

**MINISTERE DE LA DEFENSE
ET DES ANCIENS COMBATTANTS**

DIRECTION DES OPERATIONS

**DIRECTION GENERALE
DE L'ARMEMENT**

**UNITE DE MANAGEMENT NUCLEAIRE
BIOLOGIQUE ET CHIMIQUE**

**DEPARTEMENT DE SUIVI
DES CENTRES D'EXPERIMENTATIONS NUCLEAIRES**

SURVEILLANCE DES ATOLLS DE MURUROA ET DE FANGATAUFA



**TOME I
SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE
Année 2010
(synthèse)**

N° 89/DEF/DGA/DO/UM NBC/SCEN du 29 mars 2012

MINISTERE DE LA DEFENSE

DIRECTION DES OPERATIONS

**DIRECTION GENERALE
DE L'ARMEMENT**

**UNITE DE MANAGEMENT NUCLEAIRE
BIOLOGIQUE ET CHIMIQUE**

TOME I

SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE

DES ATOLLS

DE MURUROA et DE FANGATAUFA

Année 2010

DEPARTEMENT DE SUIVI DES CENTRE D'EXPERIMENTATIONS NUCLEAIRES
16 bis avenue Prieur de la Côte d'Or – 94114 ARCUEIL cedex

☎ : 01.79.86.37.50

FAX : 01.79.86.37.60

N° 89/DEF/DGA/DO/UM NBC/SCEN du 29 mars 2012

SOMMAIRE

PREAMBULE	3
Chapitre I LA SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE DE L'ENVIRONNEMENT DU PERSONNEL	5
I.1. – L'EXPOSITION EXTERNE.....	5
I.2. – LA SURVEILLANCE ATMOSPHERIQUE	6
I.3. – L'EAU DU ROBINET EN ZONE VIE A MARTINE.....	8
I.4. – LE SABLE DE PLAGE DE LA ZONE VIE.....	8
Chapitre II LA SURVEILLANCE DU MILIEU TERRESTRE.....	11
II.1. - LES SOLS.....	11
II.2. - LA NOIX DE COCO.....	11
II.2.1. - L'EAU DE COCO	11
II.2.2. - LE COPRAH	12
Chapitre III LA SURVEILLANCE DES EAUX SOUTERRAINES.....	15
Chapitre IV LA SURVEILLANCE DU LAGON	23
IV.1. - LES EAUX DE LAGON	23
IV.2. - LES SEDIMENTS	27
IV.3. - LE PLANCTON.....	31
IV.4. - LE TROCA.....	33
IV.5. - LE POISSON CHIRURGIEN.....	36
IV.6. - LE MEROU.....	38
Chapitre V SURVEILLANCE DU PLATIER EXTERNE ET DES FLANCS D'ATOLL.....	41
V.1. - LE TURBO SOYEUX.....	41
V.2. - LES EAUX DES FLANCS D'ATOLL	42
V.3. - LE PLANCTON OCEANIQUE DES FLANCS D'ATOLL.....	44
V.4. - LES CREVETTES DE PROFONDEUR.....	46
V.5. - LES POISSONS PELAGIQUES COTIERS	48
Chapitre VI LA SURVEILLANCE DU MILIEU OCEANIQUE	51
VI.1. - LES EAUX OCEANIQUES	51
VI.2. - LE PLANCTON OCEANIQUE.....	51
VI.3. - LES POISSONS PELAGIQUES HAUTURIERS	51
CONCLUSION.....	53
ANNEXE 1 Tableaux récapitulatifs des résultats.....	55

PREAMBULE

Dès le début des essais nucléaires réalisés au Centre d'Expérimentation du Pacifique (CEP), l'environnement a bénéficié d'une surveillance de la radioactivité dans les milieux physiques et biologiques.

Dès 1964, le Service Mixte de Contrôle Biologique (SMCB) et le Service Mixte de Sécurité Radiologique (SMSR) étaient en charge de ce suivi. Ils fusionnèrent ensuite en un service unique : le Service Mixte de Surveillance Radiologique et Biologique de l'homme et de l'environnement (SMSRB).

Lors de l'arrêt des expérimentations, la volonté du ministère de la Défense de poursuivre la surveillance des sites du CEP s'est traduite par la création d'un organisme responsable de cette mission, le Département de Suivi des Centres d'Expérimentations Nucléaires (DSCEN), de la Délégation Générale pour l'Armement (DGA). Il succède au SMSRB, dissous en 1998, en même temps que la Direction des Centres d'Expérimentations Nucléaires (DIRCEN).

Pour réaliser sa mission de suivi des sites, le département SCEN fait appel :

- aux moyens techniques du Département Analyses et Surveillance de l'Environnement (CEA/DAM/DASE) de la Direction des Applications Militaires du CEA,
- aux moyens logistiques des forces Armées en Polynésie, en particulier, dans les domaines naval et aérien (mise à disposition d'un navire de soutien, transports aériens interinsulaires...).

Les modalités du suivi radiologique des sites du CEP sont formalisées dans le "Guide de surveillance radiologique des atolls de Mururoa et de Fangataufa" dont le contenu a été approuvé en avril 2010 par la Commission de Sûreté pour la Surveillance des anciens Sites d'expérimentation nucléaire (C3S), présidé par le Délégué à la Sûreté Nucléaire et à la radioprotection pour les activités et installations intéressant la Défense (DSND).

La situation de référence de la surveillance est constituée par l'étude menée par les experts de l'Agence Internationale de l'Energie Atomique (AIEA) (22 pays représentés) en 1996 et 1997 qui constataient que la situation radiologique des atolls de Mururoa et de Fangataufa était caractérisée par un faible taux de radioactivité artificielle dans la biosphère et que l'on pouvait relever :

- Une activité volumique du tritium dans l'eau des lagons légèrement supérieure au bruit de fond de l'océan ;
- Un reliquat de plutonium fixé sur la dalle corallienne en zone terrestre «Colette»¹, provenant des essais aériens de sécurité ;
- Des traces de césium 137 et de plutonium 239 en zone Kilo², à Fangataufa, provenant d'un tir sur barge.

En ce qui concerne le plutonium des fonds du lagon, la quantité est estimée à quelques kilogrammes. Toutefois, sa faible mobilité n'entraîne pas d'impact radiologique significatif sur la biosphère.

Au vu de la situation radiologique, l'AIEA concluait ainsi son étude :

- « • Une population hypothétique, qui vivrait à Mururoa de la pêche et des ressources agricoles, recevrait une dose inférieure à 0,01 mSv/an, soit 1/200^{ème} de l'exposition naturelle ;
- Le plutonium contenu dans les sédiments du lagon ne présente pas d'impact radiologique, ainsi que le tritium de l'eau du lagon ;

¹ Localisé en zone nord à Mururoa, à l'ouest de Denise, voir figure I.1.

² Localisé à terre à Fangataufa, voir figure III.2.

- Le plutonium particulaire de la zone Colette à Mururoa ne peut entraîner qu'un risque négligeable ;
- Le césium 137 détecté en zone Kilo à Fangataufa ne pourrait être à l'origine, en cas de cultures vivrières purement hypothétiques, que d'une dose inférieure à 0,3 mSv/an».

La surveillance radiologique mise en place dès 1998, se décompose en deux volets :

Une surveillance continue, tout au long de l'année, comprenant :

- un recueil quotidien des aérosols atmosphériques ;
- la dose intégrée à l'aide de dosimètres.

Une campagne annuelle de prélèvements concernant les trois écosystèmes de l'environnement des sites :

- Le milieu terrestre ;
- Le lagon ;
- L'océan (dans la limite des douze milles nautiques des eaux territoriales).

Les résultats de cette surveillance sont consignés dans un rapport scientifique présenté au délégué à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les activités et les installations intéressant la Défense (DSND), autorité de sûreté pour les sites du Centre d'Expérimentations du Pacifique (CEP).

NB : Le présent document constitue la synthèse du rapport scientifique. Cette synthèse est destinée à paraître sur le site du Ministère de la Défense

<http://www.defense.gouv.fr/portail-defense/vous-et-la-defense/securite-nucleaire/suivi-des-essais/suivi-environnemental>

Le rapport complet est disponible auprès de :

DGA/DO/UM-NBC/SCEN
16 bis Avenue Prieur de la Côte d'Or
94114 Arcueil CEDEX

Chapitre I

LA SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE DE L'ENVIRONNEMENT DU PERSONNEL

La surveillance de l'environnement radiologique du personnel présent à Mururoa est assurée par :

- des dosimètres implantés en 6 points de l'atoll ;
- des prélèvements journaliers d'aérosols en zone Martine ;
- des prélèvements annuels d'eau du robinet ;
- des prélèvements de sable de la plage en zone Martine.

I.1. – L'EXPOSITION EXTERNE

Les mesures sont réalisées à l'extérieur des habitations par des dosimètres équipés de pastilles de fluorure de lithium (FLi). Ces dosimètres sont relevés et lus tous les 3 mois.

La mesure de l'exposition externe est effectuée en 6 emplacements sur l'atoll de Mururoa (figure I.1.).



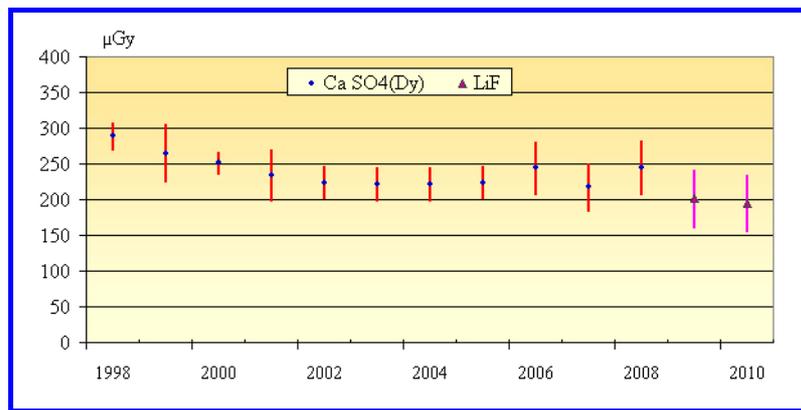
Figure I.1. : Emplacements des dosimètres sur l'atoll de Mururoa.

Le tableau I.1. regroupe les résultats 2010. La valeur moyenne est de $195 \pm 39 \mu\text{Gy}$.

Tableau I.1. : Mesures de l'exposition externe à Mururoa en 2010.

Emplacement	Exposition externe (μGy)
Denise	184 ± 37
Léa escale	228 ± 46
Martine	208 ± 42
Viviane	226 ± 45
Faucon	154 ± 31
Dindon	170 ± 34
Moyenne	195 ± 39

La figure I.2. présente l'évolution de l'exposition externe.



**Figure I.2. : Dose annuelle d'irradiation externe à Mururoa depuis 1988.
(Moyenne calculée sur les 6 dosimètres).**

I.2. – LA SURVEILLANCE ATMOSPHERIQUE

Les aérosols atmosphériques sont collectés sur des filtres de 110 mm de diamètre. Deux appareils de prélèvement fonctionnent en permanence à Mururoa. Ces deux appareils de type CASA 110, sont essentiellement constitués d'une pompe grand débit ($100 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$). Les filtres sont changés tous les jours. Ils sont regroupés par mois et expédiés en métropole pour y être analysés. Les filtres de l'appareil de référence font l'objet d'une mesure directe par spectrométrie γ sur détecteur semi-conducteur Ge HP. Une mise en solution et une extraction chimique sont ensuite réalisées afin d'isoler les isotopes du plutonium. L'activité du dépôt résultant du traitement chimique est mesurée par spectrométrie α .

Dans le but d'améliorer les limites de détection des émetteurs γ , les filtres de l'appareil de secours, regroupés par semestre, sont mesurés au laboratoire souterrain de Modane. En cas de panne de l'un des appareils, les mesures mensuelles en plutonium sont effectuées en priorité.

Les filtres utilisés depuis des années ne sont plus commercialisés. De nouveaux filtres ont été mis en place et testés avec succès en 2009 sur un des appareils. Depuis le 1^{er} janvier 2010 l'ensemble des appareils est équipé des nouveaux filtres.

Les résultats d'analyse de la radioactivité d'origine naturelle et celle d'origine artificielle sont données dans les tableaux suivants.

Radioactivité d'origine naturelle

Les résultats concernant les radionucléides d'origine naturelle (béryllium 7, sodium 22, potassium 40 et plomb 210) sont donnés dans le tableau I.2.

Tableau I.2. : Activité atmosphérique (Bq.m⁻³) du ⁷Be, ²²Na, ⁴⁰K et ²¹⁰Pb en 2010.

Mois	⁷ Be (Bq.m ⁻³)	²² Na (Bq.m ⁻³)	⁴⁰ K (Bq.m ⁻³)	²¹⁰ Pb (Bq.m ⁻³)
janvier	$(1,8 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$	$\leq 3,8 \cdot 10^{-7}$	$(9 \pm 4,1) \cdot 10^{-6}$	$(3,2 \pm 0,4) \cdot 10^{-5}$
février	$(2,3 \pm 0,3) \cdot 10^{-3}$	$\leq 4,3 \cdot 10^{-7}$	$(9,5 \pm 4,8) \cdot 10^{-6}$	$(3,5 \pm 0,7) \cdot 10^{-5}$
mars	$(2,4 \pm 0,3) \cdot 10^{-3}$	$\leq 3,9 \cdot 10^{-7}$	$(8,5 \pm 1,8) \cdot 10^{-6}$	$(2,7 \pm 0,5) \cdot 10^{-5}$
avril	$(2,1 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$	$\leq 4 \cdot 10^{-7}$	$(7,9 \pm 3,4) \cdot 10^{-6}$	$(2,6 \pm 0,3) \cdot 10^{-5}$
mai	$(2,4 \pm 0,3) \cdot 10^{-3}$	$\leq 3,4 \cdot 10^{-7}$	$(9,4 \pm 1,9) \cdot 10^{-6}$	$(2,5 \pm 0,5) \cdot 10^{-5}$
juin	$(1,9 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$	$\leq 3,9 \cdot 10^{-7}$	$(8,5 \pm 1,8) \cdot 10^{-6}$	$(2,2 \pm 0,3) \cdot 10^{-5}$
juillet	$(2,2 \pm 0,3) \cdot 10^{-3}$	$\leq 4 \cdot 10^{-7}$	$(1,1 \pm 0,5) \cdot 10^{-5}$	$(3 \pm 0,4) \cdot 10^{-5}$
août	$(2,7 \pm 0,3) \cdot 10^{-3}$	$\leq 4 \cdot 10^{-7}$	$(7,4 \pm 1,7) \cdot 10^{-6}$	$(3,9 \pm 0,5) \cdot 10^{-5}$
septembre	$(2,5 \pm 0,3) \cdot 10^{-3}$	$\leq 3,9 \cdot 10^{-7}$	$(8,5 \pm 4,7) \cdot 10^{-6}$	$(5,6 \pm 0,9) \cdot 10^{-5}$
octobre	$(2,7 \pm 0,3) \cdot 10^{-3}$	$\leq 3 \cdot 10^{-7}$	$(8,7 \pm 7,8) \cdot 10^{-6}$	$(4,2 \pm 0,8) \cdot 10^{-5}$
novembre	$(3,6 \pm 0,5) \cdot 10^{-3}$	$(4,4 \pm 2,5) \cdot 10^{-7}$	$(1,1 \pm 0,3) \cdot 10^{-5}$	$(5,6 \pm 1,1) \cdot 10^{-5}$
décembre	$(1,8 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$	$\leq 3,5 \cdot 10^{-7}$	$(7,8 \pm 1,8) \cdot 10^{-6}$	$(2,4 \pm 0,3) \cdot 10^{-5}$

L'activité volumique de ces radionucléides est au même niveau que celle des années précédentes.

Radioactivité d'origine artificielle

Les résultats concernant les radionucléides d'origine artificielle (césium 137 et les isotopes du plutonium) sont donnés dans le tableau I.3.

Tableau I.3. : Activité atmosphérique (Bq.m⁻³) due au ¹³⁷Cs, ²³⁸Pu et (²³⁹Pu + ²⁴⁰Pu) en 2010.

Mois	¹³⁷ Cs	²³⁸ Pu	²³⁹ Pu + ²⁴⁰ Pu
janvier	$\leq 2,9 \cdot 10^{-7}$	$\leq 9,6 \cdot 10^{-9}$	$\leq 1,1 \cdot 10^{-8}$
février	$\leq 3,4 \cdot 10^{-7}$	$\leq 3,4 \cdot 10^{-9}$	$(6,7 \pm 4,2) \cdot 10^{-9}$
mars	$\leq 3,1 \cdot 10^{-7}$	$\leq 2,7 \cdot 10^{-9}$	$(9,2 \pm 2,9) \cdot 10^{-9}$
avril	$\leq 3,1 \cdot 10^{-7}$	$\leq 2,5 \cdot 10^{-9}$	$\leq 4,5 \cdot 10^{-9}$
mai	$\leq 2,9 \cdot 10^{-7}$	$\leq 2,7 \cdot 10^{-9}$	$(6,2 \pm 2,8) \cdot 10^{-9}$
juin	$\leq 3,2 \cdot 10^{-7}$	$\leq 2 \cdot 10^{-9}$	$(5,7 \pm 2,7) \cdot 10^{-9}$
juillet	$\leq 3,2 \cdot 10^{-7}$	$\leq 5,7 \cdot 10^{-9}$	$\leq 5,2 \cdot 10^{-9}$
août	$\leq 3,2 \cdot 10^{-7}$	$\leq 5,7 \cdot 10^{-9}$	$(6,6 \pm 4,1) \cdot 10^{-9}$
septembre	$\leq 3,4 \cdot 10^{-7}$	$\leq 3,5 \cdot 10^{-9}$	$(6 \pm 4) \cdot 10^{-9}$
octobre	$\leq 3,4 \cdot 10^{-7}$	$\leq 5 \cdot 10^{-9}$	$(9,7 \pm 6,3) \cdot 10^{-9}$
novembre	$\leq 5,6 \cdot 10^{-7}$	$\leq 4 \cdot 10^{-9}$	$(1,7 \pm 0,5) \cdot 10^{-8}$
décembre	$\leq 3,2 \cdot 10^{-7}$	$\leq 5,4 \cdot 10^{-9}$	$\leq 9,2 \cdot 10^{-9}$

Comme les années précédentes, les valeurs sont inférieures ou proches des limites de détection.

La figure I.3. présente l'évolution des activités moyennes mensuelles en ²³⁹Pu + ²⁴⁰Pu depuis 1997.

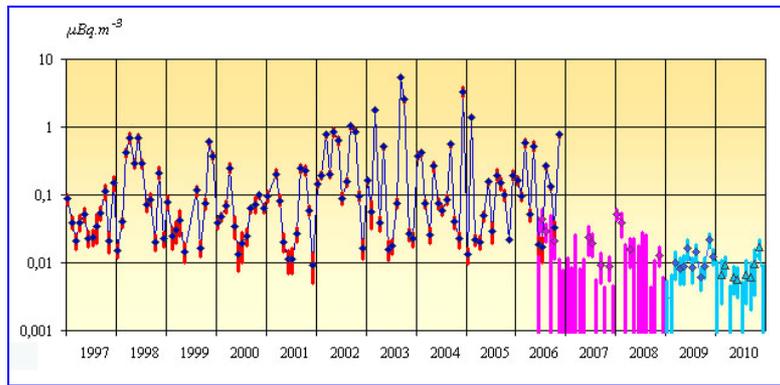


Figure I.3. : Evolution de l'activité atmosphérique moyenne mensuelle due au $^{239}\text{Pu} + ^{240}\text{Pu}$ depuis 1997.

Les valeurs 2010 sont du même ordre de grandeur que celles relevées depuis 2007.

Nota : Le décrochement des valeurs en 2007 est du au déplacement et au remplacement des appareils (Les anciens et les nouveaux appareils ont fonctionné simultanément au 2^{ème} semestre 2006). Début 2009, les anciens filtres de couleur rose (qui ne sont plus commercialisés) ont été remplacés par des filtres de couleur bleu. Les traits continus (sans losange ni triangle) correspondent à des valeurs inférieures aux limites de détection.

I.3. – L'EAU DU ROBINET EN ZONE VIE A MARTINE

Depuis 2006, un prélèvement d'eau du robinet est réalisé chaque année. Le tableau I.4. donne les résultats de 2010. Comme les années antérieures, toutes les valeurs mesurées (eau tritiée, strontium 90, césium 137 et isotopes du plutonium) sont inférieures aux limites de détection.

Tableau I.4. : Radioactivité de l'eau du robinet à Martine en 2010.

Date de prélèvement	HTO (Bq.m ⁻³)	⁹⁰ Sr (Bq.m ⁻³)	¹³⁷ Cs (Bq.m ⁻³)	²³⁹ Pu + ²⁴⁰ Pu (Bq.m ⁻³)	²³⁸ Pu (Bq.m ⁻³)
03/05/2010	≤ 1000	≤ 0,9	≤ 0,83	≤ 0,0095	≤ 0,0055

I.4. – LE SABLE DE PLAGE DE LA ZONE VIE

Depuis 2005, un prélèvement de sable de la plage de la zone Vie est réalisé chaque année.



Prélèvement de sable de plage en zone Vie à Anémone.

Radioactivité d'origine naturelle

Potassium 40, radium 226, plomb 210 uranium 235 et thorium 232

Le tableau I.5. donne les résultats obtenus sur les prélèvements effectués respectivement en 2009 et 2010 (analyses réalisées en 2010). Le thorium 232 est mesuré à l'aide de son descendant l'actinium 228.

Tableau I.5. : Activité massique (Bq.kg⁻¹ sec) en ⁴⁰K, ²²⁶Ra, ²¹⁰Pb, ²³⁵U et ²³²Th dans le sable de plage d'Anémone en 2009 et 2010.

Année	⁴⁰ K (Bq.kg ⁻¹)	²³⁴ Th (Bq.kg ⁻¹)	²²⁶ Ra (²¹⁴ Pb) (Bq.kg ⁻¹)	²¹⁰ Pb (Bq.kg ⁻¹)	²³⁵ U (Bq.kg ⁻¹)	²³² Th (²²⁸ Ac) (Bq.kg ⁻¹)
2009	6,6 ± 1,2	26,3 ± 2,9	1,28 ± 0,21	10,9 ± 3,5	1,15 ± 0,49	≤ 0,28
2010	5,9 ± 1,5	31,7 ± 2,3	1,39 ± 0,3	8,1 ± 3,8	1,14 ± 0,32	≤ 0,31

Les activités mesurées sont proches des valeurs des années précédentes et de celles mesurées dans les sédiments.

Radioactivité d'origine artificielle

Cobalt 60, antimoine 125, césium 137 et europium 155

Le tableau I.6. regroupe les résultats obtenus cette année. Ils sont inférieurs aux limites de détection (LD).

Tableau I.6. : Activité massique (Bq.kg⁻¹ sec) en ⁶⁰Co, ¹²⁵Sb, ¹³⁷Cs et ¹⁵⁵Eu dans le sable de plage d'Anémone en 2009 et 2010.

date	lieu	⁶⁰ Co (Bq.kg ⁻¹)	¹²⁵ Sb (Bq.kg ⁻¹)	¹³⁷ Cs (Bq.kg ⁻¹)	¹⁵⁵ Eu (Bq.kg ⁻¹)
2009	Anémone 1	≤ 0,097	≤ 0,34	≤ 0,083	≤ 0,23
2010	Anémone 1	≤ 0,09	≤ 0,29	≤ 0,09	≤ 0,24

Ils sont, comme les années précédentes, inférieurs aux limites de détection (LD).

Américium 241, et isotopes du plutonium

Le tableau I.7. regroupe les résultats obtenus cette année sur la mesure des isotopes du plutonium.

Tableau I.7. : Activité massique (Bq.kg⁻¹ sec) en ²⁴¹Am, ²³⁸Pu et (²³⁹Pu + ²⁴⁰Pu) dans le sable de plage d'Anémone en 2009 et 2010.

date	²⁴¹ Am (Bq.kg ⁻¹)	²³⁸ Pu (Bq.kg ⁻¹)	²³⁹ Pu + ²⁴⁰ Pu (Bq.kg ⁻¹)
2009	0,19 ± 0,14	2,83 ± 0,16	18,9 ± 0,63
2010	0,73 ± 0,11	2,84 ± 0,18	15,1 ± 0,57

La valeur 2009 en américium est légèrement plus faible que celles habituellement mesurées. Les autres valeurs sont sans changement par rapport aux années précédentes, elles sont du même ordre de grandeur que celles trouvées dans les sédiments à Zanclus 25 (localisé en face de la zone vie).

Chapitre II

LA SURVEILLANCE DU MILIEU TERRESTRE

II.1. - LES SOLS

La surveillance des sols est réalisée à partir de l'analyse de prélèvements de sols effectués tous les quatre ans sur les « motu » des atolls de Mururoa et de Fangataufa.

Les derniers prélèvements ont été effectués par anticipation en 2006. La prochaine campagne aura lieu en 2011.

La radioactivité en $^{239}\text{Pu}+^{240}\text{Pu}$ est de quelques Bq.kg^{-1} en zone vie.

II.2. - LA NOIX DE COCO

La noix de coco (*coco nucifera*) est largement consommée dans l'ensemble de la Polynésie. L'eau de coco et le coprah (pulpe de coco) sont prélevés chaque année en 4 points à Mururoa et 1 à Fangataufa.

II.2.1. - L'EAU DE COCO

L'eau de coco est contenue dans les noix jeunes, vertes (stade « via-via »). La consommation journalière en eau de coco peut atteindre un litre par jour et par personne sur les atolls de la Polynésie.

Il faut 10 litres d'eau de coco pour effectuer les mesures.

Les échantillons sont calcinés et les cendres sont mesurées directement en spectrométrie gamma. Des extractions chimiques sont nécessaires pour la recherche du strontium et des isotopes du plutonium.

Le tableau II.1. regroupe l'ensemble des résultats des analyses effectuées sur l'eau de coco.

Tableau II.1. – Activité de l'eau de coco (Bq.kg^{-1}) en 2010.

Lieux	Date	^{40}K (Bq.kg^{-1})	^{137}Cs (Bq.kg^{-1})	^{90}Sr (Bq.kg^{-1})	^{60}Co (Bq.kg^{-1})	^{238}Pu (Bq.kg^{-1})	$^{239}\text{Pu} + ^{240}\text{Pu}$ (Bq.kg^{-1})
Fangataufa	13/05/2010	51,7 ± 3,8	0,068 ± 0,006	≤ 0,02	≤ 0,011	≤ 0,00016	≤ 0,00019
Mururoa zone est	19/04/2010	51,1 ± 3,7	≤ 0,0073	≤ 0,012	≤ 0,011	≤ 0,00013	≤ 0,00019
Mururoa zone nord	28/04/2010	38 ± 2,8	0,45 ± 0,04	≤ 0,0091	≤ 0,0095	≤ 0,0001	≤ 0,00013
Mururoa zone ouest	30/04/2010	67,4 ± 5	≤ 0,012	≤ 0,025	≤ 0,018	≤ 0,00016	≤ 0,00036
Mururoa zone sud	29/04/2010	53,7 ± 3,9	≤ 0,011	≤ 0,013	≤ 0,015	≤ 0,00016	≤ 0,00019

Potassium 40

La radioactivité massique en potassium 40 (radioélément d'origine naturelle) fluctue de façon importante selon le stade de maturité du fruit. La figure II.1. présente l'ensemble des résultats de mesure en potassium 40 dans l'eau de coco depuis 1986.

La valeur moyenne en potassium 40 dans l'eau de coco, calculée sur les 144 échantillons prélevés depuis cette date à Mururoa et Fangataufa, est de $55,3 \pm 2,4 \text{ Bq.kg}^{-1}$.

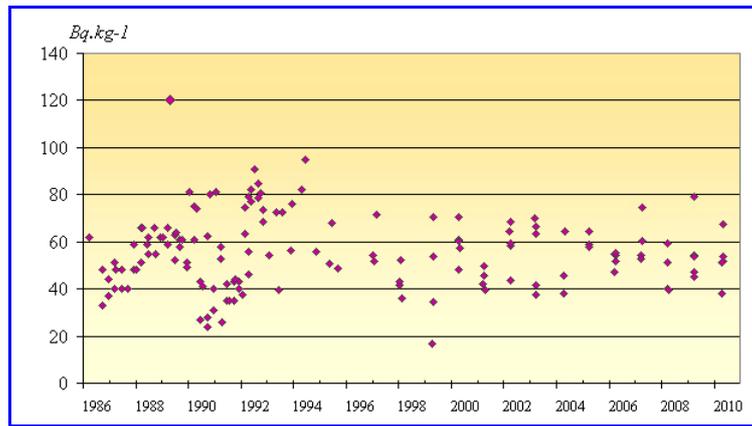


Figure II.1. - Évolution de l'activité en ^{40}K de l'eau de coco depuis 1986.

Les valeurs de 2010 sont de cet ordre de grandeur.

Césium 137

La figure II.2. présente l'évolution de l'activité en césium 137 depuis 1986 et permet de mettre en évidence une période apparente de $5,1 \pm 0,9$ ans, bien inférieure à la période radioactive du césium 137 (30,15 ans).

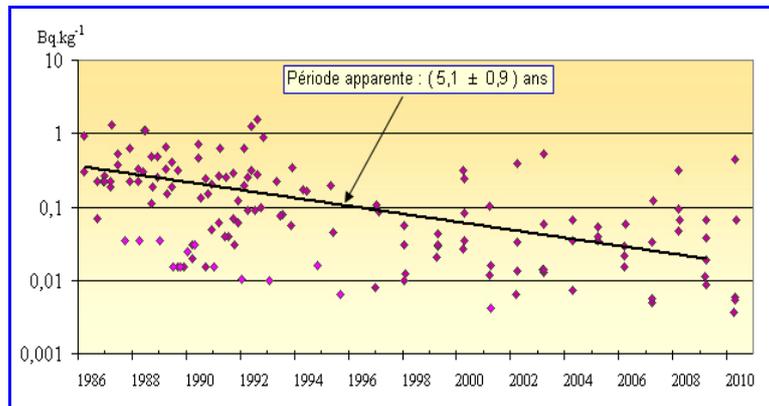


Figure II.2. - Évolution de l'activité en ^{137}Cs de l'eau de coco depuis 1986.

Les valeurs relevées en 2010 confirment cette tendance.

Cobalt 60, strontium 90, plutonium 238 et plutonium 239 + plutonium 240

Les activités en cobalt 60, strontium 90, plutonium 238 et (plutonium 239 + plutonium 240) sont restées, comme les années précédentes, inférieures ou proches des limites de détection des appareils de mesure (cf. Tableau II.1).

II.2.2. - LE COPRAH

Le coprah (pulpe de coco) est contenu dans les noix mûres (stade « opaa »). Il est utilisé sous forme de « lait » ou de « râpé » fermenté pour entrer dans la composition de nombreux plats polynésiens. Par ailleurs, on en extrait une huile destinée à l'industrie.

Les noix de coco mûres sont ramassées au sol. Après ouverture des noix, le coprah, partie blanche qui tapisse le cœur du fruit, est détaché. Il faut 4 kg de coprah pour effectuer les mesures.

Tous les échantillons sont calcinés. Les cendres sont mesurées directement en spectrométrie gamma. Des extractions chimiques sont nécessaires pour la recherche du strontium et des isotopes du plutonium.

Le tableau II.2. regroupe l'ensemble des résultats d'analyses.

Tableau II.2. – Activité du coprah (Bq.kg^{-1}) en 2010.

Lieux	Date	^{40}K (Bq.kg^{-1})	^{137}Cs (Bq.kg^{-1})	^{90}Sr (Bq.kg^{-1})	^{60}Co (Bq.kg^{-1})	^{238}Pu (Bq.kg^{-1})	$^{239}\text{Pu} + ^{240}\text{Pu}$ (Bq.kg^{-1})
Fangataufa	13/05/2010	154 ± 10	$0,38 \pm 0,03$	$\leq 0,071$	$\leq 0,035$	$\leq 0,00027$	$\leq 0,00069$
Mururoa zone est	19/04/2010	$123 \pm 8,2$	$0,34 \pm 0,03$	$\leq 0,034$	$\leq 0,027$	$0,00036 \pm 0,00023$	$0,006 \pm 0,001$
Mururoa zone nord	28/04/2010	$104 \pm 6,9$	$3,01 \pm 0,2$	$\leq 0,031$	$\leq 0,032$	$\leq 0,0003$	$\leq 0,00062$
Mururoa zone ouest	30/04/2010	159 ± 11	$0,072 \pm 0,011$	$\leq 0,048$	$\leq 0,046$	$\leq 0,00036$	$\leq 0,00089$
Mururoa zone sud	29/04/2010	$139 \pm 9,3$	$\leq 0,028$	$\leq 0,031$	$\leq 0,04$	$\leq 0,00037$	$\leq 0,00054$

Potassium 40

La valeur de l'activité massique en potassium 40 (radioélément d'origine naturelle) fluctue de façon importante suivant le stade de maturité du fruit. La figure II.3. présente l'ensemble des résultats de mesure en potassium 40 du coprah depuis 1986.

La valeur moyenne en potassium 40 du coprah, calculée sur les 143 échantillons prélevés depuis cette date à Mururoa et Fangataufa, est de $116 \pm 3 \text{ Bq.kg}^{-1}$.

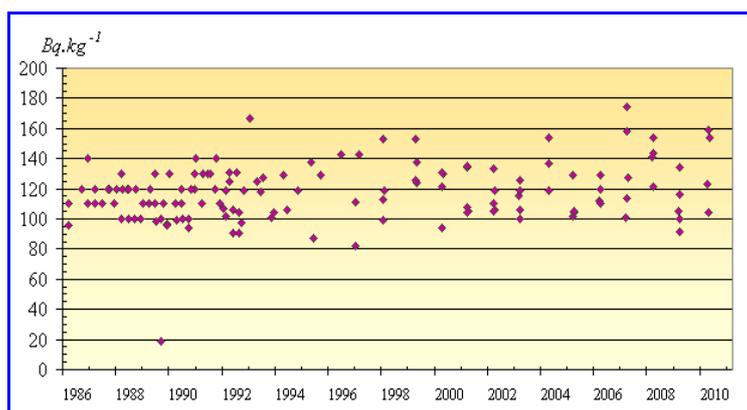


Figure II.3. - Évolution de l'activité en ^{40}K du coprah depuis 1986.

Les valeurs de 2010 sont de cet ordre de grandeur.

Césium 137

La figure II.4. présente l'évolution de l'activité du césium 137 du coprah à Mururoa et à Fangataufa depuis 1986. Elle permet de mettre en évidence une période apparente de $8,5 \pm 2,6$ ans.

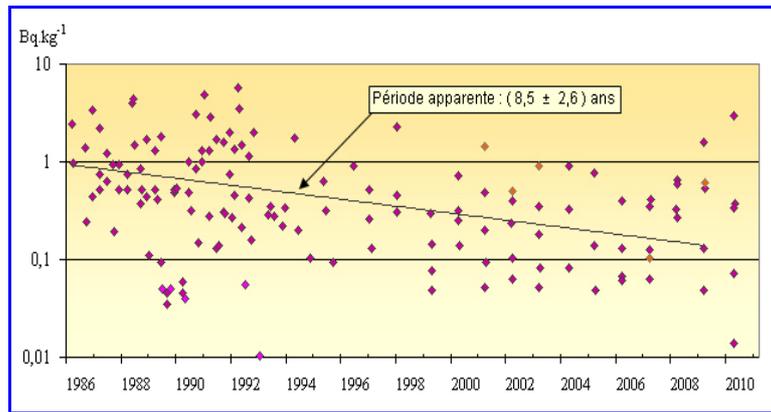


Figure II.4. – Evolution de l'activité en ¹³⁷Cs du coprah depuis 1986.

Les valeurs relevées en 2010 sont du même ordre de grandeur que celles des années précédentes. La valeur relevée en zone ouest est, comme les années précédentes, supérieure à celle des autres zones.

Cobalt 60, strontium 90, plutonium 238 et plutonium 239 + plutonium 240

Les activités en cobalt 60, strontium 90, plutonium 238 et (plutonium 239 + plutonium 240) sont restées, comme les années précédentes, inférieures ou proches de la limite de détection des appareils de mesure (cf. Tableau II.2).

Chapitre III

LA SURVEILLANCE DES EAUX SOUTERRAINES

La surveillance de la radioactivité des eaux souterraines de Mururoa et de Fangataufa est assurée en effectuant tous les ans des prélèvements d'eau dans 16 observatoires à Mururoa et dans 4 à Fangataufa (figures III.1 et III.2).



Figure III.1. : Points de prélèvement des eaux souterraines à Mururoa.



Figure III.2. : Points de prélèvement des eaux souterraines à Fangataufa

Ces observatoires sont des puits qui ont été, à l'arrêt des expérimentations, équipés de polytubes dont chaque tube élémentaire débouche dans le terrain à une profondeur prédéterminée (figure III.3). Les profondeurs de prélèvement ont été choisies de manière à surveiller préférentiellement les zones karstiques dans les carbonates.

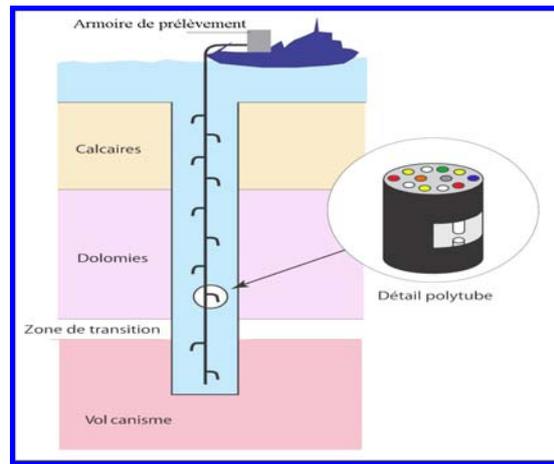


Figure III.3. : Principe de prélèvement des eaux souterraines.

Tous les prélèvements, réalisés par pompage, sont analysés en HTO, Sr et Cs. Le Pu n'est mesuré que pour les prélèvements réalisés :

- En zone Nord de Mururoa à la profondeur 300 m de Pieuvre 37 ;
- En zone Est de Mururoa à la profondeur 290 m de Tazard 14 ;
- En zone Sud de Mururoa à la profondeur 100 m de Murène 16 ;
- En zone Ouest de Mururoa à la profondeur 220 m de Krill 23 ;
- A Fangataufa à la profondeur 193 m de Fuseau 30.

Les résultats figurent sous les tableaux correspondant aux différentes zones

Zone Nord de Mururoa

Le tableau III.1. regroupe les résultats des analyses effectuées sur les eaux souterraines de la zone Nord de Mururoa.

Tableau III.1. : Activité des eaux souterraines de la zone Nord de Mururoa en 2010.

	Profondeur (m)	HTO (Bq.m ⁻³)	⁹⁰ Sr (Bq.m ⁻³)	¹³⁷ Cs (Bq.m ⁻³)	Rapport HTO / Sr	Rapport HTO / Cs
Géo 5 B	100-102 m	(4,3 ± 0,4) .10 ⁻³	5,06 ± 0,87	4 ± 0,93	(8,5 ± 1,66) .10 ⁻²	(1,08 ± 0,27) .10 ⁻³
	149-151 m	(4,5 ± 0,4) .10 ⁻³	4,81 ± 0,86	≤ 2,9	(9,36 ± 1,87) .10 ⁻²	non calculé
	185-187 m	(4,6 ± 0,4) .10 ⁻³	6,1 ± 1	3,86 ± 0,96	(7,54 ± 1,4) .10 ⁻²	(1,19 ± 0,31) .10 ⁻³
	215-217m	(4,3 ± 0,4) .10 ⁻³	6,04 ± 0,97	3,29 ± 0,8	(7,12 ± 1,32) .10 ⁻²	(1,31 ± 0,34) .10 ⁻³
	228-230 m	(4,3 ± 0,4) .10 ⁻³	6 ± 1	3,01 ± 0,84	(7,17 ± 1,37) .10 ⁻²	(1,43 ± 0,42) .10 ⁻³
	264-266 m	(4,4 ± 0,4) .10 ⁻³	5,39 ± 0,9	4 ± 1	(8,16 ± 1,55) .10 ⁻²	(1,1 ± 0,29) .10 ⁻³
Géo 8 B	107-110 m	(2,37 ± 0,12) .10 ⁻⁵	(3,78 ± 0,48) .10 ⁻²	(2,46 ± 0,37) .10 ⁻²	(6,27 ± 0,86) .10 ⁻²	(9,63 ± 1,53) .10 ⁻²
	158-168 m	(2,99 ± 0,16) .10 ⁻⁵	(5 ± 0,64) .10 ⁻²	(3,43 ± 0,62) .10 ⁻²	(5,98 ± 0,83) .10 ⁻²	(8,72 ± 1,64) .10 ⁻²
	209-212 m	(3,74 ± 0,19) .10 ⁻⁵	(6,49 ± 0,82) .10 ⁻²	(3,8 ± 0,47) .10 ⁻²	(5,76 ± 0,78) .10 ⁻²	(9,84 ± 1,32) .10 ⁻²
	274-278 m	(7,43 ± 0,38) .10 ⁻⁵	(1,03 ± 0,13) .10 ⁻³	(5,27 ± 0,79) .10 ⁻²	(7,21 ± 0,98) .10 ⁻²	(1,41 ± 0,22) .10 ⁻³
Géo 10 B	140-144 m	(2,8 ± 0,14) .10 ⁻⁶	(8 ± 1) .10 ⁻³	(3,7 ± 0,45) .10 ⁻³	(3,5 ± 0,47) .10 ⁻²	(7,57 ± 1) .10 ⁻²
	164-169 m	(3,1 ± 0,16) .10 ⁻⁶	(8,3 ± 1) .10 ⁻³	(4,83 ± 0,45) .10 ⁻³	(3,73 ± 0,49) .10 ⁻²	(6,42 ± 0,68) .10 ⁻²
	228-233 m	(3,43 ± 0,18) .10 ⁻⁶	(1 ± 0,12) .10 ⁻⁴	(4,82 ± 0,43) .10 ⁻³	(3,43 ± 0,45) .10 ⁻²	(7,12 ± 0,74) .10 ⁻²
	282-284 m	(3,19 ± 0,16) .10 ⁻⁶	(1,08 ± 0,13) .10 ⁻⁴	(5,49 ± 0,44) .10 ⁻³	(2,95 ± 0,39) .10 ⁻²	(5,81 ± 0,55) .10 ⁻²
	307-311 m	(4,57 ± 0,23) .10 ⁻⁶	(1,66 ± 0,21) .10 ⁻⁴	(7,37 ± 0,52) .10 ⁻³	(2,75 ± 0,37) .10 ⁻²	(6,2 ± 0,54) .10 ⁻²
Pieuvre 37	95 m	≤ 1 . 10 ⁻³	≤ 1,1	≤ 1,3	non calculé	non calculé
	107 m	≤ 1 . 10 ⁻³	≤ 1	≤ 2,2	non calculé	non calculé
	260 m	(1,93 ± 0,1) .10 ⁻⁶	(3,84 ± 0,48) .10 ⁻³	(3,71 ± 0,41) .10 ⁻³	(5,03 ± 0,68) .10 ⁻²	(5,2 ± 0,63) .10 ⁻²
	285 m	(2,88 ± 0,15) .10 ⁻⁶	(6,2 ± 0,77) .10 ⁻³	(4,94 ± 0,29) .10 ⁻³	(4,65 ± 0,63) .10 ⁻²	(5,83 ± 0,46) .10 ⁻²
	300 m	(3,1 ± 0,16) .10 ⁻⁶	(7,3 ± 0,91) .10 ⁻³	(5,63 ± 0,44) .10 ⁻³	(4,25 ± 0,57) .10 ⁻²	(5,51 ± 0,52) .10 ⁻²
Murène 27	100 m	≤ 1 . 10 ⁻³	≤ 1	≤ 2,7	non calculé	non calculé
Whale 30	207 m	≤ 1 . 10 ⁻³	≤ 2	≤ 2,8	non calculé	non calculé
	280 m	≤ 1 . 10 ⁻³		≤ 2,5		non calculé
	290 m	≤ 1 . 10 ⁻³		≤ 2		non calculé
	330 m	≤ 1 . 10 ⁻³		≤ 1,9		non calculé

Pieuvre 37 (300 m), ²³⁸Pu ≤ 0,23 Bq.m⁻³ et ²³⁹Pu + ²⁴⁰Pu ≤ 0,35 Bq.m⁻³

La figure III.4. présente l'évolution de la radioactivité HTO des eaux de l'observatoire GEO8B, représentatif de la zone Nord de Mururoa.

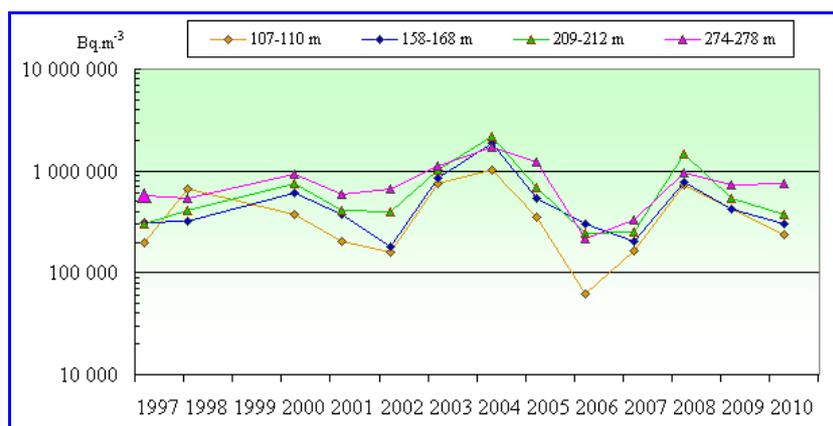


Figure III.4. : Évolution de la radioactivité HTO aux différentes cotes de GEO 8B depuis 1997.

Zone Est de Mururoa

Le tableau III.2. regroupe les résultats des analyses effectuées sur les eaux souterraines de la zone Est.

Tableau III.2. : Activité des eaux souterraines de la zone Est de Mururoa en 2010.

	Profondeur (m)	HTO (Bq.m ⁻³)	⁹⁰ Sr (Bq.m ⁻³)	¹³⁷ Cs (Bq.m ⁻³)	Rapport HTO / Sr	Rapport HTO / Cs
Tazard 14	193 m	(1,92 ± 0,1) .10 ⁵	5,73 ± 0,89	5,05 ± 0,82	(3,35 ± 0,55) .10 ⁻⁴	(3,8 ± 0,65) .10 ⁴
	245 m	(2,03 ± 0,1) .10 ⁶	(3,39 ± 0,43) .10 ¹	(1,45 ± 0,4) .10 ¹	(5,99 ± 0,81) .10 ⁻⁴	(1,4 ± 0,39) .10 ⁵
	290 m	(2,04 ± 0,11) .10 ⁶	(4,47 ± 0,57) .10 ¹	(1,61 ± 0,21) .10 ¹	(4,56 ± 0,63) .10 ⁻⁴	(1,27 ± 0,18) .10 ⁵
Scalaire 22	100 m	(1,47 ± 0,1) .10 ⁴	(2,66 ± 0,45) .10 ¹	(3,07 ± 0,51) .10 ¹	(5,53 ± 1,01) .10 ⁻²	(4,79 ± 0,86) .10 ²
	135 m	(2,2 ± 0,1) .10 ⁴	(3,05 ± 0,41) .10 ¹	(2,87 ± 0,57) .10 ¹	(7,21 ± 1,02) .10 ⁻²	(7,67 ± 1,56) .10 ²
	192 m	(2,48 ± 1,3) .10 ⁴	(4,97 ± 0,65) .10 ¹	(3,14 ± 0,53) .10 ¹	(4,99 ± 2,7) .10 ⁻²	(7,9 ± 4,35) .10 ²
	245 m	(1,65 ± 1,4) .10 ⁴	(6,69 ± 0,87) .10 ¹	(2,11 ± 0,27) .10 ¹	(2,47 ± 2,12) .10 ⁻²	(7,82 ± 6,71) .10 ²
Pieuvre 23	100 m	(4,49 ± 0,2) .10 ⁴	0,69 ± 0,27	2 ± 0,83	(6,51 ± 2,56) .10 ⁻⁴	(2,25 ± 0,94) .10 ⁴
	145 m	(4,33 ± 0,2) .10 ⁴	1,74 ± 0,49	≤ 2,7	(2,49 ± 0,71) .10 ⁻⁴	non calculé
	175 m	(4,38 ± 0,24) .10 ⁴	2,08 ± 0,59	≤ 2,9	(2,11 ± 0,61) .10 ⁻⁴	non calculé

Tazard 14 (290 m), ²³⁸Pu ≤ 0,014 Bq.m⁻³ et ²³⁹Pu + ²⁴⁰Pu = 0,045 ± 0,016 Bq.m⁻³.

La figure III.5. présente l'évolution de la radioactivité HTO des eaux de l'observatoire TAZARD 14, représentatif de la zone Est de Mururoa.

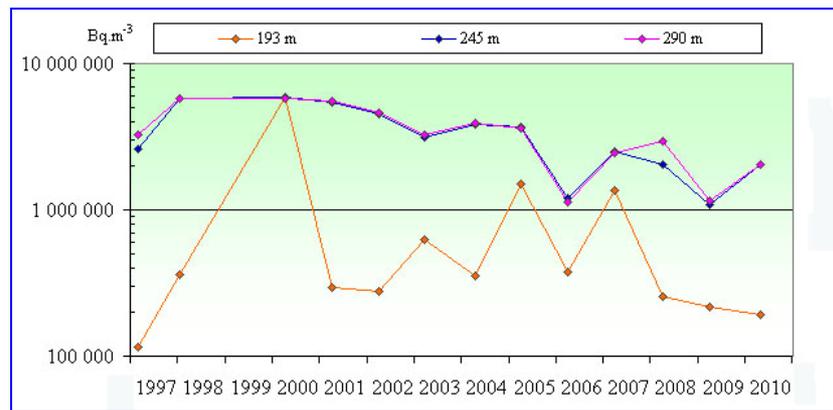


Figure III.5. : Évolution de la radioactivité HTO aux différentes cotes de TAZARD 14 depuis 1997.

Zone Sud de Mururoa

Le tableau III.3. regroupe les résultats des analyses effectuées sur les eaux souterraines de la zone Sud.

Tableau III.3. : Activité des eaux souterraines de la zone Sud de Mururoa en 2010.

	Profondeur (m)	HTO (Bq.m ⁻³)	⁹⁰ Sr (Bq.m ⁻³)	¹³⁷ Cs (Bq.m ⁻³)	Rapport HTO / Sr	Rapport HTO / Cs
Orque 13	99 m	(1,37 ± 0,07) .10 ⁻⁵	2,55 ± 0,61	2,15 ± 0,74	(5,37 ± 1,31) .10 ⁻⁴	(6,37 ± 2,22) .10 ⁻⁴
	143 m	(1,63 ± 0,08) .10 ⁻⁵	3,27 ± 0,64	≤ 3,2	(4,98 ± 1,01) .10 ⁻⁴	non calculé
	178 m	(1,73 ± 0,09) .10 ⁻⁵	2,33 ± 0,65	≤ 3,1	(7,42 ± 2,11) .10 ⁻⁴	non calculé
Labre 13	145 m	≤ 1 .10 ⁻³	≤ 1,7	≤ 3,9	non calculé	non calculé
	190 m	≤ 1 .10 ⁻³				
	225 m	(1,7 ± 0,4) .10 ⁻³				
Murène16	100 m	(3,86 ± 0,2) .10 ⁻⁵	7,4 ± 1,3	≤ 2,7	(5,22 ± 0,96) .10 ⁻⁴	non calculé
	185 m	(1,23 ± 0,06) .10 ⁻⁶	(2,93 ± 0,4) .10 ⁻¹	1,45 ± 0,7	(4,2 ± 0,61) .10 ⁻⁴	(8,48 ± 4,12) .10 ⁻⁵
	230 m	(2,63 ± 0,13) .10 ⁻⁶	(6,04 ± 0,77) .10 ⁻¹	≤ 2,8	(4,35 ± 0,6) .10 ⁻⁴	non calculé
	285 m	(2,61 ± 0,13) .10 ⁻⁶	(6,24 ± 0,81) .10 ⁻¹	≤ 2,5	(4,18 ± 0,58) .10 ⁻⁴	non calculé

Murène 16 (100 m), ²³⁸Pu ≤ 0,012 Bq.m⁻³ et ²³⁹Pu + ²⁴⁰Pu ≤ 0,025 Bq.m⁻³

La figure III.6. présente l'évolution de la radioactivité HTO des eaux de l'observatoire MURENE 16, représentatif de la zone Sud de Mururoa. Entre 1999 et 2005, le polytube Murène 16 été tombé au fond du lagon à une profondeur trop importante pour aller le chercher avec des plongeurs de bord du R.R. REVI.

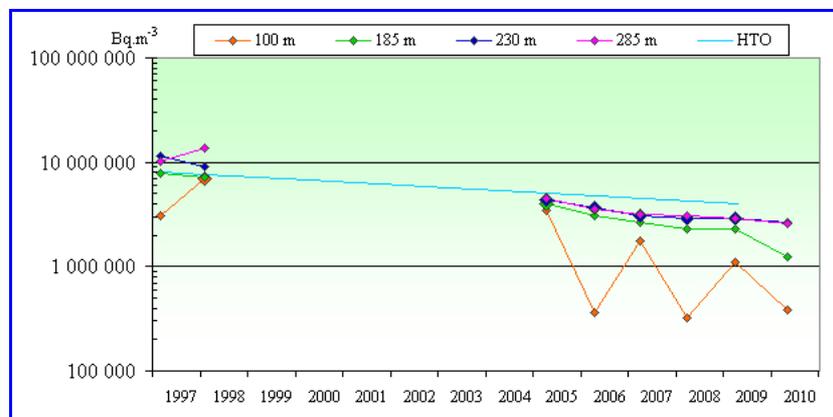


Figure III.6. : Évolution de la radioactivité HTO aux différentes cotes de MURENE 16 depuis 1997.

Zone Ouest de Mururoa

Le tableau III.4. regroupe les résultats des analyses effectuées sur les eaux souterraines de la zone Ouest.

Tableau III.4. : Activité des eaux souterraines de la zone Ouest de Mururoa en 2010.

	Profondeur (m)	HTO (Bq.m ⁻³)	⁹⁰ Sr (Bq.m ⁻³)	¹³⁷ Cs (Bq.m ⁻³)	Rapport HTO / Sr	Rapport HTO / Cs
Krill 23	181 m	(4,74 ± 0,24) .10 ⁶	(4,74 ± 0,59) .10 ²	≤ 2,8	(1 ± 0,13) .10 ⁴	non calculé
	193 m	(4,43 ± 0,23) .10 ⁶	(4,13 ± 0,52) .10 ²	1,25 ± 0,67	(1,07 ± 0,15) .10 ⁴	(3,54 ± 1,91) .10 ⁶
	220 m	(2,37 ± 0,12) .10 ⁶	(1,75 ± 0,22) .10 ²	≤ 2,8	(1,35 ± 0,18) .10 ⁴	non calculé
	310 m	≤ 1,5 . 10 ³	0,8 ± 0,47	1,52 ± 0,58	non calculé	non calculé
	330 m	≤ 1,5 . 10 ³	0,5 ± 0,22	≤ 2,4	non calculé	non calculé
	345 m	≤ 1 . 10 ³	0,78 ± 0,24	≤ 2,8	non calculé	non calculé
Isurus 10	260 m	(1,65 ± 0,09) .10 ⁵	(1,63 ± 0,21) .10 ¹	2,5 ± 1,7	(1,01 ± 0,14) .10 ⁴	(6,6 ± 4,5) .10 ⁴
	265 m	(1,64 ± 0,09) .10 ⁵	(1,51 ± 0,2) .10 ¹	2,18 ± 0,88	(1,09 ± 0,16) .10 ⁴	(7,52 ± 3,06) .10 ⁴
	275 m	(1,64 ± 0,09) .10 ⁵	(1,71 ± 0,23) .10 ¹	1,36 ± 0,68	(9,59 ± 1,39) .10 ³	(1,21 ± 0,61) .10 ⁵
	315 m	(1,1 ± 0,4) .10 ³	≤ 1,7	0,98 ± 0,46	non calculé	(1,12 ± 0,67) .10 ³
	330 m	≤ 1,5 . 10 ³	1,28 ± 0,43	≤ 2,9	non calculé	non calculé
	345 m	≤ 1,5 . 10 ³	≤ 2,2	≤ 3,4	non calculé	non calculé
Flet 08	100 m	≤ 1,5 . 10 ³	≤ 3,1	(2,02 ± 0,29) .10 ¹	non calculé	non calculé
	135 m	≤ 1 . 10 ³		9,9 ± 2,9		non calculé
	193 m	≤ 1 . 10 ³		2,95 ± 0,82		non calculé
	280 m	(1 ± 0,3) .10 ³		2,28 ± 0,59		(4,39 ± 1,74) .10 ²
Dragon 09	162 m	≤ 1 . 10 ³	≤ 1,5	≤ 2,3	non calculé	non calculé
	205 m	≤ 1 . 10 ³				
	258 m	≤ 1 . 10 ³				

Krill 23 (220 m), ²³⁸Pu ≤ 0,019 Bq.m⁻³ et ²³⁹Pu + ²⁴⁰Pu ≤ 0,02 Bq.m⁻³

La figure III.7. présente l'évolution de la radioactivité HTO des eaux de l'observatoire ISURUS 10, représentatif de la zone Ouest de Mururoa.

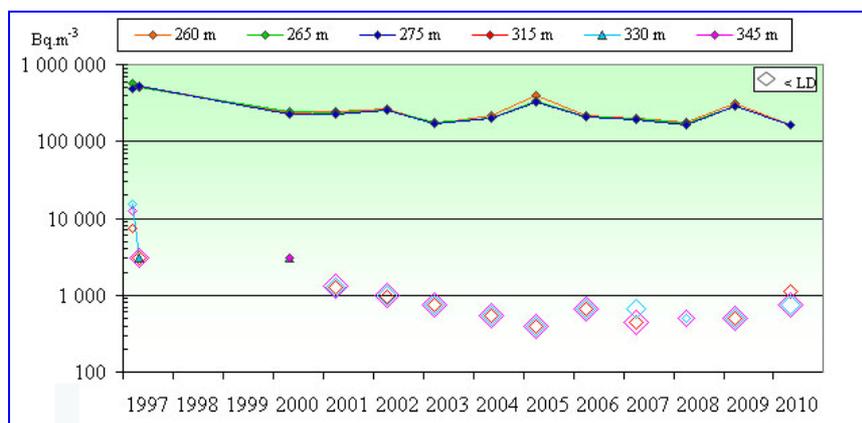


Figure III.7. : Évolution de la radioactivité HTO aux différentes cotes de ISURUS 10 depuis 1997.

La figure III.8. présente les activités maximales mesurées dans chacun des observatoires de Mururoa.

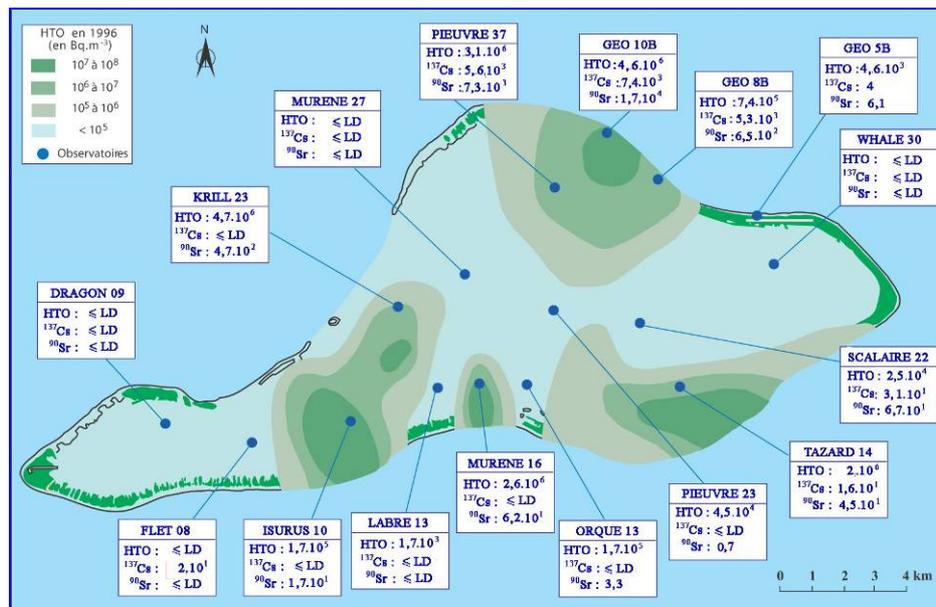


Figure III.8. : Répartition de l'eau tritiée des eaux souterraines des carbonates (courbes établies en 1996) et activités maximales significatives en $Bq.m^{-3}$ observées en 2010 dans les observatoires de Mururoa.

Globalement, la radioactivité des eaux souterraines de Mururoa reste constante.

Zone Fangataufa

Le tableau III.5. regroupe les résultats des analyses effectuées sur les eaux souterraines de Fangataufa.

Tableau III.5. : Activité des eaux souterraines de Fangataufa en 2010.

	Profondeur (m)	HTO ($Bq.m^{-3}$)	^{90}Sr ($Bq.m^{-3}$)	^{137}Cs ($Bq.m^{-3}$)	Rapport HTO / Sr	Rapport HTO / Cs
Natrice 19	200 m	$(1,64 \pm 0,19) \cdot 10^{-5}$	$(2,62 \pm 8,59) \cdot 10^{-1}$	$\leq 2,9$	$(6,26 \pm 20,54) \cdot 10^{-3}$	non calculé
	235 m	$(1,64 \pm 0,27) \cdot 10^{-5}$	$(5,43 \pm 0,69) \cdot 10^{-1}$	$\leq 2,7$	$(3,02 \pm 0,63) \cdot 10^{-3}$	non calculé
	320 m	$(1,4 \pm 0,4) \cdot 10^{-3}$	$1 \pm 0,37$	$\leq 2,1$	$(1,4 \pm 0,65) \cdot 10^{-3}$	non calculé
	340 m	$(1,7 \pm 0,5) \cdot 10^{-3}$	$1,46 \pm 0,42$	$\leq 2,6$	$(1,16 \pm 0,48) \cdot 10^{-3}$	non calculé
Fuseau 30	193 m	$(1,18 \pm 0,06) \cdot 10^{-6}$	$(2,58 \pm 0,32) \cdot 10^{-2}$	$(7,26 \pm 0,91) \cdot 10^{-1}$	$(4,57 \pm 0,61) \cdot 10^{-3}$	$(1,63 \pm 0,22) \cdot 10^{-4}$
	215 m	$(1,1 \pm 0,06) \cdot 10^{-6}$	$(2,31 \pm 0,29) \cdot 10^{-2}$	$(7,73 \pm 0,92) \cdot 10^{-1}$	$(4,76 \pm 0,65) \cdot 10^{-3}$	$(1,42 \pm 0,19) \cdot 10^{-4}$
	255 m	$(4,03 \pm 0,21) \cdot 10^{-5}$	$(7,82 \pm 0,99) \cdot 10^{-1}$	$(2,46 \pm 0,57) \cdot 10^{-1}$	$(5,15 \pm 0,71) \cdot 10^{-3}$	$(1,64 \pm 0,39) \cdot 10^{-4}$
	268 m	$(4,01 \pm 0,21) \cdot 10^{-5}$	$(7,65 \pm 0,97) \cdot 10^{-1}$	$(2,2 \pm 0,29) \cdot 10^{-1}$	$(5,24 \pm 0,72) \cdot 10^{-3}$	$(1,82 \pm 0,26) \cdot 10^{-4}$
Mitre 27	233-235 m	$(2 \pm 0,4) \cdot 10^{-3}$	$1,33 \pm 0,41$	$1,39 \pm 0,73$	$(1,5 \pm 0,55) \cdot 10^{-3}$	$(1,44 \pm 0,81) \cdot 10^{-3}$
	237-239 m	$(1,7 \pm 0,5) \cdot 10^{-3}$	$0,56 \pm 0,4$	$\leq 3,1$	$(3,04 \pm 2,34) \cdot 10^{-3}$	non calculé
Porcelaine 23	203 m	$(2,7 \pm 0,4) \cdot 10^{-3}$	$1,98 \pm 0,95$	$\leq 1,9$	$(1,36 \pm 0,68) \cdot 10^{-3}$	non calculé
	257 m	$(1,24 \pm 0,08) \cdot 10^{-4}$	$0,76 \pm 0,49$	$\leq 2,2$	$(1,63 \pm 1,06) \cdot 10^{-4}$	non calculé
	270 m	$(1,7 \pm 0,1) \cdot 10^{-4}$	$1,03 \pm 0,43$	≤ 3	$(1,65 \pm 0,7) \cdot 10^{-4}$	non calculé

Fuseau 30 (193 m), $^{238}Pu \leq 0,01 Bq.m^{-3}$ et $^{239}Pu + ^{240}Pu = (0,041 \pm 0,018) Bq.m^{-3}$

La figure III.9. présente l'évolution de la radioactivité HTO des eaux de l'observatoire FUSEAU 30, représentatif de Fangataufa, il n'y a pas eu de prélèvement à Fangataufa en 2004 et 2005 du fait d'une panne moteur sur le R.R. REVI.

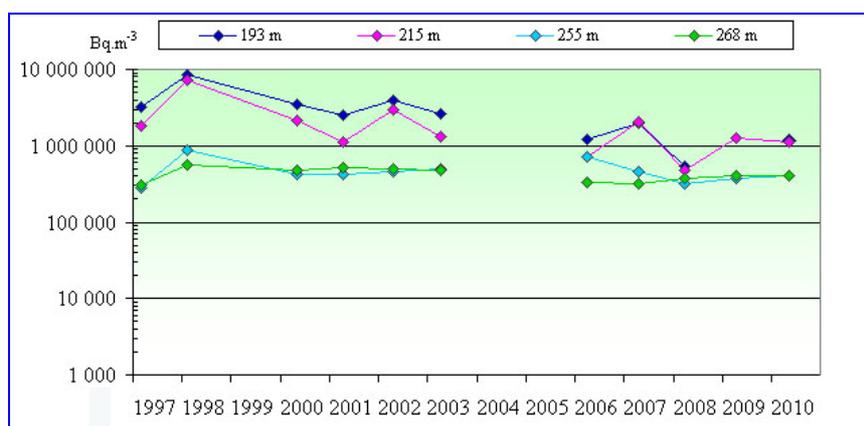


Figure III.9. : Evolution de la radioactivité HTO aux différentes cotes de FUSEAU 30 depuis 1997.

La figure III.10. présente les activités maximales relevées dans chacun des observatoires de Fangataufa.

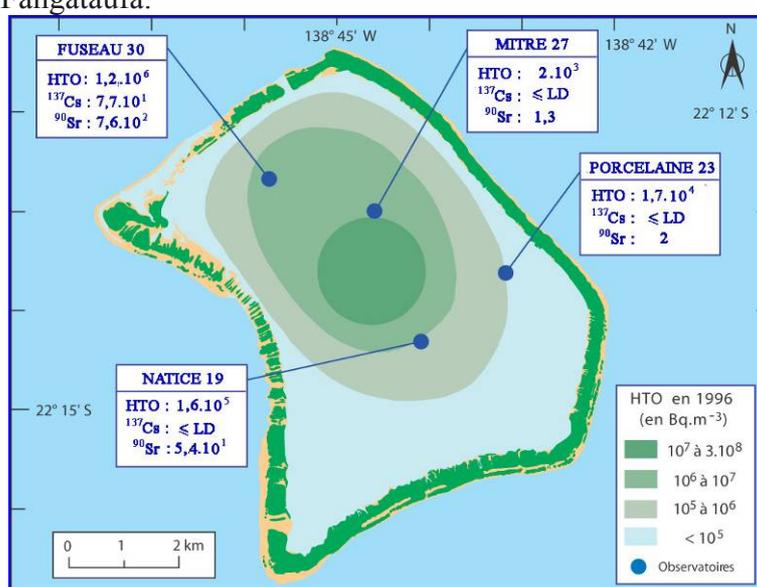


Figure III.10. : Répartition de l'eau tritiée des eaux souterraines des carbonates (courbes établies en 1996) et activités maximales significatives en Bq.m⁻³ observées en 2010 dans les observatoires de Fangataufa.

Les activités mesurées des eaux des observatoires de Fangataufa sont du même ordre de grandeur que celles mesurées les années précédentes (à l'exception du niveau 203 m de Porcelaine 23).

Chapitre IV

LA SURVEILLANCE DU LAGON

IV.1. - LES EAUX DE LAGON

Chaque année, 9 prélèvements d'eau de sub-surface (- 5 m) sont effectués à Mururoa et 5 à Fangataufa aux emplacements suivants:

- APRION 06, GORGONE 05, JANIE 32, ORQUE 41, SCALAIRE 15, ZANCLUS 25, LABRE 32, PIEUVRE 27 et UMBRE 24 à Mururoa (Figure IV.1.),
- CERITHE 27, LIMNEE 35, MITRE 09, MITRE 26 et TROQUE 13 à Fangataufa (Figure IV.2.)

Des mesures en HTO (eau tritiée), césium 137, strontium 90 et plutonium sont effectuées les années paires.

Les années impaires, seuls l'HTO et le césium 137 sont systématiquement analysés.

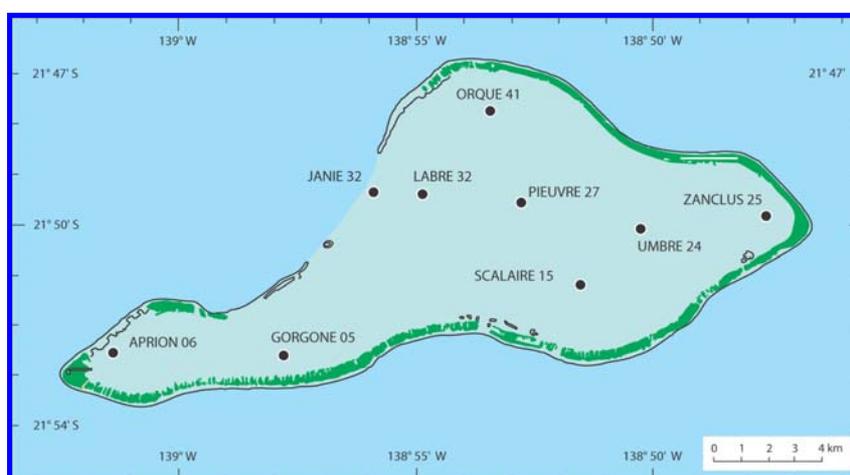


Figure IV.1. : Emplacements des prélèvements d'eau du lagon de Mururoa.



Figure IV.2. : Emplacements des prélèvements d'eau du lagon de Fangataufa.

Eau tritiée (HTO)

Les tableaux IV.1. et IV.2. présentent les activités volumiques HTO des eaux des lagons de Mururoa et Fangataufa en 2010.

Tableau IV.1. : Activité volumique en HTO des eaux de lagon de Mururoa en 2010.

Lieux	Activité (Bq.m ⁻³)
Aprion 06	≤ 1000
Gorgone 05	≤ 1000
Janie 32	≤ 1000
Labre 32	≤ 2000
Orque 41	≤ 2000
Pieuvre 27	≤ 1000
Scalaire 15	≤ 1000
Umbre 24	≤ 1000
Zanclus 25	≤ 1000

Comme les dernières années l'activité volumique HTO des eaux du lagon de Mururoa est inférieure à la limite de détection.

Tableau IV.2. : Activité volumique HTO des eaux du lagon de Fangataufa en 2010.

Lieux	Activité (Bq.m ⁻³)
Cérithé 27	≤ 1000
Limnée 35	≤ 1000
Mitre 09	≤ 1000
Mitre 26	≤ 1000
Troque 13	≤ 1000

Cette année, l'activité volumique HTO des eaux du lagon de Fangataufa est inférieure à la limite de détection.

Césium 137

Le tableau IV.3. présente les activités volumiques ¹³⁷Cs des eaux du lagon de Mururoa.

Tableau IV.3. : Activité volumique en ¹³⁷Cs des eaux du lagon de Mururoa en 2010.

Lieux	Activité (Bq.m ⁻³)
Aprion 06	1,2 ± 0,3
Gorgone 05	1,3 ± 0,3
Janie 32	1,1 ± 0,2
Labre 32	1,2 ± 0,8
Orque 41	1,4 ± 0,3
Pieuvre 27	1,2 ± 0,9
Scalaire 15	1 ± 0,9
Umbre 24	1,6 ± 0,9
Zanclus 25	1,6 ± 0,9
Moyenne	1,3 ± 0,1

La figure IV.3. présente l'évolution de l'activité volumique moyenne des eaux en ¹³⁷Cs du lagon de Mururoa depuis 1982.

On remarque que l'activité volumique en ¹³⁷Cs de l'eau du lagon décroît, dans les années 1980 selon une période apparente de 6,2 ± 1,6 ans. Depuis 1989, cette période de décroissance est d'environ 12 ans.

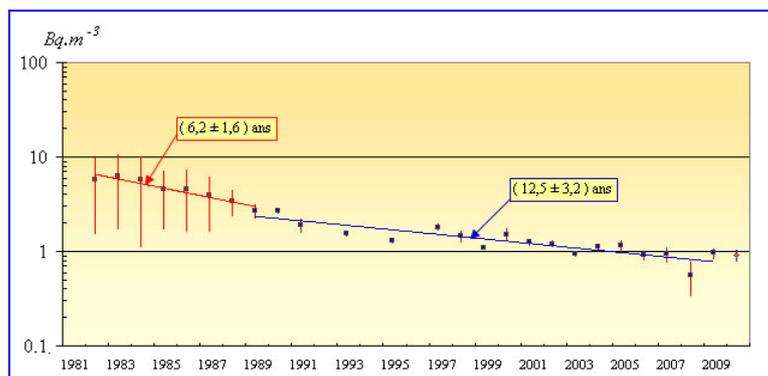


Figure IV.3. : Évolution de l'activité volumique moyenne en ^{137}Cs des eaux du lagon de Mururoa depuis 1982.

La valeur 2010 confirme cette évolution.

Le tableau IV.4 présente les activités volumiques ^{137}Cs des eaux du lagon de Fangataufa.

Tableau IV.4. : Activité du ^{137}Cs des eaux du lagon de Fangataufa en 2010.

Lieux	Activité (Bq.m^{-3})
Cérithé 27	$1 \pm 0,3$
Limnée 35	$1 \pm 0,3$
Mitre 09	$1,2 \pm 0,6$
Mitre 26	$1,2 \pm 0,2$
Troque 13	$1,6 \pm 0,9$
Moyenne	$1,2 \pm 0,2$

La figure IV.4. présente l'activité moyenne en ^{137}Cs des eaux du lagon de Fangataufa depuis 1989.

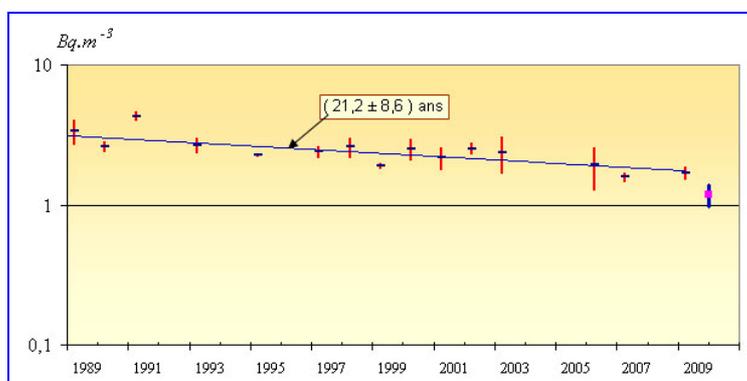


Figure IV.4. : Évolution de l'activité volumique moyenne en ^{137}Cs des eaux du lagon de Fangataufa depuis 1989.

La radioactivité en ^{137}Cs des eaux du lagon de Fangataufa est du même ordre de grandeur que celle mesurée à Mururoa. Cette radioactivité décroît selon une période apparente de 21 ans plus rapide que la période radioactive du ^{137}Cs (30 ans).

La valeur 2010 confirme cette décroissance.

Strontium 90

Le tableau IV.5. présente les activités volumiques ^{90}Sr des eaux du lagon de Mururoa.

Tableau IV.5. : Activité volumique en ^{90}Sr dans les eaux du lagon de Mururoa en 2010.

Lieux	Activité (Bq.m^{-3})
Aprion 06	$0,6 \pm 0,2$
Gorgone 05	$0,5 \pm 0,1$
Janie 32	$0,8 \pm 0,1$
Labre 32	$0,7 \pm 0,1$
Orque 41	$0,6 \pm 0,2$
Pieuvre 27	$0,6 \pm 0,1$
Scalaire 15	$0,7 \pm 0,2$
Umbre 24	$0,7 \pm 0,2$
Zanclus 25	≤ 1
Moyenne	$0,6 \pm 0,1$

La valeur 2010 est du même ordre de grandeur que celles des années antérieures
Elle est du même ordre de grandeur que celle des eaux océaniques polynésiennes.

Le tableau IV.6. présente les activités volumiques ^{90}Sr des eaux du lagon de Fangataufa.

Tableau IV.6. : Activité en ^{90}Sr des eaux du lagon de Fangataufa en 2006.

Lieux	Activité (Bq.m^{-3})
Cérithé 27	$0,4 \pm 0,1$
Limnée 35	$0,4 \pm 0,1$
Mitre 09	$0,7 \pm 0,1$
Mitre 26	$0,7 \pm 0,1$
Troque 13	$0,8 \pm 0,1$
Moyenne	$0,6 \pm 0,2$

La valeur 2010 est du même ordre de grandeur que celles des dernières années.

Plutonium

Le tableau IV.7. présente les activités volumiques des isotopes du plutonium dans les eaux du lagon de Mururoa.

Tableau IV.7. : Activité volumique (Bq.m^{-3}) en ^{238}Pu et $^{239}\text{Pu} + ^{240}\text{Pu}$ dans les eaux du lagon de Mururoa en 2008.

Lieux	Activité (Bq.m^{-3})	Activité (Bq.m^{-3})
Aprion 06	$0,01 \pm 0,004$	$0,02 \pm 0,01$
Gorgone 05	$0,033 \pm 0,006$	$0,15 \pm 0,01$
Janie 32	$0,047 \pm 0,007$	$0,3 \pm 0,02$
Labre 32	$0,026 \pm 0,005$	$0,11 \pm 0,01$
Orque 41	$0,035 \pm 0,007$	$0,22 \pm 0,02$
Pieuvre 27	$0,03 \pm 0,006$	$0,16 \pm 0,02$
Scalaire 15	$0,027 \pm 0,006$	$0,16 \pm 0,01$
Umbre 24	$0,025 \pm 0,006$	$0,15 \pm 0,02$
Zanclus 25	$0,086 \pm 0,011$	$0,35 \pm 0,02$
Moyenne	$0,03^*$	$0,15^*$

* moyenne géométrique

Les valeurs 2010 sont sans changement par rapport aux années précédentes.

Le tableau IV.8. présente les activités volumiques des isotopes du plutonium dans les eaux du lagon de Fangataufa.

Tableau IV.8. : Activité volumique en ^{238}Pu et ($^{239}\text{Pu} + ^{240}\text{Pu}$) dans les eaux du lagon de Fangataufa en 2010.

Lieux	Activité (Bq.m^{-3})	Activité (Bq.m^{-3})
Cérithé 27	0,03 ± 0,01	0,1 ± 0,01
Limnée 35	0,1 ± 0,01	0,26 ± 0,02
Mitre 09	0,11 ± 0,01	0,32 ± 0,02
Mitre 26	0,13 ± 0,01	0,34 ± 0,02
Troque 13	0,12 ± 0,01	0,33 ± 0,02
Moyenne	0,09 *	0,25 *

* Moyenne géométrique

Les valeurs 2010 sont sans changement par rapport aux années précédentes.

IV.2. - LES SEDIMENTS

Chaque année, 9 prélèvements sont réalisés à Mururoa et 5 à Fangataufa aux emplacements suivants :

- APRION 06, GORGONE 05, JANIE 32, LABRE 32, ORQUE 41, PIEUVRE 27 SCALAIRE 15, UMBRE 24 et ZANCLUS 25 à Mururoa (Figure IV.5.).
- CERITHE 27, LIMNEE 35, MITRE 9, MITRE 26 et TROQUE 13 à Fangataufa (Figure IV.6.)

La radioactivité dans les sédiments ne présente pas d'évolution notable depuis des années, les analyses par spectrométrie gamma ne sont réalisées que les années paires, le dosage du plutonium n'est réalisé qu'une année sur quatre, la mesure du ^{90}Sr n'est effectuée que si la valeur en ^{137}Cs est supérieure à 1 Bq.kg^{-1} ,

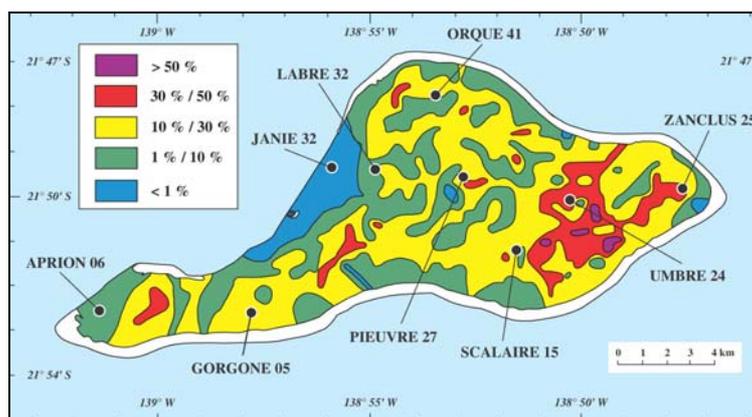


Figure IV.5. : Emplacements des prélèvements de sédiments dans le lagon de Mururoa et pourcentage de la fraction inférieure à 40 microns des sédiments de surface.

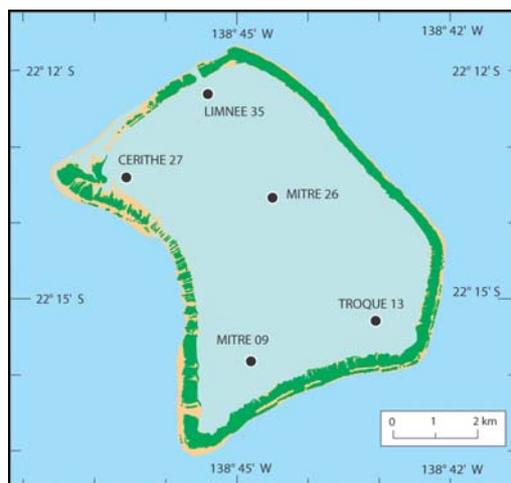


Figure IV.6. : Emplacements des prélèvements de sédiments dans le lagon de Fangataufa.

Radioactivité naturelle

Potassium 40, radium 226, plomb 210 uranium 235 et thorium 232

Le tableau IV.9. regroupe les résultats obtenus en 2010 pour les 9 emplacements à Mururoa.

Tableau IV.9. : Activité massique (Bq.kg⁻¹ sec) en ⁴⁰K, ²³⁴Th, ²²⁶Ra, ²¹⁰Pb, ²³⁵U et ²³²Th dans les sédiments du lagon de Mururoa en 2010.

Lieux	⁴⁰ K (Bq.kg ⁻¹)	²³⁴ Th (Bq.kg ⁻¹)	²²⁶ Ra (²¹⁴ Pb) (Bq.kg ⁻¹)	²¹⁰ Pb (Bq.kg ⁻¹)	²³⁵ U (Bq.kg ⁻¹)	²³² Th (²²⁸ Ac) (Bq.kg ⁻¹)
Aprion 06	9,9 ± 2	26,9 ± 2,1	1,6 ± 0,2	20,7 ± 4,6	1 ± 0,2	≤ 0,4
Gorgone 05	9,5 ± 2,8	29,8 ± 2,2	8,5 ± 0,7	20,9 ± 6,5	1,2 ± 0,2	≤ 0,4
Janie 32	6,8 ± 0,8	33,3 ± 2,2	4,6 ± 0,4	66,3 ± 8,7	1,3 ± 0,2	≤ 0,3
Labre 32	7,6 ± 0,8	30,4 ± 2,1	2,5 ± 0,2	9,3 ± 3,2	1,5 ± 0,4	≤ 0,3
Orque 41	9,4 ± 1,7	31,9 ± 2,6	34 ± 2,1	33,8 ± 6,9	1,4 ± 0,2	≤ 0,5
Pieuvre 27	9 ± 0,9	22,8 ± 1,6	7,9 ± 0,6	20,9 ± 5,6	0,9 ± 0,2	≤ 0,4
Scalaire 15	8,4 ± 1,8	29,1 ± 2,1	8,5 ± 0,6	17,6 ± 4,6	1,2 ± 0,2	≤ 0,4
Umbre 24	9,5 ± 0,9	24,7 ± 1,8	4,3 ± 0,3	21,4 ± 5,2	1,1 ± 0,3	≤ 0,3
Zanclus 25	7,7 ± 0,8	27,7 ± 2,1	1,6 ± 0,2	19,4 ± 4,9	1,1 ± 0,2	≤ 0,3

Les valeurs mesurées en 2010 sont du même ordre de grandeur que celles des années précédentes.

Le tableau IV.10. regroupe les résultats obtenus en 2010 pour les 5 emplacements à Fangataufa.

Tableau IV.10. : Activité massique (Bq.kg⁻¹ sec) en ⁴⁰K, ²³⁴Th, ²²⁶Ra, ²¹⁰Pb, ²³⁵U et ²³²Th dans les sédiments du lagon de Fangataufa pour 2010.

Lieux	⁴⁰ K (Bq.kg ⁻¹)	²³⁴ Th (Bq.kg ⁻¹)	²²⁶ Ra (²¹⁴ Pb) (Bq.kg ⁻¹)	²¹⁰ Pb (Bq.kg ⁻¹)	²³⁵ U (Bq.kg ⁻¹)	²³² Th (²²⁸ Ac) (Bq.kg ⁻¹)
Cérithé 27	7,7 ± 0,8	31,9 ± 2,6	1,5 ± 0,2	7,7 ± 2,2	1,3 ± 0,2	≤ 0,27
Limnée 35	7,9 ± 0,8	33,2 ± 2,4	1,2 ± 0,2	14,4 ± 2,8	1,1 ± 0,2	≤ 0,27
Mitre 09	5,5 ± 1,4	39,2 ± 2,8	1,4 ± 0,3	5,8 ± 1,1	1,5 ± 0,2	≤ 0,29
Mitre 26	8,1 ± 0,9	34,2 ± 2,3	18,9 ± 1,2	36,2 ± 6,1	1,6 ± 0,2	≤ 0,46
Troque 13	5,3 ± 1,4	36,3 ± 2,6	1,4 ± 0,3	4 ± 0,9	1,4 ± 0,2	≤ 0,3

Les valeurs mesurées en 2010 sont du même ordre de grandeur que celle des années précédentes.

Radioactivité artificielle

Cobalt 60, Antimoine 125, Césium 137, Europium 155, Strontium 90

Le tableau IV.11. regroupe les résultats obtenus en 2010 aux 9 emplacements prévus à Mururoa.

Tableau IV.11. : Activité massique (Bq.kg⁻¹ sec) en ⁶⁰Co, ¹²⁵Sb, ¹³⁷Cs et ¹⁵⁵Eu dans les sédiments du lagon de Mururoa pour 2010.

Lieux	⁶⁰ Co (Bq.kg ⁻¹)	¹²⁵ Sb (Bq.kg ⁻¹)	¹³⁷ Cs (Bq.kg ⁻¹)	¹⁵⁵ Eu (Bq.kg ⁻¹)
Aprion 06	≤ 0,13	≤ 0,4	≤ 0,11	≤ 0,28
Scalaire 15	≤ 0,13	≤ 0,39	≤ 0,12	≤ 0,34
Gorgone 05	0,08 ± 0,05	≤ 0,31	0,14 ± 0,08	0,34 ± 0,11
Janie 32	≤ 0,09	≤ 0,26	≤ 0,08	≤ 0,24
Labre 32	≤ 0,15	≤ 0,52	≤ 0,16	≤ 0,38
Orque 41	≤ 0,11	≤ 0,37	≤ 0,11	1,29 ± 0,74
Pieuvre 27	≤ 0,12	≤ 0,37	≤ 0,12	0,26 ± 0,1
Umbre 24	≤ 0,11	≤ 0,32	≤ 0,1	0,3 ± 0,11
Zanclus 25	≤ 0,09	≤ 0,3	≤ 0,09	≤ 0,26

Comme les années précédentes, la mesure de l'activité massique en ⁶⁰Co, ¹²⁵Sb et ¹³⁷Cs a donné des résultats inférieurs ou proches des limites de détection. Les valeurs ¹⁵⁵Eu sont identiques aux valeurs habituellement trouvées, la valeur en Orque 41 est toujours supérieure aux autres valeurs.

Le tableau IV.12. regroupe les résultats obtenus en 2010 aux 5 emplacements prévus à Fangataufa.

Tableau IV.12. : Activité massique (Bq.kg⁻¹ sec) en ⁶⁰Co, ¹²⁵Sb, ¹³⁷Cs et ¹⁵⁵Eu dans les sédiments du lagon de Fangataufa pour 2010.

Lieux	⁶⁰ Co (Bq.kg ⁻¹)	¹²⁵ Sb (Bq.kg ⁻¹)	¹³⁷ Cs (Bq.kg ⁻¹)	¹⁵⁵ Eu (Bq.kg ⁻¹)
Limnée 35	0,08 ± 0,02	≤ 0,25	≤ 0,08	0,79 ± 0,12
Cérithes 27	≤ 0,1	≤ 0,28	≤ 0,08	≤ 0,21
Mitre 09	0,17 ± 0,03	≤ 0,27	0,06 ± 0,02	≤ 0,25
Mitre 26	0,25 ± 0,05	≤ 0,45	0,32 ± 0,05	1,91 ± 0,53
Troque 13	0,15 ± 0,02	≤ 0,28	≤ 0,09	1,02 ± 0,41

Comme les années précédentes, la mesure de l'activité du ⁶⁰Co, ¹²⁵Sb, ¹³⁷Cs a donné des résultats proches ou inférieurs aux limites de détection. Les valeurs pour l'¹⁵⁵Eu sont identiques aux valeurs habituellement trouvées.

Strontium 90

Les mesures en ¹³⁷Cs étant inférieure à 1 Bq.kg⁻¹ dans les sédiments du lagon des deux atolls, aucune analyse ⁹⁰Sr n'a été effectuée.

Américium 241 et isotopes du plutonium

Le tableau IV.13. regroupe les résultats obtenus en 2010 pour les 9 emplacements à Mururoa.

Tableau IV.13. : Activité massique (Bq.kg⁻¹ sec) en ²⁴¹Am, ²³⁸Pu et (²³⁹Pu + ²⁴⁰Pu) dans les sédiments du lagon de Mururoa pour 2010.

Lieux	²⁴¹ Am (Bq.kg ⁻¹)	²³⁸ Pu (Bq.kg ⁻¹)	²³⁹ Pu + ²⁴⁰ Pu (Bq.kg ⁻¹)
Aprion 06	1,2 ± 0,2	2,2 ± 0,2	17,6 ± 1,6
Gorgone 05	2,2 ± 0,3	5,3 ± 0,6	43,1 ± 4,3
Janie 32	1,3 ± 0,3	2,1 ± 0,3	20,2 ± 2
Labre 32	3,8 ± 0,5	7,5 ± 1,1	47,4 ± 6,6
Orque 41	22,8 ± 1,6	55,6 ± 5,4	421 ± 41
Pieuvre 27	3 ± 0,3	11,6 ± 1,2	54,1 ± 5,4
Scalaire 15	1,5 ± 0,2	6,3 ± 0,6	29,1 ± 2,4
Umbre 24	2,3 ± 0,3	10,8 ± 1	48,7 ± 4,5
Zanclus 25	1,1 ± 0,2	4,7 ± 0,6	22,9 ± 2,4

Les valeurs mesurées sont sensiblement équivalentes à celles obtenues les années précédentes. Les activités en ORQUE 41 sont supérieures aux autres valeurs.

Le tableau IV.14. regroupe les résultats obtenus en 2010 pour les 5 emplacements à Fangataufa.

Tableau IV.14. : Activité massique (Bq.kg⁻¹ sec) en ²⁴¹Am, ²³⁸Pu et (²³⁹Pu + ²⁴⁰Pu) dans les sédiments du lagon de Fangataufa pour 2010.

Lieux	²⁴¹ Am (Bq.kg ⁻¹)	²³⁸ Pu (Bq.kg ⁻¹)	²³⁹ Pu + ²⁴⁰ Pu (Bq.kg ⁻¹)
Cérithé 27	0,8 ± 0,1	3,5 ± 0,3	12 ± 1,1
Limnée 35	6,7 ± 0,6	25,3 ± 3,7	70,1 ± 9,4
Mitre 09	4,8 ± 0,5	23,6 ± 6	75 ± 18
Mitre 26	13,5 ± 1,1	29,4 ± 4,7	90 ± 13
Troque 13	7,9 ± 0,6	72,6 ± 8	201 ± 22

Compte tenu de l'hétérogénéité habituellement rencontrée dans la radioactivité des sédiments, les valeurs mesurées en 2010 sont sensiblement équivalentes à celles obtenues les années précédentes.

IV.3. - LE PLANCTON

Le plancton désigne un ensemble d'organismes de petites tailles vivant en pleine eau et dont la capacité nataoire est très faible.

Grâce à deux ou trois filets tractés par une embarcation légère, 500 g de plancton sont récoltés.

Chaque année, un prélèvement est réalisé à Mururoa et à Fangataufa.

D'une année sur l'autre, la radioactivité mesurée du plancton est très fluctuante en raison de la variabilité des espèces présentes et de la quantité de sédiments collectée.

Après passage sur des tamis, la fraction collectée, comprise entre 0,1 et 4 mm est séchée.

Tous les échantillons sont calcinés. Les cendres sont mesurées en spectrométrie γ . Des extractions chimiques sont nécessaires pour la recherche des isotopes du plutonium et du strontium. La mesure du strontium 90 n'est réalisée que si le césium 137 dépasse 1 Bq.kg⁻¹ de plancton.

Le tableau IV.15. présente les résultats de l'année 2010.

Tableau IV.15. – Activité massique (Bq.kg⁻¹) du plancton des lagons en 2010.

Lieux	Date	⁴⁰ K (Bq.kg ⁻¹)	¹³⁷ Cs (Bq.kg ⁻¹)	⁶⁰ Co (Bq.kg ⁻¹)	²³⁸ Pu (Bq.kg ⁻¹)	²³⁹ Pu + ²⁴⁰ Pu (Bq.kg ⁻¹)
Mururoa	05/05/2010	43,1 ± 3,1	≤ 0,1	0,1 ± 0,03	0,63 ± 0,037	2,45 ± 0,12
Fangataufa	17/05/2010	41,6 ± 3,5	0,068 ± 0,018	0,46 ± 0,05	9,61 ± 0,88	28,1 ± 2,6

Potassium 40

Le potassium 40, radioélément d'origine naturelle, présente des valeurs supérieures à 10 Bq.kg⁻¹ : c'est le radioélément prépondérant du plancton des lagons. La figure IV.7. présente l'ensemble des résultats de mesure de son activité massique depuis 1988.

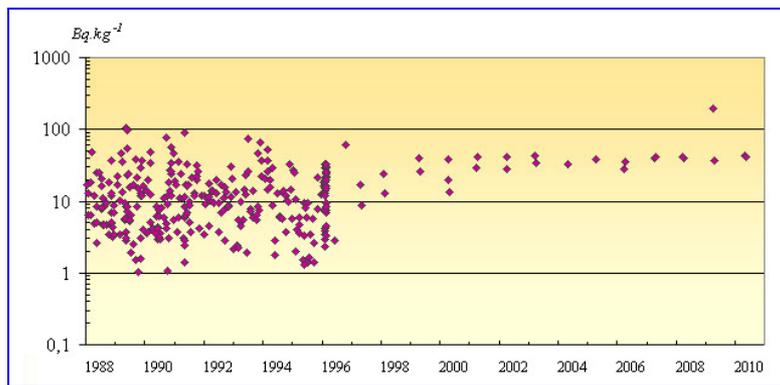


Figure IV.7. : Évolution de l'activité massique en ^{40}K du plancton des lagons de Mururoa et de Fangataufa depuis 1988.

La valeur mesurée cette année sont de cet ordre de grandeur.

Césium 137 et strontium 90

La valeur de l'activité en césium 137 du plancton des lagons reste, comme les années précédentes, au niveau des limites de détection.

Les résultats en césium 137 étant inférieur à 1 Bq.kg^{-1} , le strontium 90 n'a pas été analysé.

Cobalt 60

La figure IV.8. présente l'évolution de la radioactivité en cobalt 60 du plancton des lagons de Mururoa et Fangataufa depuis 1988.

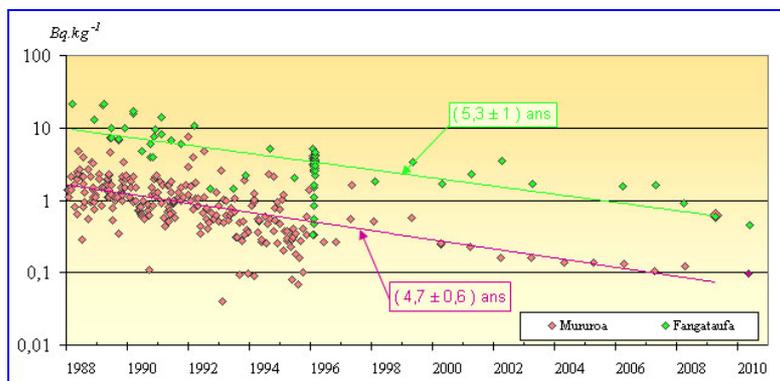


Figure IV.8. : Évolution de l'activité massique en ^{60}Co du plancton des lagons de Mururoa et de Fangataufa depuis 1988.

A Mururoa comme à Fangataufa, l'activité en ^{60}Co diminue selon une période apparente voisine de sa période radioactive (5,27 ans) : $4,7 \pm 0,6$ ans à Mururoa et $5,3 \pm 1$ ans à Fangataufa. Les valeurs de cette année confirment cette tendance.

Plutonium 238

La figure IV.9. présente l'évolution de la radioactivité en plutonium 238 du plancton des lagons de Mururoa et de Fangataufa depuis 1988.

A Mururoa, l'activité en plutonium 238 diminue selon une période apparente de $6,3 \pm 2,1$ ans. A Fangataufa, la radioactivité en plutonium 238 ne présente pas de décroissance notable (lagon de type fermé).

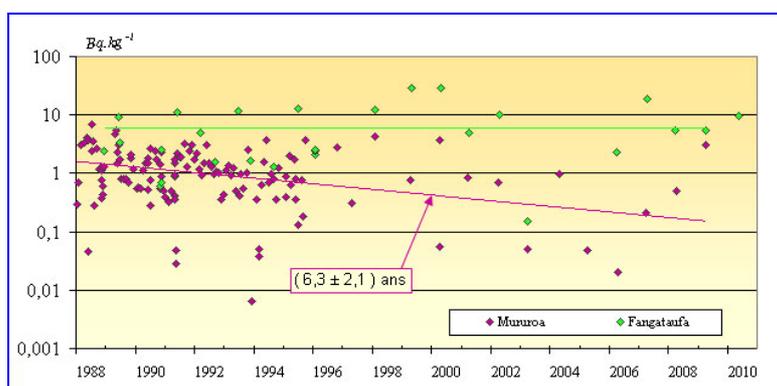


Figure IV.9. – Évolution de l'activité massique en ^{238}Pu du plancton des lagons de Mururoa et de Fangataufa depuis 1988.

Les valeurs mesurées cette année sont du même ordre de grandeur que celles des années précédentes.

Plutonium 239 + plutonium 240

La figure IV.10. montre l'évolution des activités en plutonium 239 + plutonium 240 du plancton des lagons de Mururoa et de Fangataufa, depuis 1988.

A Mururoa, la radioactivité en plutonium 239 + plutonium 240 présente une décroissance selon une période de $(5,2 \pm 1,7)$ ans, similaire à celle du plutonium 238.

A Fangataufa, comme pour le plutonium 238, la radioactivité en plutonium 239 + plutonium 240 ne décroît pas.

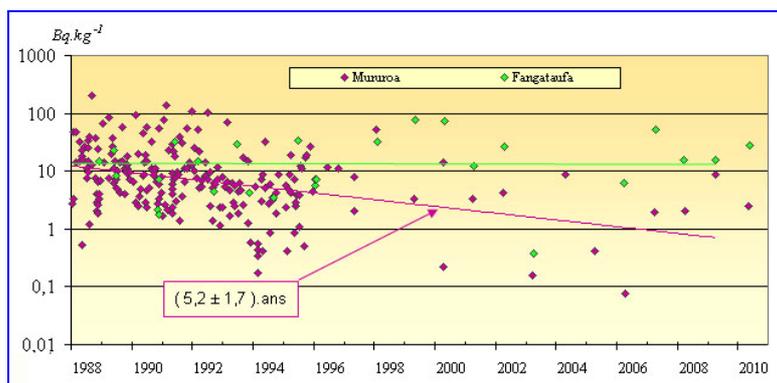


Figure IV.10. – Évolution de l'activité massique en $(^{239}\text{Pu} + ^{240}\text{Pu})$ du plancton des lagons de Mururoa et de Fangataufa.

Les valeurs mesurées cette année sont du même ordre de grandeur que celles des années précédentes.

IV.4. - LE TROCA

Le troca (*Trochus niloticus*) est un grand mollusque gastéropode de forme conique pouvant atteindre 15 centimètres de diamètre. Originaire d'Indonésie, il a été introduit dans les années 1950 à Tahiti et en 1958 aux « Tuamotu ».

À Mururoa, des peuplements importants se sont constitués en plusieurs endroits. Le troca est fixé sur des supports naturels durs (platier récifal interne, pâtés de coraux). Il se nourrit des gazons d'algues en se déplaçant lentement.

Ce mollusque se ramasse sur les pâtés de coraux entre 0,5 et 2 mètres de profondeur. On le prélève chaque année à Fangataufa et dans deux zones à Mururoa. Les coquilles sont cassées afin d'extraire l'animal. La partie musculaire, aussi appelée le pied, est prélevée jusqu'à obtention d'un poids de deux kilogrammes de chair.

Tous les échantillons sont calcinés. Les cendres sont mesurées directement par spectrométrie γ . Des extractions chimiques sont nécessaires pour la recherche du strontium et des isotopes du plutonium.

Le tableau IV.16. regroupe l'ensemble des résultats des analyses effectuées sur le troca prélevés à Mururoa et Fangataufa.

Tableau IV.16. - Activité massique (Bq.kg^{-1}) de la chair de troca en 2010.

Localisation	Date	^{40}K	^{137}Cs	^{60}Co	^{238}Pu	$^{239}\text{Pu} + ^{240}\text{Pu}$
Fangataufa	12/05/2010	$82,3 \pm 6,5$	$\leq 0,041$	$0,27 \pm 0,04$	$0,29 \pm 0,02$	$0,82 \pm 0,04$
Mururoa, zone nord	26/04/2010	$86,7 \pm 6,9$	$\leq 0,039$	$0,045 \pm 0,014$	$0,076 \pm 0,01$	$0,65 \pm 0,08$
Mururoa, zone ouest	29/04/2010	$86,2 \pm 7,1$	$0,016 \pm 0,007$	$\leq 0,051$	$0,021 \pm 0,004$	$0,15 \pm 0,02$

Potassium 40

La figure IV.11. présente l'ensemble des résultats de mesure en potassium 40 de la chair du troca depuis 1986. La valeur moyenne, calculée sur les 131 échantillons prélevés dans les deux lagons depuis cette date, est de $82,4 \text{ Bq.kg}^{-1}$.

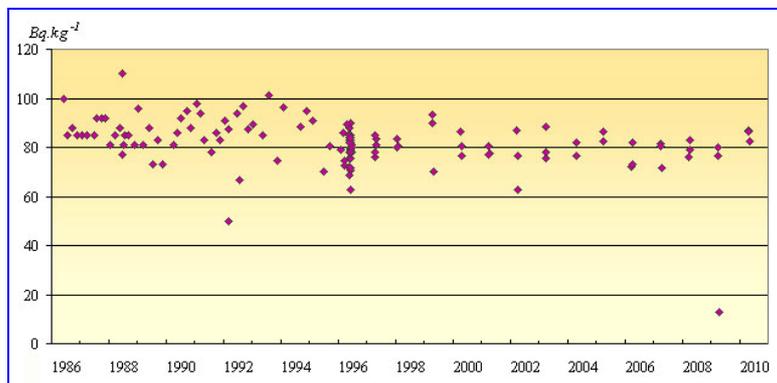


Figure IV.11. – Évolution de l'activité massique en ^{40}K de la chair de troca des lagons de Mururoa et de Fangataufa.

Les valeurs mesurées en 2010 sont du même ordre de grandeur que celle généralement mesurée.

Césium 137 et strontium 90

Comme les années précédentes, dans les deux lagons, les mesures des activités en césium 137 donnent des valeurs qui restent voisines des limites de détection. Le strontium n'a pas été analysé.

Cobalt 60

La figure IV.12 regroupe l'ensemble des valeurs mesurées à Mururoa et Fangataufa depuis 1986. La radioactivité en cobalt 60 décroît avec une période apparente de $4,2 \pm 0,4$ ans et de $3,1 \pm 0,4$ ans, respectivement à Mururoa et Fangataufa. Cette période apparente est plus faible que la décroissance du cobalt 60 (5,27 ans).

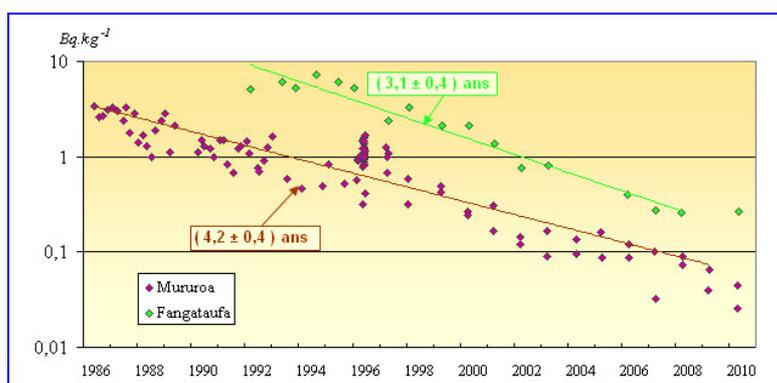


Figure IV.12. : Évolution de l'activité massique en ^{60}Co de la chair de troca à Mururoa et à Fangataufa depuis 1986.

Les valeurs de cette année confirment cette tendance.

Plutonium 238

La figure IV.13. présente l'évolution de la radioactivité en plutonium 238 à Mururoa et Fangataufa depuis 1986. Elle met en évidence des périodes apparentes de 8,1 ans à Mururoa et 18 ans à Fangataufa plus rapides que la période radioactive de ce radioélément (87,74 ans).

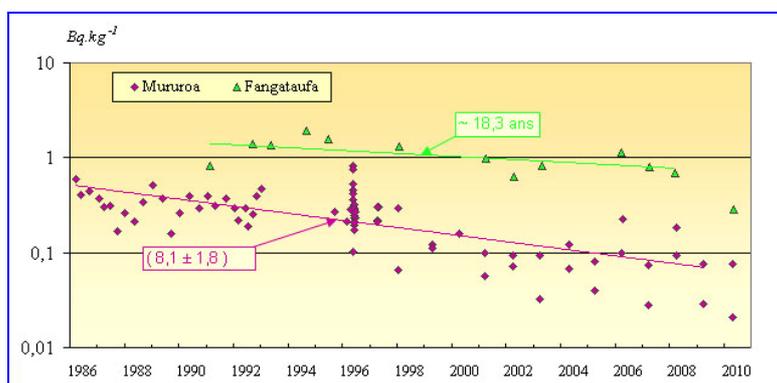


Figure IV.13. : Évolution de l'activité massique en ^{238}Pu de la chair de troca depuis 1986.

Les valeurs enregistrées à Mururoa en 2010 sont du même ordre de grandeur que les années précédentes. A Fangataufa, la valeur est faible.

Plutonium 239 + plutonium 240

La figure IV.14. présente l'évolution de la radioactivité en plutonium 239 + plutonium 240 à Mururoa et Fangataufa depuis 1986. Elle met en évidence des périodes apparentes de 14 ans à Fangataufa et 8,9 ans à Mururoa du même ordre de grandeur que celles déterminées pour le plutonium 238.

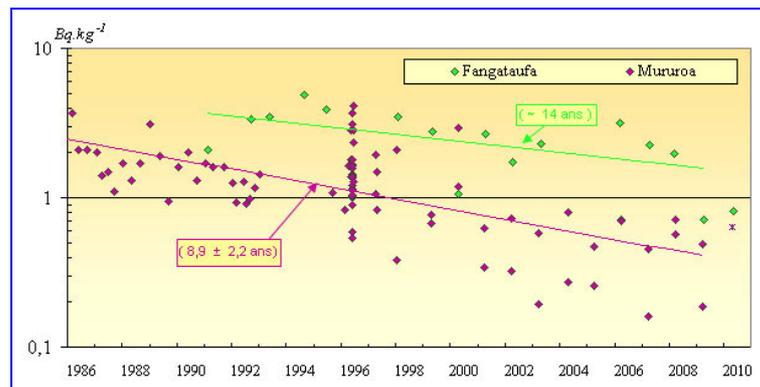


Figure IV.14. : Évolution de l'activité massique en ($^{239}\text{Pu} + ^{240}\text{Pu}$) dans la chair de troca depuis 1986.

Les valeurs enregistrées en 2010 confirme cette évolution.

IV.5. - LE POISSON CHIRURGIEN

Le poisson chirurgien noir ou maïto (*Ctenochaetus striatus*) est un poisson grégaire vivant partout où il existe des coraux. C'est le plus commun des poissons du lagon. Il se nourrit d'algues filamenteuses.

Il représente l'un des premiers maillons de la chaîne alimentaire marine. Il est très abondant à Mururoa et plus rare à Fangataufa.

Les prélèvements sont effectués au moyen de fusils sous-marins par des plongeurs en apnée. Trois kilogrammes de chirurgiens éviscérés sont nécessaires pour constituer un prélèvement.

Tous les échantillons sont calcinés. Les cendres sont mesurées directement par spectrométrie γ . Des extractions chimiques sont nécessaires pour la recherche du strontium et des isotopes du plutonium.

Le « Guide de Surveillance Radiologique des atolls de Mururoa et Fangataufa » précise que la mesure du strontium 90 ne sera effectuée que si le césium 137 présente une activité supérieure à $0,5 \text{ Bq.kg}^{-1}$.

Les résultats de mesure de la radioactivité, du chirurgien éviscéré en 2010, sont présentés dans le tableau IV.17.

Tableau IV.17. : Activité massique (Bq.kg^{-1}) du poisson chirurgien éviscéré en 2010.

Localisation	Date	^{40}K (Bq.kg^{-1})	^{137}Cs (Bq.kg^{-1})	^{60}Co (Bq.kg^{-1})	^{238}Pu (Bq.kg^{-1})	$^{239}\text{Pu} + ^{240}\text{Pu}$ (Bq.kg^{-1})
Fangataufa	14/05/2010	$90,3 \pm 6,8$	$0,075 \pm 0,01$	$0,16 \pm 0,02$	$0,048 \pm 0,005$	$0,13 \pm 0,01$
Mururoa zone ouest	29/04/2010	$90,1 \pm 6,1$	$0,057 \pm 0,009$	$\leq 0,044$	$0,0033 \pm 0,0016$	$0,033 \pm 0,005$
Mururoa zone nord	26/04/2010	$97,4 \pm 6,5$	$0,13 \pm 0,02$	$\leq 0,043$	$0,026 \pm 0,004$	$0,34 \pm 0,02$

Potassium 40

Le potassium 40 présente une valeur moyenne de $94,2 \pm 0,6 \text{ Bq.kg}^{-1}$ depuis 1986. La figure IV.15. présente l'ensemble des résultats de mesure depuis cette date.

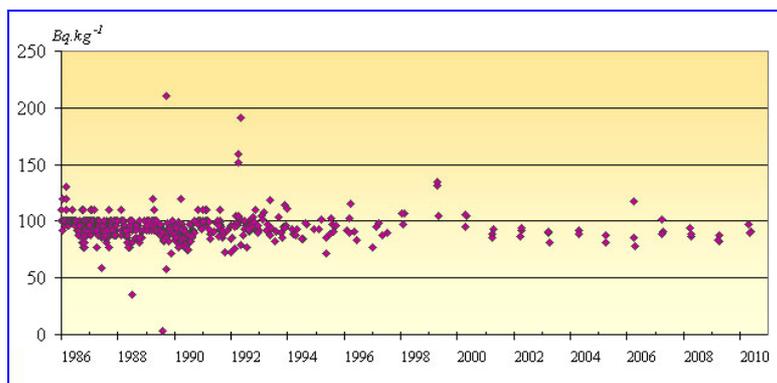


Figure IV.15. – Évolution de l'activité massique en ^{40}K mesurée du poisson chirurgien éviscéré prélevé à Mururoa depuis 1986.

Les valeurs mesurées cette année sont de cet ordre de grandeur.

Césium 137 et plutonium 238

Les valeurs en césium 137 et en plutonium 238 dans le chirurgien éviscéré sont proches ou inférieures aux limites de détection.

Strontium 90

L'activité en césium 137 du poisson chirurgien éviscéré étant inférieure à $0,5 \text{ Bq.kg}^{-1}$, la mesure sur le strontium 90 n'a pas été réalisée.

Cobalt 60

La figure IV.16 regroupe l'ensemble des valeurs mesurées à Mururoa et Fangataufa depuis 1986. La radioactivité en cobalt 60 décroît avec une période apparente de $4 \pm 0,2$ ans et de $4 \pm 0,8$ ans, respectivement à Mururoa et Fangataufa. Cette période apparente est plus faible que la décroissance du cobalt 60 (5,27 ans). Elles sont identiques à celles trouvées pour le troca.

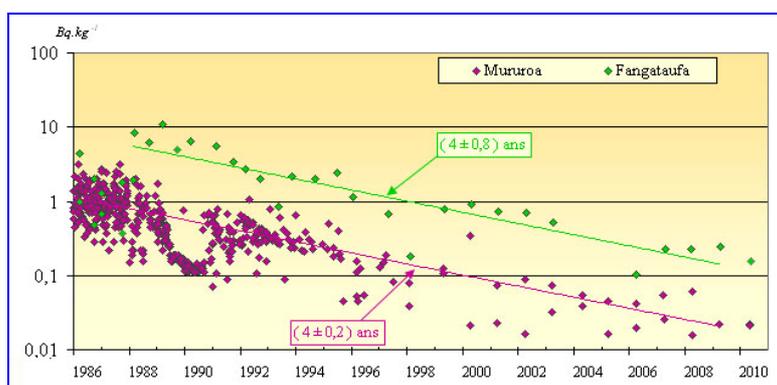


Figure IV.16. – Évolution de l'activité massique en ^{60}Co du poisson chirurgien éviscéré prélevé à Mururoa et Fangataufa depuis 1986.

Les valeurs de cette année confirment cette tendance.

Plutonium 238

La figure IV.17. donne l'évolution de l'activité massique en ^{238}Pu de la chair de chirurgien à Mururoa et Fangataufa. On note une décroissance de 6,8 ans pour Mururoa, les valeurs pour Fangataufa ne semblent pas décroître.

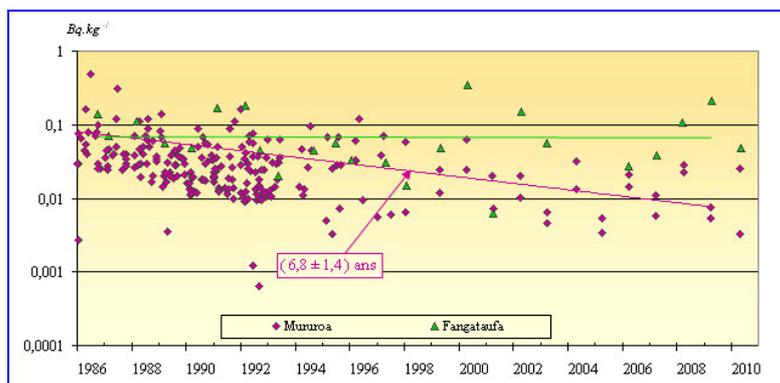


Figure IV.17. – Évolution de l'activité massique en ^{238}Pu du poisson chirurgical éviscéré prélevé à Mururoa et Fangataufa depuis 1986.

La radioactivité en ^{238}Pu mesurée en 2010 confirme cette évolution. Les valeurs mesurées sur les deux atolls sont proches des limites de détection.

Plutonium 239 + plutonium 240

La figure IV.18. donne l'évolution de l'activité massique en ($^{239}\text{Pu} + ^{240}\text{Pu}$) de la chair de chirurgien à Mururoa et Fangataufa. On note une décroissance de 8,7 ans pour Mururoa, les valeurs pour Fangataufa ne semblent pas décroître.

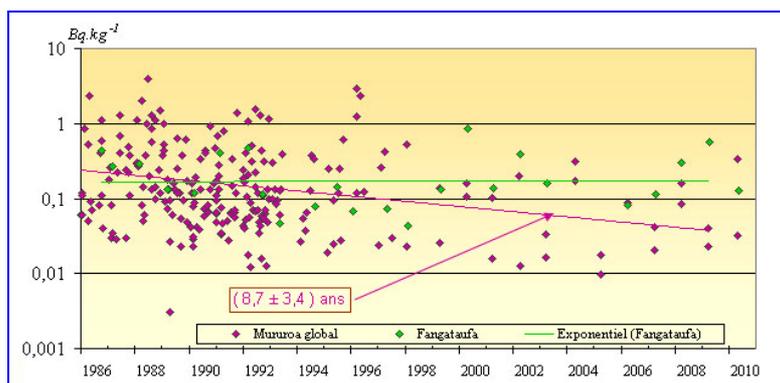


Figure IV.18. – Évolution de l'activité massique en ($^{239}\text{Pu} + ^{240}\text{Pu}$) du poisson chirurgical éviscéré prélevé à Mururoa et Fangataufa depuis 1986.

La radioactivité en ($^{239}\text{Pu} + ^{240}\text{Pu}$) mesurée en 2010 confirme cette tendance

IV.6. - LE MEROU

En Polynésie, les membres de la famille des serranidés sont appelés mérus. On recense une vingtaine d'espèces différentes. Les mérus sont des poissons carnivores, vivant dans les anfractuosités des pâtés coralliens qui chassent à l'affût. Ils se nourrissent de langoustes, de crabes, de crevettes et de poissons. Dans la chaîne trophique, ils occupent la place de consommateurs tertiaires et quaternaires.

La pêche s'effectue chaque année à Fangataufa et dans deux zones à Mururoa au moyen de fusils sous-marins par des plongeurs en apnée. Les poissons sont disséqués afin de prélever les filets jusqu'à obtention de trois kilogrammes.

Tous les échantillons sont calcinés. Les cendres sont mesurées directement en spectrométrie γ . Des extractions chimiques sont nécessaires pour la recherche du strontium et des isotopes du plutonium.

La radioactivité de la chair du mérus n'est contrôlée que depuis 1993. Le tableau IV.18. présente les résultats de 2010.

Tableau IV.18 – Activité massique (Bq.kg⁻¹) de la chair de mэрou en 2010.

Localisation	Date	⁴⁰ K (Bq.kg ⁻¹)	¹³⁷ Cs (Bq.kg ⁻¹)	⁹⁰ Sr (Bq.kg ⁻¹)	⁶⁰ Co (Bq.kg ⁻¹)	²³⁸ Pu (Bq.kg ⁻¹)	²³⁹ Pu + ²⁴⁰ Pu (Bq.kg ⁻¹)
Fangataufa	12/05/2010	151 ± 11	0,35 ± 0,04	≤ 0,042	≤ 0,034	0,0015 ± 0,0008	0,0033 ± 0,0011
Mururoa zone ouest	30/04/2010	155 ± 12	0,37 ± 0,03	≤ 0,051	≤ 0,034	≤ 0,00045	≤ 0,00092
Mururoa zone nord	20/04/2010	150 ± 11	0,52 ± 0,06	≤ 0,043	≤ 0,042	≤ 0,00038	≤ 0,00088

Potassium 40

La figure IV.19. présente l'ensemble des résultats de mesure depuis cette date.

Le potassium 40, radioélément d'origine naturelle, présente une valeur moyenne de 137 ± 4 Bq.kg⁻¹ calculée sur les 43 échantillons prélevés depuis 1993.

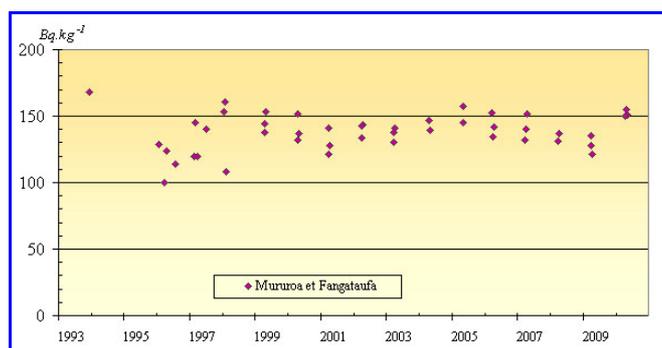


Figure IV.19. – Évolution de l'activité massique en ⁴⁰K de la chair de mэрou à Mururoa et Fangataufa depuis 1993.

Les résultats 2010 sont de cet ordre de grandeur.

Césium 137

La figure IV.20. présente l'ensemble des résultats de mesure de la radioactivité du césium 137 des mэрous de Mururoa et Fangataufa depuis 1993.

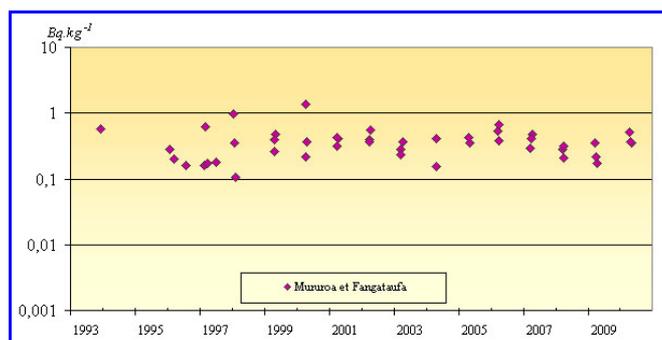


Figure IV.20. – Activité du ¹³⁷Cs de la chair de mэрou de Mururoa et Fangataufa depuis 1993.

Les valeurs 2010 sont de l'ordre de grandeur de celles des années précédentes.

Strontium 90, cobalt 60, plutonium 238 et plutonium 239 + plutonium 240

Les activités de la chair de mэрou des deux lagons, en 2010, sont comme les années précédentes inférieures ou proches des limites de détection des appareils de mesure.

Chapitre V

SURVEILLANCE DU PLATIER EXTERNE ET DES FLANCS D'ATOLL

V.1. - LE TURBO SOYEUX

Le turbo (*Turbo setosus*) est un gastéropode herbivore très répandu en Polynésie. Il vit sur la crête algale du récif extérieur. Il se nourrit d'algues qui se développent dans les anfractuosités du récif.

Ce gastéropode se ramasse à pied sur le front du récif externe à marée basse. Les coquilles sont ensuite cassées pour extraire l'animal. Seuls les muscles du pied sont conservés jusqu'à l'obtention de deux kilogrammes. On le ramasse à Fangataufa et dans deux zones à Mururoa.

Tous les échantillons sont calcinés. Les cendres sont mesurées directement en spectrométrie γ . Des extractions chimiques sont nécessaires pour la recherche du strontium et des isotopes du plutonium.

Le tableau V.1. présente les résultats de la radioactivité mesurée du turbo en 2010.

Tableau V.1. - Activité massique (Bq.kg⁻¹) de la chair de turbo soyeux en 2010.

Localisation	Date	⁴⁰ K (Bq.kg ⁻¹)	¹³⁷ Cs (Bq.kg ⁻¹)	⁹⁰ Sr (Bq.kg ⁻¹)	⁶⁰ Co (Bq.kg ⁻¹)	²³⁸ Pu (Bq.kg ⁻¹)	²³⁹ Pu + ²⁴⁰ Pu (Bq.kg ⁻¹)
Fangataufa	15/05/2010	92,1 ± 7	0,016 ± 0,008	≤ 0,07	≤ 0,047	0,044 ± 0,003	0,13 ± 0,01
Mururoa zone ouest	04/05/2010	94,1 ± 7,7	≤ 0,042	≤ 0,11	≤ 0,06	0,019 ± 0,003	0,13 ± 0,01
Mururoa zone sud	04/05/2010	98,4 ± 7,4	≤ 0,032	≤ 0,07	≤ 0,043	0,002 ± 0,0007	0,02 ± 0,002

Potassium 40

La figure V.1. présente l'ensemble des résultats de mesure depuis cette date.

Le potassium 40 présente une valeur moyenne de $102 \pm 1,4$ Bq.kg⁻¹ calculée sur les 193 échantillons récoltés depuis 1986.

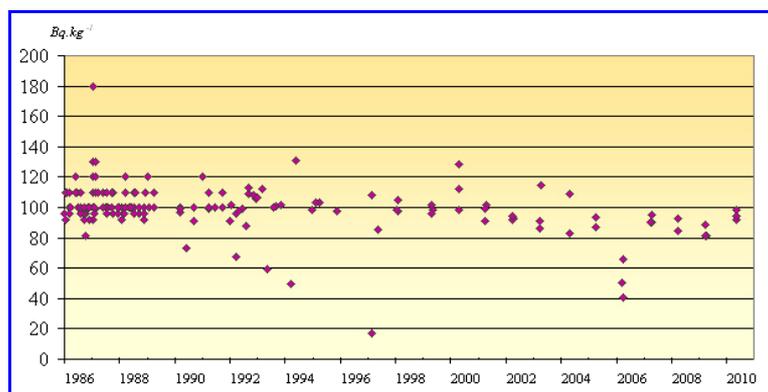


Figure V.1. : Évolution de l'activité massique en ⁴⁰K de la chair de turbo depuis 1986.

Les valeurs de 2010 sont de cet ordre de grandeur.

Césium 137, cobalt 60 et strontium 90

Comme les années précédentes, les mesures du césium 137, du cobalt 60 et du strontium 90 présentent des valeurs voisines ou inférieures aux limites de détection.

Plutonium 238

La figure V.2 regroupe les différentes valeurs mesurées dans la chair du turbo soyeux depuis 1986. La radioactivité en Plutonium 238 décroît à Mururoa selon une période apparente de $(6,6 \pm 2,5)$ ans et semble décroître à Fangataufa avec une période de $(6,2 \pm 1,7)$ ans.

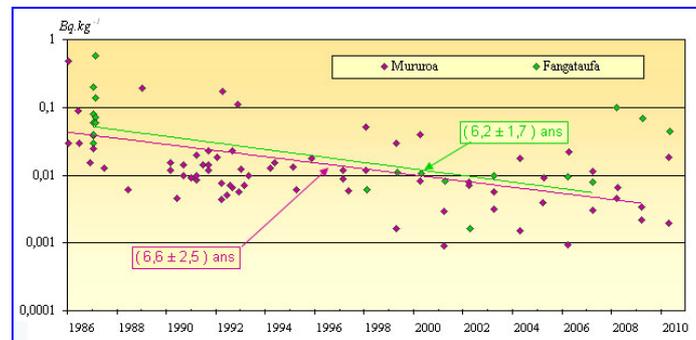


Figure V.2. : Evolution de l'activité massique en ^{238}Pu de la chair de turbo depuis 1986.

Les valeurs 2010, à Mururoa, confirme cette tendance. A Fangataufa, elles sont supérieures aux valeurs habituellement observées.

Plutonium 239 + plutonium 240

La figure V.3 regroupe les différentes valeurs mesurées dans la chair du turbo soyeux depuis 1986. La radioactivité en Plutonium 239 + plutonium 240 semble décroître selon une période apparente de $(8,4 \pm 1,9)$ ans à Mururoa, et de $(7,9 \pm 3,6)$ ans à Fangataufa.

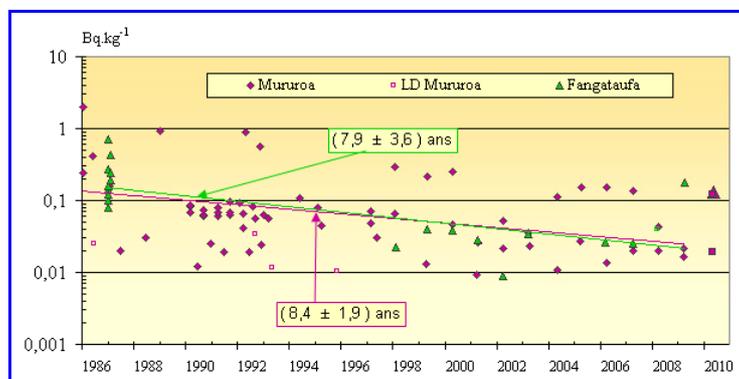


Figure V.3. : Evolution de l'activité massique en $(^{239}\text{Pu} + ^{240}\text{Pu})$ de la chair de turbo depuis 1986.

Les valeurs 2010 à Mururoa confirment cette évolution. A Fangataufa, elles sont supérieures à celles habituellement observées mais identique à la valeur 2010.

V.2. - LES EAUX DES FLANCS D'ATOLL

La surveillance de la radioactivité des eaux des flancs des atolls de Mururoa et de Fangataufa est assurée grâce à des prélèvements d'eau océanique pratiqués le long de 6 radiales à Mururoa et de 4 à Fangataufa. Sur chaque radiale, ces prélèvements sont effectués à 200 m, 400 m et 600 m de profondeur à la verticale des isobathes correspondants. Sur chaque prélèvement, une analyse HTO (eau tritiée) est pratiquée.

Les emplacements des radiales de prélèvements sont données par les figures V.4 et V.5.

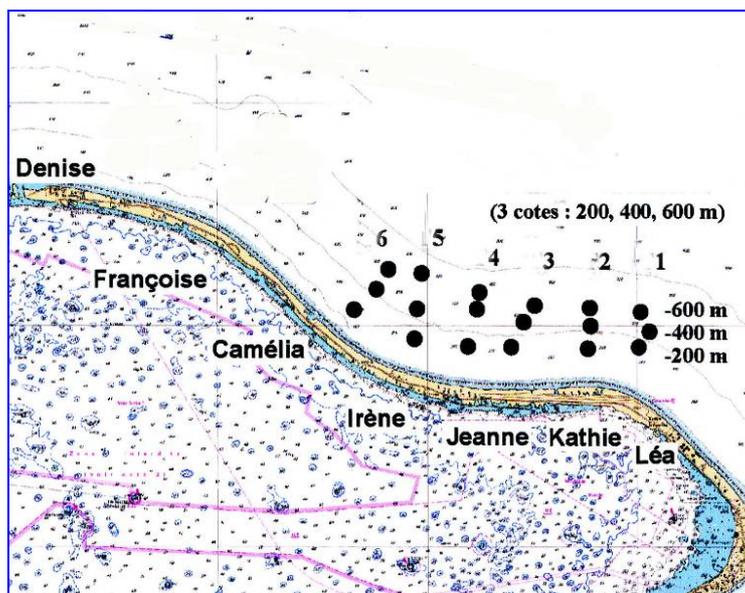


Figure V.4 : Radiales de prélèvement des eaux des flancs de l'atoll de Mururoa en 2010.

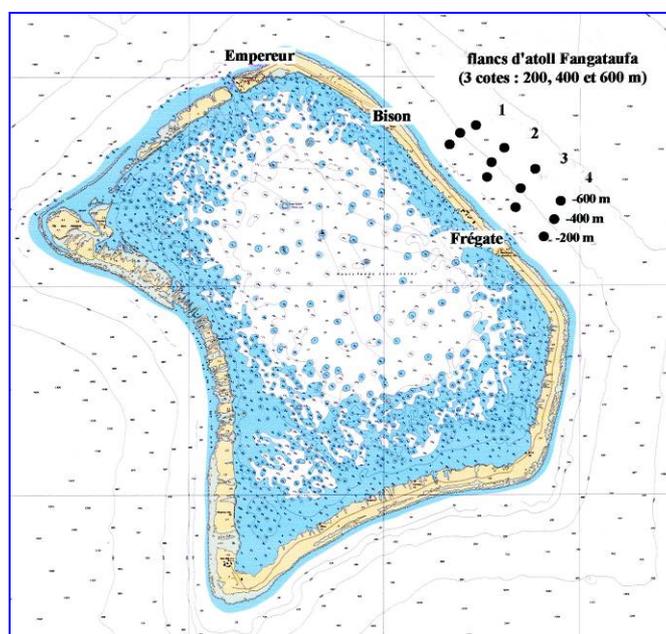


Figure V.5 : Prélèvement des eaux des flancs de l'atoll de Fangataufa en 2010.

Les résultats de mesure de l'HTO obtenus en 2010 sur les eaux des flancs des atolls sont présentés dans les tableaux V.2. et V.3.

Tableau V.2. : Activité HTO des eaux des flancs de l'atoll de Mururoa en 2010.

Lieu	Radiale	Profondeur (m)	Date	Latitude	Longitude	Activité (Bq.m ⁻³)
Nord-est de Mururoa	1	200	22/04/2010	21°48,12' S	138°47,94' W	≤ 1000
		400				≤ 1000
		600				≤ 1000
	2	200	22/04/2010	21°48,01' S	138°48,51' W	≤ 1000
		400				≤ 1000
		600				≤ 1000
	3	200	22/04/2010	21°47,97' S	138°49,08' W	≤ 1000
		400				≤ 1000
		600				≤ 1000
	4	200	22/04/2010	21°47,89' S	138°49,53' W	≤ 1000
		400				≤ 1000
		600				≤ 1000
	5	200	22/04/2010	21°47,85' S	138°50,10' W	≤ 1000
		400				≤ 1000
		600				≤ 1000
	6	200	22/04/2010	21°47,66' S	138°50,47' W	≤ 1000
		400				≤ 1000
		600				≤ 1000

Tableau V.3. : Activité HTO des eaux des flancs de l'atoll de Fangataufa en 2010.

Lieu	Radiale	Profondeur (m)	Date	Latitude	Longitude	Activité (Bq.m ⁻³)
Nord-Est de Frégate	1	200	21/04/2010	22°12,52' S	138°43,19' W	≤ 1000
		400				≤ 1000
		600				≤ 1000
	2	200	21/04/2010	22° 12,79' S	138° 42,95' W	≤ 1000
		400				≤ 1000
		600				≤ 1000
	3	200	21/04/2010	22° 13,07' S	138° 42,61' W	≤ 1000
		400				≤ 1000
		600				≤ 1000
	4	200	21/04/2010	22° 13,37' S	138° 42,28' W	≤ 1000
		400				≤ 1000
		600				≤ 1000

Les valeurs mesurées sont, comme tous les ans, inférieures aux limites de détection des appareils de mesure (ces limites de détection sont 6 à 8 fois plus élevées que le niveau de radioactivité en HTO des eaux océaniques en Polynésie).

V.3. - LE PLANCTON OCEANIQUE DES FLANCS D'ATOLL

Le plancton des eaux océaniques polynésiennes se caractérise par une faible biomasse et un grand nombre d'espèces. Ce plancton tropical ne présente pas de particularité faunistique notable. Les traits de plancton s'effectuent à partir du RR REVI. Les prélèvements sont effectués aux abords immédiats des atolls de Mururoa et de Fangataufa.

Tous les échantillons sont calcinés. Les cendres sont mesurées directement en spectrométrie γ . Des extractions chimiques sont nécessaires pour la recherche du strontium et des isotopes du plutonium. Le guide de surveillance radiologique des atolls de Mururoa et Fangataufa précise que la mesure du strontium 90 n'est effectuée que si la spectrométrie gamma met en évidence la présence de césium 137.

Le tableau V.4. présente les résultats des mesures de la radioactivité du plancton océanique aux abords immédiats des atolls de Mururoa et de Fangataufa.

Tableau V.4. - Activité massique (Bq.kg^{-1}) du plancton des flancs des atolls de Mururoa et de Fangataufa en 2010.

Lieux	Date	^{40}K (Bq.kg^{-1})	^{137}Cs (Bq.kg^{-1})	^{60}Co (Bq.kg^{-1})	^{238}Pu (Bq.kg^{-1})	$^{239}\text{Pu} + ^{240}\text{Pu}$ (Bq.kg^{-1})
Fangataufa	21/04/2010	$27,3 \pm 2,3$	$\leq 0,046$	$\leq 0,052$	$0,016 \pm 0,003$	$0,051 \pm 0,006$
Mururoa	23/04/2010	$25,2 \pm 2,7$	$\leq 0,07$	$\leq 0,07$	$0,014 \pm 0,003$	$0,12 \pm 0,01$

Potassium 40

La figure V.6. présente l'évolution de la radioactivité en potassium 40 depuis 1986. Le potassium présente une valeur moyenne $20,4 \text{ Bq.kg}^{-1}$ calculée sur les 118 échantillons récoltés depuis 1986.

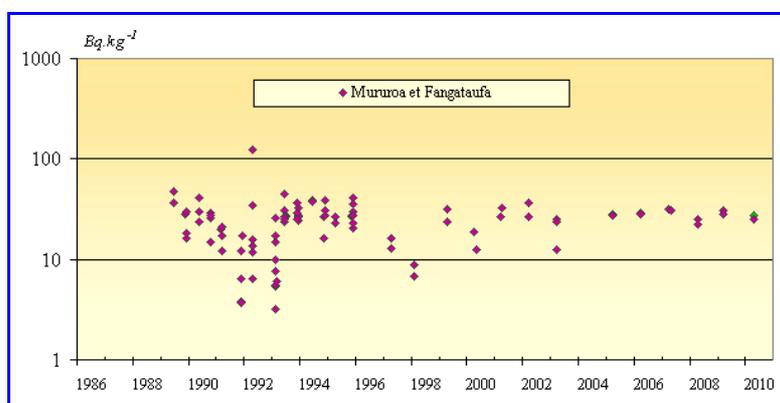


Figure V.6. - Activité massique en ^{40}K du plancton des flancs des atolls de Mururoa et de Fangataufa depuis 1986.

Les valeurs 2010 sont de cet ordre de grandeur.

Cobalt 60, Césium 137, et strontium 90

Depuis quelques années, le cobalt 60 est au niveau des limites de détection.

Comme les années précédentes, les activités césium 137 sont inférieures aux limites de détection.

Les mesures n'ayant pas mis en évidence la présence de césium 137, la mesure du strontium 90 n'a pas été réalisée.

Plutonium 238

La figure V.7. montre que la radioactivité en plutonium 238 du plancton des flancs des deux atolls ne présente pas de décroissance.

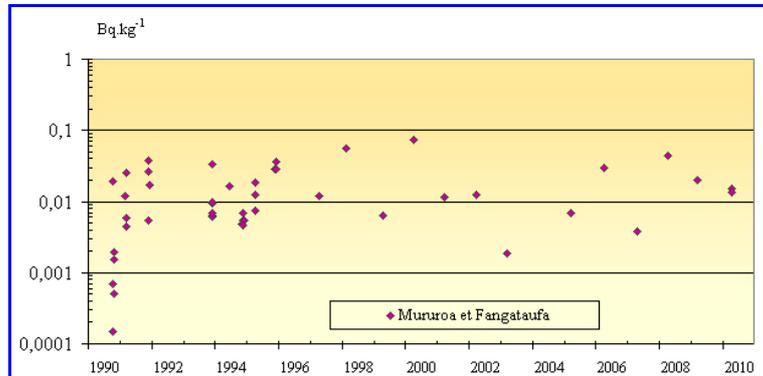


Figure V.7. - Activité massique en ^{238}Pu du plancton des flancs d'atoll de Mururoa et Fangataufa depuis 1990.

Les valeurs 2010 sont de l'ordre de grandeur de celles des années précédentes. Elles sont proches des limites de détection des appareils de mesure.

Plutonium 239 + plutonium 240

Les valeurs mesurées sur les 66 échantillons prélevés depuis 1990 sont données par la figure V.8. Comme pour le plutonium 238 les valeurs sont relativement stables dans le temps.

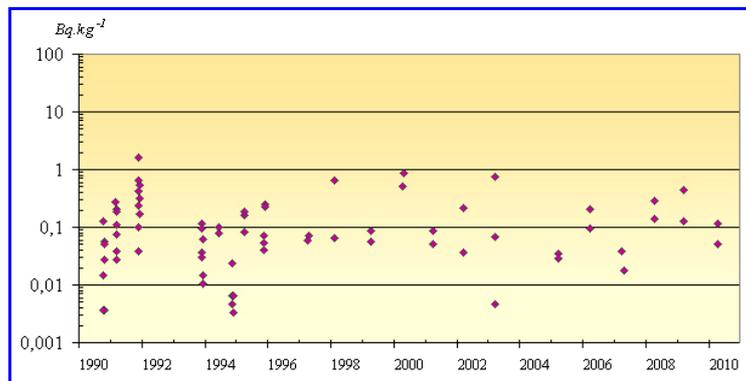


Figure V.8. - Activité massique en ($^{239}\text{Pu} + ^{240}\text{Pu}$) du plancton des flancs d'atoll de Mururoa et Fangataufa depuis 1990.

Les valeurs 2010 sont de l'ordre de grandeur de celles des années précédentes.

V.4. - LES CREVETTES DE PROFONDEUR

Les crevettes des profondeurs comprennent plusieurs espèces de la famille des Pandalidae (*Plesionika* sp., *Heterocarpus* sp.). Elles sont pêchées à l'aide de casiers mis en place depuis le RR REVI.

Les crevettes entières (sans distinction d'espèce) sont égouttées et pesées. Trois kilogrammes sont nécessaires aux mesures. Un prélèvement est réalisé une fois par an à Mururoa. Tous les échantillons sont calcinés. Les cendres sont mesurées directement en spectrométrie γ . Des extractions chimiques sont nécessaires pour la recherche du strontium et des isotopes du plutonium.

Le tableau V.5. présente les résultats des mesures effectuées sur les crevettes pêchées à Mururoa.

Tableau V.5. – Activité massique (Bq.kg⁻¹) des crevettes de profondeur en 2010

Lieux	Date	⁴⁰ K (Bq.kg ⁻¹)	¹³⁷ Cs (Bq.kg ⁻¹)	⁹⁰ Sr (Bq.kg ⁻¹)	⁶⁰ Co (Bq.kg ⁻¹)	²³⁸ Pu (Bq.kg ⁻¹)	²³⁹ Pu + ²⁴⁰ Pu (Bq.kg ⁻¹)
Mururoa secteur 2	24/04/2010	67,2 ± 4,6	0,043 ± 0,013	≤ 0,28	≤ 0,046	≤ 0,0016	0,01 ± 0,004

Potassium 40

La figure V.9. présente l'ensemble des résultats de mesure en potassium 40 des crevettes de profondeur à Mururoa. La valeur moyenne en potassium 40, calculée sur les 84 échantillons prélevés depuis 1988, est de 72,1 ± 2,3 Bq.kg⁻¹.

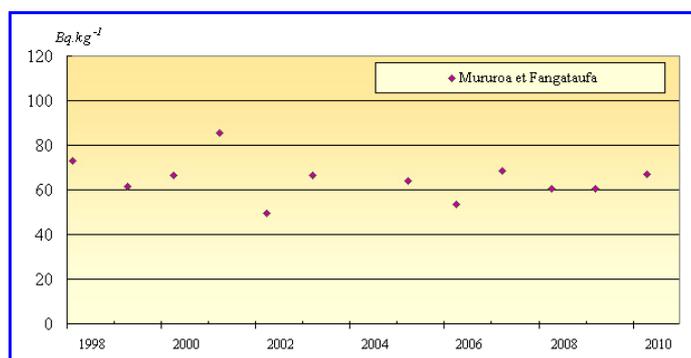


Figure V.9. - Activité massique en ⁴⁰K des crevettes de profondeur à Mururoa depuis 1998.

La valeur de 2010 est de cet ordre de grandeur.

Césium 137, cobalt 60, strontium 9 et plutonium 238

Comme les années précédentes, les valeurs en césium 137, cobalt 60, strontium 90 et plutonium 238 sont inférieures ou proches de la limite de détection des appareils de mesure.

Plutonium 239 + plutonium 240

La figure V.10. montre que la radioactivité en plutonium 239 + plutonium 240 des crevettes de profondeur à Mururoa reste stable.

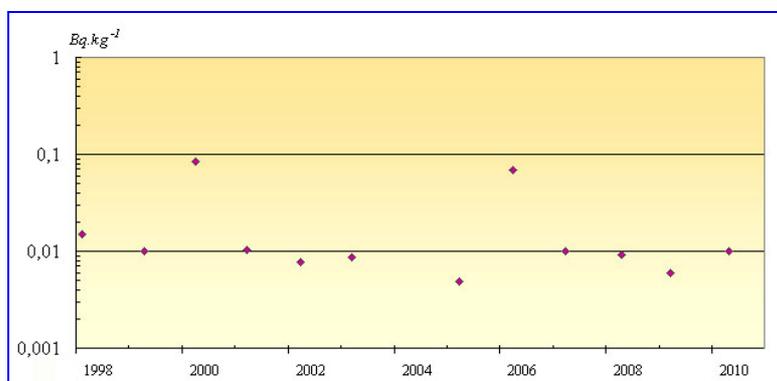


Figure V.10. - Activité massique en ⁴⁰K des crevettes de profondeur à Mururoa depuis 1998.

La valeur de 2010 est de l'ordre de grandeur de celles enregistrées ces dernières années. Ces valeurs sont proches des limites de détection des appareils de mesure.

V.5. - LES POISSONS PELAGIQUES COTIERS

Les poissons pélagiques côtiers comportent des espèces telles que le tazard (*Acanthocybium solandri*), la gymnosarde (*Gymnosarda unicolor*) ou la carangue noire (*Caranx lugubris*). La gymnosarde est abondante et facile à capturer. Elle est systématiquement prélevée chaque année à Mururoa et Fangataufa.

La gymnosarde est facilement reconnaissable à sa mâchoire armée de fortes dents qui lui a valu le nom de thon à dents de chien. C'est un poisson de surface, « sédentaire », à forte affinité côtière. Il rentre souvent dans les lagons pour y chasser. Il est rarement consommé car souvent toxique (présence de toxines responsables de la ciguatera).

Le poisson est découpé pour recueillir les filets jusqu'à l'obtention de trois kilogrammes. Tous les échantillons sont calcinés. Les cendres sont mesurées directement en spectrométrie γ . Des extractions chimiques sont nécessaires pour la recherche du strontium et des isotopes du plutonium.

Le tableau V.6. présente les résultats des mesures de radioactivité réalisées sur les gymnosardes pêchées en 2010.

Tableau V.6. - Activité massique (Bq.kg⁻¹) de la chair de la gymnosarde en 2010.

Lieux	Date	⁴⁰ K (Bq.kg ⁻¹)	¹³⁷ Cs (Bq.kg ⁻¹)	⁹⁰ Sr (Bq.kg ⁻¹)	⁶⁰ Co (Bq.kg ⁻¹)	²³⁸ Pu (Bq.kg ⁻¹)	²³⁹ Pu + ²⁴⁰ Pu (Bq.kg ⁻¹)
Mururoa secteur 1	25/04/2010	177 ± 14	0,37 ± 0,06	≤ 0,052	≤ 0,049	≤ 0,00037	≤ 0,0013
Fangataufa	16/05/2010	155 ± 12	0,29 ± 0,05	≤ 0,046	≤ 0,041	≤ 0,00047	≤ 0,00096

Potassium 40

La figure V.11. montre que l'évolution de la radioactivité en potassium 40 à Mururoa et à Fangataufa reste stable. La valeur moyenne, calculée sur les 61 échantillons prélevés depuis 1987, est de 150 ± 6 Bq.kg⁻¹.

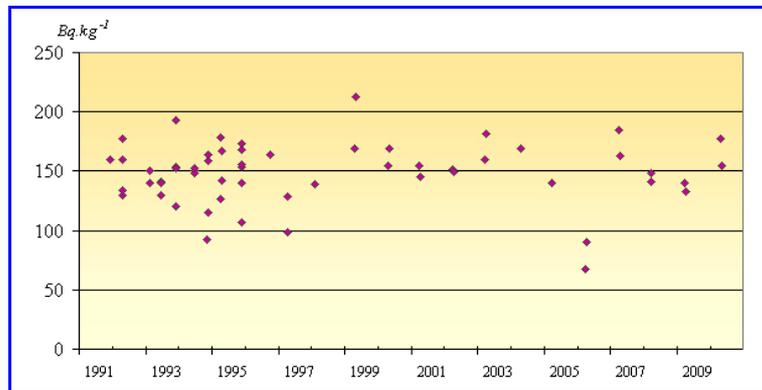


Figure V.11. - Activité massique en ⁴⁰K de la chair de la gymnosarde pêchée à Mururoa et Fangataufa depuis 1987.

Les valeurs 2010 sont de cet ordre de grandeur.

Césium 137

La figure V.12. montre que l'évolution de la radioactivité en césium 137 à Mururoa et à Fangataufa reste stable. La valeur moyenne est de 0,31 Bq.kg⁻¹.

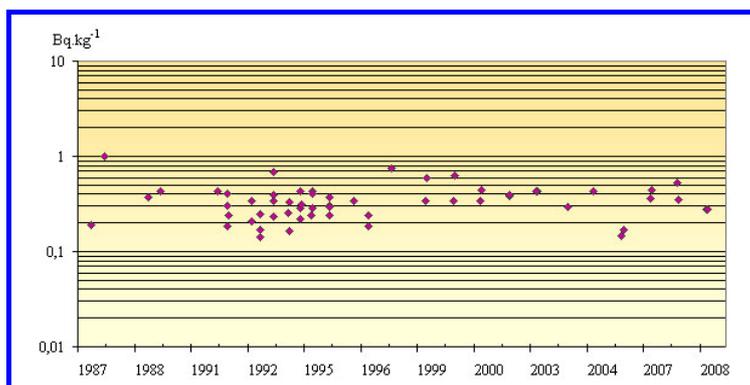


Figure V.12. - Activité massique en ¹³⁷Cs de la chair de la gymnosarde à Mururoa et Fangataufa depuis 1987.

Les valeurs 2010 sont de l'ordre de grandeur de celles enregistrées ces dernières années.

Cobalt 60, strontium 90, plutonium 238 et plutonium 239 + plutonium 240

Les valeurs mesurées en cobalt 60, strontium 90, plutonium 238 et plutonium 239 + plutonium 240 sont, comme les années précédentes, inférieures ou proches des limites de détection.

Chapitre VI

LA SURVEILLANCE DU MILIEU OCEANIQUE

VI.1. - LES EAUX OCEANIQUES

Conformément au Guide de surveillance des prélèvements d'eaux océaniques sont réalisés tous les quatre ans en un point au large des atolls aux six profondeurs suivantes : subsurface, 200 m, 400 m, 600 m, 800 m et 1000 m. Les derniers ont été réalisés en 2009.

VI.2. - LE PLANCTON OCEANIQUE

Conformément au Guide de surveillance un prélèvement est réalisé tous les quatre ans. Le dernier a été réalisé en 2009.

VI.3. - LES POISSONS PELAGIQUES HAUTURIERS

Deux espèces de poissons pélagiques hauturiers sont principalement prélevées : la bonite à ventre rayé (*Katsuwonus pelamis*) et le thon à nageoires jaunes (*Thunnus albacares*). Cette année, un prélèvement de bonite à ventre rayé a été réalisé.

La pêche des poissons pélagiques hauturiers s'effectue à la traîne. Les lignes sont remorquées en surface à quelques nautiques des côtes.

Le poisson est découpé pour recueillir les filets jusqu'à l'obtention de trois kilogrammes.

Tous les échantillons sont calcinés. Les cendres sont mesurées directement en spectrométrie γ . Des extractions chimiques sont nécessaires pour la recherche du strontium et des isotopes du plutonium.

Le tableau VI.1. présente la radioactivité mesurée dans la chair de la bonite à ventre rayé pêchée en 2010.

Tableau VI.1. - Activité massique (Bq.kg⁻¹) de la chair de la bonite à ventre rayé en 2010.

Espèce	Lieux	Date	⁴⁰ K (Bq.kg ⁻¹)	¹³⁷ Cs (Bq.kg ⁻¹)	⁹⁰ Sr (Bq.kg ⁻¹)	⁶⁰ Co (Bq.kg ⁻¹)	²³⁸ Pu (Bq.kg ⁻¹)	²³⁹ Pu + ²⁴⁰ Pu (Bq.kg ⁻¹)
bonites à ventre rayé	Mururoa secteur 1	25/04/2010	132 ± 10	0,19 ± 0,04	≤ 0,064	≤ 0,039	≤ 0,00078	≤ 0,0018

Potassium 40

La figure VI.1. présente l'ensemble des résultats de mesure de la radioactivité en potassium 40 des poissons pélagiques pêchés depuis 1990. La valeur moyenne, calculée sur les 44 échantillons prélevés depuis cette date, est de 133 ± 8 Bq.kg⁻¹.

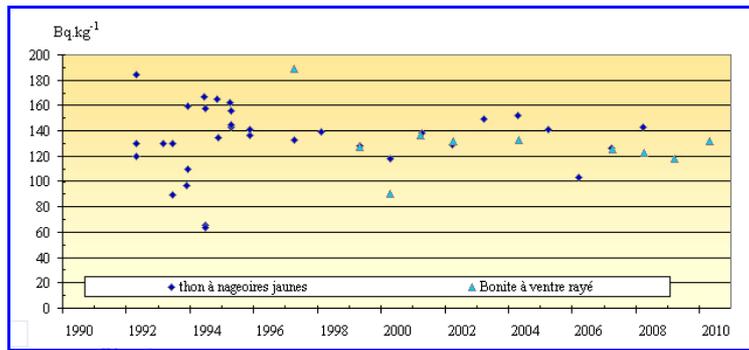


Figure VI.1. - Activité massique en ^{40}K de la chair du thon à nageoires jaunes et de la bonite à ventre rayé depuis 1990.

La valeur 2010 est de cet ordre de grandeur.

Césium 137

La radioactivité en césium 137 des poissons pélagiques pêchés depuis 1992 est présentée par la figure VI.2.

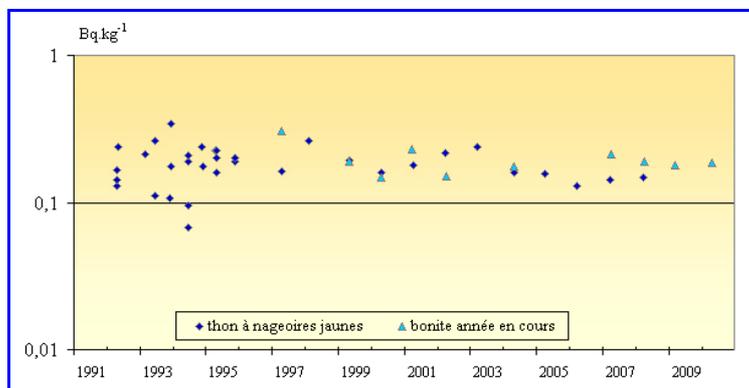


Figure VI.2. - Activité massique en ^{137}Cs de la chair du thon à nageoires jaunes et de la bonite à ventre rayé depuis 1992.

La valeur 2010 est de l'ordre de grandeur de celles habituellement enregistrées.

Strontium 90, cobalt 60, plutonium 238 et plutonium 239 + plutonium 240

Les valeurs enregistrées en 2010 pour le cobalt 60, le strontium 90, le plutonium 238 et le plutonium 239 + plutonium 240 sont, comme les années antérieures, proches ou inférieures aux limites de détection des appareils de mesure.

CONCLUSION

La surveillance radiologique de l'environnement des anciens sites d'expérimentations du Pacifique concerne l'ensemble du milieu :

- L'irradiation ambiante avec la dosimétrie et la surveillance des aérosols atmosphériques,
- Les eaux du robinet de Martine,
- Le sable de plage de la zone Vie,
- Les eaux souterraines (puits creusés dans la couverture carbonatée),
- Le lagon avec la surveillance des eaux, de sédiments, du plancton, des poissons (chirurgiens, mérours) et des mollusques (troca),
- La couronne avec les noix de coco et les sols,
- La crête algale et le tombant récifal avec les eaux, les crevettes profondes, le plancton, les poissons (gymnosarde) et les mollusques (turbo),
- L'océan avec les eaux océaniques, le plancton et les poissons (thon à nageoires jaunes et bonite à ventre rayé),

D'une manière générale, les mesures 2010 réalisées sur environ 200 échantillons confirment le faible niveau de la radioactivité artificielle.

La radioactivité en césium 137, strontium 90 et cobalt 60 mesurée sur l'ensemble des échantillons biologiques, des eaux des lagons et des sédiments décroît avec une période apparente équivalente ou inférieure à la période radioactive de ces éléments. Il n'y a donc pas de réintroduction de ces éléments dans l'environnement local.

Les eaux souterraines présentent globalement une radioactivité stable depuis 1997.

Le marquage radiologique significatif en plutonium est localisé au fond des lagons, dans les sédiments des anciens points zéro des essais aériens (zone Dindon et Denise à Mururoa et Frégate à Fangataufa) ainsi que dans le banc de sable immergé par 10 m de profondeur en regard du motu Colette. L'impact sanitaire de ce plutonium est considéré comme négligeable par l'AIEA. Les mesures réalisées sur les échantillons de sédiments, en dehors des zones précitées, ne montrent pas d'augmentation des niveaux d'activité en plutonium.

Les résultats sont conformes à ceux acquis les années précédentes. Ils sont équivalents à ceux relevés dans les rapports d'expertise de l'Agence Internationale à l'Energie Atomique.

La mesure de la dosimétrie ambiante donne des résultats stables d'année en année, qui reflètent bien les niveaux peu élevés de l'exposition externe sur un atoll corallien (de l'ordre de 200 à 300 micrograys par an en moyenne). Cette exposition est presque exclusivement due au rayonnement cosmique.

ANNEXE 1

Tableaux récapitulatifs des résultats.

Tableau 1 : Prélèvements biologiques en 2010.

	Localisation	Date	⁴⁰ K (Bq.kg ⁻¹)	¹³⁷ Cs (Bq.kg ⁻¹)	⁹⁰ Sr (Bq.kg ⁻¹)	⁶⁰ Co (Bq.kg ⁻¹)	²³⁸ Pu (Bq.kg ⁻¹)	²³⁹ Pu + ²⁴⁰ Pu (Bq.kg ⁻¹)
Coprah	Fangataufa	13/05/2010	154 ± 10	0,38 ± 0,03	≤ 0,071	≤ 0,035	≤ 0,00027	≤ 0,00069
	Mururoa zone est	19/04/2010	123 ± 8,2	0,34 ± 0,03	≤ 0,034	≤ 0,027	0,00036 ± 0,00023	0,006 ± 0,001
	Mururoa zone nord	28/04/2010	104 ± 6,9	3,01 ± 0,2	≤ 0,031	≤ 0,032	≤ 0,0003	≤ 0,00062
	Mururoa zone ouest	30/04/2010	159 ± 11	0,072 ± 0,011	≤ 0,048	≤ 0,046	≤ 0,00036	≤ 0,00089
	Mururoa zone sud	29/04/2010	139 ± 9,3	≤ 0,028	≤ 0,031	≤ 0,04	≤ 0,00037	≤ 0,00054
Eau de coco	Fangataufa	13/05/2010	51,7 ± 3,8	0,068 ± 0,006	≤ 0,02	≤ 0,011	≤ 0,00016	≤ 0,00019
	Mururoa zone Est	19/04/2010	51,1 ± 3,7	≤ 0,0073	≤ 0,012	≤ 0,011	≤ 0,00013	≤ 0,00019
	Mururoa zone Nord	28/04/2010	38 ± 2,8	0,45 ± 0,04	≤ 0,0091	≤ 0,0095	≤ 0,0001	≤ 0,00013
	Mururoa zone Ouest	30/04/2010	67,4 ± 5	≤ 0,012	≤ 0,025	≤ 0,018	≤ 0,00016	≤ 0,00036
	Mururoa zone Sud	29/04/2010	53,7 ± 3,9	≤ 0,011	≤ 0,013	≤ 0,015	≤ 0,00016	≤ 0,00019
Plancton du lagon	Mururoa	05/05/2010	43,1 ± 3,1	≤ 0,1	-	0,1 ± 0,03	0,63 ± 0,037	2,45 ± 0,12
	Fangataufa	17/05/2010	41,6 ± 3,5	0,068 ± 0,018	-	0,46 ± 0,05	9,61 ± 0,88	28,1 ± 2,6
Troca	Fangataufa	12/05/2010	82,3 ± 6,5	≤ 0,041	-	0,27 ± 0,04	0,29 ± 0,02	0,82 ± 0,04
	Mururoa, zone nord	26/04/2010	86,7 ± 6,9	≤ 0,039	-	0,045 ± 0,014	0,076 ± 0,01	0,65 ± 0,08
	Mururoa, zone ouest	29/04/2010	86,2 ± 7,1	0,016 ± 0,007	-	≤ 0,051	0,021 ± 0,004	0,15 ± 0,02

- non mesuré

Tableau 1 bis : Prélèvements biologiques en 2010 (suite).

	Lieux	Date	⁴⁰ K (Bq.kg ⁻¹)	¹³⁷ Cs (Bq.kg ⁻¹)	⁹⁰ Sr (Bq.kg ⁻¹)	⁶⁰ Co (Bq.kg ⁻¹)	²³⁸ Pu (Bq.kg ⁻¹)	²³⁹ Pu + ²⁴⁰ Pu (Bq.kg ⁻¹)
Chirurgien	Fangataufa	14/05/2010	90,3 ± 6,8	0,075 ± 0,01	-	0,16 ± 0,02	0,048 ± 0,005	0,13 ± 0,01
	Mururoa zone ouest	29/04/2010	90,1 ± 6,1	0,057 ± 0,009	-	≤ 0,044	0,0033 ± 0,0016	0,033 ± 0,005
	Mururoa zone nord	26/04/2010	97,4 ± 6,5	0,13 ± 0,02	-	≤ 0,043	0,026 ± 0,004	0,34 ± 0,02
Mérrou	Fangataufa	12/05/2010	151 ± 11	0,35 ± 0,04	≤ 0,042	≤ 0,034	0,0015 ± 0,0008	0,0033 ± 0,0011
	Mururoa zone ouest	30/04/2010	155 ± 12	0,37 ± 0,03	≤ 0,051	≤ 0,034	≤ 0,00045	≤ 0,00092
	Mururoa zone nord	20/04/2010	150 ± 11	0,52 ± 0,06	≤ 0,043	≤ 0,042	≤ 0,00038	≤ 0,00088
Turbo	Fangataufa	15/05/2010	92,1 ± 7	0,016 ± 0,008	≤ 0,07	≤ 0,047	0,044 ± 0,003	0,13 ± 0,01
	Mururoa zone Ouest	04/05/2010	94,1 ± 7,7	≤ 0,042	≤ 0,11	≤ 0,06	0,019 ± 0,003	0,13 ± 0,01
	Mururoa zone Sud	04/05/2010	98,4 ± 7,4	≤ 0,032	≤ 0,07	≤ 0,043	0,002 ± 0,0007	0,02 ± 0,002
Plancton des flancs d'atoll	Fangataufa	21/04/2010	27,3 ± 2,3	≤ 0,046	-	≤ 0,052	0,016 ± 0,003	0,051 ± 0,006
	Mururoa secteur 2	23/04/2010	25,2 ± 2,7	≤ 0,07	-	≤ 0,07	0,014 ± 0,003	0,12 ± 0,01
Crevettes des profondeurs	Mururoa secteur 2	24/04/2010	67,2 ± 4,6	0,043 ± 0,013	≤ 0,28	≤ 0,046	≤ 0,0016	0,01 ± 0,004
Thon à dents de chien	Mururoa secteur 1	25/04/2010	177 ± 14	0,37 ± 0,06	≤ 0,052	≤ 0,049	≤ 0,00037	≤ 0,0013
	Fangataufa	16/05/2010	155 ± 12	0,29 ± 0,05	≤ 0,046	≤ 0,041	≤ 0,00047	≤ 0,00096
Bonites à ventre rayé	Mururoa secteur 1	25/04/2010	132 ± 10	0,19 ± 0,04	≤ 0,064	≤ 0,039	≤ 0,00078	≤ 0,0018

- non mesuré

Tableau 2 : Prélèvements atmosphériques en 2010.

Mois	^7Be (Bq.m ⁻³)	^{22}Na (Bq.m ⁻³)	^{40}K (Bq.m ⁻³)	^{210}Pb (Bq.m ⁻³)
janvier	$(1,8 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$	$\leq 3,8 \cdot 10^{-7}$	$(9 \pm 4,1) \cdot 10^{-6}$	$(3,2 \pm 0,4) \cdot 10^{-5}$
février	$(2,3 \pm 0,3) \cdot 10^{-3}$	$\leq 4,3 \cdot 10^{-7}$	$(9,5 \pm 4,8) \cdot 10^{-6}$	$(3,5 \pm 0,7) \cdot 10^{-5}$
mars	$(2,4 \pm 0,3) \cdot 10^{-3}$	$\leq 3,9 \cdot 10^{-7}$	$(8,5 \pm 1,8) \cdot 10^{-6}$	$(2,7 \pm 0,5) \cdot 10^{-5}$
avril	$(2,1 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$	$\leq 4 \cdot 10^{-7}$	$(7,9 \pm 3,4) \cdot 10^{-6}$	$(2,6 \pm 0,3) \cdot 10^{-5}$
mai	$(2,4 \pm 0,3) \cdot 10^{-3}$	$\leq 3,4 \cdot 10^{-7}$	$(9,4 \pm 1,9) \cdot 10^{-6}$	$(2,5 \pm 0,5) \cdot 10^{-5}$
juin	$(1,9 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$	$\leq 3,9 \cdot 10^{-7}$	$(8,5 \pm 1,8) \cdot 10^{-6}$	$(2,2 \pm 0,3) \cdot 10^{-5}$
juillet	$(2,2 \pm 0,3) \cdot 10^{-3}$	$\leq 4 \cdot 10^{-7}$	$(1,1 \pm 0,5) \cdot 10^{-5}$	$(3 \pm 0,4) \cdot 10^{-5}$
août	$(2,7 \pm 0,3) \cdot 10^{-3}$	$\leq 4 \cdot 10^{-7}$	$(7,4 \pm 1,7) \cdot 10^{-6}$	$(3,9 \pm 0,5) \cdot 10^{-5}$
septembre	$(2,5 \pm 0,3) \cdot 10^{-3}$	$\leq 3,9 \cdot 10^{-7}$	$(8,5 \pm 4,7) \cdot 10^{-6}$	$(5,6 \pm 0,9) \cdot 10^{-5}$
octobre	$(2,7 \pm 0,3) \cdot 10^{-3}$	$\leq 3 \cdot 10^{-7}$	$(8,7 \pm 7,8) \cdot 10^{-6}$	$(4,2 \pm 0,8) \cdot 10^{-5}$
novembre	$(3,6 \pm 0,5) \cdot 10^{-3}$	$(4,4 \pm 2,5) \cdot 10^{-7}$	$(1,1 \pm 0,3) \cdot 10^{-5}$	$(5,6 \pm 1,1) \cdot 10^{-5}$
décembre	$(1,8 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$	$\leq 3,5 \cdot 10^{-7}$	$(7,8 \pm 1,8) \cdot 10^{-6}$	$(2,4 \pm 0,3) \cdot 10^{-5}$

Tableau 2 bis : Prélèvements atmosphériques en 2010 (suite).

Mois	^{137}Cs	^{238}Pu	$^{239}\text{Pu} + ^{240}\text{Pu}$
janvier	$\leq 2,9 \cdot 10^{-7}$	$\leq 9,6 \cdot 10^{-9}$	$\leq 1,1 \cdot 10^{-8}$
février	$\leq 3,4 \cdot 10^{-7}$	$\leq 3,4 \cdot 10^{-9}$	$(6,7 \pm 4,2) \cdot 10^{-9}$
mars	$\leq 3,1 \cdot 10^{-7}$	$\leq 2,7 \cdot 10^{-9}$	$(9,2 \pm 2,9) \cdot 10^{-9}$
avril	$\leq 3,1 \cdot 10^{-7}$	$\leq 2,5 \cdot 10^{-9}$	$\leq 4,5 \cdot 10^{-9}$
mai	$\leq 2,9 \cdot 10^{-7}$	$\leq 2,7 \cdot 10^{-9}$	$(6,2 \pm 2,8) \cdot 10^{-9}$
juin	$\leq 3,2 \cdot 10^{-7}$	$\leq 2 \cdot 10^{-9}$	$(5,7 \pm 2,7) \cdot 10^{-9}$
juillet	$\leq 3,2 \cdot 10^{-7}$	$\leq 5,7 \cdot 10^{-9}$	$\leq 5,2 \cdot 10^{-9}$
août	$\leq 3,2 \cdot 10^{-7}$	$\leq 5,7 \cdot 10^{-9}$	$(6,6 \pm 4,1) \cdot 10^{-9}$
septembre	$\leq 3,4 \cdot 10^{-7}$	$\leq 3,5 \cdot 10^{-9}$	$(6 \pm 4) \cdot 10^{-9}$
octobre	$\leq 3,4 \cdot 10^{-7}$	$\leq 5 \cdot 10^{-9}$	$(9,7 \pm 6,3) \cdot 10^{-9}$
novembre	$\leq 5,6 \cdot 10^{-7}$	$\leq 4 \cdot 10^{-9}$	$(1,7 \pm 0,5) \cdot 10^{-8}$
décembre	$\leq 3,2 \cdot 10^{-7}$	$\leq 5,4 \cdot 10^{-9}$	$\leq 9,2 \cdot 10^{-9}$

Tableau 3 : Prélèvements d'eaux en 2010.

Nature	Localisation		Date	HTO (Bq.m ⁻³)	⁹⁰ Sr (Bq.m ⁻³)	¹³⁷ Cs (Bq.m ⁻³)	²³⁸ Pu (Bq.m ⁻³)	²³⁹ Pu + ²⁴⁰ Pu (Bq.m ⁻³)
Eau du robinet	Mururoa	Martine	03/05/2010	≤ 1000	≤ 0,9	≤ 0,83	≤ 0,0055	≤ 0,0055
Eaux du lagon	Mururoa	Aprion 06	08/05/2010	≤ 1000	0,6 ± 0,2	1,2 ± 0,3	0,01 ± 0,004	0,02 ± 0,01
		Gorgone 05	08/05/2010	≤ 1000	0,5 ± 0,1	1,3 ± 0,3	0,033 ± 0,006	0,15 ± 0,01
		Janie 32	09/05/2010	≤ 1000	0,8 ± 0,1	1,1 ± 0,2	0,047 ± 0,007	0,3 ± 0,02
		Labre 32	09/05/2010	≤ 2000	0,7 ± 0,1	1,2 ± 0,8	0,026 ± 0,005	0,11 ± 0,01
		Orque 41	26/04/2010	≤ 2000	0,6 ± 0,2	1,4 ± 0,3	0,035 ± 0,007	0,22 ± 0,02
		Pieuvre 27	05/05/2010	≤ 1000	0,6 ± 0,1	1,2 ± 0,9	0,03 ± 0,006	0,16 ± 0,02
		Scalaire 15	07/05/2010	≤ 1000	0,7 ± 0,2	1 ± 0,9	0,027 ± 0,006	0,16 ± 0,01
		Umbre 24	04/05/2010	≤ 1000	0,7 ± 0,2	1,6 ± 0,9	0,025 ± 0,006	0,15 ± 0,02
		Zanclus 25	01/05/2010	≤ 1000	≤ 1	1,6 ± 0,9	0,086 ± 0,011	0,35 ± 0,02
	Fangataufa	Cérithé 27	12/05/2010	≤ 1000	0,4 ± 0,1	1 ± 0,3	0,03 ± 0,01	0,1 ± 0,01
		Limnée 35	12/05/2010	≤ 1000	0,4 ± 0,1	1 ± 0,3	0,1 ± 0,01	0,26 ± 0,02
		Mitre 09	16/05/2010	≤ 1000	0,7 ± 0,1	1,2 ± 0,6	0,11 ± 0,01	0,32 ± 0,02
		Mitre 26	16/05/2010	≤ 1000	0,7 ± 0,1	1,2 ± 0,2	0,13 ± 0,01	0,34 ± 0,02
		Troque 13	16/05/2010	≤ 1000	0,8 ± 0,1	1,6 ± 0,9	0,12 ± 0,01	0,33 ± 0,02

- non mesuré

Tableau 3 bis : Prélèvements d'eaux en 2010 (suite).

Nature	Localisation		Date	HTO (Bq.m ⁻³)	⁹⁰ Sr (Bq.m ⁻³)	¹³⁷ Cs (Bq.m ⁻³)	²³⁸ Pu (Bq.m ⁻³)	²³⁹ Pu + ²⁴⁰ Pu (Bq.m ⁻³)
Eaux des flancs d'atoll de Mururoa (face à Iris)	Radiale 1	200	22/04/2010	≤ 1000	-	-	-	-
		400		≤ 1000	-	-	-	-
		600		≤ 1000	-	-	-	-
	Radiale 2	200		≤ 1000	-	-	-	-
		400		≤ 1000	-	-	-	-
		600		≤ 1000	-	-	-	-
	Radiale 3	200		≤ 1000	-	-	-	-
		400		≤ 1000	-	-	-	-
		600		≤ 1000	-	-	-	-
	Radiale 4	200		≤ 1000	-	-	-	-
		400		≤ 1000	-	-	-	-
		600		≤ 1000	-	-	-	-
	Radiale 5	200		≤ 1000	-	-	-	-
		400		≤ 1000	-	-	-	-
		600		≤ 1000	-	-	-	-
	Radiale 6	200		≤ 1000	-	-	-	-
		400		≤ 1000	-	-	-	-
		600		≤ 1000	-	-	-	-
Eaux des flancs d'atoll de Fangataufa (Hôtel)	Radiale 1	200	21/04/2010	≤ 1000	-	-	-	-
		400		≤ 1000	-	-	-	
		600		≤ 1000	-	-	-	
	Radiale 2	200		≤ 1000	-	-	-	-
		400		≤ 1000	-	-	-	-
		600		≤ 1000	-	-	-	-
	Radiale 3	200		≤ 1000	-	-	-	-
		400		≤ 1000	-	-	-	-
		600		≤ 1000	-	-	-	-
	Radiale 4	200		≤ 1000	-	-	-	-
		400		≤ 1000	-	-	-	-
		600		≤ 1000	-	-	-	-

- non mesuré

Tableau 4 : Prélèvements d'eaux souterraines en 2010.

Observatoire	Date de prélèvement	Profondeur (m)	HTO (Bq.m ⁻³)	⁹⁰ Sr (Bq.m ⁻³)	¹³⁷ Cs (Bq.m ⁻³)	²³⁸ Pu (Bq.m ⁻³)	²³⁹ Pu + ²⁴⁰ Pu (Bq.m ⁻³)
Géo 5 B	22/04/2010	100-102 m	(4,3 ± 0,4) .10 ³	5,06 ± 0,87	4 ± 0,93	-	-
		149-151 m	(4,5 ± 0,4) .10 ³	4,81 ± 0,86	≤ 2,9	-	-
		185-187 m	(4,6 ± 0,4) .10 ³	6,1 ± 1	3,86 ± 0,96	-	-
		215-217m	(4,3 ± 0,4) .10 ³	6,04 ± 0,97	3,29 ± 0,8	-	-
		228-230 m	(4,3 ± 0,4) .10 ³	6 ± 1	3,01 ± 0,84	-	-
		264-266 m	(4,4 ± 0,4) .10 ³	5,39 ± 0,9	4 ± 1	-	-
Géo 8 B	24/04/2010	107-110 m	(2,37 ± 0,12) .10 ⁵	(3,78 ± 0,48) .10 ²	(2,46 ± 0,37) .10 ²	-	-
		158-168 m	(2,99 ± 0,16) .10 ⁵	(5 ± 0,64) .10 ²	(3,43 ± 0,62) .10 ²	-	-
		209-212 m	(3,74 ± 0,19) .10 ⁵	(6,49 ± 0,82) .10 ²	(3,8 ± 0,47) .10 ²	-	-
		274-278 m	(7,43 ± 0,38) .10 ⁵	(1,03 ± 0,13) .10 ³	(5,27 ± 0,79) .10 ²	-	-
Géo 10 B	24/04/2010	140-144 m	(2,8 ± 0,14) .10 ⁶	(8 ± 1) .10 ³	(3,7 ± 0,45) .10 ³	-	-
		164-169 m	(3,1 ± 0,16) .10 ⁶	(8,3 ± 1) .10 ³	(4,83 ± 0,45) .10 ³	-	-
		228-233 m	(3,43 ± 0,18) .10 ⁶	(1 ± 0,12) .10 ⁴	(4,82 ± 0,43) .10 ³	-	-
		282-284 m	(3,19 ± 0,16) .10 ⁶	(1,08 ± 0,13) .10 ⁴	(5,49 ± 0,44) .10 ³	-	-
		307-311 m	(4,57 ± 0,23) .10 ⁶	(1,66 ± 0,21) .10 ⁴	(7,37 ± 0,52) .10 ³	-	-
Pieuvre 37	26/04/2010	95 m	≤ 1 . 10 ³	≤ 1,1	≤ 1,3	-	-
		107 m	≤ 1 . 10 ³	≤ 1	≤ 2,2	-	-
		260 m	(1,93 ± 0,1) .10 ⁶	(3,84 ± 0,48) .10 ³	(3,71 ± 0,41) .10 ³	-	-
		285 m	(2,88 ± 0,15) .10 ⁶	(6,2 ± 0,77) .10 ³	(4,94 ± 0,29) .10 ³	-	-
		300 m	(3,1 ± 0,16) .10 ⁶	(7,3 ± 0,91) .10 ³	(5,63 ± 0,44) .10 ³	≤ 0,23	≤ 0,35
Murène 27	09/05/2010	100 m	≤ 1 . 10 ³	≤ 1	≤ 2,7	-	-
Whale 30	20/04/2010	207 m	≤ 1 . 10 ³	≤ 2	≤ 2,8	-	-
		280 m	≤ 1 . 10 ³		≤ 2,5	-	-
		290 m	≤ 1 . 10 ³		≤ 2	-	-
		330 m	≤ 1 . 10 ³		≤ 1,9	-	-

- non mesuré

Tableau 4 bis : Prélèvements d'eaux souterraines en 2010 (suite).

Observatoire	Date de prélèvement	Profondeur (m)	HTO (Bq.m ⁻³)	⁹⁰ Sr (Bq.m ⁻³)	¹³⁷ Cs (Bq.m ⁻³)	²³⁸ Pu (Bq.m ⁻³)	²³⁹ Pu + ²⁴⁰ Pu (Bq.m ⁻³)
Tazard 14	28/04/2010	193 m	(1,92 ± 0,1) .10 ⁵	5,73 ± 0,89	5,05 ± 0,82	-	-
		245 m	(2,03 ± 0,1) .10 ⁶	(3,39 ± 0,43) .10 ¹	(1,45 ± 0,4) .10 ¹	-	-
		290 m	(2,04 ± 0,11) .10 ⁶	(4,47 ± 0,57) .10 ¹	(1,61 ± 0,21) .10 ¹	≤ 0,014	0,045 ± 0,016
Scalaire 22	04/05/2010	100 m	(1,47 ± 0,1) .10 ⁴	(2,66 ± 0,45) .10 ¹	(3,07 ± 0,51) .10 ¹	-	-
		135 m	(2,2 ± 0,1) .10 ⁴	(3,05 ± 0,41) .10 ¹	(2,87 ± 0,57) .10 ¹	-	-
		192 m	(2,48 ± 1,3) .10 ⁴	(4,97 ± 0,65) .10 ¹	(3,14 ± 0,53) .10 ¹	-	-
		245 m	(1,65 ± 1,4) .10 ⁴	(6,69 ± 0,87) .10 ¹	(2,11 ± 0,27) .10 ¹	-	-
Pieuvre 23	05/05/2010	100 m	(4,49 ± 0,2) .10 ⁴	0,69 ± 0,27	2 ± 0,83	-	-
		145 m	(4,33 ± 0,2) .10 ⁴	1,74 ± 0,49	≤ 2,7	-	-
		175 m	(4,38 ± 0,24) .10 ⁴	2,08 ± 0,59	≤ 2,9	-	-
Orque 13	02/04/2010	99 m	(1,37 ± 0,07) .10 ⁵	2,55 ± 0,61	2,15 ± 0,74	-	-
		143 m	(1,63 ± 0,08) .10 ⁵	3,27 ± 0,64	≤ 3,2	-	-
		178 m	(1,73 ± 0,09) .10 ⁵	2,33 ± 0,65	≤ 3,1	-	-
Labre 13	28/03/2010	145 m	≤ 1 . 10 ³	≤ 1,7	≤ 3,9	-	-
		190 m	≤ 1 . 10 ³			-	-
		225 m	(1,7 ± 0,4) .10 ³			-	-
Murène16	07/05/2010	100 m	(3,86 ± 0,2) .10 ⁵	7,4 ± 1,3	≤ 2,7	≤ 0,012	≤ 0,025
		185 m	(1,23 ± 0,06) .10 ⁶	(2,93 ± 0,4) .10 ¹	1,45 ± 0,7	-	-
		230 m	(2,63 ± 0,13) .10 ⁶	(6,04 ± 0,77) .10 ¹	≤ 2,8	-	-
		285 m	(2,61 ± 0,13) .10 ⁶	(6,24 ± 0,81) .10 ¹	≤ 2,5	-	-
Krill 23	27/04/2010	181 m	(4,74 ± 0,24) .10 ⁶	(4,74 ± 0,59) .10 ²	≤ 2,8	-	-
		193 m	(4,43 ± 0,23) .10 ⁶	(4,13 ± 0,52) .10 ²	1,25 ± 0,67	-	-
		220 m	(2,37 ± 0,12) .10 ⁶	(1,75 ± 0,22) .10 ²	≤ 2,8	≤ 0,019	≤ 0,02
		310 m	≤ 1,5 . 10 ³	0,8 ± 0,47	1,52 ± 0,58	-	-
		330 m	≤ 1,5 . 10 ³	0,5 ± 0,22	≤ 2,4	-	-
		345 m	≤ 1 . 10 ³	0,78 ± 0,24	≤ 2,8	-	-

- non mesuré

Tableau 4 ter : Prélèvements d'eaux souterraines en 2010 (suite).

Observatoire	Date de prélèvement	Profondeur (m)	HTO (Bq.m ⁻³)	⁹⁰ Sr (Bq.m ⁻³)	¹³⁷ Cs (Bq.m ⁻³)	²³⁸ Pu (Bq.m ⁻³)	²³⁹ Pu + ²⁴⁰ Pu (Bq.m ⁻³)
Isurus 10	30/04/2010	260 m	(1,65 ± 0,09) .10 ⁵	(1,63 ± 0,21) .10 ¹	2,5 ± 1,7	-	-
		265 m	(1,64 ± 0,09) .10 ⁵	(1,51 ± 0,2) .10 ¹	2,18 ± 0,88	-	-
		275 m	(1,64 ± 0,09) .10 ⁵	(1,71 ± 0,23) .10 ¹	1,36 ± 0,68	-	-
		315 m	(1,1 ± 0,4) .10 ³	≤ 1,7	0,98 ± 0,46	-	-
		330 m	≤ 1,5 . 10 ³	1,28 ± 0,43	≤ 2,9	-	-
		345 m	≤ 1,5 . 10 ³	≤ 2,2	≤ 3,4	-	-
Flet 08	08/05/2010	100 m	≤ 1,5 . 10 ³	≤ 3,1	(2,02 ± 0,29) .10 ¹	-	-
		135 m	≤ 1 . 10 ³		9,9 ± 2,9	-	-
		193 m	≤ 1 . 10 ³		2,95 ± 0,82	-	-
		280 m	(1 ± 0,3) .10 ³		2,28 ± 0,59	-	-
Dragon 09	08/05/2010	162 m	≤ 1 . 10 ³	≤ 1,5	≤ 2,3	-	-
		205 m	≤ 1 . 10 ³			-	-
		258 m	≤ 1 . 10 ³			-	-
Natrice 19	16/05/2010	200 m	(1,64 ± 0,19) .10 ⁵	(2,62 ± 8,59) .10 ¹	≤ 2,9	-	-
		235 m	(1,64 ± 0,27) .10 ⁵	(5,43 ± 0,69) .10 ¹	≤ 2,7	-	-
		320 m	(1,4 ± 0,4) .10 ³	1 ± 0,37	≤ 2,1	-	-
		340 m	(1,7 ± 0,5) .10 ³	1,46 ± 0,42	≤ 2,6	-	-
Fuseau 30	12/05/2010	193 m	(1,18 ± 0,06) .10 ⁶	(2,58 ± 0,32) .10 ²	(7,26 ± 0,91) .10 ¹	non prélevé	non prélevé
		215 m	(1,1 ± 0,06) .10 ⁶	(2,31 ± 0,29) .10 ²	(7,73 ± 0,92) .10 ¹	-	-
		255 m	(4,03 ± 0,21) .10 ⁵	(7,82 ± 0,99) .10 ¹	(2,46 ± 0,57) .10 ¹	-	-
		268 m	(4,01 ± 0,21) .10 ⁵	(7,65 ± 0,97) .10 ¹	(2,2 ± 0,29) .10 ¹	-	-
Mitre 27	12/05/2010	233-235 m	(2 ± 0,4) .10 ³	1,33 ± 0,41	1,39 ± 0,73	-	-
		237-239 m	(1,7 ± 0,5) .10 ³	0,56 ± 0,4	≤ 3,1	-	-
Porcelaine 23	14/05/2010	203 m	(2,7 ± 0,4) .10 ³	1,98 ± 0,95	≤ 1,9	-	-
		257 m	(1,24 ± 0,08) .10 ⁴	0,76 ± 0,49	≤ 2,2	-	-
		270 m	(1,7 ± 0,1) .10 ⁴	1,03 ± 0,43	≤ 3	-	-

- non mesuré

Tableau 5 : Prélèvements de sable et de sédiments en 2010.

Prélèvements	Lieu	Date	^{40}K	^{234}Th	^{226}Ra (^{214}Pb)	^{210}Pb	^{235}U	^{232}Th (^{228}Ac)
Sable de plage	Anémone 1	04/04/2009	6,6 ± 1,2	26,3 ± 2,9	1,28 ± 0,21	10,9 ± 3,5	1,15 ± 0,49	≤ 0,28
	Anémone 1	03/05/2010	5,9 ± 1,5	31,7 ± 2,3	1,39 ± 0,3	8,1 ± 3,8	1,14 ± 0,32	≤ 0,31
Sédiment Mururoa	Aprion 06	08/05/2010	9,9 ± 2	26,9 ± 2,1	1,6 ± 0,2	20,7 ± 4,6	1 ± 0,2	≤ 0,4
	Gorgone 05	08/05/2010	9,5 ± 2,8	29,8 ± 2,2	8,5 ± 0,7	20,9 ± 6,5	1,2 ± 0,2	≤ 0,4
	Janie 32	09/05/2010	6,8 ± 0,8	33,3 ± 2,2	4,6 ± 0,4	66,3 ± 8,7	1,3 ± 0,2	≤ 0,3
	Labre 32	09/05/2010	7,6 ± 0,8	30,4 ± 2,1	2,5 ± 0,2	9,3 ± 3,2	1,5 ± 0,4	≤ 0,3
	Orque 41	26/04/2010	9,4 ± 1,7	31,9 ± 2,6	34 ± 2,1	33,8 ± 6,9	1,4 ± 0,2	≤ 0,5
	Pieuvre 27	05/05/2010	9 ± 0,9	22,8 ± 1,6	7,9 ± 0,6	20,9 ± 5,6	0,9 ± 0,2	≤ 0,4
	Scalaire 15	07/05/2010	8,4 ± 1,8	29,1 ± 2,1	8,5 ± 0,6	17,6 ± 4,6	1,2 ± 0,2	≤ 0,4
	Umbre 24	04/05/2010	9,5 ± 0,9	24,7 ± 1,8	4,3 ± 0,3	21,4 ± 5,2	1,1 ± 0,3	≤ 0,3
	Zanclus 25	01/05/2010	7,7 ± 0,8	27,7 ± 2,1	1,6 ± 0,2	19,4 ± 4,9	1,1 ± 0,2	≤ 0,3
Sédiment Fangataufa	Cérithie 27	12/05/2010	7,7 ± 0,8	31,9 ± 2,6	1,5 ± 0,2	7,7 ± 2,2	1,3 ± 0,2	≤ 0,27
	Limnée 35	12/05/2010	7,9 ± 0,8	33,2 ± 2,4	1,2 ± 0,2	14,4 ± 2,8	1,1 ± 0,2	≤ 0,27
	Mitre 09	16/05/2010	5,5 ± 1,4	39,2 ± 2,8	1,4 ± 0,3	5,8 ± 1,1	1,5 ± 0,2	≤ 0,29
	Mitre 26	16/05/2010	8,1 ± 0,9	34,2 ± 2,3	18,9 ± 1,2	36,2 ± 6,1	1,6 ± 0,2	≤ 0,46
	Troque 13	16/05/2010	5,3 ± 1,4	36,3 ± 2,6	1,4 ± 0,3	4 ± 0,9	1,4 ± 0,2	≤ 0,3

Tableau 5 bis : Prélèvements de sable et de sédiments en 2010 (suite).

Prélèvements	Lieu	Date	⁶⁰ Co	¹²⁵ Sb	¹³⁷ Cs	¹⁵⁵ Eu	²⁴¹ Am	²³⁸ Pu	²³⁹ Pu + ²⁴⁰ Pu
Sable de plage	Anémone 1	04/04/2009	≤ 0,097	≤ 0,34	≤ 0,083	≤ 0,23	0,19 ± 0,14	2,83 ± 0,16	18,9 ± 0,63
	Anémone 1	03/05/2010	≤ 0,09	≤ 0,29	≤ 0,09	≤ 0,24	0,73 ± 0,11	2,84 ± 0,18	15,1 ± 0,57
Sédiment Mururoa	Aprion 06	08/05/2010	≤ 0,13	≤ 0,4	≤ 0,11	≤ 0,28	1,2 ± 0,2	2,2 ± 0,2	17,6 ± 1,6
	Gorgone 05	08/05/2010	≤ 0,13	≤ 0,39	≤ 0,12	≤ 0,34	2,2 ± 0,3	5,3 ± 0,6	43,1 ± 4,3
	Janie 32	09/05/2010	0,08 ± 0,05	≤ 0,31	0,14 ± 0,08	0,34 ± 0,11	1,3 ± 0,3	2,1 ± 0,3	20,2 ± 2
	Labre 32	09/05/2010	≤ 0,09	≤ 0,26	≤ 0,08	≤ 0,24	3,8 ± 0,5	7,5 ± 1,1	47,4 ± 6,6
	Orque 41	26/04/2010	≤ 0,15	≤ 0,52	≤ 0,16	≤ 0,38	22,8 ± 1,6	55,6 ± 5,4	421 ± 41
	Pieuvre 27	05/05/2010	≤ 0,11	≤ 0,37	≤ 0,11	1,29 ± 0,74	3 ± 0,3	11,6 ± 1,2	54,1 ± 5,4
	Scalaire 15	07/05/2010	≤ 0,12	≤ 0,37	≤ 0,12	0,26 ± 0,1	1,5 ± 0,2	6,3 ± 0,6	29,1 ± 2,4
	Umbre 24	04/05/2010	≤ 0,11	≤ 0,32	≤ 0,1	0,3 ± 0,11	2,3 ± 0,3	10,8 ± 1	48,7 ± 4,5
	Zanclus 25	01/05/2010	≤ 0,09	≤ 0,3	≤ 0,09	≤ 0,26	1,1 ± 0,2	4,7 ± 0,6	22,9 ± 2,4
Sédiment Fangataufa	Cérithé 27	12/05/2010	0,08 ± 0,02	≤ 0,25	≤ 0,08	0,79 ± 0,12	0,8 ± 0,1	3,5 ± 0,3	12 ± 1,1
	Limnée 35	12/05/2010	≤ 0,1	≤ 0,28	≤ 0,08	≤ 0,21	6,7 ± 0,6	25,3 ± 3,7	70,1 ± 9,4
	Mitre 09	16/05/2010	0,17 ± 0,03	≤ 0,27	0,06 ± 0,02	≤ 0,25	4,8 ± 0,5	23,6 ± 6	75 ± 18
	Mitre 26	16/05/2010	0,25 ± 0,05	≤ 0,45	0,32 ± 0,05	1,91 ± 0,53	13,5 ± 1,1	29,4 ± 4,7	90 ± 13
	Troque 13	16/05/2010	0,15 ± 0,02	≤ 0,28	≤ 0,09	1,02 ± 0,41	7,9 ± 0,6	72,6 ± 8	201 ± 22

