

# ACRO

## *Inventaire des Concentrations en Tritium des eaux du Département de La Manche*

**ASSOCIATION  
POUR LE CONTROLE  
DE LA  
RADIOACTIVITE DANS  
L'OUEST**

**laboratoire  
indépendant  
d'analyse de la  
radioactivité**

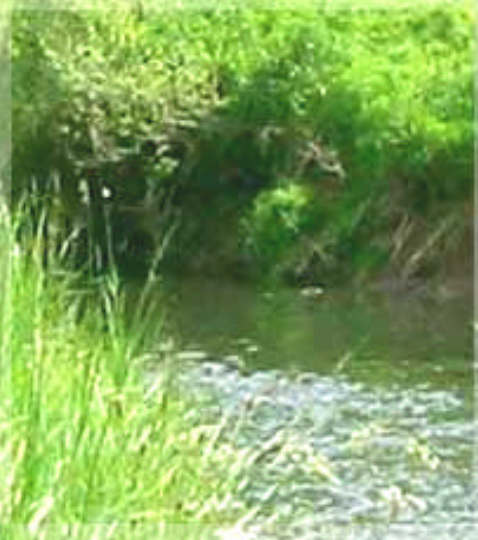
138 rue de l'Eglise  
14200 HEROUVILLE  
ST CLAIR

tél. : 02.31.94.35.34  
fax : 02.31.94.85.31  
[www.acro.fr.st](http://www.acro.fr.st)

[acro.acro@fnac.net](mailto:acro.acro@fnac.net)

**SIRET 950 369  
00027  
APE 743B**

agrément de la Direction Général de la Santé  
- mesure de la radioactivité dans  
l'environnement et les denrées destinées à  
la consommation -



*Rapport d'Etude*

**En collaboration avec :**  
*Le Conseil Général de La Manche*

## Sommaire

<b>Présentation.....</b>	<b>3</b>
<b>Position du problème .....</b>	<b>4</b>
<b>Remerciements.....</b>	<b>5</b>
<b>I. Généralités sur le tritium.....</b>	<b>6</b>
I.a ) Propriétés et origines .....	6
I.b ) Métabolisme et toxicité .....	7
I.c ) Recommandation pour la qualité de l'eau de consommation .....	7
<b>II. Les sources industrielles de tritium dans le département de la Manche .....</b>	<b>8</b>
II.a ) Usines de retraitement des combustibles irradiés de la Hague.....	8
II.b ) Le Centre de Stockage de la Manche (C.S.M.).....	8
II.c ) Le CNPE de Flamanville .....	8
II.d ) L'arsenal de Cherbourg.....	9
<b>III. Nature, lieux et calendrier des prélèvements .....</b>	<b>10</b>
<b>IV. Bilan de l'inventaire .....</b>	<b>14</b>
IV.a ) Bilan pour le milieu continental.....	14
IV.b ) Bilan pour le milieu marin .....	15
IV.c ) Bilan pour le réseau de distribution d'eau potable .....	15
IV.d ) Conclusion.....	15
<b>V. Perspective .....</b>	<b>16</b>
<b>VI. Bibliographie.....</b>	<b>17</b>
<b>Annexe 1 : Matériel et Méthode .....</b>	<b>18</b>
A1.1 ) Méthodologie .....	18
a) méthodes appliquées aux prélèvements.....	18
b) méthodes appliquées au traitement des échantillons .....	18
A1.2 ) Matériel de mesure du tritium (HTO) dans les eaux.....	18
A1.3 ) Modalités de la mesure et expression des résultats.....	18
<b>Annexe 2 : Résultats (détail).....</b>	<b>19</b>

## **Inventaire des concentrations en tritium (HTO) des eaux du département de la Manche (50)**

### **Présentation**

Depuis de nombreuses années, le Conseil Général de la Manche surveille le niveau de la radioactivité d'origine artificielle dans le département, principalement dans le nord-cotentin en rapport avec l'existence d'installations nucléaires. Pour ce faire, le laboratoire départemental de St-Lô (LDA50) prélève régulièrement des échantillons de nature différente sur lesquels il mesure la concentration de radionucléides émetteurs gamma et/ou une grandeur associée à la présence du strontium 90 (un émetteur bêta). Cette surveillance concerne en priorité la chaîne alimentaire et de nombreuses analyses de lait sont réalisées à ce titre. La synthèse des résultats obtenus est diffusée chaque semestre auprès des habitants du département.

De son côté, l'ACRO suit depuis une quinzaine d'années l'évolution du niveau de la radioactivité dans l'environnement de La Hague. Cette surveillance principalement axée sur la qualité des eaux de surface renseigne sur la concentration en tritium et des radionucléides émetteurs gamma éventuellement présents. En complément, des études et contrôles sont réalisés pour appréhender la distribution temporelle ou géographique des teneurs par rapport aux émissions de routine et accidentelles des installations nucléaires. Pour de plus amples renseignements concernant les travaux effectués, on pourra se référer utilement à l'article<sup>1</sup> de la revue *Contrôle* intitulé « *la surveillance de l'environnement exercée par un laboratoire indépendant : l'ACRO* » et au site [www.globenet.org/acro](http://www.globenet.org/acro).

Si les surveillances menées par chacun ont en commun de fournir des éléments d'information destinés à renseigner la population vis-à-vis des risques radiologiques, elles ne sont pas pour autant redondantes. Une analyse fine de la déclinaison des actions respectives montre qu'elles se complètent, chacune s'intéressant en partie à des radionucléides, lieux et indicateurs différents.

Pour l'inventaire des concentration en tritium des eaux du département de la Manche, c'est à nouveau la complémentarité qui a animé le travail engagé durant l'année 2001. Pour répondre à une sensibilité commune qu'est la qualité des eaux tout particulièrement au robinet, le laboratoire de l'ACRO a apporté son savoir-faire et ses moyens techniques dans le domaine de l'analyse du tritium et le Conseil Général, via le LDA50, a mobilisé son savoir-faire et ses moyens logistiques en matière de contrôle sanitaire.

Cette collaboration a d'abord permis de fournir une indication sur la teneur en tritium des eaux de distribution des trente plus importantes villes du département. Puis, elle a permis de renseigner sur l'état radiologique (lié à la présence de tritium) des eaux marines côtières et des principaux cours d'eau du département sans oublier ceux qui, dans la Hague, sont connus pour être influencés par la présence des installations nucléaires.

Au total, plus de 160 contrôles ont été effectués entre le mois de mars 2001 et celui de février 2002. A chaque fois, seul le tritium sous la forme d'eau tritiée a été dosé. Les mesures ont alors été faites par scintillation liquide conformément à l'agrément<sup>2</sup> dont dispose le laboratoire de l' ACRO.

---

<sup>1</sup> Revue « Contrôle » de l'Autorité de sûreté nucléaire ; numéro 149.

<sup>2</sup> Agrément de la Direction Générale de la Santé conformément aux dispositions du décret n°88-715 du 9 mai 1988 relatif à l'harmonisation des mesures de la radioactivité dans l'environnement et les denrées destinées à la consommation. A ce jour, le laboratoire de l'ACRO bénéficie de cet agrément pour les catégories suivantes : mesure du tritium par scintillation liquide et mesure des émetteurs bêta-gamma par spectrométrie gamma.



## Position du problème

Depuis l'utilisation civile et militaire de l'énergie nucléaire, le tritium a une double origine. La production, d'origine naturelle, résulte principalement de l'action des rayons cosmiques sur certains composants de l'air. A partir de l'inventaire réalisé en 1977 par l'UNSCEAR, la production naturelle de tritium est estimée comme étant de l'ordre de 50 000 à 70 000 téra Becquerel<sup>3</sup> (TBq) par an.

D'origine artificielle, les émissions les plus conséquentes ont existées avec les essais des armes nucléaires, notamment durant la période allant de 1952 à 1963 au cours de laquelle ont eu lieu la plupart des essais atmosphériques. La quantité de tritium ainsi injectée dans l'atmosphère aurait été d'environ 240 Millions de TBq et il en resterait moins de 35 Millions de TBq en 1999 (Sornein J.F., 1999). A présent, le tritium d'origine artificielle est émis principalement par l'industrie nucléaire, qu'elle soit à vocation civile ou militaire. Pour l'ensemble du parc électronucléaire français par exemple, la quantité rejetée chaque année est estimée à environ 700 TBq, soit 1% de la production naturelle annuelle mondiale (Andrieu C. et Dinse-Lestrat C., 1999). Quant aux activités de retraitement pratiquées à La Hague, elles sont à l'origine depuis quelques années d'un rejet annuel de l'ordre de 11 000 TBq, soit environ 15% de la production naturelle annuelle mondiale.

Comme isotope de l'hydrogène, le tritium participe au cycle de cet élément dans l'environnement. Sous la forme d'eau tritiée désignée HTO, forme la plus abondante, c'est un radionucléide très mobile qui se retrouve dans les différents compartiments où l'eau est présente. Qu'il s'agisse donc de l'eau tissulaire du milieu vivant ou des eaux de pluie, de cours d'eau, de mer, le tritium HTO est présent et peut être mesuré.

Toutefois, pour un même compartiment, la concentration en tritium des eaux ne va pas être égale en tout point de l'espace. L'existence de rejets industriels est un facteur d'augmentation de celle-ci dont les effets sont surtout perceptibles localement. Aussi, dans l'environnement des installations nucléaires les concentrations sont toujours plus élevées que celles observées à l'échelle globale malgré le fait que les contributions industrielles, prises individuellement, ne représentent généralement qu'un très faible pourcentage de celle d'origine naturelle. Bien que l'on admette que cet excès s'estompe rapidement avec l'éloignement à la source pour cause de dilution, il n'est pas rare de noter un marquage de l'environnement encore significatif à plusieurs kilomètres, voire à plusieurs dizaine de kilomètres. Dans l'environnement du centre de Valduc par exemple, la campagne<sup>4</sup> de recherche du tritium (HTO) dans les réseaux d'eau potable menée en 1998 a permis de confirmer qu'un tiers du département était marqué par les activités du centre et qu'il était possible de mesurer des concentrations<sup>5</sup> pouvant encore atteindre 60 Bq/L à 40 km (captage d'Arceau).

C'est pourquoi il est apparu pertinent, en rapport avec l'existence de plusieurs installations nucléaires dans le nord-cotentin (voir chapitre II) et donc de rejets industriels dans l'environnement, de vérifier quelles pouvaient être les répercussions de ces émissions sur la qualité des eaux de nappes ou de surface.

L'intérêt d'évaluer les concentrations en tritium s'explique d'abord par son importance quantitative dans les rejets puisqu'il en est l'un des constituants majeurs. Puis, le tritium sous la forme HTO est fréquemment le radionucléide le plus prépondérant dans les eaux continentales (au côté du radon) et dans les eaux de mer (au côté du potassium 40). En outre, la présence de concentrations élevées en tritium dans l'eau est souvent interprétée comme témoignant de la présence d'autres radionucléides artificiels. Le tritium est donc employé comme indicateur d'une éventuelle anomalie radiologique.

---

<sup>3</sup> Un téra Becquerel représente mille milliard de Becquerel, soit  $10^{12}$  Becquerel.

<sup>4</sup> Extrait de *Savoir et comprendre* de novembre 1998, lettre d'information éditée par la SEIVA (Structure d'Echanges et d'Information de Valduc).

<sup>5</sup> Pour comparaison, la teneur en tritium HTO des eaux de nappes (comme de surface) qui ne sont pas soumises à une influence industrielle n'excèdent pas quelques Bq/L.

Enfin, il faut rappeler qu'il est l'un des paramètres pris en compte dans le cadre du récent décret<sup>6</sup> relatif à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine. Sur ce point, le travail engagé contribue à l'évaluation de la potabilité des eaux distribuées au robinet telle qu'elle devra être réalisée au plus tard fin décembre 2003.

Pour finir, on soulignera que l'évaluation n'a pas simplement concerné le champ proche des installations (objet d'un suivi accru) mais l'ensemble du département, notamment là où il y a généralement peu de données, voire pas du tout. D'une part, ce choix répond à la nécessité de tenir compte d'une possible incidence à grande distance comme certains travaux réalisés en d'autres lieux ont pu le mettre en évidence. D'autre part, il répond à une volonté partagée de renseigner l'ensemble les habitants du département par rapport à leur environnement quotidien.

## **Remerciements**

Nous tenons à remercier le personnel du Laboratoire Départemental d'Analyse de La Manche (LDA50) pour leur collaboration à ce travail et en particulier monsieur PETRON, son directeur, ainsi que Monsieur LE GLATIN, chargé de coordonner l'ensemble des prélèvements effectués par son laboratoire.

---

<sup>6</sup> Décret n°2001-1220 du 20 décembre 2001 relatif aux eaux destinées à la consommation humaine, à l'exclusion des eaux minérales naturelles.

## I. Généralités sur le tritium

### I.a ) Propriétés et origines

Le tritium, noté  $^3\text{H}$ , est un isotope radioactif de l'hydrogène qui se désintègre par émission bêta de faible énergie. Son rayonnement est donc peu pénétrant et la distance qu'il parcourt dans l'air par exemple est très petite puisqu'elle n'excède pas 5 mm. La période de décroissance radioactive de ce radionucléide est de 12,35 ans. Cela signifie que 5,6% du tritium formé il y a un an a aujourd'hui disparu.

Dans le milieu naturel et les espèces vivantes, la forme la plus abondante est l'eau tritiée désignée par la formule HTO. Dans l'atmosphère on peut également rencontrer de l'hydrogène ainsi que du méthane tritié qui sont notés respectivement HT et  $\text{CH}_3\text{T}$ . Il convient d'ajouter que le tritium pouvant être substitué à l'hydrogène, peut entrer dans la composition de la matière organique. Dans ce cas, on désigne le tritium organique par l'abréviation Torga ou OBT (en anglais).

Comme nous le disions dans le chapitre précédent intitulé *position du problème*, la production de tritium liée d'abord à des processus naturels résulte également depuis une cinquantaine d'années des activités humaines. L'industrie nucléaire à vocation civile ou militaire et les essais passés d'armes nucléaires sont les principales origines artificielles.

Le tritium d'origine naturelle est principalement produit dans la haute atmosphère par interaction des rayonnements cosmiques avec l'azote, l'oxygène et l'argon de l'air ; cette production est permanente. Dans l'hydrosphère et la lithosphère, il existe également des processus naturels de formation de tritium mais il semble que les quantités ainsi produites soient très petites.

La majeure partie du tritium ainsi généré est transformée en eau tritiée et participe au cycle de l'eau. A partir des mesures faites avant les essais nucléaires des années 50, les concentrations naturelles aux latitudes moyennes de l'hémisphère nord ont été estimées à environ 0,6 Bq/L pour les eaux de pluie, de 0,3 à 0,8 Bq/L pour les eaux de rivières et de l'ordre de quelques centièmes de Bq/L pour les eaux de surface des océans (Belot *et al.*, 1996).

Parmi les sources d'origines artificielles, les essais d'armes nucléaires ont produit l'essentiel du tritium et ceux effectués dans l'atmosphère ont abouti au relâchement d'une quantité très supérieure à au stock global naturel. De tels relâchements ont eu pour conséquence que la concentration en tritium de l'eau de pluie atteigne dans l'hémisphère nord environ 150 Bq/L en 1963, date du moratoire sur les essais atmosphériques. Compte tenu de la décroissance du tritium, il resterait aujourd'hui un peu moins de un sixième de la quantité injectée dans l'atmosphère par les essais passés.

Actuellement le tritium est émis dans l'environnement principalement par l'industrie nucléaire, qu'elle soit à vocation civile ou militaire. Dans les réacteurs nucléaires le tritium est d'abord (et pour l'essentiel) formé dans le combustible comme produit de fission ternaire et son relâchement dans l'environnement n'intervient alors qu'au moment du retraitement. Toutefois du tritium est également formé par activation de composés du fluide caloporteur, principalement par activation du bore dans les REP<sup>7</sup>. C'est ce mode de production qui est à l'origine de rejets tritiés par les centrales.

En plus du retraitement et de la production nucléaire d'électricité, l'entreposage de déchets, le démantèlement, l'exploitation de réacteurs nucléaires pour la recherche, la fabrication de têtes nucléaires, la production de tritium à toutes fins, l'industrie horlogère, la recherche, etc..., peuvent être à l'origine d'une émission de tritium dans l'environnement.

Concernant l'incidence de ces différentes activités sur leur milieu, il n'est pas possible de fournir de valeurs guide tant celles-ci varient d'un site à un autre.

---

<sup>7</sup> Réacteur à Eau sous Pression ; technologie employée en France depuis l'abandon de la filière graphite-gaz.

### ***I.b ) Métabolisme et toxicité***

Son rôle biologique est identique à celui de l'hydrogène, constituant de l'eau et de toutes les molécules organiques. Parmi ces dernières, il est important de distinguer celles qui composent l'ADN (telle la thymidine) et qui par suite de la fixation de tritium représente la forme la plus critique d'un point de vue sanitaire. Les principales voies d'exposition de l'homme sont l'ingestion et l'inhalation. L'absorption par la peau bien que possible est minime. Concernant l'eau tritiée, élément traité dans le cadre de ce travail, l'absorption, qu'elle soit par ingestion ou inhalation, est quasi complète. L'élimination s'effectue principalement par les urines avec une période biologique d'environ 10 jours. A noter que 3% de la quantité absorbée est transformée en tritium organique dont le temps de résidence dans l'organisme est beaucoup plus long que celui de l'eau tritiée.

### ***I.c ) Recommandation pour la qualité de l'eau de consommation***

En France, le décret du 20 décembre 2001 relatif à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine<sup>8</sup> précise que ces dernières doivent satisfaire à des *références de qualité* parmi lesquelles figure le tritium. Une valeur paramétrique de 100 Bq/L est fixée pour cet élément.

---

<sup>8</sup> Décret n°2001-1220 du 20 décembre 2001 relatif aux eaux destinées à la consommation humaine, à l'exclusion des eaux minérales naturelles.

## **II. Les sources industrielles de tritium dans le département de la Manche**

### **II.a ) Usines de retraitement des combustibles irradiés de la Hague**

Mise en service en 1967, l'établissement de la Hague regroupe différentes installations qui assurent le retraitement des combustibles usés provenant des centrales électronucléaires françaises et étrangères. Depuis 1978, la responsabilité de l'exploitation du site incombe à la Compagnie Générales des Matières nucléaires (COGEMA) et non plus au Commissariat à l'Energie Atomique (CEA).

Les usines permettant le retraitement sont actuellement UP2 et UP3, chacune ayant une capacité d'environ 1000 tonnes par an. En 2001, les usines ont retraité 951 tonnes de combustibles.

L'établissement COGEMA-La Hague est situé dans la région de la Hague à l'extrémité de la pointe Nord-Ouest de la presqu'île du Cotentin, à 20 km de Cherbourg. L'ensemble industriel, implanté sur le plateau de Jobourg à 180 m d'altitude, occupe une superficie de 220 hectares, auxquels s'ajoutent 70 hectares situés au sud et en contrebas dans la vallée des Moulinets.

En rapport avec ses activités, l'établissement dispose d'autorisations de rejets d'effluents liquides en mer (au large de Jobourg) et d'effluents gazeux dans l'atmosphère. Pour le tritium, les quantités rejetées<sup>9</sup> pour l'année 2001 sont présentées dans le tableau suivant :

	Cumul année 2001	Autorisation annuelle
Rejets gazeux en tritium (TBq)	61,8	2 200
Rejets liquides en Tritium (TBq)	9 640	37 000

### **II.b ) Le Centre de Stockage de la Manche (C.S.M.)**

Attenant à l'usine COGEMA-La Hague, le C.S.M. a été le premier centre français destiné au stockage en surface de déchets radioactifs de faible et moyenne activité. Il a été exploité de novembre 1969 à juin 1994. Durant cette période, 527 000 m<sup>3</sup> de déchets ont été entreposés. Le Centre est exploité par l'Agence Nationale pour la gestion des Déchets Radio-Actifs (ANDRA) depuis 1982.

Le mode de gestion des eaux collectées sur le centre a notablement évolué au fil de l'exploitation. Dès l'ouverture du site (1969) toutes les eaux recueillies étaient déversées dans la Sainte Hélène. Depuis 1988 seules les eaux pluviales, en cas de forte pluviosité, le sont. Les effluents liquides collectés sont actuellement évacués en mer via la conduite de rejets en mer de l'établissement COGEMA-La Hague. Pour l'année 2001, la quantité de tritium évacuée en mer est de 14,4 GBq<sup>10</sup>.

### **II.c ) Le CNPE de Flamanville**

Le Centre Nucléaire de Production d'Electricité de Flamanville est situé en bordure de mer à une trentaine de kilomètres au sud-ouest de Cherbourg, au cap de Flamanville. Il se compose de deux tranches de la filière à eau pressurisée (REP) de 1300 MWe chacune. Celles-ci ont été respectivement couplées au réseau en décembre 1985 et juillet 1986. Depuis le début du fonctionnement de la centrale, les rejets gazeux et liquides sont réglementés par un arrêté de rejet. Ce dernier a été renouvelé en 2000 à l'issue d'une enquête publique. Pour l'année 2001 les rejets gazeux et liquides<sup>11</sup> en tritium sont donnés ci-dessous :

	Cumul année 2001	Autorisation annuelle
Rejets gazeux en tritium (TBq)	2,77	5
Rejets liquides en Tritium (TBq)	58,3	60

<sup>9</sup> Données extraites du Rapport Environnement 2001 COGEMA-La Hague

<sup>10</sup> d'après *Résultats de la surveillance de l'environnement – I<sup>er</sup> semestre 2001 – 31<sup>e</sup> édition* (publication ANDRA)

<sup>11</sup> Données provenant du CNPE Flamanville, courrier n°CE-0004515 en date du 14 août 2002.



## **II.d ) L'arsenal de Cherbourg**

L'arsenal de Cherbourg fait partie des établissements de la défense Nationale (DGA- DCN). Comme à l'accoutumée, extrêmement peu d'informations sont disponibles pour ce type d'installations. On notera tout de même que l'arsenal a œuvré dans la fabrication de sous-marins à propulsion nucléaire ainsi que dans le démantèlement de ce même genre d'engin. Concernant les rejets de tritium pour l'année 2001, nous n'avons évidemment pas de données. Par le passé, un bilan incomplet avait été fourni par la Marine Nationale dans le cadre du travail du « Groupe Radioécologie Nord Cotentin ». Ce dernier faisait alors apparaître des rejets d'effluents liquides tritiés d'une activité annuelle comprise entre 50 et 1790 MBq.

### III. Nature, lieux et calendrier des prélèvements

Pour effectuer cet inventaire, il a été tenu compte des eaux de distribution des trente plus importantes villes du département, des eaux marines côtières et des principaux cours d'eau du département. En outre, des cours d'eau de la région de La Hague ont fait l'objet d'un suivi en rapport avec la présence d'installations nucléaires.

Les prélèvements ont été réalisés en collaboration avec le Laboratoire Départemental d'Analyse de la Manche (LDA 50) entre le mois de mars 2001 et celui de février 2002.

De manière à fournir un état radiologique représentatif, la fréquence des prélèvements a été :

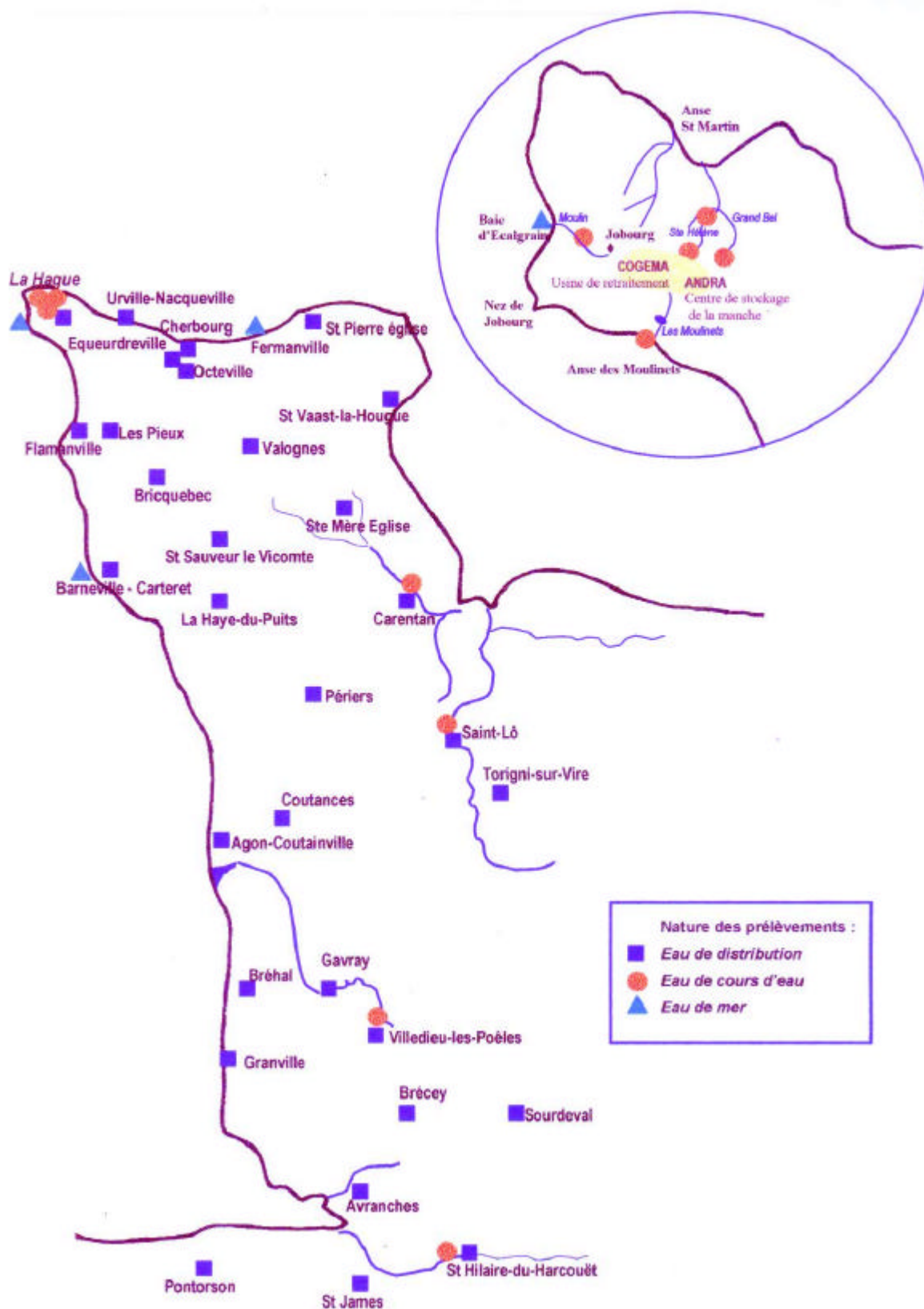
- semestrielle pour les principales rivières du département et les eaux du réseau de distribution à l'exception de celui de Beaumont-Hague (prélèvements mensuels) ;
- mensuelle pour les eaux de mer et les cours d'eau de la région de La Hague.

Il faut ajouter que les prélèvements d'eau potable ont été réalisés « au robinet » et non au point de mise en distribution ou de captage.

Les villes du département prises en référence pour l'inventaire sont détaillées dans le **tableau 2** et les stations de prélèvements retenues le long des côtes et des cours d'eau sont quant à elles rapportées ci-dessous.

- **eau de mer à la côte ( 3 stations )**
  - Carteret,
  - Baie d'Ecalgrain (plage),
  - Fermanville (Port Levy).
- **eau des cours d'eau de la région de La Hague ( 5 stations )**
  - le Grand Bel, au hameau ès Clergès (source),
  - la Sainte Hélène, en périphérie du site Cogéma et du CSM (déversoir) et au lieu dit « Pont Durand » (500 m en aval),
  - la rivière du Moulin, à Merquetôt,
  - les Moulinets, à l'anse des Moulinets (plage).
- **eau des principales rivières du département ( 4 stations )**
  - la Douve, à Carentan,
  - la Vire, en aval de Saint-Lô,
  - la Sélune, en aval de Villedieu-les-Poêles,
  - la Sienne, en aval de Saint-Hilaire-du-Harcouët.

Les lieux et dates des prélèvements sont précisés sur la figure suivante et dans les tableaux 1 et 2.



**Figure 1 :** Cartographie des lieux de prélèvements dans le cadre de l'inventaire des concentrations en tritium des eaux du département de la Manche

**Tableau 1** : calendrier des prélèvements mensuels effectués entre mars 2001 et février 2002 pour l'inventaire tritium des eaux du département de la Manche

Nature et Lieu de prélèvement	Dates de prélèvement												
	Mars-01	Avr-01	Mai-01	Juin-01	Juill-01	Août-01	Sept-01	Oct-01	Nov-01	Déc-01	Jan-02	Fév-02	
<b>Eau de mer des côtes du Cotentin</b>													
Fermanville	Cap Levy (port)	09/03/01	27/04/01	23/05/01	26/06/01	20/07/01	20/08/01	18/09/01	NP	13/11/01	14/12/01	29/01/02	26/02/02
Baie d'Ecalgrain	plage	09/03/01	27/04/01	23/05/01	21/06/01	20/07/01	20/08/01	18/09/01	NP	13/11/01	14/12/01	29/01/02	26/02/02
Carteret	plage	15/03/01	27/04/01	11/05/01	30/06/01	20/07/01	20/08/01	18/09/01	NP	13/11/01	14/12/01	29/01/02	26/02/02
<b>Eau des cours d'eau de La Hague</b>													
Le Moulin	Merquetot	26/03/01	20/04/01	NP	16/06/01	28/07/01	17/08/01	22/09/01	18/10/01	19/11/01	22/12/01	22/01/02	21/02/02
Le Grand Bel	Hameau ès Clergès	26/03/01	20/04/01	NP	16/06/01	28/07/01	17/08/01	22/09/01	18/10/01	19/11/01	22/12/01	22/01/02	21/02/02
La Sainte Hélène	« déversoir »	26/03/01	20/04/01	NP	16/06/01	28/07/01	17/08/01	22/09/01	18/10/01	19/11/01	22/12/01	22/01/02	21/02/02
	« Pont Durand »	26/03/01	20/04/01	NP	16/06/01	28/07/01	17/08/01	22/09/01	18/10/01	19/11/01	22/12/01	22/01/02	21/02/02
Les Moulinets	Anse des Moulinets	26/03/01	20/04/01	NP	16/06/01	28/07/01	17/08/01	22/09/01	18/10/01	19/11/01	22/12/01	22/01/02	21/02/02
<b>Eau de distribution de La Hague</b>													
Beaumont Hague	toilettes publiques	09/03/01	24/04/01	23/05/01	21/06/01	20/07/01	20/08/01	18/09/01	31/10/01	13/11/01	14/12/01	31/01/02	26/02/02

Nota : « NP » signifie non prélevé

**Tableau 2** : calendrier des prélèvements semestriels effectués entre mars 2001 et février 2002 pour l'inventaire tritium des eaux du département de la Manche

Nature et Lieu de prélèvement		1 <sup>er</sup> semestre	2 <sup>ème</sup> semestre
<b>Eau des principales rivières du département</b>			
La Vire	Saint Lô	06/07/01	10/11/01
La Douve	Carentan	24/07/01	15/11/01
La Sélune	Villedieu les Poëles	06/07/01	09/11/01
La Sienne	St Hilaire Harcouet	06/07/01	09/11/01
<b>Eau de distribution des principales villes du département</b>			
AGON COUTAINVILLE		20/06/01	04/12/01
AVRANCHES		09/04/01	10/11/01
BARNEVILLE CARTERET		07/04/01	19/09/01
BRECEY		21/05/01	13/12/01
BREHAL		09/04/01	11/01/02
BRICQUEBEC		14/05/01	26/11/01
CARENTAN		10/04/01	25/01/02
CHERBOURG		11/05/01	10/11/01
COUTANCES		05/04/01	04/12/01
EQUEUDREVILLE		07/04/01	25/01/02
FLAMANVILLE		02/05/01	10/11/01
GAVRAY		20/06/01	03/01/02
GRANVILLE		09/04/01	10/11/01
LA HAYE DU PUIITS		04/04/01	18/12/01
LES PIEUX		02/05/01	14/01/02
OCTEVILLE		08/05/01	14/01/02
PERIERS		04/04/01	12/11/01
PONTORSON		11/04/01	14/01/02
SAINT HILAIRE DU HARCOUET		21/05/01	13/12/01
SAINT JAMES		19/06/01	14/01/02
SAINT LÔ		16/05/01	14/01/02
SAINT PIERRE EGLISE		10/04/01	18/09/01
SAINT SAUVEUR LE VICOMTE		14/05/01	26/11/01
SAINT VAAST LA HOUGUE		10/04/01	18/09/01
SAINTE MERE EGLISE		10/04/01	25/01/02
SOURDEVAL		21/05/01	13/12/01
TORIGNI SUR VIRE		09/04/01	10/11/01
URVILLE NACQUEVILLE		08/05/01	25/01/02
VALOGNES		10/04/01	25/01/02
VILLEDIEU LES POELES		09/04/01	09/11/01



## IV. Bilan de l'inventaire

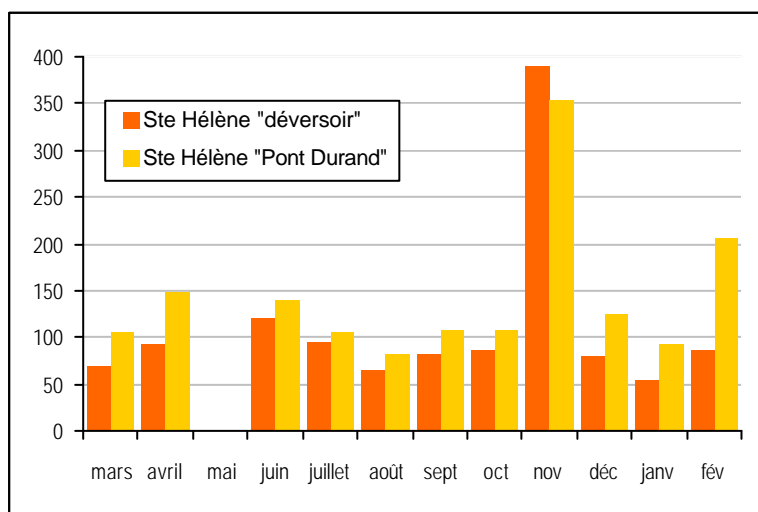
### IV.a ) Bilan pour le milieu continental

Aucune anomalie n'est détectée dans les eaux des principaux cours d'eau du département que sont la Vire, la Douve, la Sélune et la Sienne. Les concentrations en tritium sont toutes inférieures à 7 Bq/L, valeur qui correspond à la plus petite activité décelable dans les conditions définies de mesures.

Dans la région de La Hague, seule la rivière du Moulin n'est pas marquée par le tritium. La concentration des eaux est toujours inférieure à 7 Bq/L. Elle est comparable à celle observée dans les principaux cours d'eau du département. Pour les autres cours d'eau étudiés, on note (à une exception près) une contamination systématique des eaux. Parmi eux, le Grand Bel présente incontestablement les niveaux en tritium les plus importants avec 698 Bq/L en moyenne durant les douze mois de suivi. De plus les niveaux évoluent peu dans le temps. Ils sont compris entre 624 et 734 Bq/L. Dans la Sainte Hélène, la concentration en tritium n'excède pas 389 Bq/L. En outre, elle présente toujours sur les 500 premiers mètres la même tendance paradoxale, croître de l'amont vers l'aval comme la **figure 2** le met en évidence. Cet état de fait implique des apports de tritium le long du cours d'eau et pas simplement au niveau de la source. Dans les Moulins, la concentration varie entre 8 et 112 Bq/L avec 27 Bq/L en moyenne sur la période étudiée.

Tableau 3 : synthèse des concentrations (en Bq/L) mesurées dans les cours d'eau, de mars 2001 à février 2002

Lieu		moyenne	min.-max.	Fréq.
Le Moulin	<i>Merquetot</i>	< 7	-	0 / 11
Le Grand Bel	<i>Source</i>	698	624 - 734	11 / 11
La Ste Hélène	<i>déversoir</i>	110	54 - 389	11 / 11
	<i>Pont Durand</i>	143	82 - 352	11 / 11
Les Moulins	<i>Anse des Moulins</i>	27	8,7 - 112	10 / 11



**Figure 2 :** Evolution de la concentration (Bq/L) en tritium (HTO) mesurée le long de la Ste Hélène, entre mars 2001 et février 2002 ; la station « Pont Durand » est située à environ 500m en aval de celle intitulée « déversoir ».

#### **IV.b ) Bilan pour le milieu marin**

Les concentrations mesurées dans les eaux de mer prélevées le long des côtes du Cotentin n'excèdent pas 20 Bq/L et sont pour la plupart (dans 66% des cas) inférieures à la limite de détection, soit 7 Bq/L. Bien que du tritium soit plus fréquemment détecté à la Baie d'Ecalgrain en rapport avec la proximité de l'émissaire de rejets en mer des usines de retraitement, il est décelable jusqu'à Carteret (au sud) et Fermanville (à l'est).

Tableau 4 : synthèse des concentrations (en Bq/L) mesurées dans les eaux de mer, de mars 2001 à février 2002

Lieu	moyenne	min - max	Fréq.
Fermanville	8,7	8,0 - 9,4	2 /11
Baie d'Ecalgrain	10,5	7,5 - 15	6 /11
Carteret	11,9	7,7 - 20	3 /11

#### **IV.c ) Bilan pour le réseau de distribution d'eau potable**

Les mesures réalisées sur l'eau potable des réseaux de distribution des 30 principales communes du département ne mettent aucune anomalie en évidence. La concentration en tritium est toujours inférieure à 7 Bq/L, valeur correspondant à la limite de détection. Il en est de même pour l'eau potable distribuée à Beaumont Hague malgré la proximité du complexe industriel COGEMA et du centre de stockage de l'ANDRA.

#### **IV.d ) Conclusion**

Le travail réalisé entre mars 2001 et février 2002 permet de dresser un premier bilan des niveaux de tritium – HTO – observables dans les eaux de différents compartiments en rapport avec l'existence de multiples émissaires de rejets, tous situés dans le nord-ouest Cotentin.

Dans les eaux de mer prélevées le long des côtes du Cotentin entre Carteret et Fermanville, du tritium est décelable. Les concentrations sont le plus fréquemment inférieures, voire proches, de la limite de détection (7 Bq/L). Dans tous les cas, elles n'excèdent pas 20 Bq/L durant la période de suivi. Lorsque le tritium est détecté, bien que les concentrations soient faibles, ces dernières sont supérieures à celles mesurées au large dans les eaux de surface de l'Atlantique (inférieures à 0,2 Bq/L d'après [Bailly et al., 1999](#)). Cet état de fait confirme que les eaux de mer du Cotentin sont influencées par les rejets industriels côtiers.

Dans les terres, seuls certains cours d'eau de la région de La Hague sont marqués par le tritium. En effet, les mesures faites sur les principales rivières du département ne mettent en évidence aucune anomalie ; les teneurs sont toutes inférieures à 7 Bq/L. Dans La Hague et pour les cours d'eau concernés, cette contamination par le tritium est connue depuis de nombreuses années et on n'observe pas de faits nouveaux, qu'il s'agisse d'une amélioration ou d'une dégradation de la qualité des eaux. Les concentrations maximales, mesurées durant la période de suivi, sont observées à la source du ruisseau du Grand Bel dans le hameau ès Clergés et n'excèdent pas 734 Bq/L. Un tel niveau est plus de cent fois supérieur à celui qui peut être mesuré dans les eaux de cours d'eau qui ne sont pas influencés par des rejets industriels. Pour comparaison, les analyses faites en 1991 par l'IPSN lors de l'établissement du point zéro radioécologique du site de Civaux<sup>12</sup> montrent que la concentration en tritium des eaux de boissons issues directement de la rivière Vienne (non influencée par des activités industrielles contemporaines) sont comprises entre 0,9 et 2,2 Bq/L.

<sup>12</sup> D'après document SERE/93/105 (I) de septembre 1993.

Si les eaux de mer et de certains cours d'eau de La Hague sont marquées par le tritium, en revanche on soulignera qu'aucune anomalie n'a pu être mise en évidence pour les eaux destinées à la consommation humaine. Les concentrations sont toutes inférieures à 7 Bq/L, plus petite quantité mesurable dans les conditions du suivi. Ce constat valable pour les 30 principales villes du département, y compris pour Beaumont-Hague proche des émissaires de rejets du complexe COGEMA et de l'ANDRA, devrait pouvoir être généralisé à l'ensemble des eaux du réseau de distribution du département de la Manche.

En regard du décret du 20 décembre 2001 relatif à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine, l'eau des réseaux de distribution étudiés satisfait à la *référence de qualité* fixé pour le tritium.

## V. Perspective

Par la suite, la perspective proposée ne concerne que les eaux destinées à la consommation humaine en raison de leur intérêt capital pour la santé.

Si la directive européenne du 3 novembre 1998 et sa traduction en droit français (le décret du 20 décembre 2001) imposent de contrôler notamment les radionucléides naturels, le radon et les produits résultants de la désintégration de ce même élément sont exclus du champ d'application. Une telle exclusion n'est pas sans poser de problème du point de vue de la protection radiologique des consommateurs. D'autant plus que l'Union Européenne estime, sur la base d'études réalisées dans les Etats membres, que certaines eaux cristallines pourraient présenter des concentrations suffisamment élevées en radon pour que leur consommation soit à l'origine d'une exposition de la population à des doses accrues. Aussi l'UE, dans une récente recommandation datée du 20 décembre 2001, met en garde les Etat membres sur cette possible exposition de la population.

Dans le département de la Manche, l'existence de formations géologiques de type granitique constitue des ensembles potentiellement riches en uranium et en thorium, précurseurs du radium et donc du radon. Aussi l'exploitation d'aquifères situées dans ces formations à des fins d'adduction d'eau potable peut être un vecteur d'exposition des populations qui ne devrait pas être négligé sur le plan de la radioprotection.

C'est pourquoi, il nous apparaît souhaitable d'inventorier, à l'échelle du département, les concentrations en radon des eaux destinées à la consommation humaine.

Il faut souligner qu'un tel travail compléterait utilement l'évaluation de l'exposition aux risques radon actuellement réalisée par la DDASS et la Préfecture de la Manche puisque cette dernière ne prend en compte que l'exposition liée au radon **atmosphérique** dans l'habitat.

## VI. Bibliographie

Directive du Conseil de l'Union européenne n°98/83/CE du 3 novembre 1998 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine (JOCE n°L330 du 5 décembre 1998).

Décret n°2001-1220 du 20 décembre 2001 relatif aux eaux destinées à la consommation humaine, à l'exclusion des eaux minérales naturelles. Parution du 22 février 2002 au journal officiel.

Recommandation de la Commission du 20 décembre 2001 concernant la protection de la population contre l'exposition au radon dans l'eau potable (JOCE n°L344/85 du 28 décembre 2001).

ANONYME (2002) – *Le tritium et l'environnement*. 11p. Plaquette SFRP.

ANONYME (1993) – *Point zéro radioécologique du site de Civaux / Ecosystèmes aquatiques et terrestres*. Document SERE/93/105 (I) DEFINITIF. Edition IPSN.

ANDRIEU C. et DINSE-LESTRAT C. (1999) – *Le tritium dans les centres nucléaires de production d'électricité françaises*. Communication à la journée tritium organisée par la section Environnement de la SFRP le 19 octobre 1999.

BAILLY DU BOIS P., MARO D., GERMAIN P. (1999) – *Le tritium dans l'environnement marin de la Manche*. Communication à la journée tritium organisée par la section Environnement de la SFRP le 19 octobre 1999.

BELOT Y, ROY M et METIVIER H (1996) – *Le tritium de l'environnement à l'homme*. 191 p. Collection IPSN, les éditions de physique, Paris.

MARO D. - GERMAIN P., CALMET D. - FOURNIER M. (1999) – *Le tritium dans l'environnement proche du site de l'usine de retraitement de la Hague*. Rapport SERE 98/029 (P). Edition IPSN/DPRE/SERE.

SORNEIN J.F. (1999) – *Origine et production du tritium d'origine artificielle : la part des essais nucléaires*. Communication à la journée tritium organisée par la section Environnement de la SFRP le 19 octobre 1999.

## **Annexe 1 : Matériel et Méthode**

### **A1.1 ) Méthodologie**

#### **a) méthodes appliquées aux prélèvements**

Pour les eaux de mer et les eaux de cours d'eau, le prélèvement s'effectue à quelques centimètres sous le film de surface à l'aide d'un bidon en polyéthylène préalablement référencé.

Les eaux destinées à la consommation humaine sont prélevées dans le réseau de distribution à partir d'un robinet situé dans un lieu public. Elles sont alors recueillies dans des flacons plastiques préalablement référencés.

À l'issue des prélèvements, les eaux sont conservées au froid (+4°C) et à l'obscurité avant leur traitement.

#### **b) méthodes appliquées au traitement des échantillons**

Pour les eaux de mer et des principaux cours d'eau du département (Douve, Sienne, Sélune et Vire), le dosage du tritium est effectué après distillation de l'échantillon selon la norme NF 96.98. Dans les autres cas, le dosage est effectué après une simple filtration (< 0,45 µm) de l'échantillon.

À l'issue du traitement, une aliquote de 10ml du filtrat ou du distillat est additionnée à 10 ml de liquide scintillant ULTIMA GOLD™ LLT et l'ensemble est ensuite conditionné dans une fiole adaptée au comptage en scintillation liquide.

### **A1.2 ) Matériel de mesure du tritium (HTO) dans les eaux**

Le dosage du tritium s'effectue avec une chaîne de spectrométrie bêta à scintillation liquide, modèle TRI-CARB 2250CA de PACKARD.

Les performances du compteur sont suivies avec des standards (Packard) en fioles scellées : <sup>3</sup>H non quenché, <sup>14</sup>C et blanc. L'eau de référence est l'eau de distribution de la ville de Caen préalablement distillée. Des mesures de référence à partir d'une solution tritiée d'activité connue sont également réalisées dans les mêmes conditions de comptage (10 ml d'échantillon et 10 ml de scintillant) afin de régler les fenêtres et de déterminer le rendement de comptage.

Les géométries de comptage employées sont des fioles en polyéthylène bas bruit de fond (référence 6000477) distribuées par Packard France S.A..

### **A1.3 ) Modalités de la mesure et expression des résultats**

Il est procédé à un double comptage de durée 200 mn en mode dit « low level ».

L'activité volumique du tritium est exprimée en becquerel par litre (Bq/L) et seules les activités supérieures à la limite de détection de la chaîne d'analyse sont exprimées. Toute activité exprimée est rapportée au jour de prélèvement.

Par la suite, les abréviations employées lors du report des résultats sont les suivantes :

- |               |   |
|---------------|---|
| « < 7,0 »     | Lorsque la concentration en tritium de l'échantillon est inférieure à la plus petite quantité décelable par le procédé mis en œuvre, la limite de détection est rapportée. Dans le cas présent, la plus petite quantité décelable ou limite de détection est de 7,0 Bq/L. |
| « min – max » | Il s'agit de la valeur minimale et de la valeur maximale des niveaux d'activité enregistrés durant la période concernée ; seuls les résultats supérieurs à la limite de détection sont pris en compte.  |
| « Fréq. »     | Il s'agit de la fréquence de détection ; elle est calculée comme étant le nombre de résultats supérieurs à la limite de détection (Ld) par rapport au nombre total de mesures faites.   |



## Annexe 2 : Résultats (détail)

**Tableau 5 :** Concentration (Bq/L) en tritium (HTO) des eaux des principaux cours d'eau et des eaux du réseau de distribution des principales villes du département prélevées semestriellement pour l'inventaire tritium des eaux du département de la Manche

	Concentration en tritium (HTO) en Bq/L		Synthèse		
	1 <sup>er</sup> semestre	2 <sup>ème</sup> semestre	moyenne	min - max	Fréq.
<b>Eau des principaux cours d'eau</b>					
La Vire	< 7,0	< 7,0	-	-	0 / 2
La Douve	< 7,0	< 7,0	-	-	0 / 2
La Sélune	< 7,0	< 7,0	-	-	0 / 2
La Sienne	< 7,0	< 7,0	-	-	0 / 2
<b>Eau de distribution</b>					
AGON COUTAINVILLE	< 7,0	< 7,0	-	-	0 / 2
AVRANCHES	< 7,0	< 7,0	-	-	0 / 2
BARNEVILLE CARTERET	< 7,0	< 7,0	-	-	0 / 2
BRECEY	< 7,0	< 7,0	-	-	0 / 2
BREHAL	< 7,0	< 7,0	-	-	0 / 2
BRICQUEBEC	< 7,0	< 7,0	-	-	0 / 2
CARENTAN	< 7,0	< 7,0	-	-	0 / 2
CHERBOURG	< 7,0	< 7,0	-	-	0 / 2
COUTANCES	< 7,0	< 7,0	-	-	0 / 2
EQUEUDREVILLE	< 7,0	< 7,0	-	-	0 / 2
FLAMANVILLE	< 7,0	< 7,0	-	-	0 / 2
GAVRAY	< 7,0	< 7,0	-	-	0 / 2
GRANVILLE	< 7,0	< 7,0	-	-	0 / 2
LA HAYE DU PUIITS	< 7,0	< 7,0	-	-	0 / 2
LES PIEUX	< 7,0	< 7,0	-	-	0 / 2
OCTEVILLE	< 7,0	< 7,0	-	-	0 / 2
PERIERS	< 7,0	< 7,0	-	-	0 / 2
PONTORSON	< 7,0	< 7,0	--	-	0 / 2
SAINT HILAIRE DU HARCOUET	< 7,0	< 7,0	-	-	0 / 2
SAINT JAMES	< 7,0	< 7,0	-	-	0 / 2
SAINT LÔ	< 7,0	< 7,0	-	-	0 / 2
SAINT PIERRE EGLISE	< 7,0	< 7,0	-	-	0 / 2
SAINT SAUVEUR LE VICOMTE	< 7,0	< 7,0	--	-	0 / 2
SAINT VAAST LA HOUGUE	< 7,0	< 7,0	-	-	0 / 2
SAINTE MERE EGLISE	< 7,0	< 7,0	-	-	0 / 2
SOURDEVAL	< 7,0	< 7,0	-	-	0 / 2
TORIGNI SUR VIRE	< 7,0	< 7,0	-	-	0 / 2
URVILLE NACQUEVILLE	< 7,0	< 7,0	-	-	0 / 2
VALOGNES	< 7,0	< 7,0	-	-	0 / 2
VILLEDIEU LES POELES	< 7,0	< 7,0	-	-	0 / 2

**Tableau 6** : Concentration (Bq/L) en tritium (HTO) des eaux de mer des côtes du Cotentin ainsi que des eaux de cours d'eau et de distribution de la région de La Hague prélevées mensuellement pour l'inventaire tritium des eaux du département de la Manche.

Concentration en tritium (HTO) en Bq/L													Synthèse		
	Mars-01	Avr-01	Mai-01	Juin-01	Juill-01	Août-01	Sept-01	Oct-01	Nov-01	Déc-01	Jan-02	Fév-02	moyenne	min - max	Fréq.
<b>Eau de mer des côtes du Cotentin</b>															
Fermanville	< 7,0	< 7,0	< 7,0	< 7,0	<b>9,4 ± 3,5</b>	< 7,0	< 7,0	-	< 7,0	< 7,0	<b>8,0 ± 3,5</b>	< 7,0	8,7	8,0 - 9,4	2 / 11
Baie d'Ecalgrain	< 7,0	< 7,0	<b>9,4 ± 3,6</b>	<b>8,7 ± 3,6</b>	< 7,0	< 7,0	< 7,0	-	<b>13 ± 4</b>	<b>7,5 ± 3,6</b>	<b>9,1 ± 3,5</b>	<b>15 ± 4</b>	10,5	7,5 - 15	6 / 11
Carteret	< 7,0	< 7,0	< 7,0	< 7,0	< 7,0	< 7,0	<b>8,0 ± 3,5</b>	-	<b>7,7 ± 3,5</b>	< 7,0	< 7,0	<b>20 ± 4</b>	11,9	7,7 - 20	3 / 11
<b>Eau des cours d'eau de la région de La Hague</b>															
Moulin	< 7,0	< 7,0	-	< 7,0	< 7,0	< 7,0	< 7,0	< 7,0	< 7,0	< 7,0	< 7,0	< 7,0	-	-	0 / 11
Grand Bel	<b>645 ± 45</b>	<b>624 ± 43</b>	-	<b>720 ± 50</b>	<b>713 ± 50</b>	<b>734 ± 51</b>	<b>718 ± 50</b>	<b>720 ± 50</b>	<b>723 ± 50</b>	<b>689 ± 48</b>	<b>694 ± 48</b>	<b>700 ± 49</b>	698	624 - 734	11 / 11
Ste Hélène (D)	<b>68 ± 6</b>	<b>92 ± 8</b>	-	<b>119 ± 10</b>	<b>95 ± 8</b>	<b>65 ± 6</b>	<b>81 ± 7</b>	<b>85 ± 8</b>	<b>389 ± 28</b>	<b>80 ± 7</b>	<b>54 ± 6</b>	<b>86 ± 8</b>	110	54 - 389	11 / 11
Ste Hélène (PD)	<b>105 ± 9</b>	<b>147 ± 11</b>	-	<b>139 ± 11</b>	<b>105 ± 9</b>	<b>82 ± 8</b>	<b>108 ± 9</b>	<b>107 ± 9</b>	<b>352 ± 25</b>	<b>125 ± 10</b>	<b>93 ± 8</b>	<b>205 ± 15</b>	143	82 - 352	11 / 11
Les Moulinets	< 7,0	<b>8,7 ± 3,1</b>	-	<b>15 ± 4</b>	<b>112 ± 9</b>	<b>13 ± 4</b>	<b>12 ± 4</b>	<b>15 ± 4</b>	<b>26 ± 4</b>	<b>12 ± 4</b>	<b>11 ± 4</b>	<b>48 ± 5</b>	27	8,7 - 112	10 / 11
<b>Eau de distribution de la région de La Hague</b>															
Beaumont Hague	< 7,0	< 7,0	< 7,0	< 7,0	< 7,0	< 7,0	< 7,0	< 7,0	< 7,0	< 7,0	< 7,0	< 7,0	-	-	0 / 12

Nota : pour la Ste Hélène, « D » signifie déversoir et « PD » signifie Pont Durand.