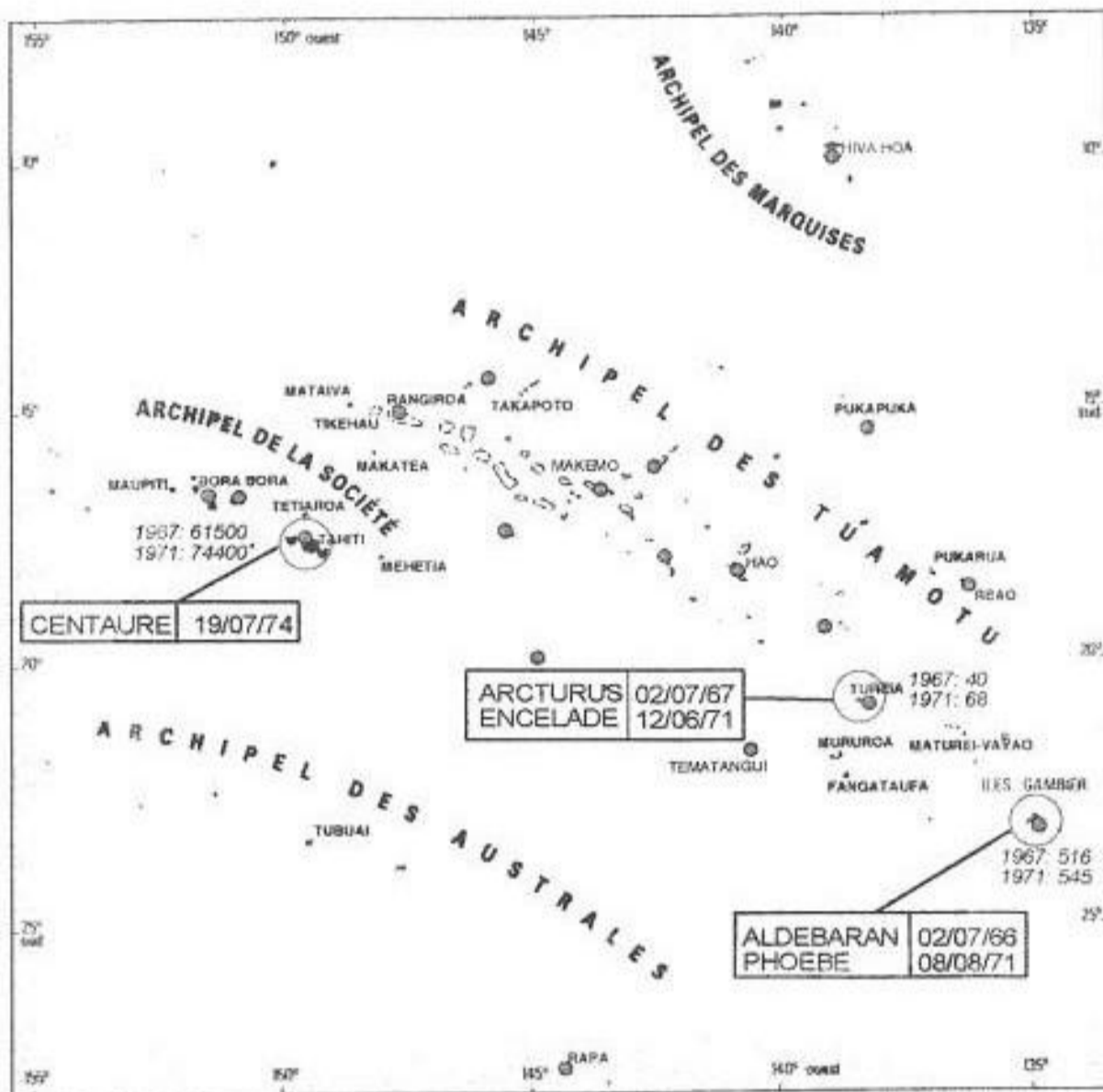


RESEAU DE SURVEILLANCE DE LA RADIOACTIVITE DURANT LES CAMPAGNES D'ESSAIS AERIENS

LOCALISATION DES RETOMBÉES SUR LES ILES HABITEES DE LA POLYNESIE FRANCAISE



● Poste de contrôle ou de surveillance radiologique "à terre"

○ Ile atteinte par une retombée

En italique: année et population

Retombées sur les îles Gambier

Les îles Gambier ont été touchées par des retombées consécutives aux essais ALDEBARAN (1966) et PHOEBE (1971). Le tableau ci-après résume les principales mesures physiques effectuées par le Poste de Contrôle Radiologique des Gambier.

Caractéristiques des retombées sur les îles GAMBIE

EXPERIMENTATION	DUREE	NATURE	DEBIT DE DOSE MAX*	DEBIT DE DOSE FIN RETOMBEE	DEPOT AU SOL (β,?)
ALDEBARAN 02/07/66 -15h34 TU Mururoa	1h20 H+10h45àH+12h05	Particules Pluies	250 µGy/h	130 µGy/h (H+12h05)	6 10 ⁷ Bq/m ² (H+12h05)
PHOEBE 08/08/71-18h30TU Mururoa	5h00 H+6h10àH+6h40 H+8h00 àH+12h30	Pluies	55µGy/h (H+6h30)	32µGy/h (H+6h40)	1,110 ⁶ Bq/m ² (H+26h)

* passage du nuage

Pour ALDEBARAN (28kt), premier essai sur barge, les îles Gambier ont été atteintes par des éléments du pied du nuage poussés par des vents de

secteur Ouest-Sud-Ouest évoluant au Nord-Ouest dans les heures qui ont précédé l'essai. L'intensité de la retombée est liée au mode de réalisation de cet essai où la fraction de l'activité totale contenue dans le pied est plus importante que pour un essai sous ballon.

De fortes pluies sont intervenues le 03/07/66 et ont entraîné un lessivage du sol. Le débit de dose était de 55 $\mu\text{Gy/h}$ à H+21 h30.

Après l'expérimentation de faible énergie PHOEBE (3,7 kt), l'évolution météorologique a conduit à placer la population des Gambier sous abri de prévoyance de H+4h30 à H+21h30.

Retombées sur Tureia

L'atoll de Tureia a été atteint par des retombées des essais ARCTURUS (1967) et ENCELADE (1971). Le tableau ci-après présente les principales mesures effectuées par le PCR.

Caractéristiques des retombées sur l'atoll de TUREIA

EXPERIMENTATION	DUREE	NATURE	DEBIT DE DOSE MAX*	DEBIT DE DOSE FIN RETOMBEE	DEPOT AU SOL ($\beta, ?$)
ARCTURUS 02/07/67 -17h30 TU Mururoa	3h H+8h30àH+11h30	Particules Pluies	30 $\mu\text{Gy/h}$	16 $\mu\text{Gy/h}$ (H+11h30)	3,3 10^6 Bq/m^2 (H+24h)
ENCELADE 12/06/71 -19h15TU Mururoa	14h H+10hàH+24h	Pluies	55 $\mu\text{Gy/h}$	20 $\mu\text{Gy/h}$ (H+24h)	1,3 10^7 Bq/m^2 (H+22h45)

* passage du nuage

Quelques heures après l'essai sur barge ARCTURUS (23 kt) une frange du pied du nuage a dévié de la trajectoire principale se dirigeant vers le Nord-Est pour se diriger vers le Nord puis vers l'Ouest (retour anticyclonique).

Après la retombée les pluies du 04/07/67 ont entraîné un abaissement du débit de dose d'environ 50%. A H+55 heures, le débit de dose était de 1,25 $\mu\text{Gy/h}$.

Pour ENCELADE, essai de moyenne énergie (440 kt, nuage principal stratosphérique), la retombée s'explique par une situation météorologique complexe et évoluant rapidement dans les heures qui ont suivi le tir. Cette situation (présence d'un talweg évoluant du Sud vers le Nord) a conduit à des intrusions quasi-laminaires d'air stratosphérique jusque dans les basses couches de la troposphère. La retombée est intervenue durant la nuit sous forme de pluies abondantes (10 litres/m² entre H+8h50 et H+15h30). Les habitations ont offert une protection substantielle (débit de dose divisé par trois environ dans les habitations).

Retombée sur Tahiti

Des retombées intermédiaires consécutives à l'essai CENTAURE, ont atteint l'île de Tahiti. Le tableau ci-après concerne les mesures relevées au poste de contrôle de la radioactivité de Mahina.

Caractéristiques de la retombée CENTAURE sur TAHITI

EXPERIMENTATION	DUREE	NATURE	DEBIT DE DOSE MAX.	DEPOT AU SOL ($\beta, ?$)
CENTAURE 17/07/74 -17h TU Mururoa	20h30 H+43h30à H+64h	Pluies	3,9 $\mu\text{Gy/h}$ (H+54h)*	2 10^6 Bq/m^2 (J+2)

* Fin de la retombée principale

Le nuage stabilisé de l'essai de faible énergie CENTAURE (4,5 kt) a atteint une altitude relativement faible (4000 mètres). Le nuage principal a formé plusieurs nuages secondaires qui ont suivi des trajectoires distinctes globalement dirigées vers l'ouest (retour anticyclonique). L'île de Tahiti a été abordée par l'Est. Des précipitations de forte intensité conjuguées aux effets de relief (blocage des nuages) ont conduit à un dépôt au sol hétérogène ».

➤ **L'évaluation des expositions induites**

L'homme peut être exposé aux rayonnements ionisants suite à une retombée par plusieurs voies. L'exposition externe se produit lors du passage du nuage et provient ensuite des particules déposées sur le sol. L'exposition interne provient de l'inhalation pendant la retombée puis de l'ingestion d'aliments contenant des radioéléments.

Pour l'exposition par ingestion, les iodes constituent les radioéléments dimensionnants et les aliments critiques sont, a priori, l'eau de boisson lorsqu'il s'agit d'eau de pluie, le lait de production locale ainsi que les légumes frais.

Pour les calculs d'exposition externe, on considère que les dépôts au sol se maintiennent en surface pendant l'année qui suit l'essai. Cette hypothèse simplificatrice, qui conduit à une importante sur-estimation de l'exposition, s'impose en raison de l'impossibilité à prendre en compte les caractéristiques des sols qui conditionnent la migration et le lessivage.

Le calcul de la dose efficace doit tenir compte de la protection offerte par les habitations et les bâtiments. Pour la Polynésie, on considère que les populations passent en moyenne 30 % de leurs temps à l'intérieur. Le coefficient de protection des habitations, de construction légère, a été évalué à 0,5 et celui des abris de prévoyance à 0,3.

➤ L'exposition externe (18)

« L'exposition externe conduit à des doses efficaces comprises entre 0,6 et 3,4 mSv (tableau ci-dessous) pour la première année suivant chaque retombée. Ces valeurs ont été calculées à partir des mesures réalisées par les PCR pendant et dans les heures qui suivent la fin de chaque retombée. La dosimétrie par film témoin porté par du personnel affecté sur les lieux au moment des retombées a permis, dans certains cas, de vérifier ces évaluations. »

Doses efficaces reçues par irradiation externe dans l'année suivant chaque retombée

EXPERIMENTATION	DATE	LIEU	DOSE EFFICACE (Sv)
ALDEBARAN	02/07/66	GAMBIER	$3,4 \cdot 10^{-3}$
ARCTURUS	02/07/67	TUREIA	$7 \cdot 10^{-4}$
ENCELADE	12/06/71	TUREIA	$9 \cdot 10^{-4}$
PHOEBE	08/08/71	GAMBIER	$9 \cdot 10^{-4}$
CENTAURE	17/07/74	TAHITI (Mahina)	$6 \cdot 10^{-4}$

➤ L'exposition interne (19)

Exposition interne par inhalation lors du passage du nuage

L'exposition interne par inhalation est estimée à partir des relevés de la concentration atmosphérique ou à défaut, à partir du dépôt au sol. Les doses efficaces, présentées dans le tableau ci-après, ont été calculées à l'aide de Limites Dérivées de Concentration Atmosphériques (LDCA) correspondant à un mélange de produits de fission.

Exposition interne par inhalation en dose efficace

EXPERIMENTATION	DATE	LIEU	EXPOSITION Bq/m ³ produits de fission	LDCA ⁽¹⁾ Bq/m ³	EQUIVALENT DE DOSE EFFECTIF Sv
ALDEBARAN	02/07/66	GAMBIER	$6 \cdot 10^4$	8400	$1,8 \cdot 10^{-4}$
ARCTURUS	02/07/67	TUREIA	8000	9000	$2,3 \cdot 10^{-5}$
ENCELADE	12/06/71	TUREIA	800	9000	$3 \cdot 10^{-6}$
PHOEBE	08/08/71	GAMBIER	600	7300	$2 \cdot 10^{-6}$

⁽¹⁾ LDCA = Limite de Concentration dans l'air

Exposition interne par l'ingestion d'eau

L'eau de pluie provenant des toits des fares est recueillie dans une citerne pour l'alimentation en eau à Tureia. Pour Rikitea, principal village des Gambier (499 habitants en 1971), l'alimentation est assurée à partir d'un réservoir collectant les eaux d'infiltration. A Tahiti, l'eau de

boisson provient de sources et dans ce cas l'exposition induite est négligeable.

Les doses efficaces présentées sur le tableau ci-dessous ont été estimées à partir des mesures pour une consommation de 2 litres d'eau par jour et en prenant les facteurs de dose recommandés par la CIPR. Seuls les iodes sont pris en compte car leur contribution à la dose est dimensionnante.

Estimations des doses efficaces dûes à l'eau de boisson

EXPERIMENTATION	DATE	LIEU	CONCENTRATION MAX P.F Bq/l	DOSE EFFICACE Sv
ALDEBARAN	02/07/66	GAMBIER	1600(J+6)	$1,4 \cdot 10^4$
ARCTURUS	02/07/67	TUREIA	5500 (J+2)	$6 \cdot 10^5$
ENCELADE	12/06/71	TUREIA	$4,2 \cdot 10^4$ (J+1)	$3,1 \cdot 10^4$
PHOEBE	08/08/71	GAMBIER	800(J+10)	$3,5 \cdot 10^5$

A Rikitea, le mode d'alimentation en eau par collecte des eaux d'infiltration contribue à limiter l'exposition interne par ingestion.

Exposition interne par l'ingestion de lait

Le dépôt de produits de fission sur les pâturages de Tahiti, principalement situés sur le plateau de Taravao, a entraîné la présence d'iode dans le lait dans les jours qui ont suivi la retombée consécutive à l'essai CENTAURE en Juillet 1974. La production locale de lait était collectée dans sa quasi-totalité, par la laiterie de Taravao. Dans le cas le plus défavorable, celui des nourrissons qui auraient consommé du lait frais uniquement issu des cheptels locaux, ces niveaux conduisent, pour une consommation de 0,7 litre par jour à une dose efficace de $2,7 \cdot 10^{-4}$ Sv. En fait, ce lait était uniquement destiné à fabrication de fromages et de yaourts pour lesquels le délai d'affinage est de quelques semaines. Les habitudes locales conduisaient à nourrir les nourrissons avec des laits en poudre ou stérilisés. De plus, la production locale de lait ne couvrait que 18% de la consommation. En tenant compte de ces facteurs, la dose efficace attribuable à l'ingestion de lait est de $5 \cdot 10^{-5}$ Sv dans le cas le plus critique (nourrisson).

Exposition interne par l'ingestion des autres aliments

Le tableau ci-après résume les doses efficaces induites par l'ingestion d'iodes déposés sur les aliments autres que l'eau et le lait. Ces estimations ont été établies à partir de mesures sur les denrées alimentaires produites localement.

Pour les îles Gambier, l'essentiel de la dose provient des légumes verts (feuilles, salades) et pour Tureia, des produits du lagon en particulier des mollusques filtrants comme les bénitiers.

*Doses efficaces induites par l'iode
pour l'ingestion des aliments autres que le lait et l'eau*

EXPERIMENTATION	DATE	LIEU	DOSE EFFICACE (Sv)
ALDEBARAN	02/07/66	GAMBIER	$1,2 \cdot 10^{-3}$
ARCTURUS	02/07/67	TUREIA	$5 \cdot 10^{-5}$
ENCELADE	12/06/71	TUREIA	$6 \cdot 10^{-5}$
PHOEBE	08/08/71	GAMBIER	$1,4 \cdot 10^{-4}$
CENTAURE	17/07/74	TAHITI	$2,5 \cdot 10^{-5}$

Pour ces aliments, la contribution des autres radionucléides à la dose efficace par ingestion représente environ 30 % aux Gambier en 1971 et 50% à Tureia en 1971 et à Tahiti en 1974 ; pour l'évaluation de la dose efficace totale, ces coefficients ont été utilisés. »

3.3. Les incidences relevées par l'UNSCEAR et l'AIEA

Les relevés et mesures faits par l'UNSCEAR précédemment ont été repris par l'AIEA dans le rapport du Comité Consultatif International (CCI) sur la situation radiologique des atolls de Mururoa et Fangataufa publié en 1998 et dont il est largement rendu compte à partir de la page 86 de la présente étude (cf. infra

3.2). Le mandat de ce comité ne comprenait pas l'analyse rétrospective des retombées des essais atmosphériques mais dans la mesure où elle a néanmoins été abordée, il a paru souhaitable d'en donner connaissance ici. Ces éléments sont précisés dans le rapport du CCI par l'encadré ci-après :

DOSES ESTIMEES DUES AUX MATIERES RADIOACTIVES RESIDUELLES

Encadré 9

DOSES PASSEES DUES AUX RETOMBEES QUI SE SONT PRODUITES AU MOMENT DES ESSAIS NUCLEAIRES FRANÇAIS EFFECTUES DANS L'ATMOSPHERE

Le mandat de l'Etude fait référence uniquement à la situation radiologique présente et future sur les atolls, et non aux doses reçues par les habitants de la région du Pacifique Sud du fait et au moment des essais atmosphériques effectués entre 1966 et 1974, ou par les personnes qui participaient à la réalisation du programme d'essais nucléaires. Néanmoins, le CCI a estimé qu'il serait intéressant d'inclure dans son rapport des renseignements sur les doses reçues dans la région à l'époque et a demandé au Secrétariat de l'UNSCEAR d'examiner les données existantes. Le présent résumé est basé sur les informations fournies par le Directeur du Secrétariat de l'UNSCEAR.

Pour l'hémisphère Sud en général, les essais nucléaires effectués à Mururoa et Fangataufa ont été à l'origine de 13 % du dépôt total de radionucléides résultant de tous les essais d'armes nucléaires. Pour 1998, le débit de dose annuel moyen dans toute la bande de latitude 20°-30° S dû aux retombées mondiales de tous les essais d'armes nucléaires est de l'ordre de 0,002-0,003 mSv, dont environ 0,0004 mSv peut être attribué aux essais nucléaires réalisés sur les deux atolls. (A titre de comparaison, la dose individuelle due aux retombées mondiales est actuellement, en moyenne annuelle mondiale, d'environ 0,01 mSv.) Les maximums des doses effectives annuelles dues à tous les radionucléides présents dans les retombées mondiales dans les années au cours desquelles se déroulaient les essais atmosphériques (0,025 mSv) ont été 100 fois inférieurs aux doses annuelles normales dues au fond naturel de rayonnement (~ 2 mSv), et actuellement les doses effectives annuelles sont grosso modo encore dix fois moins élevées (0,002-0,003 mSv).

Environ 5 000 personnes vivaient dans un rayon de 1 000 km autour du site d'expérimentation français, et il y a eu des expositions locales, lors de cinq essais en particulier (voir le tableau V) en raison de conditions inhabituelles de vent et de précipitations. Quatre essais ont donné lieu, au cours de la première année qui les a suivis, à des doses effectives de 1 à 5 mSv aux habitants de Tureia (l'atoll habité le plus proche, situé à 130 km au nord de Mururoa) et des îles Gambier (à 400 km au sud-est de Mururoa) en 1966-1971. Un essai a été à l'origine de doses allant jusqu'à 0,8 mSv aux habitants de Tahiti (1 200 km au nord-ouest de Mururoa) en 1974. Seules quelques personnes habitant sur ces îles auront reçu les doses maximums estimées qu'indique le tableau V. A Tahiti par exemple, la plupart des personnes auront reçu seulement des expositions externes. Quelques expositions internes résultant de l'ingestion de légumes verts ou de mollusques du lagon ont été estimées pour les autres îles.

Les expositions qui se sont produites à cette époque étaient dues essentiellement aux retombées de radionucléides à courte période, comme l'iode radioactif (spécialement ¹³¹I, qui a une période de huit jours). Les concentrations de ¹³¹I dans le lait ont été mesurées en de nombreux endroits de l'hémisphère Sud à l'époque des essais nucléaires atmosphériques sur les atolls de Mururoa et Fangataufa. On pense que les doses équivalentes à la thyroïde reçues par les personnes du fait des essais nucléaires sur les deux atolls n'ont pas dépassé 10 mSv sur toute la période des essais atmosphériques (1966-1974).

TABLEAU V. DOSES PASSEES DUES AUX RETOMBEES AU MOMENT DES ESSAIS ATMOSPHERIQUES FRANÇAIS — PERSONNES LES PLUS EXPOSEES

Date de l'essai	Lieu de l'exposition	Dose effective au cours de la première année (mSv)			
		Externe	Inhalation	Ingestion	Total
2 juillet 1966	Iles Gambier	3,4	0,18	1,9	5,5
2 juillet 1967	Atoll de Tureia	0,7	0,023	0,17	0,9
12 juin 1971	Atoll de Tureia	0,9	0,023	0,43	1,3
8 août 1971	Iles Gambier	0,9	0,002	0,24	1,2
12 juillet 1974	Tahiti (Mahina)	0,6	0,08	0,06	0,8

A l'issue de cet examen des retombées atmosphériques qui permet de cerner directement les limites de celles-ci dans des proportions tout à fait rassurantes, notamment au regard des différentes comparaisons que l'on peut faire avec d'autres sites, sans parler de celles que l'on ne peut pas ou plus faire, on regrettera d'autant plus l'absence du Tome IV de l'ouvrage «Les atolls de Mururoa et Fangafaufa » (DIRCEN/DAM du Ministère de la Défense et du CEA) qui doit traiter des problèmes liés aux retombées radioactives et dont les trois premiers tomes sont parus en décembre 1995 (I. Géologie, pétrologie, hydrologie ; II. Les expérimentations nucléaires-effets mécaniques, limino-thermiques, électromagnétiques ; III. Le milieu vivant et son évolution).

.....