10^{-7}$
Ingestion de sol par inadvertance (Rejets gazeux)	-
Exposition externe (Rejets gazeux)	$1,19.10^{-6}$
Inhalation (Rejets gazeux)	$3,37.10^{-9}$
Ingestion de produits terrestres (Rejets liquides)	$1,03.10^{-7}$
Ingestion de produits marins (Rejets liquides)	$2,78.10^{-6}$
Ingestion par inadvertance (Rejets liquides)	-
Exposition externe (Rejets liquides)	$1,65.10^{-8}$
Inhalation (Rejets liquides)	$3,55.10^{-9}$
<b>Somme</b>	<b><math>4,4.10^{-6}</math></b>

La dose totale ( $4,4 \mu\text{Sv}$ ) est inférieure à celle estimée par COGEMA qui est de l'ordre de  $6,6 \mu\text{Sv}$ .

- Adultes résidant dans la commune de Digulleville

**Tableau XVI : Doses reçues par les habitants de Digulleville**

<b>DIGULLEVILLE</b>	<b>2004 (Sv)</b>
Ingestion de produits terrestres (Rejets gazeux)	$2,84.10^{-6}$
Ingestion de sol par inadvertance (Rejets gazeux)	-
Exposition externe (Rejets gazeux)	$5,59.10^{-6}$
Inhalation (Rejets gazeux)	$1,62.10^{-8}$
Ingestion de produits terrestres (Rejets liquides)	$2,42.10^{-7}$
Ingestion de produits marins (Rejets liquides)	$5,21.10^{-7}$
Ingestion par inadvertance (Rejets liquides)	-
Exposition externe (Rejets liquides)	$1,80.10^{-8}$
Inhalation (Rejets liquides)	$3,27.10^{-9}$
<b>Somme</b>	<b><math>9,2.10^{-6}</math></b>

Ces résultats sont cohérents avec ceux de l'exploitant. En effet, la dose totale estimée par COGEMA est de l'ordre de  $9,7 \mu\text{Sv}$ , soit du même ordre de grandeur que celle estimée par le GRNC.

#### IV.2.2.1.2 Scénarios chroniques

- Adultes résidant dans le canton de Beaumont Hague

**Tableau XVII : Doses reçues par les adultes résidant dans le canton de Beaumont Hague**

<b>CANTON DE BEAUMONT HAGUE</b>	<b>Dose 2004 (Sv)</b>
Ingestion de produits terrestres (Rejets gazeux)	$1,29.10^{-6}$
Ingestion de sol par inadvertance (Rejets gazeux)	$3,77.10^{-11}$
Exposition externe (Rejets gazeux)	$2,58.10^{-6}$
Inhalation (Rejets gazeux)	$6,41.10^{-9}$
Ingestion de produits terrestres (Rejets liquides)	$2,63.10^{-7}$
Ingestion de produits marins (Rejets liquides)	$5,66.10^{-7}$
Ingestion par inadvertance (Rejets liquides)	$6,47.10^{-10}$
Exposition externe (Rejets liquides)	$5,65.10^{-8}$
Inhalation (Rejets liquides)	$3,08.10^{-9}$
<b>Somme</b>	<b><math>4,8.10^{-6}</math></b>

La dose totale reçue par les adultes résidant dans le canton de Beaumont Hague est de l'ordre 4,8  $\mu$ Sv.

- Pêcheurs de la zone des Huquets

**Tableau XVIII : Doses reçues par les pêcheurs des Huquets**

<b>HUQUETS</b>	<b>Dose 2004 (Sv)</b>
Ingestion de produits terrestres (Rejets gazeux)	$2,75.10^{-7}$
Ingestion de sol par inadvertance (Rejets gazeux)	$1,54.10^{-11}$
Exposition externe (Rejets gazeux)	$1,19.10^{-6}$
Inhalation (Rejets gazeux)	$3,69.10^{-9}$
Ingestion de produits terrestres (Rejets liquides)	$3,24.10^{-8}$
Ingestion de produits marins (Rejets liquides)	$1,25.10^{-5}$
Ingestion par inadvertance (Rejets liquides)	$2,91.10^{-9}$
Exposition externe (Rejets liquides)	$2,54.10^{-7}$
Inhalation (Rejets liquides)	$1,75.10^{-8}$
<b>Somme</b>	<b><math>1,43.10^{-5}</math></b>

La dose totale reçue par les pêcheurs des Huquets en 2004 est de l'ordre de 14,3  $\mu$ Sv.

- **Adulte résidant à Herqueville**

**Tableau XIX : Doses reçues par un adulte résidant à Herqueville**

<b>Herqueville</b>	<b>Dose 2004 (Sv)</b>
Ingestion de produits terrestres (Rejets gazeux)	<b>5,23.10<sup>-6</sup></b>
Ingestion de sol par inadvertance (Rejets gazeux)	-
Exposition externe (Rejets gazeux)	<b>1,06.10<sup>-5</sup></b>
Inhalation (Rejets gazeux)	3,04.10 <sup>-8</sup>
Ingestion de produits terrestres (Rejets liquides)	2,42.10 <sup>-7</sup>
Ingestion de produits marins (Rejets liquides)	5,21.10 <sup>-7</sup>
Ingestion par inadvertance (Rejets liquides)	-
Exposition externe (Rejets liquides)	1,80.10 <sup>-8</sup>
Inhalation (Rejets liquides)	3,27.10 <sup>-9</sup>
<b>Somme</b>	<b>1,66.10<sup>-5</sup></b>

La dose totale reçue par un adulte résidant à Herqueville en 2004 est de l'ordre de 16,6 µSv.

- **Agriculteurs habitant et cultivant leurs champs dans une zone située à moins de 1500 m des émissaires de rejet dans l'atmosphère**

**Tableau XX : Doses reçues par les agriculteurs résidant à moins de 1500 m du point de rejet**

<b>Hameau situé à moins de 1500 m du point de rejet</b>	<b>Dose 2004 (Sv)</b>
Ingestion de produits terrestres (Rejets gazeux)	<b>5,56.10<sup>-6</sup></b>
Ingestion de sol par inadvertance (Rejets gazeux)	1,67.10 <sup>-10</sup>
Exposition externe (Rejets gazeux)	<b>1,11.10<sup>-5</sup></b>
Inhalation (Rejets gazeux)	3,45.10 <sup>-8</sup>
Ingestion de produits terrestres (Rejets liquides)	2,49.10 <sup>-7</sup>
Ingestion de produits marins (Rejets liquides)	5,21.10 <sup>-7</sup>
Ingestion par inadvertance (Rejets liquides)	1,11.10 <sup>-10</sup>
Exposition externe (Rejets liquides)	1,23.10 <sup>-7</sup>
Inhalation (Rejets liquides)	1,43.10 <sup>-8</sup>
<b>Somme</b>	<b>1,76.10<sup>-5</sup></b>

La dose totale reçue par les agriculteurs résidant en 2004 à moins de 1500 m du point de rejet est de l'ordre de 17,6 µSv.



### IV.2.2.1.3 Scénarios particuliers

- Pêcheurs vivant à Goury et ayant un taux d'autoconsommation de 100 % pour les aliments marins

Tableau XXI : Doses reçues par les pêcheurs vivant à Goury

GOURY	Dose 2004 (Sv) Autoconsommation de 100 % pour les produits marins
Ingestion de produits terrestres (Rejets gazeux)	$2,75.10^{-7}$
Ingestion de sol par inadvertance (Rejets gazeux)	-
Exposition externe (Rejets gazeux)	$1,19.10^{-6}$
Inhalation (Rejets gazeux)	$3,37.10^{-9}$
Ingestion de produits terrestres (Rejets liquides)	$1,03.10^{-7}$
Ingestion de produits marins (Rejets liquides)	<b><math>4,86.10^{-6}</math></b>
Ingestion par inadvertance (Rejets liquides)	-
Exposition externe (Rejets liquides)	$1,65.10^{-8}$
Inhalation (Rejets liquides)	$3,55.10^{-9}$
<b>Somme</b>	<b><math>6,5.10^{-6}</math></b>

La dose totale est de l'ordre de 6,5  $\mu$ Sv.

- Adultes résidant dans la commune de Digulleville et ayant un taux d'autoconsommation de 100 % pour les aliments terrestres

Tableau XXII : Doses reçues par les habitants de Digulleville

DIGULLEVILLE	Dose 2004 (Sv) Autoconsommation de 100 % pour les produits terrestres
Ingestion de produits terrestres (Rejets gazeux)	<b><math>9,51.10^{-6}</math></b>
Ingestion de sol par inadvertance (Rejets gazeux)	-
Exposition externe (Rejets gazeux)	$5,59.10^{-6}$
Inhalation (Rejets gazeux)	$1,62.10^{-8}$
Ingestion de produits terrestres (Rejets liquides)	$8,43.10^{-7}$
Ingestion de produits marins (Rejets liquides)	$5,21.10^{-7}$
Ingestion par inadvertance (Rejets liquides)	-
Exposition externe (Rejets liquides)	$1,80.10^{-8}$
Inhalation (Rejets liquides)	$3,27.10^{-9}$
<b>Somme</b>	<b><math>1,65.10^{-5}</math></b>

La dose totale est de l'ordre de 16,5  $\mu$ Sv.

- Adultes résidant dans le canton (CTA <sup>85</sup>Kr 2004 \*4)

**Tableau XXIII : Doses reçues par les adultes résidant dans le canton de Beaumont Hague (CTA × 4)**

<b>CANTON DE BEAUMONT HAGUE</b>	<b>Dose 2004 (Sv) (CTA × 4)</b>
Ingestion de produits terrestres (Rejets gazeux)	<b>5,79.10<sup>-6</sup></b>
Ingestion de sol par inadvertance (Rejets gazeux)	1,67.10 <sup>-10</sup>
Exposition externe (Rejets gazeux)	1,16.10 <sup>-5</sup>
Inhalation (Rejets gazeux)	3,61.10 <sup>-8</sup>
Ingestion de produits terrestres (Rejets liquides)	2,49.10 <sup>-7</sup>
Ingestion de produits marins (Rejets liquides)	5,21.10 <sup>-7</sup>
Ingestion par inadvertance (Rejets liquides)	1,11.10 <sup>-10</sup>
Exposition externe (Rejets liquides)	1,23.10 <sup>-7</sup>
Inhalation (Rejets liquides)	1,43.10 <sup>-8</sup>
<b>Somme</b>	<b>1,83.10<sup>-5</sup></b>

La dose totale est de l'ordre de 18,3 µSv.

- Adulte résidant à Herqueville et ayant un taux d'autoconsommation de 100 % pour les aliments terrestres

**Tableau XXIV : Doses reçues par un adulte résidant à Herqueville**

<b>HERQUEVILLE</b>	<b>Dose 2004 (Sv) Autoconsommation de 100 % pour les produits terrestres</b>
Ingestion de produits terrestres (Rejets gazeux)	<b>1,74.10<sup>-5</sup></b>
Ingestion de sol par inadvertance (Rejets gazeux)	-
Exposition externe (Rejets gazeux)	1,06.10 <sup>-5</sup>
Inhalation (Rejets gazeux)	3,04.10 <sup>-8</sup>
Ingestion de produits terrestres (Rejets liquides)	8,43.10 <sup>-7</sup>
Ingestion de produits marins (Rejets liquides)	5,21.10 <sup>-7</sup>
Ingestion par inadvertance (Rejets liquides)	-
Exposition externe (Rejets liquides)	1,80.10 <sup>-8</sup>
Inhalation (Rejets liquides)	3,27.10 <sup>-9</sup>
<b>Somme</b>	<b>2,94.10<sup>-5</sup></b>

La dose totale est de l'ordre de 29,4 µSv.

#### **IV.2.2.2 Calculs de doses à partir des mesures 2004**

Les doses estimées à partir de résultats de mesures (doses « mesures ») sont comparées aux doses calculées à partir du terme source de 2004 (doses « modélisation »).

Deux comparaisons ont été menées :

- la première concerne la dose due aux rejets liquides et reçue par les pêcheurs de Goury,
- la seconde concerne la dose due aux effluents gazeux reçue par les adultes résidant dans le canton de Beaumont Hague.

Le principe de cette comparaison est de remplacer les activités dans l'environnement calculées par modélisation à partir du terme source de 2004, par les moyennes annuelles estimées par le GRNC à partir des résultats de mesure supérieurs à la limite de détection. Cet exercice n'est possible que pour quelques radionucléides et compartiments de l'environnement.

#### IV.2.2.3 Goury

Les compartiments de l'environnement concernés sont : les poissons, les mollusques et les crustacés. Les radionucléides mesurés sont : le  $^{14}\text{C}$ , le  $^{60}\text{Co}$ , le  $^{106}\text{Ru}$ , l' $^{125}\text{Sb}$ , l' $^{129}\text{I}$ , le  $^{137}\text{Cs}$ , le  $^{238}\text{Pu}$ , les  $^{239+240}\text{Pu}$ , le  $^{241}\text{Pu}$  et l' $^{241}\text{Am}$ .

Le tableau ci-après présente la comparaison des doses « modélisation » et « mesures ».

**Tableau XXV : Goury : comparaison des doses « modélisation » et « mesure »**

Radionucléides (effluents liquides)	Dose « modélisation » 2004 ( $\mu\text{Sv}$ )	Dose « mesures » 2004 ( $\mu\text{Sv}$ )	Rapport dose 2004 « mesures » / dose 2004 « modélisation »
$^{14}\text{C}$	1.4	0.7	0.5
$^{60}\text{Co}$	0.2	0.15	0.8
$^{106}\text{Ru}+\text{Rh}$	0.4	0.5	1.3
$^{125}\text{Sb}$	0.6	5.4	9.0
$^{129}\text{I}$	0.0003	0.004	13.3
$^{137}\text{Cs}$	0.03	0.01	0.3
$^{238}\text{Pu}$	0.06	0.06	1.0
$^{239+240}\text{Pu}$	0.01	0.12	12.0
$^{241}\text{Pu}$	0.03	0.02	0.7
$^{241}\text{Am}$	0.02	0.8	40.0
<b>Dose due à l'ingestion de produits marins</b>	2,8	7,8	2.8
<b>Dose totale due aux rejets d'effluents liquides et gazeux</b>	<b>4,4</b>	<b>9,4</b>	2,1

La prise en compte, dans l'estimation des doses, des moyennes de résultats de mesure supérieurs à la limite de détection, a pour conséquence d'augmenter la dose totale d'environ un facteur 2. La dose « mesure » en 2004, est de l'ordre de 9,4  $\mu\text{Sv}$ .

#### IV.2.2.4 Le canton de Beaumont-Hague

Les compartiments de l'environnement concernés sont : le lait, les légumes, la viande. Les radionucléides mesurés sont : le  $^3\text{H}$ , le  $^{14}\text{C}$ , le  $^{90}\text{Sr}$ , l' $^{129}\text{I}$  et le  $^{137}\text{Cs}$ .

Le tableau ci-après présente la comparaison des doses « modélisation » et « mesures ».

**Tableau XXVI : Canton : comparaison des doses « modélisation » et « mesure »**

Radionucléides (effluents gazeux)	Dose « modélisation » 2004 ( $\mu\text{Sv}$ )	Dose « mesures » 2004 ( $\mu\text{Sv}$ )	Rapport dose 2004 « mesures » / dose 2004 « modélisation »
$^3\text{H}$	0,03	0,01	0,4
$^{14}\text{C}$	1,08	0,70	0,6
$^{90}\text{Sr}$	0,005	0,08	16,6
$^{129}\text{I}$	0,39	0,09	0,2
$^{137}\text{Cs}$	0,002	0,01	7,1
<b>Dose due à l'ingestion de produits terrestres</b>	1,5*	0,9	0,6
<b>Dose totale due aux rejets d'effluents liquides et gazeux</b>	<b>4,8</b>	<b>4,2</b>	# 1

La prise en compte dans l'estimation des doses, des moyennes de résultats de mesure supérieurs à la limite de détection est sans impact sur la dose totale. La dose « mesure » en 2004, est de l'ordre de 4,2  $\mu\text{Sv}$ .

### IV.3 Récapitulatif des doses estimées par le GRNC

Le tableau suivant récapitule les résultats des calculs de doses réalisés par le GRNC pour l'année 2004.

**Tableau XXVII : Synthèse des calculs de doses réalisés par le GRNC**

	Description	Doses 2004 ( $\mu\text{Sv}$ )
Groupes de référence de COGEMA	Pêcheurs vivant à Goury	4,4
	Adultes résidant à Digulleville	9,2
Scénarios chroniques	Adultes résidant dans le canton de Beaumont-Hague	4,8
	Pêcheurs dans la zone des Huquets	14,3
	Adulte résidant à Herqueville	16,6
	Agriculteurs résidant à moins de 1 500 m du point de rejet	17,6
Scénarios particuliers	<i>Pêcheurs vivant à Goury (100 % d'autoconsommation pour les aliments marins)</i>	6,5
	<i>Adultes résidant à Digulleville (100 % d'autoconsommation pour les aliments terrestres)</i>	16,5
	<i>Adulte du canton (coefficient de dispersion <math>\times 4</math>)</i>	18,3
	<i>Adultes résidant à Herqueville (100 % d'autoconsommation pour les aliments terrestres)</i>	29,4
Doses mesures (prise en compte des résultats de mesure dans l'estimation de doses)	Pêcheurs vivant à Goury	9,4
	Adultes résidant dans le canton de Beaumont-Hague	4,2

Les doses estimées par le GRNC à partir du terme source de 2004 sont comprises entre 4 et 30  $\mu\text{Sv}$ .

La dose maximale est obtenue pour un adulte résidant à Herqueville et consommant uniquement des produits terrestres cultivés en ce lieu (29,4  $\mu\text{Sv}$ ). Il est à noter que ce scénario n'est pas validé par tous les membres du GRNC car jugé irréaliste.

La dose maximale pour un scénario faisant l'unanimité, est de l'ordre de 17,6  $\mu\text{Sv}$  et est supposée reçue par un agriculteur vivant à moins de 1500 m du point de rejet des effluents gazeux.

La prise en compte de résultats de mesures d'activité dans les aliments marins et terrestres ne modifie pas l'ordre de grandeur des doses calculées à partir du terme source de 2004. Il est à noter cependant que cette comparaison modèle/mesures est basée sur un nombre restreint de mesures significatives (supérieures à la limite de détection).

## V CONCLUSION GENERALE

---

Pour apprécier les estimations de doses présentées dans le rapport de surveillance de l'environnement de COGEMA La Hague, le GRNC s'est appuyé sur les travaux qu'il avait réalisés pour élaborer son précédent avis. L'analyse critique du terme source, des mesures et des estimations de doses pour 2004 conduit aux conclusions suivantes :

Le GRNC constate des performances remarquables de réduction de l'activité des rejets en mer pour l'année 2004. Cette baisse significative d'activité concerne pratiquement tous les radionucléides dont la gestion des effluents repose sur la vitrification.

Pour certains radionucléides, le GRNC met en évidence des écarts entre les activités calculées à partir de fonctions de transfert et les activités déclarées par COGEMA. Ces écarts ne sont pas tous expliqués mais ils sont tous négligeables en termes d'impact dosimétrique. Ainsi le GRNC conclut que la quantification des activités rejetées est correcte. Cependant, le GRNC souligne que l'importance croissante de l'activité du tritium rejetée en mer suggère que l'activité calculée du tritium, produit dans le combustible, est sous-évaluée par le code de calcul (code César). L'activité du carbone 14 dans le combustible, qui est inférieure à la somme des activités des rejets liquides et gazeux, pourrait être également sous-estimée. Ces évaluations doivent faire l'objet d'un réexamen.

Les interrogations posées par la modification apparente du rapport isotopique du plutonium 238 (par rapport aux isotopes 239+240) pourront être levées par des mesures de ce rapport éventuellement faites dans la solution de dissolution.

Plus de mille mesures ont été collectées par le GRNC en 2004. La confrontation modèle/mesures réalisée pour les produits terrestres et marins consommables par l'homme montre une bonne adéquation entre les activités calculées par le modèle et celles mesurées mais le GRNC souligne que plus de 80 % de résultats de mesure en 2004 sont inférieurs à la limite de détection (LD).

Le GRNC a exploité les mesures dans l'air de krypton 85 afin de déterminer des coefficients de dispersion atmosphériques spécifiques de cette année. Les résultats obtenus ont été comparés à ceux issus des mesures de carbone 14 dans l'air et des écarts de plus d'un ordre de grandeur ont alors été constatés. Dans l'état actuel des connaissances ces écarts ne sont pas clairement expliqués (bruit de fond sous évalué ? défaut de mesure ?). Ce point sera réexaminé lors de la prochaine analyse du GRNC.

Les doses estimées par le GRNC à partir du terme source de 2004 sont comprises entre 4 et 30  $\mu\text{Sv}$ . Cette étude de sensibilité ne remet pas en cause l'ordre de grandeur de l'impact estimé par COGEMA (7 à 10  $\mu\text{Sv}$ ). En revanche, en ce qui concerne les effluents gazeux, le GRNC ne valide pas le groupe de référence de COGEMA. En effet, COGEMA évalue les conditions de dispersion atmosphérique sur la base d'une météorologie moyennée sur plusieurs années. De son côté, le GRNC a exploité pour l'année 2004, les mesures en continu de krypton 85 afin de déterminer un coefficient de transfert atmosphérique spécifique des conditions météorologiques de cette année. Ainsi, le GRNC conclut que le groupe le plus exposé aux effluents gazeux n'est pas localisé à Digulleville comme indiqué dans le rapport de COGEMA mais à Herqueville.

La prise en compte des activités mesurées dans les aliments à la place des activités calculées n'a pas d'incidence significative sur la dose totale.

## BIBLIOGRAPHIE

---

AIEA, Sediments  $K_d$ s and Concentration Factors for Radionuclides in the Marine Environment, technical reports Series n°247, Vienne 1985.

COGEMA, rapport annuel de surveillance de l'environnement Année 2003.

COGEMA, rapport annuel de surveillance de l'environnement Année 2004.

Dufour A, Enquête sur la consommation alimentaire dans le Nord-Cotentin pour la COGEMA, Centre de Recherche pour l'Etude et l'Observation des Conditions de vie, Paris, 1998.

Eckerman KF and Ryman JC, External exposure of radionuclides in air, water and soil, Federal Guidance Report 12, EPA Report 402-R-93-081, Washington, 1993.

Germain P, M. Masson, Etude du comportement des radionucléides rejetés dans l'environnement par l'usine de La Hague, rapport IPSN/DPRE/SERNAT/2002-02, Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire, Fontenay-aux-Roses, février 2002.

Groupe Radioécologie Nord-Cotentin, Rapport de synthèse : Estimation des niveaux d'exposition aux rayonnements ionisants et des risques de leucémie associés de population du Nord-Cotentin, Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire, Fontenay-aux-Roses, 1999.

Groupe Radioécologie Nord-Cotentin, Volume 1 : Inventaire des rejets radioactifs des installations nucléaires, Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire, Fontenay-aux-Roses, 1999.

Groupe Radioécologie Nord-Cotentin, Volume 2 : Revue critique des mesures dans l'environnement, Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire, Fontenay-aux-Roses, 1999.

Groupe Radioécologie Nord-Cotentin, Volume 3 : Modèles de transfert des radionucléides dans l'environnement, Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire, Fontenay-aux-Roses, 1999.

Groupe Radioécologie Nord-Cotentin, Volume 4 : Estimation des doses et des risques de leucémies associés, Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire, Fontenay-aux-Roses, 1999.

Groupe Radioécologie Nord-Cotentin 2<sup>ème</sup> mission : Rapport de synthèse, Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire, Fontenay-aux-Roses, 2002.

Groupe Radioécologie Nord-Cotentin, Rapport de synthèse et rapport détaillé : Appréciation par le GRNC de l'estimation des doses présentées dans le rapport annuel de surveillance de l'environnement de COGEMA La Hague, Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire, Fontenay-aux-Roses, 2005.

IPSN, Bilan radioécologique décennal du Centre Nucléaire de Production d'Electricité de Paluel, 1995. Rapport SERE 97/001, 1997.

IPSN, Bilan radioécologique décennal du Centre Nucléaire de Production d'Electricité de Cattenom, 1997. Rapport SERE 98/011, 1998.

IPSN, Bilan radioécologique décennal du Centre Nucléaire de Production d'Electricité de Nogent-sur-Seine, 1997. Rapport SERE 98/022, 1998.

IPSN, Bilan radioécologique décennal du Centre Nucléaire de Production d'Electricité de Belleville, 1998. Rapport DPRE/SERNAT/2000-12, 2000.

IPSN, Bilan radioécologique décennal du Centre Nucléaire de Production d'Electricité du Bugey, 1999. Rapport DPRE/SERNAT/2001-29, 2001.

IPSN, Bilan radioécologique décennal du Centre Nucléaire de Production d'Electricité de Penly, 2000. Rapport DPRE/SERNAT/2001-44, 2001.

IRSN, Bilan radioécologique décennal du Centre Nucléaire de Production d'Electricité de Golfech, 2000. Rapport DEI/SESURE n° 2003-12, 2003.

IRSN, Bilan radioécologique décennal du Centre Nucléaire de Production d'Electricité de Dampierre-en-Burly, 2001. Rapport DEI/SESURE n° 2003-10, 2003.

Mathieu PY, Mathieu C, Etude du régime alimentaire des habitants de la région de Flamanville, Bureau d'étude de géographie et d'écologie appliquée, 1978.

Robinson CA, Memorandum – Generalised habit data for radiological assessments, NRPB M636, Chilton, 1996.

Ringard C, Calculs de doses réalisés par le GRNC pour l'appréciation de l'estimation de doses présentée dans le rapport annuel de surveillance de l'environnement de COGEMA La Hague pour l'année 2003, Rapport DRPH/SER/N°2005-14, Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire, Fontenay-aux-Roses, 2005.

Ringard C, ACADIE, Application pour le Calcul de la Dose efficace Interne et Externe, Manuel utilisateur, GRNC 3, Rapport DRPH/SER/N°2005-15, Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire, Fontenay-aux-Roses, 2005.



## LISTE DES TABLEAUX ET DES FIGURES

---

<i>Tableau I : Évolution de l'activité des radionucléides dans les rejets en mer, mesurée par l'exploitant ou calculée par le GRNC (TBq)</i>	17
<i>Tableau II : Importance de l'activité des solvants traités à la STE avant rejets en mer</i>	19
<i>Tableau III : Évolution de l'activité des radionucléides dans les rejets gazeux, mesurées par l'exploitant ou calculées par le GRNC (TBq)</i>	19
<i>Tableau IV : Bilan des rejets de COGEMA et des limites autorisées (TBq/an)</i>	20
<i>Tableau V : Terme source du GRNC et de COGEMA pour 2004 – Effluents liquides</i>	21
<i>Tableau VI : Terme source du GRNC et de COGEMA pour 2004 – Effluents gazeux</i>	21
<i>Tableau VII : Milieu marin - synthèse des rapports modèle/mesure de différentes matrices pour la zone concernant le groupe de référence en 2003 et 2004 (dilution 1)</i>	33
<i>Tableau VIII : Milieu terrestre - synthèse des rapports modèle/mesure de différentes matrices pour la zone concernant le canton de Beaumont Hague</i>	34
<i>Tableau IX : Milieu terrestre - synthèse des rapports modèle/mesure pour le <sup>85</sup>Kr dans l'air pour le canton de Beaumont-Hague</i>	34
<i>Tableau X : Milieu terrestre - synthèse des rapports modèle/mesure pour le <sup>14</sup>C dans l'air pour le canton de Beaumont-Hague en 2004</i>	35
<i>Tableau XI : Milieu terrestre - synthèse des coefficients de transfert atmosphérique pour le <sup>85</sup>Kr pour le <sup>14</sup>C dans l'air pour le canton de Beaumont-Hague en 2004</i>	35
<i>Tableau XII : Comparaison des coefficients de transfert atmosphérique</i>	35
<i>Tableau XIII : Voies d'exposition prises en compte pour chacun des calculs du GRNC 1</i>	37
<i>Tableau XIV : Voies d'exposition retenues par le GRNC pour chaque scénario</i>	37
<i>Tableau XV : Doses reçues par les pêcheurs vivant à Goury</i>	38
<i>Tableau XVI : Doses reçues par les habitants de Digulleville</i>	38
<i>Tableau XVII : Doses reçues par les adultes résidant dans le canton de Beaumont Hague</i>	39
<i>Tableau XVIII : Doses reçues par les pêcheurs des Huquets</i>	39
<i>Tableau XIX : Doses reçues par un adulte résidant à Herqueville</i>	40
<i>Tableau XX : Doses reçues par les agriculteurs résidant à moins de 1500 m du point de rejet</i>	40
<i>Tableau XXI : Doses reçues par les pêcheurs vivant à Goury</i>	41
<i>Tableau XXII : Doses reçues par les habitants de Digulleville</i>	41
<i>Tableau XXIII : Doses reçues par les adultes résidant dans le canton de Beaumont Hague (CTA × 4)</i>	42
<i>Tableau XXIV : Doses reçues par un adulte résidant à Herqueville</i>	42
<i>Tableau XXV : Goury : comparaison des doses « modélisation » et « mesure »</i>	43
<i>Tableau XXVI : Canton : comparaison des doses « modélisation » et « mesure »</i>	44
<i>Tableau XXVII : Synthèse des calculs de doses réalisés par le GRNC</i>	45
<i>Figure 1 : Facteurs de dilution</i>	25
<i>Figure 2 : Carte du canton de Beaumont Hague</i>	32

## ANNEXES

---

# Annexe 1 : Lettre de mission

**AUTORITE DE SURETE NUCLEAIRE**

**COURRIER - ARRIVEE**  
DPHD / SEGR  
30 06 04 23 18 6

Liberté - Egalité - Fraternité  
REPUBLIQUE FRANÇAISE

**DIRECTION GÉNÉRALE DE LA SÛRETÉ NUCLEAIRE ET DE LA RADIOPROTECTION**

DGSNR/SD1/N° 351 / 2004  
Affaire suivie par : Jacques Aguilar  
Tél : 01.43.19.70.02 Fax : 01.43.19.70.27  
Mel : jacques.aguilar@asn.minefi.gouv.fr

Paris, le 24 JUN 2004

Madame,

D.R.P.H.		
Circo	Visa	Date
76	B	28/6
Classement		
GRNC		
Copie		
SER JB JA		

IRSN DRPH  
001228 28 JUN 2004

**DIRECTION DE LA PREVENTION DES POLLUTIONS ET DES RISQUES**

**Madame Annie SUGIER**  
Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire  
B.P. 6  
92265 FONTENAY aux ROSES Cédex

SER	
VISA	DATE
KL	30/6
ACTION	
WETP	
COPIES	
A.R.	
CLASSEMENT	

Nous vous remercions de bien vouloir continuer à assurer la présidence du groupe de radioécologie du Nord-Cotentin.

L'article 32 de l'arrêté du 10 janvier 2003, autorisant COGEMA à poursuivre les prélèvements d'eau et les rejets d'effluents liquides et gazeux pour l'exploitation du site de La Hague, comporte la prescription suivante : « L'estimation des doses visées au point g ci-dessus est soumise à l'appréciation du groupe de radioécologie du Nord-Cotentin (GRNC), dont l'avis est rendu public et est présenté à la CSPI » (commission spéciale permanente d'information auprès du site de La Hague).

L'article 32 de l'arrêté précité précise le contenu du rapport annuel que l'exploitant doit présenter chaque année avant le 30 avril de l'année qui suit l'année décrite dans ce rapport et le point g de cet article concerne l'estimation, de façon aussi réaliste que possible, des doses reçues par la population du fait de l'activité exercée au cours de l'année écoulée.

Dans le cadre de l'article 32 précité, nous vous demandons de bien vouloir faire procéder à l'appréciation demandée par cet article et de nous faire part avant la fin de l'année en cours de votre avis sur l'estimation présentée par COGEMA. Il conviendra que vous présentiez l'avis du GRNC devant la CSPI comme cela est prescrit dans l'article 32.

Nous vous demandons également de bien vouloir procéder à cette évaluation pour les années suivantes dès réception du rapport annuel transmis par COGEMA.

Par ailleurs, la DGSNR assurera le financement des frais de déplacement des experts afin de permettre la réalisation des réunions.

<p>Le directeur général de la sûreté nucléaire et de la radioprotection</p> <p><i>A.C. LACOSTE</i></p> <p>A.C. LACOSTE</p>	<p>Le directeur de la prévention des pollutions et des risques</p> <p><i>T. TROUVÉ</i></p> <p>T. TROUVÉ</p>
--	---

6, place du Colonel Bourgois - 75572 PARIS Cedex 12  
10, route du Panorama - 92266 Fontenay aux Roses cedex

www.asn.gouv.fr

MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE, DES FINANCES ET DE L'INDUSTRIE - MINISTÈRE DÉLÉGUÉ À L'INDUSTRIE  
MINISTÈRE DE LA SANTÉ ET DE LA PROTECTION SOCIALE - MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

Copie : J.R. J.B.P. J.D.R.  
J.C.N. - J.C. - P.G.

## Annexe 2 : Composition du GRNC, groupe plénier et groupe de travail

### Groupe plénier

<b>NOMS</b>	<b>ADRESSES</b>
Mme SUGIER Annie (Présidente) <b>IRSN</b>	DSDRE/MPP BP 17 92262 Fontenay-aux-Roses Cedex Tél. 01.58.35.83.36 Fax. 01.58.35.84.78
M. AMIARD Jean-Claude <b>CNRS</b>	Chef du service d'Ecotoxicologie, CNRS DR2 Université de Nantes, ISOMER, SMAB 2 rue de la Houssinière BP 92208 44322 NANTES Cedex 3 Tél. : 02.51.12.56.76 - Fax : 02.51.12.56.77 e-mail : <a href="mailto:amiard@sante.univ-nantes.fr">amiard@sante.univ-nantes.fr</a>
M. BARBEY Pierre <b>ACRO</b>	138, rue de l'Eglise 14200 HEROUVILLE St CLAIR Tél. 02.31.94.35.34 (ACRO) - Fax 02 31 56 64 28 Tél : 02.31.56.54.17
M. BARON Yves <b>Expert missionné par l'IRSN</b>	IRSN 77-83, avenue du Général de Gaulle 92140 CLAMART
M. BENGTTSSON Gunnar <b>Expert étranger</b>	Luruddsvägen 32 SE- 17854 Ekerö Sweden Tél. 00 468 560 20276 <a href="mailto:gunnarbengt@telia.com">gunnarbengt@telia.com</a>
M. BOILLEY David <b>ACRO</b>	Boulevard Henri Becquerel BP 55027 14076 Caen Cedex 5 Tél. : 02.31.45.47.81
M. BRENOT Jean <b>IRSN</b>	DRPH/DIR BP 17 92262 Fontenay-aux-Roses Cedex Tél. 01.58.35.81.59 Fax. 01.46.54.46.10
M. CALMET Dominique <b>CEA/DAM</b>	Direction Matières Surveillance Environnement Bâtiment DAM BP 12 91680 Bruyères le Chatel Tél. 01.69.26.75.80 – Fax. 01.69.26.70.02
M. CHEVALIER Christian <b>EDF</b>	Attaché au Délégué d'Etat Major Environnement Division Production Nucléaire Branche Energies Site Cap Ampère 1 Place Pleyel 93282 Saint Denis Cedex Tél 01 43 69– Fax 01 43 69 <a href="mailto:christian.chevalier@edf.fr">christian.chevalier@edf.fr</a>

M. CHINO Philippe <b>ANDRA</b>	Chef de Service Biosphère et Environnement Direction Scientifique Parc de la Croix Blanche 1/7 rue Jean Monnet 92298 Chatenay-Malabry Tél. 01.46.11.80.12 – Fax 01.46.11.82.22
M. CROUAIL Pascal (Secrétaire) <b>CEPN</b>	CEPN / FAR Tél. 01.46.54.74.60 – Fax 01.40.84.90.34
M. CORYN Pierre <b>Expert missionné par l'IRSN</b>	IRSN 77-83, avenue du Général de Gaulle 92140 CLAMART
Mme DECOBERT Véronique <b>AREVA NC</b>	Directeur Sûreté Santé Sécurité / Inspection Générale 2, rue Paul Dautier BP 4 78141 VELIZY Cedex Tél. 01.39.26.30.96 - Fax 01.39.39.26.27.30
Mme DELERY Laure <b>INERIS</b>	DRC/ERSA Parc technologique Alata 60550 Verneuil-en-Halatte Tél. : 03 44 55 62 35- fax : 03 44 55 68 99 Laure.delery@ineris.fr
Mme DRESSAYRE Catherine <b>ANDRA</b>	Ingénieur Radioprotection Service Sécurité et radioprotection Direction Sûreté Parc de la Croix Blanche 1/7 rue Jean Monnet 92298 Chatenay-Malabry Tél 01.46.11.81.51 – Fax 01.46.11.80.13
M. GERMAIN Pierre <b>IRSN</b>	DEI/LRC BP 10 Rue Max Pol Fouchet 50130 OCTEVILLE Tél. 02.33.01.41.02 - Fax 02.33.01.41.30
M. GOUMONDY Jean-Pierre <b>Expert missionné par l'IRSN</b>	IRSN 77-83, avenue du Général de Gaulle 92140 CLAMART
M. HUBERT Philippe <b>INERIS</b>	Directeur des risques chroniques Parc Alata 5 rue Taffanel - BP 2 60550 Verneuil en Halatte Tél. : 03 44 55 68 27 - Fax : 03 44 55 61 75 Philippe.Hubert@ineris.fr
M. LE BAR Serge <b>AREVA NC</b>	DQSSE 50444 BEAUMONT HAGUE Tél : 02.33.02.62.02 – Fax : 02.33.02.76.07 slebar@cogema.fr
Mme LEMAITRE Nathalie <b>IRSN</b>	DEI/SESURE Le Vésinet Tél. 01.30.15.52.06 – Fax. 01.30.15.37.78
Mme MERCAT-ROMMENS Catherine <b>IRSN</b>	DEI/LERCM CEA/CADARACHE Bâtiment 153 13105 Saint Paul Lez Durance Tél. 04.42.25.74.67 - Fax 04.42.25.63.73

M. MURITH Christophe <b>OFSP</b> <b>Expert étranger</b>	Office Fédéral de la Santé Publique Division Radioprotection CH-3003 BERNE Suisse Tél 00 41 31 323 41 55 - Fax 00 41 31 322 83 83 Christophe.murith@bag.admin.ch
Mme RINGEARD Caroline <b>IRSN</b>	DRPH/SER/UETP BP 17 92262 Fontenay-aux-Roses Cedex Tel. 01.58.35.72.58 – Fax. 01.58.35.88.29
Mme SENÉ Monique <b>GSIEN</b>	2 rue François Villon 91400 ORSAY Tél 01 60 10 03 49 - Fax 01 60 14 34 96
Mme SIMMONDS Jane <b>NRPB</b> <b>Expert étranger</b>	Chilton – Didcot Oxon – OX11 ORQ United Kingdom Tél. 00.44.1235.82.27.78 – Fax 00.44.1235.83.38.91
M. TENAILLEAU Lionel <b>GEA</b>	Chef du Groupe d'Etudes Atomiques EAMEA BP 19 50115 CHERBOURG Armées Tel . 02.33.92.65.97 – Fax. 02.33.94.24.00
M. THYBAUD Eric <b>INERIS</b>	Direction des Risques Chroniques Parc Alata 5 rue Taffanel - BP 2 60550 Verneuil en Halatte Tél. 03.44.55.67.10 – Fax 03.44.55.67.67
M. ZERBIB Jean-Claude <b>Expert missionné par l'IRSN</b> <b>CSPI</b>	IRSN 77-83, avenue du Général de Gaulle 92140 CLAMART

## Groupe de travail

NOMS	ADRESSES
M. BARBEY Pierre <b>ACRO</b>	ACRO 138, rue de l'Eglise 14200 HEROUVILLE St CLAIR
M. BARON Yves <b>Expert missionné par l'IRSN</b>	IRSN 77-83, avenue du Général de Gaulle 92140 CLAMART
M. BOILLEY David <b>ACRO</b>	ACRO 138, rue de l'Eglise 14200 HEROUVILLE St CLAIR
M. CORYN Pierre <b>Expert missionné par l'IRSN</b>	IRSN 77-83, avenue du Général de Gaulle 92140 CLAMART
M. DEVIN Patrick <b>AREVA NC</b>	COGEMA Dir. Sûreté Santé Sécurité / Inspection Générale B.P. 4 2 rue Paul Dautier 78141 VELIZY
M. GERMAIN Pierre <b>IRSN</b>	IRSN/DEI/SECRE/LRC B.P. 10 Rue Max Pol Fouchet 50130 CHERBOURG-OCTEVILLE
M. GOUMONDY Jean-Pierre <b>Expert missionné par l'IRSN</b>	IRSN 77-83, avenue du Général de Gaulle 92140 CLAMART
M. GUILLEMETTE André <b>ACRO</b>	ACRO 138, rue de l'Eglise 14200 HEROUVILLE St CLAIR
M. LE BAR Serge <b>AREVA NC</b>	COGEMA Etablissement de la Hague DQSSE 50444 BEAUMONT-HAGUE
M. PHILIPPE Marc <b>IRSN</b>	IRSN/DSU/SSTC/BER B.P. 17 92262 FONTENAY-AUX ROSES
Mme RENNESSON Malvina <b>AREVA NC</b>	COGEMA BU-Traitement / Dir. Qualité, Sûreté, Sécurité, Environnement B.P. 4 2 rue Paul Dautier 78141 VELIZY
M. RINGEARD Caroline <b>IRSN</b>	IRSN/DRPH/SER/UETP B.P. 17 92262 FONTENAY-AUX ROSES
M. ZERBIB Jean-Claude <b>Expert missionné par l'IRSN CSPI</b>	IRSN 77-83, avenue du Général de Gaulle 92140 CLAMART

## Annexe 3 : Point de vue technique de l'ACRO

### Point de vue technique de l'ACRO sur le rapport annuel de surveillance de l'environnement, année 2004, présenté par COGEMA La Hague

L'examen des résultats détaillés des mesures environnementales publiées dans l'annexe du rapport annuel de surveillance de l'environnement de COGEMA La Hague confirme les observations critiques formulées par l'ACRO lors de l'examen par le GRNC3 du rapport environnement 2003<sup>5</sup> sur l'impact environnemental sous évalué pour 2 radionucléides majeurs : le carbone 14, rejets actuels et futurs autorisés, et le strontium 90, persistance de l'impact d'un incident ancien au nord-ouest du site.

Cette fiche technique est accompagnée de 5 annexes

#### Carbone 14

- Milieu marin, voir annexe 1 graphiques n<sup>os</sup> 1 à 3

Permanence du marquage environnemental par le carbone 14 rejeté par le site de retraitement de COGEMA La Hague, entre 400 et 800 Bq/kg de C selon les échantillons prélevés et la zone de prélèvement retenue. Les échantillons les plus chargés étant ceux de la zone la plus proche du point de rejet (rappel, le <sup>14</sup>C naturel est dosé à 230 Bq/kg de C).

Le rejet actuel est resté voisin de 10 TBq/an (voir annexe 2, graphique n<sup>o</sup> 4) depuis le début des analyses de <sup>14</sup>C dans l'environnement.

Dans l'optique des autorisations de rejet actuelles, 42 TBq/an par le transfert des rejets gazeux en rejets liquides, il faut s'attendre à une multiplication par un facteur 3 à 4 de l'impact environnemental observé actuellement du carbone 14 en milieu marin (soit aux environs de 2400 Bq/kg de C) dans un large secteur soumis à l'influence des rejets de ce radionucléide, de Barneville à Barfleur (voir retour d'expérience des rejets marins de Sellafield, annexe 3, graphique n<sup>o</sup> 6 et référence <sup>1</sup>).

- Milieu terrestre

Permanence du marquage environnemental à 800 Bq/kg de C dans l'herbe dans les zones sous les vents dominants proches du site, pour un rejet aérien de 18 TBq/an, ordre de grandeur observé depuis le début des mesures environnementales de <sup>14</sup>C, voir annexe 4, graphique n<sup>o</sup> 7. Les autorisations actuelles permettent à l'exploitant un rejet aérien de 28 TBq/an.

#### Strontium 90

- Milieu terrestre

Persistance du taux de strontium 90 variant de 1 à 2 Bq/l dans le ruisseau des Landes, voir annexe 5, graphique n<sup>o</sup> 8.

André Guillemette  
ACRO, groupe de travail GRNC3

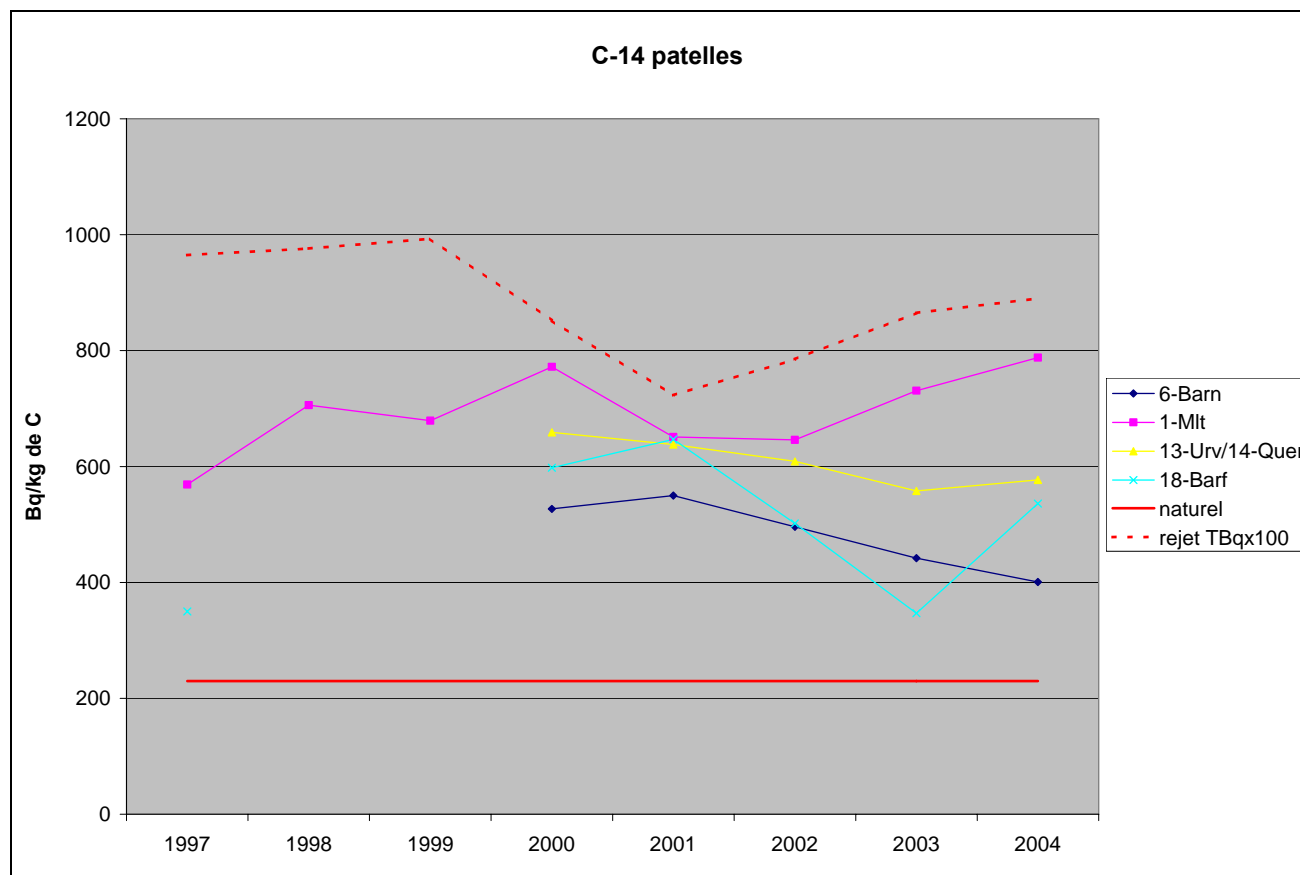
---

<sup>5</sup> GRNC3, Appréciation par le GRNC de l'estimation des doses présentée dans le rapport annuel de surveillance de l'environnement de COGEMA La Hague – Synthèse, année 2003 – annexe 5 (pages 75 à 101)



## Annexe 1

Taux de carbone 14 dans l'environnement marin du site de retraitement de COGEMA La Hague



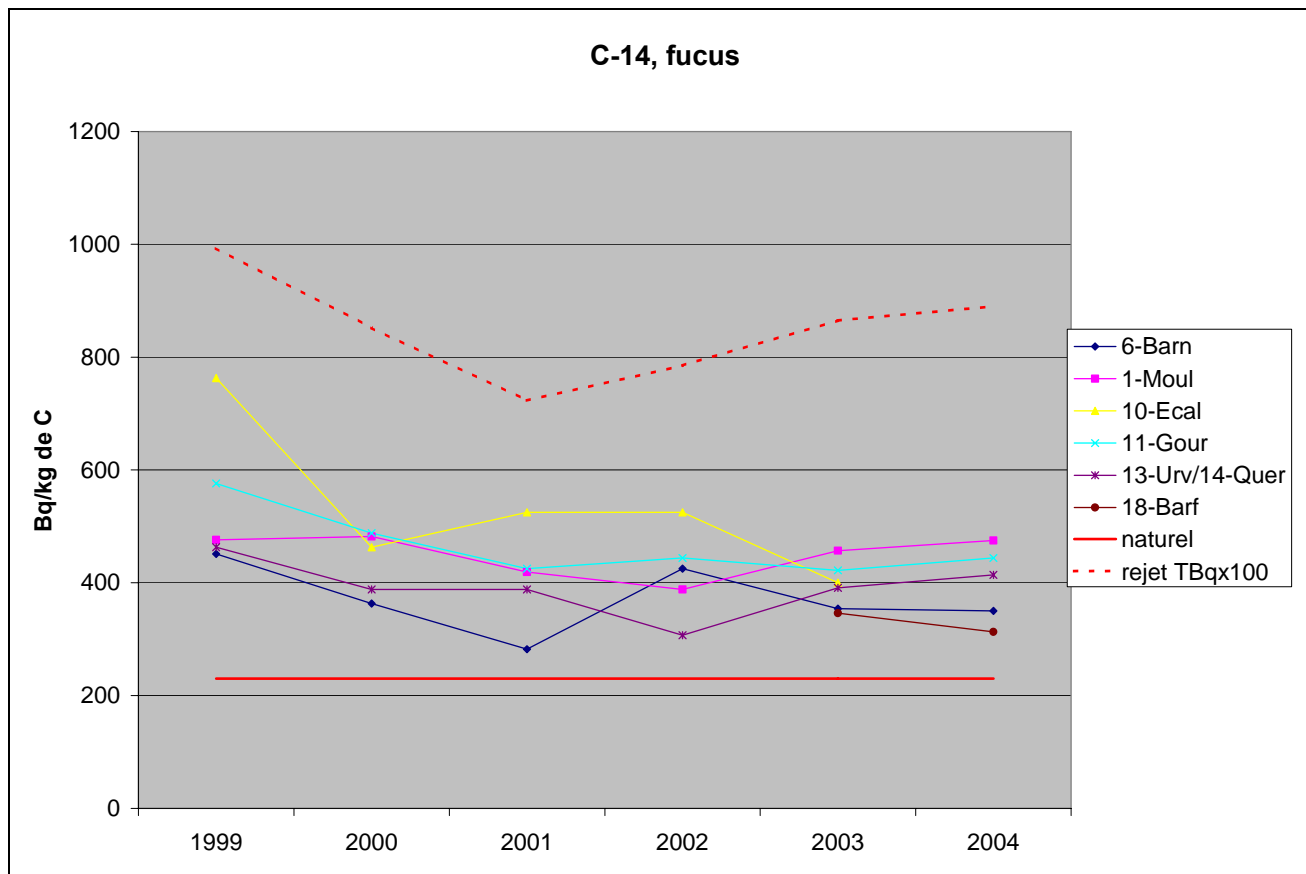
Source COGEMA  
Grille de conversion d'après  
RIFE<sup>6</sup> 9 – 2004

Graphique n° 1

Evolution du taux de  $^{14}\text{C}$  depuis 1997 dans les patelles sur 4 des stations surveillées par l'exploitant :

Barneville (6-Barn), Les Moulinets (1Mlt), Urville – Querqueville (13-Urv/14-Quer), Barfleur (18-Barf)  
Données annuelles calculées à partir de résultats d'analyse trimestriels (4 données par an)

<sup>6</sup> RIFE, Radioactivity in Food and the Environment, 1996 à 2004, Food Standards Agency, Scottish Environment Protection Agency



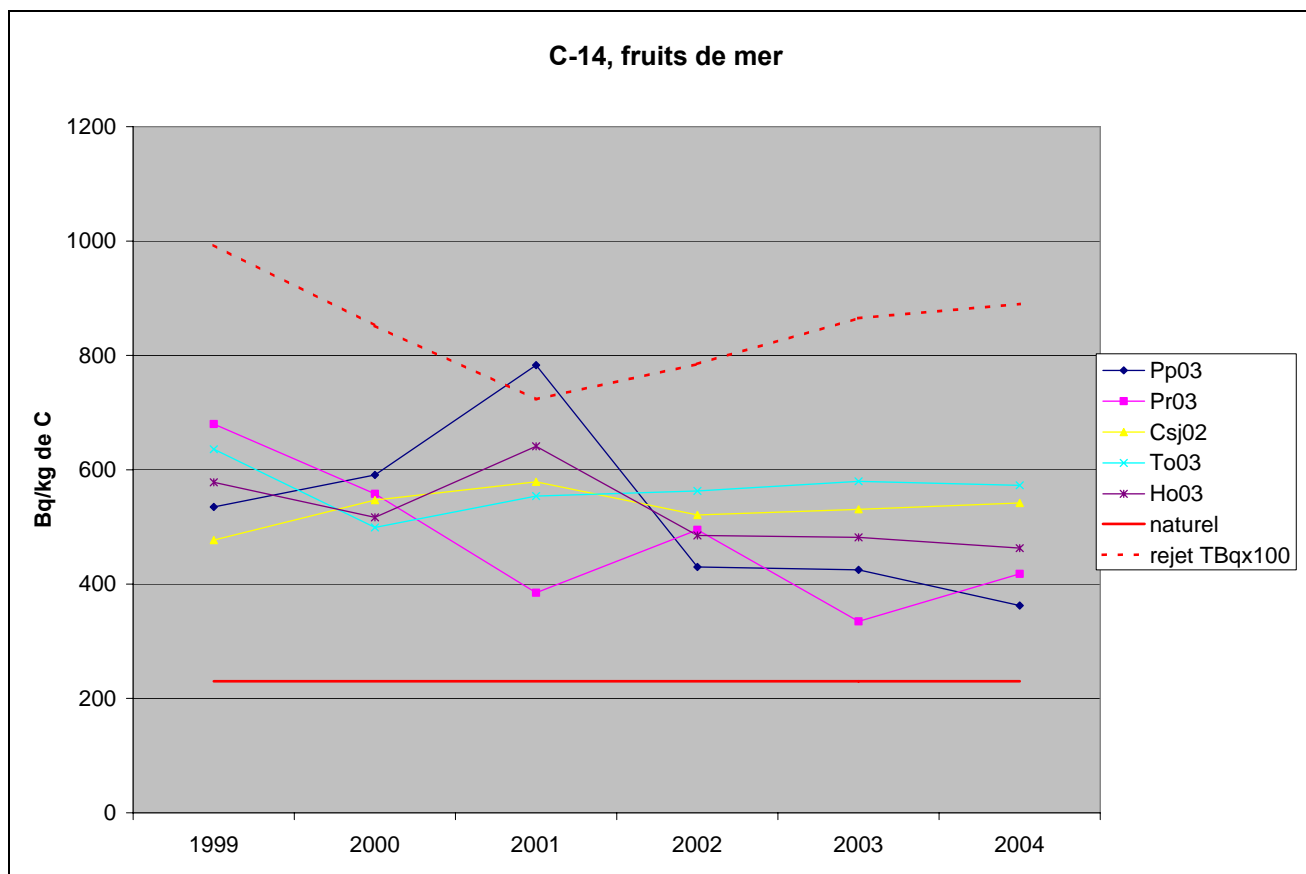
Source COGEMA  
Grille de conversion d'après  
RIFE 9 – 2004

*Graphique n° 2*

Evolution du taux de  $^{14}\text{C}$  depuis 1997 dans les fucus serratus sur 6 des stations surveillées par l'exploitant :

Barneville (6-Barn), Les Moulins (1-Moul), Ecalgrain (10-Ecal), Goury (11-Gour), Urville-Querqueville (13-Urv/14-Quer), Barfleur (18-Barf)

Données annuelles calculées à partir de résultats d'analyse trimestriels (4 données par an)



Source COGEMA  
Grille de conversion d'après  
RIFE 9 – 2004

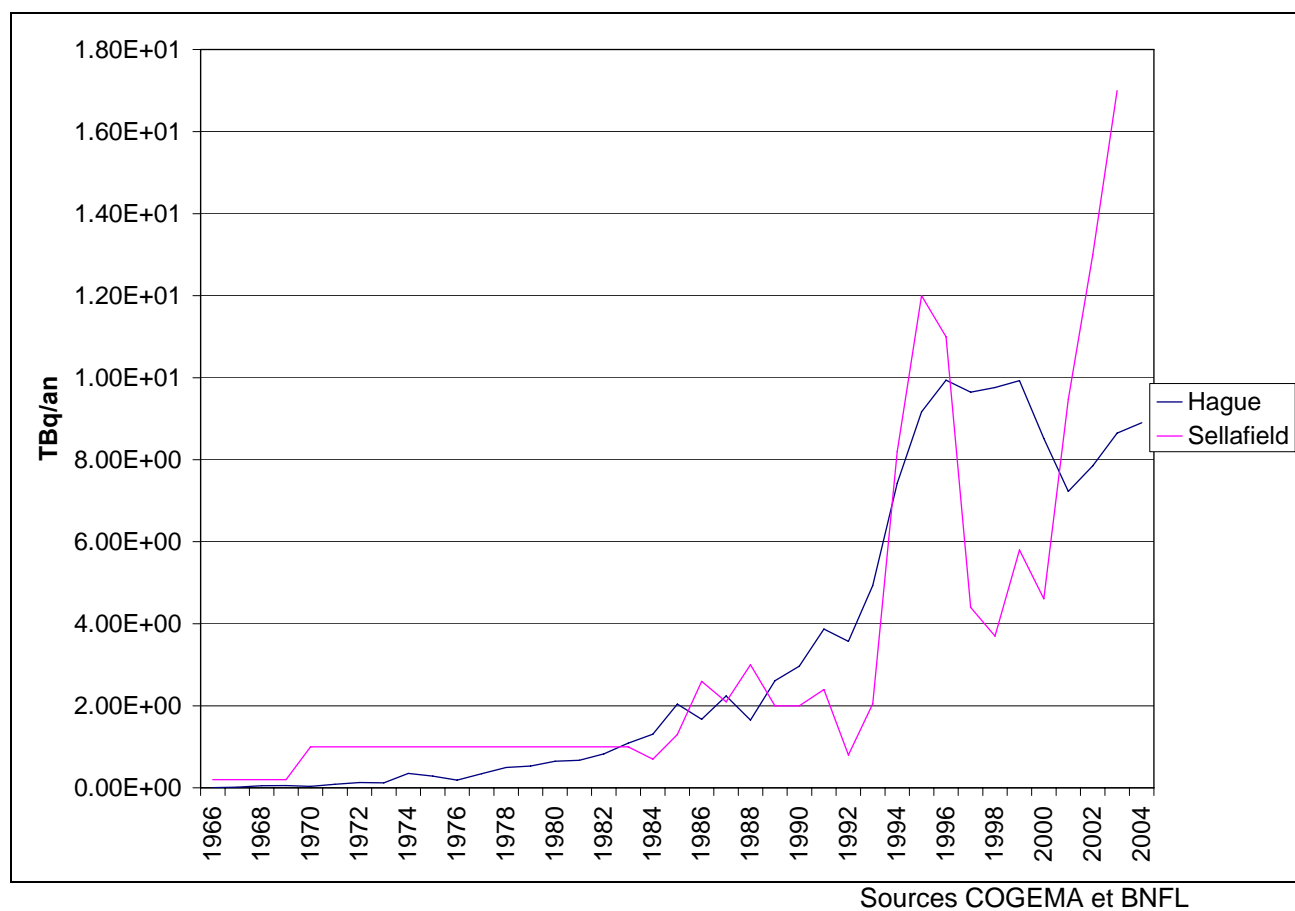
*Graphique n° 3*

Evolution du taux de  $^{14}\text{C}$  depuis 1999 dans les produits marins du lieu générique « côte ouest » (03) et du lieu générique « côte nord » (02)

Poisson plat (Pp), poisson rond (Pr), coquilles St Jacques (Csj), tourteau (To), homard (Ho)  
Données annuelles calculées à partir de résultats d'analyse trimestriels (4 données par an)

## Annexe 2

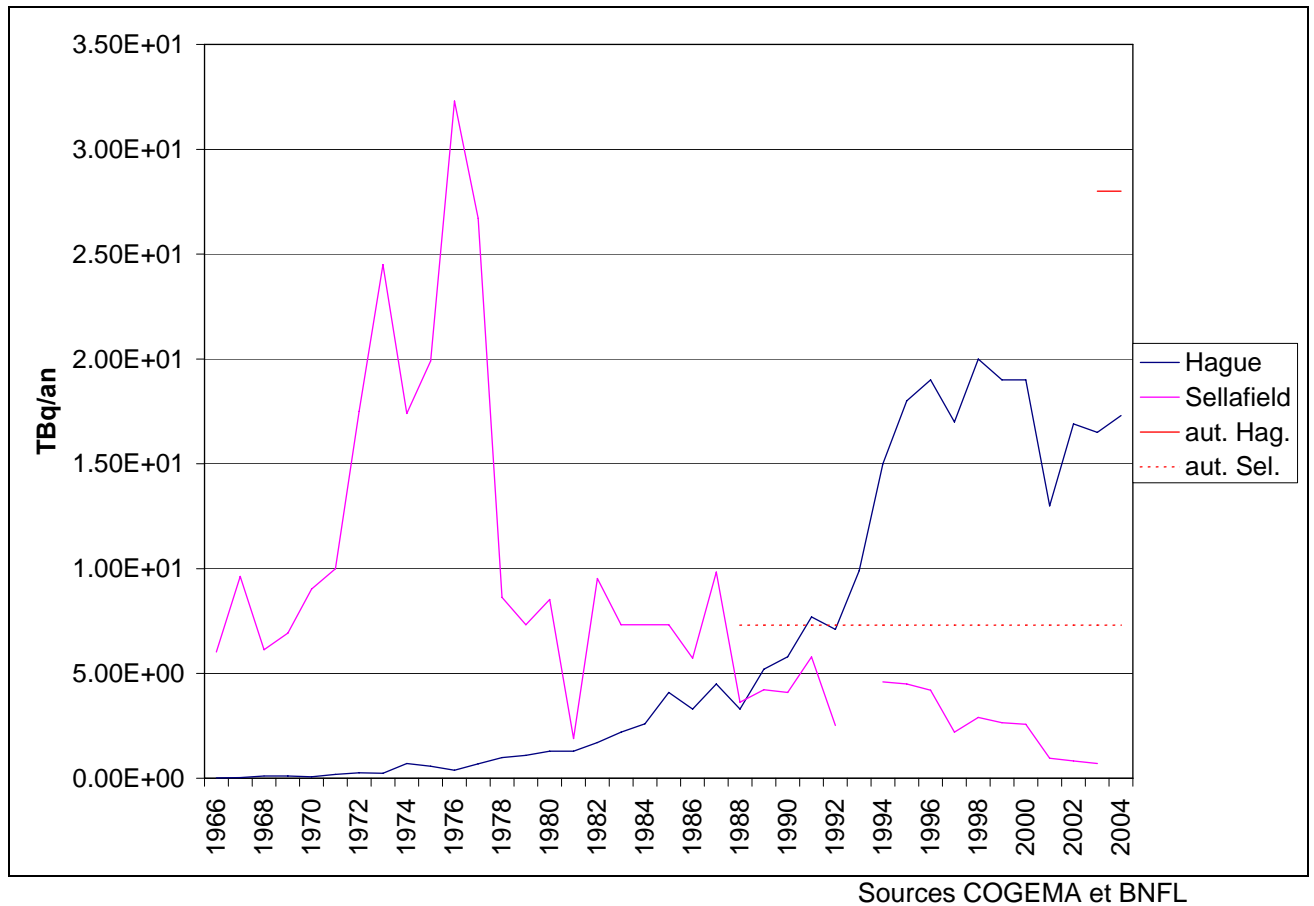
Historique des rejets liquides et gazeux des usines de retraitement de COGEMA La Hague et de BNFL-Sellafield



Graphique n° 4

Rejets liquides des usines de retraitement de COGEMA La Hague et de BNFL-Sellafield depuis 1966.

Depuis 1988 les rejets liquides de Sellafield sont autorisés jusqu'à 20,8 TBq/an. Depuis 2003 les rejets liquides de COGEMA La Hague sont autorisés jusqu'à 42 TBq/an.



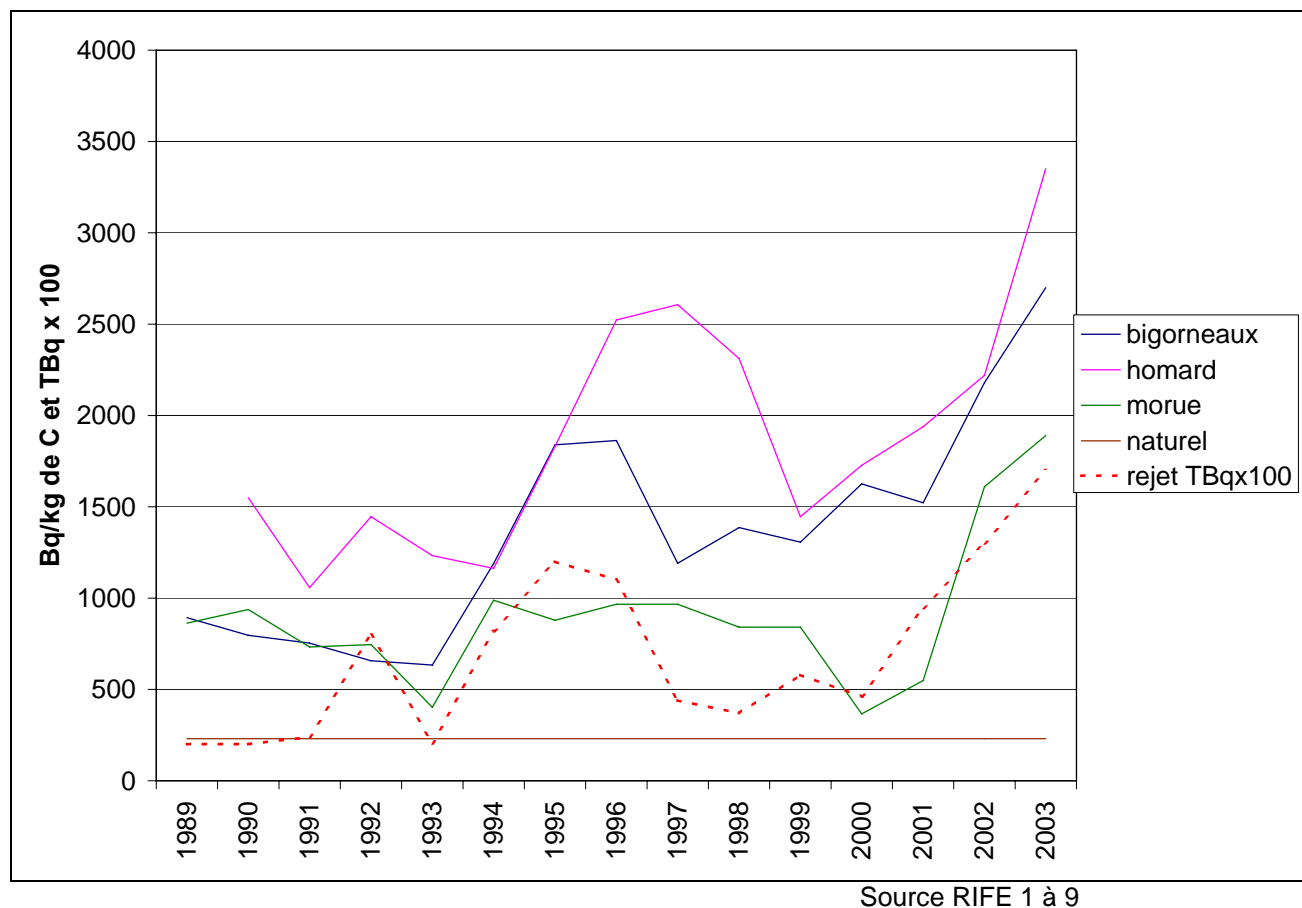
Graphique n° 5

Rejets gazeux des usines de retraitement de COGEMA La Hague et de BNFL-Sellafield depuis 1966.

Depuis 1988 les rejets gazeux de Sellafield sont autorisés jusqu'à 8 TBq/an, puis 7,3 TBq/an ces dernières années. Depuis 2003 les rejets gazeux de COGEMA La Hague sont autorisés jusqu'à 28 TBq/an.

### Annexe 3

Impact des rejets liquides de  $^{14}\text{C}$  par BNFL-Sellafield sur les produits marins



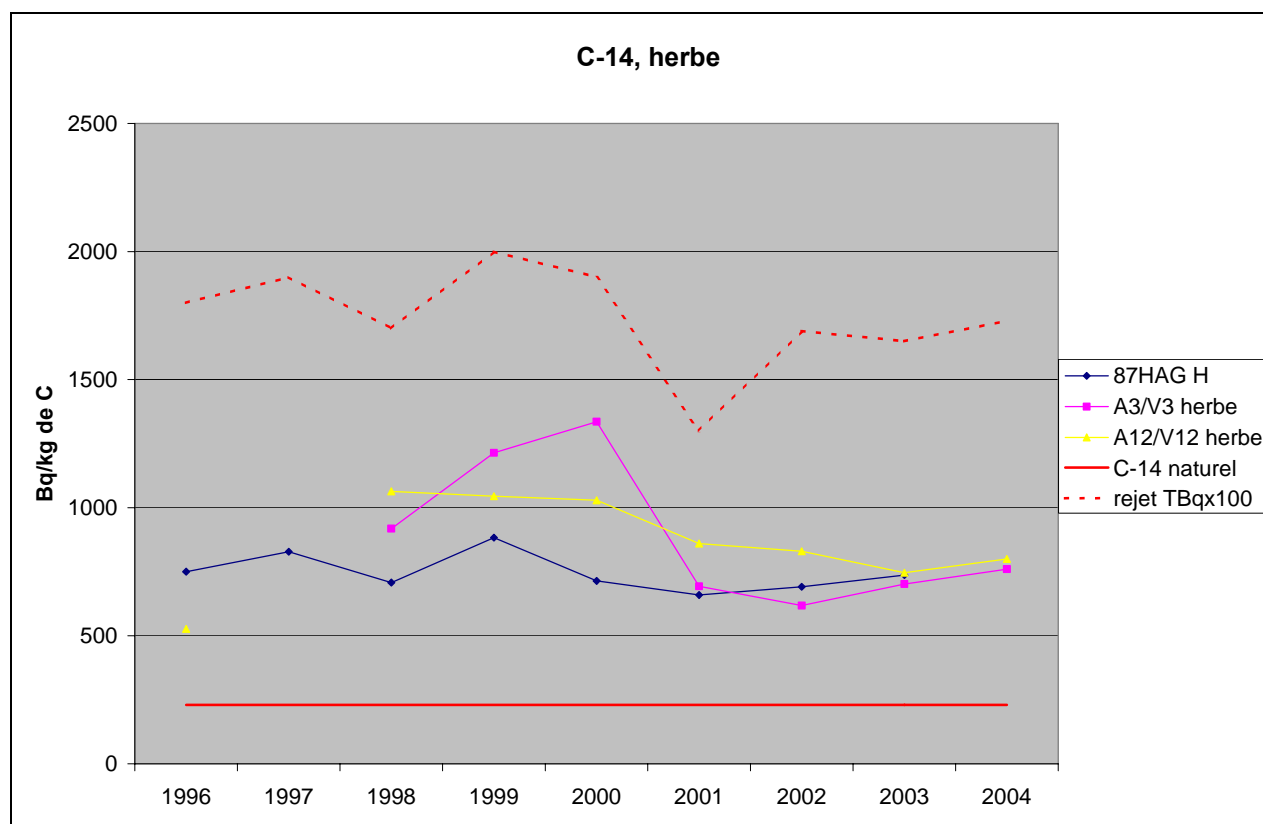
Source RIFE 1 à 9

Graphique n° 6

Evolution des taux de  $^{14}\text{C}$  dans les produits marins dans la zone de pêche proche de l'émissaire de rejets en mer à Sellafield

## Annexe 4

Impact des rejets aériens de COGEMA La Hague, historique des analyses d'herbe de 3 sites de prélèvement



Sources IRSN et COGEMA  
Directes pour IRSN, calculées  
d'après données IRSN pour  
COGEMA

Graphique n°7

Evolution du taux de  $^{14}\text{C}$ , depuis 1996, dans l'herbe en 3 points.

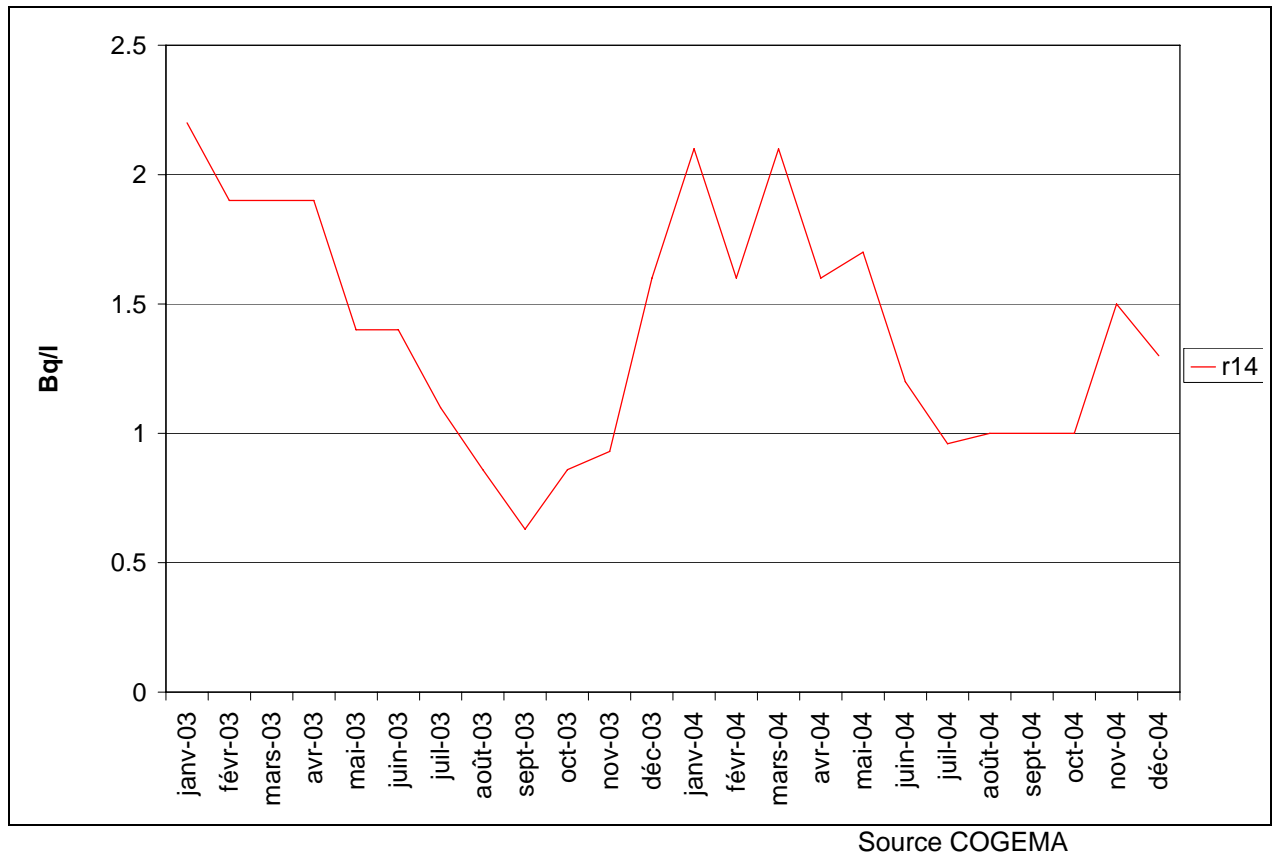
A3/V3 et A12/V12 sont situés dans la zone « 1 km du site », respectivement au nord-est (sur Digulleville) et au sud-ouest (Herqueville / Jobourg)

87Hag est un site IRSN dont la localisation n'est pas précisée dans les documents IRSN

Données annuelles calculées à partir de résultats d'analyses mensuels (12 données par an)

## Annexe 5

Evolution du taux de strontium 90 dans le ruisseau des Landes en 2003 et 2004



Graphique n° 8