

LA PROTECTION DES POPULATIONS ET DES EXPÉRIMENTATEURS LORS DES ESSAIS NUCLÉAIRES FRANÇAIS

Gérard MARTIN-CHAZAL

Article N° 33

Ind. 1 du 16 décembre 2015

LE PRINCIPE DE SÛRETÉ

Le risque associé à la radioactivité, comme celui présenté par l'ensemble des corps chimiques auquel le milieu vivant est exposé, est fonction de leur concentration. *«Tout est poison, rien n'est poison tout dépend de la concentration»* (phrase attribuée au physiologiste Claude Bernard). Cette évidence est largement illustrée par la pharmacopée.

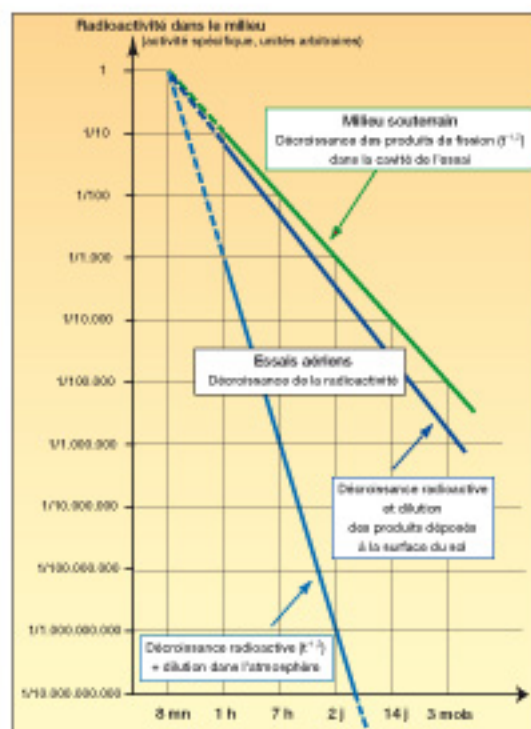
Le principe fondamental de sûreté des expériences nucléaires est donc fondé sur la recherche d'un temps suffisamment long pour permettre la diminution rapide de la concentration des produits radioactifs créés, par décroissance radioactive mais aussi par dilution entre le moment de leur création (l'instant zéro) et leur retour au niveau de la biosphère.

Il faut noter que les produits radioactifs générés par un essai sont majoritairement à périodes courtes comparés à l'inventaire du cœur d'un réacteur nucléaire. En effet, le développement des réactions nucléaires est très court avec une durée qui se chiffre en nanosecondes. L'inventaire des produits générés n'a pas le temps de s'enrichir de produits à vie longue ou semi longue tels les Césium 137, Strontium 90. Quant aux matériaux fissiles utilisés, dont le plutonium 239, les quantités utilisées sont très faibles par rapport au volume d'un nuage atmosphérique qui va rapidement diffuser ou faible vis-à-vis des tonnes de laves générées dans lesquelles ils sont piégés lors d'un essai souterrain.

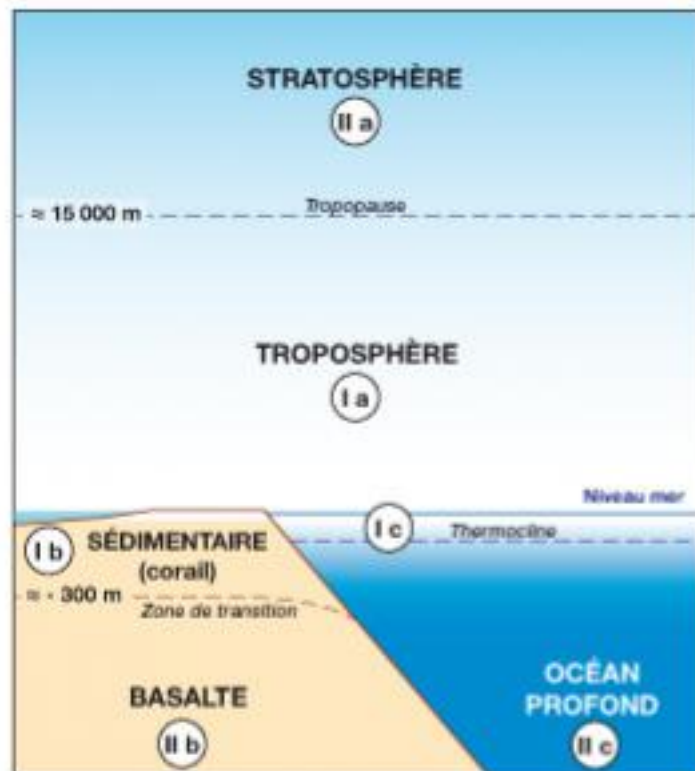
Lors des retombées d'un essai nucléaire atmosphérique dès que sa puissance est significative (quelques kilotonnes) la nuisance des produits de fission générés est prépondérante par rapport à celle du plutonium.

Une caractéristique du plutonium 239 qu'il est nécessaire de garder à l'esprit : si sa nuisance est élevée par voie pulmonaire, elle est plus modérée par voie digestive, voie par laquelle sa toxicité est très proche de l'uranium, produit dit naturel.

Pour ralentir le retour vers la biosphère des produits radioactifs on peut distinguer les différents compartiments des milieux atmosphériques, terrestres et marins, en fonction du temps de résidence des produits qui y sont injectés. Ces compartiments sont schématiquement représentés dans le graphe ci-après.



Décroissance d'un mélange radioactif lors d'un essai nucléaire.



Représentation schématique des compartiments de l'environnement.

Dans l'espace aérien :

- la troposphère, compartiment allant du sol jusqu'à une altitude d'environ 15 000 m, où le temps de résidence se situe entre quelques jours et quelques dizaines de jours, compartiment qui présente l'inconvénient dans sa partie basse (0 à 5 000 m) d'être le siège de précipitations qui peuvent accélérer fortement le retour de la radioactivité vers le sol (I a),
- la basse stratosphère, compartiment situé au-dessus du précédent, où le temps de résidence est beaucoup plus long, de un à deux ans (II a).

Dans le domaine géologique souterrain :

- le massif corallien ou sédimentaire (partie du sous-sol compris entre la surface et 300 à 400 m de profondeur) avec un temps de résidence de un à quelques années (I b),
- le basalte, partie profonde du massif volcanique, située sous le chapeau corallien, où le temps de résidence est très long et peut dépasser des centaines de milliers d'années (II b).

Pour mémoire, sont figurés les compartiments marins qui sont généralement peu concernés lors des essais nucléaires atmosphériques et souterrains :

- la couche de mélange, de la surface à quelques centaines de mètres de profondeur, où la dilution avec les masses d'eau profondes est freinée par la thermocline et où la faune marine est dense, ce qui en fait donc un compartiment particulièrement défavorable à la présence d'une forte radioactivité,
- l'océan profond où le temps de résidence est long, quelques milliers d'années à 4 000 mètres de profondeur, domaine utilisé dans le passé pour le stockage dans l'Océan Atlantique de déchets civils à vie courte ou moyenne. Autour des atolls de Mururoa et d'Hao, trois lieux d'immersions sont utilisés occasionnellement jusqu'en 1982, dans le respect des recommandations internationales et en particulier de la convention de Londres.

Concernant la forme physico-chimique des produits radioactifs :

- Pour les essais aériens, il est nécessaire de limiter l'action de la gravité en minimisant la part des particules lourdes ($> 30 \mu\text{m}$), pour cela il convient d'éviter d'incorporer du sol ou de l'eau de mer dans la boule de feu. La technique des tirs sous ballon permettant de réaliser l'essai en altitude répond à cette préoccupation.
- Pour les essais souterrains, la mise en place de sable de basalte au-dessus du conteneur de l'engin au moment de la fermeture du puits permet de favoriser la vitrification des produits radioactifs formés.

Il apparaît deux caractéristiques essentielles : les temps de résidence des produits radioactifs dans les milieux souterrains sont incomparablement plus grands que dans l'espace aérien ; en corollaire, la décroissance par dilution est beaucoup plus rapide en aérien.

GÉNÉRALITÉS SUR LES ESSAIS ATMOSPHÉRIQUES

Pour éviter le retour rapide des produits radioactifs vers la biosphère, il est nécessaire qu'ils soient injectés le plus haut possible dans l'atmosphère afin d'éviter qu'ils s'agglomèrent à des particules lourdes (d'un diamètre supérieur à 30 microns) qui, par gravité, vont retomber plus rapidement au sol. Les particules plus fines vont suivre des trajectoires imposées par les phénomènes de diffusion horizontale et verticale qui sont alors prépondérants par rapport à la gravité, formant ainsi un nuage dont l'activité spécifique va rapidement baisser comme le montre le graphe précédent.

Il est donc nécessaire que la boule de feu, en se développant, interagisse le moins possible avec l'environnement terrestre ou marin, d'où le positionnement des dispositifs expérimentaux à tester sur des tours, sous ballon porteur ou par largage d'un avion. Ce dernier moyen ne permet pas un diagnostic fin du fonctionnement d'un engin expérimental, il n'est utilisé que pour la qualification finale d'une arme dans son contexte opérationnel, il ne sera mis en œuvre qu'à trois reprises sur les 46 essais atmosphériques (dont 5 essais de sécurité de puissance nulle) réalisés dans le Pacifique.

On peut constater que pour les essais mégatonniques, les produits radioactifs injectés le seront essentiellement dans le compartiment stratosphérique dont le temps de résidence est long.

AU SAHARA

ORGANISATION DE LA SÉCURITÉ

Dès le premier essai, il est acté que la responsabilité de la sécurité des expérimentations devant le pouvoir politique est du ressort des Armées qui disposent des moyens terrestres et aériens pour l'exercer. Le CEA garde la responsabilité du développement de l'arme nucléaire.

Dans le domaine de la sécurité du travail, chaque employeur Armées et CEA en garde la responsabilité. Pour les entreprises extérieures associées au CEA, un protocole de coopération est conclu par le médecin du travail du CEA, le SMT/Essais avec le Service Médical de Protection des Entreprises, le SPE. Le SMT assurant pour le SPE le suivi des personnes employées par les entreprises lorsqu'elles sont sur les chantiers extérieurs du Sahara et du Pacifique.

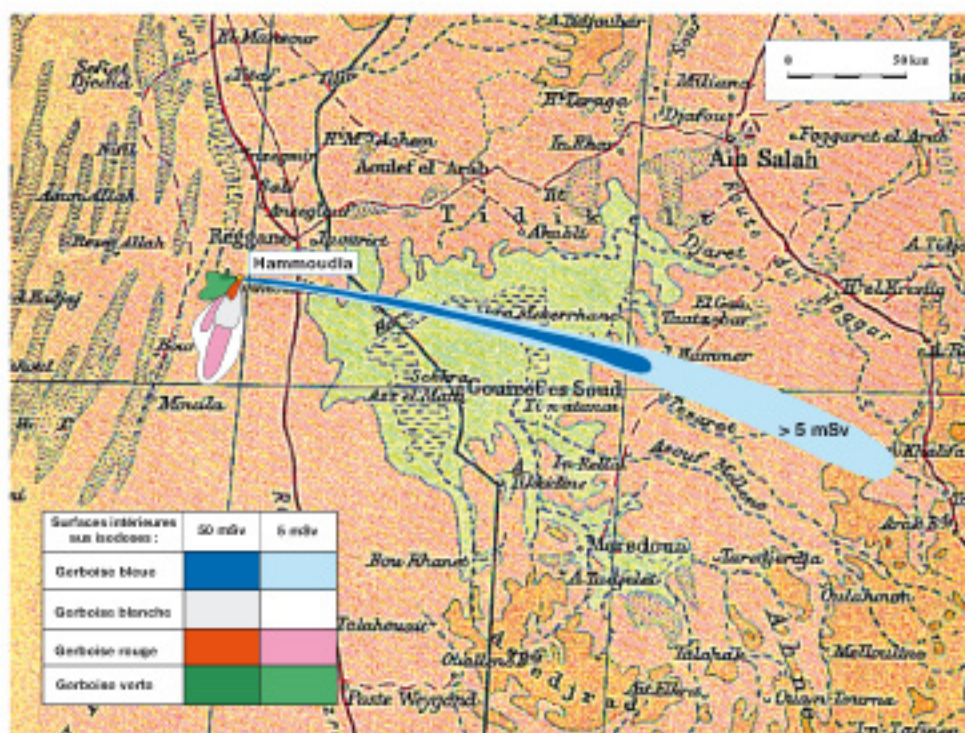
Le CEA/DAM/Essais disposait d'une Section de Protection Radiologique (SPR) sous l'appellation SPS (Section de Protection sur les Sites) dont l'organisation était calquée sur celle des SPR des Centres du CEA. La radioprotection lors de la confection de l'engin expérimental, son acheminement et son montage sur le site du tir était de la responsabilité du SPR/BIII. Le SPS gardant la responsabilité de la protection radiologique des autres intervenants civils et en particulier celle concernant tous les problèmes de radioprotection posés par les essais souterrains en galerie. Du retour dans la galerie après l'essai à la décontamination des personnels et des matériels, ainsi que le suivi dosimétrique du personnel CEA et des entreprises associées. Ce service était responsable de ce que l'on appelait les effets proches.

LES ESSAIS AÉRIENS À REGGANE

Les essais menés sur ce polygone sont au nombre de 4, de l'ordre de 70 Kt pour la première expérimentation Gerboise bleue, à moins de 10 Kt pour les trois suivantes, les Gerboises Blanche, Rouge et Verte. Les essais ont lieu au sommet de tours d'une centaine de mètres de hauteur limitant les interactions avec le sol pour ce premier essai qui est le plus puissant des quatre réalisés.

La position de ce champ de tir, avec des espaces déserts sous les vents dominants, est un atout important. Au moment de l'essai, les quelques pistes chamelières existantes sous le vent de l'essai sont interdites par la sécurité militaire. La base vie ainsi que le village de l'oasis de Reggane, qui sont généralement au vent du polygone expérimental, sont à l'abri des retombées.

Lors des essais Gerboises blanche et rouge, des manoeuvres tactiques, de retour vers le point zéro, entraînent, pour quelques dizaines d'intervenants militaires, des doses de l'ordre de 1 mSv à 10 mSv. Les doses maximales sont celles reçues lors de la pénétration pilotée du premier essai. Les retombées dues aux quatre expérimentations Gerboises sont données ci-après.



LES ESSAIS SOUTERRAINS À IN EKKER

Lors de ces 13 essais dans des galeries du massif du Tan Afella, deux ont donné lieu à une sortie de lave et deux autres essais ont connus des échappées limitées de gaz.

L'accident Béryl du 1^{er} mai 1962

Lors du second essai souterrain, l'obturation du colimaçon de la galerie a été trop tardive et une fraction significative (entre 5 et 10 %) de la radioactivité est sortie sous forme de lave, et de scories qui se sont solidifiées sur le carreau de la galerie, d'aérosols et de produits

gazeux formant un nuage radioactif dirigé plein Est. Dans cette direction, la radioactivité atmosphérique était significative jusqu'à environ 150 km mais à l'écart des villages sahariens. Par contre, le survol, par le nuage radioactif des expérimentateurs proches du massif, entraînait pour ces personnes une irradiation significative pendant leur repli du Poste de Commande de Tir vers la base vie. Les doses reçues sont élevées, entre quelques dizaines et plusieurs centaines de mSv. En particulier, une petite unité de 9 personnes a reçu des doses estimées entre 600 et 700 mSv et seront évacués à l'hôpital Percy (aucune séquelle n'a été constatée). Deux ministres étaient présents : MM. Pierre Messmer et Gaston Palewski. L'ensemble des personnes concernées ont été acheminées vers deux centres distincts de décontamination, l'un militaire l'autre civil. Les personnels ayant subis des doses supérieures aux normes professionnelles ont subis un examen complémentaire en métropole dans le centre CEA de Fontenay-aux-Roses.

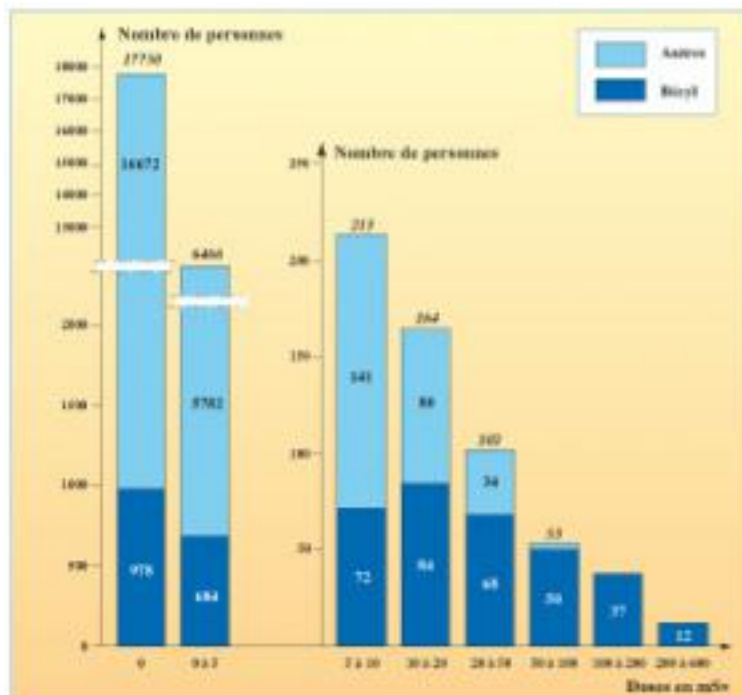
À cette occasion, il est observé la prédominance de l'exposition externe par rapport à l'incorporation interne qui ne représente que le pourcent de la dose totale. Ceci est dû à la forte irradiation des gaz rares qui n'ont pas d'affinité avec l'organisme et au faible débit pulmonaire ($< 1 \text{ m}^3/\text{h}$) qui limite l'incorporation lors d'une exposition de courte durée.

Cet accident est à l'origine de la refonte en 1964, dans le cadre des expérimentations à venir dans le Pacifique, du fonctionnement des services militaires et civils chargés de la protection radiologique des personnes et de l'environnement afin d'éviter une dualité dans les modalités d'exercice de la radioprotection entre le CEA et la Défense.

L'accident d'Améthyste du 30 mars 1963

Une faible quantité de scories de roches fondues se sont déposées sur le carreau de la galerie sans conséquences notables pour les personnels.

Le bilan dosimétrique de l'ensemble des expérimentations réalisées au Sahara est donné par le graphique ci-après.



Bilan global de la dosimétrie externe des personnels au Sahara (La quasi-totalité des doses supérieures à 50 mSv sont imputables à l'essai Béryl)

On note que la quasi totalité des doses les plus élevées est dû à l'accident Béryl. On peut remarquer que malgré les doses élevées reçues, les deux ministres sont décédés à plus de 80 ans, et que sur les neuf personnes les plus irradiées sept étaient encore vivantes lors d'un contrôle effectué ces dernières années à l'hôpital Percy, l'un étant décédé accidentellement.

Au plan environnemental

Dans la zone des essais aériens on détectait en 1999, des traces de radioactivité au niveau de débits de dose de 5 à 15 $\mu\text{Gy}/\text{h}$ sur quelques centaines de milliers de m^2 au point Gerboise bleue et sur quelques milliers de m^2 au point Gerboise Blanche et des activités surfaciques de 0,02 à 3 MBq/m^2 . Sur les deux autres points

d'essai ont été relevés des débits de dose inférieurs à 0,5 µGy/h. Près du point d'essai Gerboise rouge, des expériences portant sur quelques grammes de matière fissile ont été réalisées en cuve ou enterrées. Le seul accident à déplorer a été un blast oculaire d'un expérimentateur lors d'une explosion intempestive d'une charge chimique.

Dans la zone des essais souterrains, suite à l'accident Béryl, subsiste un volume de lave radioactive d'environ 1 000 m³ sur 200 m de longueur et d'une épaisseur comprise entre 20 et 40 cm. Les débits de dose maximaux sont de l'ordre de 30 à 300 µGy/h. La zone a été à l'origine entourée d'une clôture grillagée avec des pancartes d'interdiction d'entrée.

Sur le carreau de l'essai Améthyste, des scories de lave couvrent un millier de m² et les débits de doses maximaux sont de l'ordre de 50 µGy/h.

Sur les zones du Tan Ataram, à une trentaine de kilomètres du massif du Tan Afella, des expériences de diffusion atmosphériques ont été menées avec du plutonium. Il ne reste aujourd'hui que de faibles traces limitées aux points zéro des 5 expériences menées à l'air libre.

LES EXPÉRIMENTATIONS DANS LE PACIFIQUE

ORGANISATION DE LA SÉCURITÉ

L'organisation créée en 1964 est rendue effective en 1966 pour le premier essai dans le Pacifique. Sont mis en place deux services : Le Service Mixte de Sécurité Radiologique (SMSR) qui est constitué par le rapprochement des unités de protection civile (SPS) et militaire (CÉRAM) dans un même service. Celui-ci est dirigé en alternance par un officier supérieur et un adjoint CEA. Le SMSR dispose d'une section sous autorité militaire pour la Protection contre les Effets Lointains par des moyens de mesures répartis sur les cinq archipels polynésiens, dit «réseau archipel». Il assure un suivi de la radioactivité sur les deux hémisphères par un «réseau mondial» et complété par un réseau spécifique de mesures dans les pays Andins dit «réseau de coopération» avec la présence d'un conseiller scientifique du CEA. Une section de protection contre les Effets Proches (les atolls de tir) est dirigée par un ingénieur du CEA. Contrairement au Sahara, la dosimétrie externe de toutes les personnes civiles et militaires est regroupée sous tous ses aspects (moyens, distribution, enregistrement et diffusion des doses) dans une section du SMSR dirigée par un ingénieur du CEA.

La médecine du travail avec la dosimétrie interne reste, comme au Sahara, du domaine distinct des organisations civile et militaire. Par contre, la dosimétrie externe est traitée par un seul organisme, le SMSR.

Comme le SMSR, en 1964, un Service Mixte de Contrôle Biologique (SMCB) est chargé de suivre en tous points la radioactivité de la faune et de la flore en Polynésie. Il s'appuiera sur un Laboratoire basé à Tahiti, le Laboratoire d'Études et de Surveillance de l'Environnement (LSR puis LESE) de l'Institut de Protection et de Sécurité Nucléaire (IPSN) du CEA. En 1994, ces deux services SMSR et SMCB seront regroupés dans un service unique, le Service Mixte de Surveillance Radiologique et Biologique de l'homme et de l'environnement (SMSRB).

Les moyens en matériels et personnels consacrés à la sécurité radiologique et biologique ont été très importants (de 500 personnes en 1966 à 150 en 1996 à la fin des essais).

LES ESSAIS AÉRIENS SUR BARGES

Ils sont au nombre de quatre. Ce sont les plus pénalisants en termes de retombées proches. En effet, la boule de feu va incorporer une masse d'eau importante et les cristaux de sel chutant par gravité vont rabattre prématurément une part significative de la radioactivité vers le sol. Après deux de ces essais, Mururoa met plusieurs mois avant que la radioactivité du lagon et des sols touchés par les retombées du pied du nuage aient suffisamment baissées pour qu'il puisse être réoccupé afin de préparer la campagne suivante. La partie Nord de l'atoll de Fangataufa fût touché par une retombée d'un niveau important, une centaine de rad/h à un mètre du sol (1 Gy/h) dans la zone Kilo.

Le premier essai sur barge entraîna une retombée significative sur les îles Gambier situées à 300 km à l'Est de Mururoa. Les doses reçues par la population ont été de 5,5 mSv (pour une norme annuelle public de 5 mSv à cette époque) ce qui correspond à trois années d'exposition à la radioactivité naturelle moyenne en métropole ou dans les îles hautes de la Polynésie. Pour les expérimentateurs, deux doses dépasseront la norme professionnelle (avec 120 et 180 mSv) lors de la première pénétration pilotée du nuage radioactif. Doses élevées, supérieures aux limites professionnelles mais restant toutefois dans les limites de l'irradiation exceptionnelle concertée (200 mSv).

LES ESSAIS AÉRIENS SOUS BALLON

Comme pour les essais sur barges, l'ensemble du personnel est évacué la veille du tir soit vers Tahiti soit sur des bateaux positionnés au vent de la retombée de pied envisagée. La principale précaution restant de se protéger contre le flash lumineux à l'instant zéro. Le décompte des derniers instants avant l'essai est relayé sur la sonorisation des bateaux présents sur la zone de tir permettant au personnel de tourner le dos au moment du flash soit équipés de lunettes opaques, soit à défaut l'avant bras posé sur les yeux.

Après l'essai, des missions de reconnaissance radiologique ont lieu sur l'atoll afin de déterminer les zones contrôlées jusqu'au retour d'une situation radiologique permettant un accès de libre circulation.



Ces zones contrôlées étaient matérialisées et leur accès s'effectuait à travers des Cabines Vestiaires Douches Mobiles (CVDM), ou des installations fixes qui distribuaient la dosimétrie et les équipements à l'entrée et généralisait le passage à la douche et le contrôle radiologique des personnes en sortie. Les zones accessibles, contrôlées ou interdites faisaient l'objet d'un affichage aux points de passage du personnel : escale air, quai à l'embarquement de bateaux-bases. Compte tenu de la décroissance rapide des produits de fission, la durée de la majorité des zones contrôlées ne durait que quelques jours. Pour quelques zones où les retombées avaient été d'un niveau élevé, leur accès contrôlé conservait un caractère permanent. Après un essai, l'ensemble des atolls était considéré zone interdite avant que des missions de reconnaissance radiologique permettent de les déclasser. Les surfaces à prospector étant vastes, la priorité était donnée aux zones utilisées pour le prochain essai et certaines pouvaient rester interdites, par précaution, car n'ayant pu être radiologiquement reconnues.



PHOEBE

SITUATION RADIOLOGIQUE
A COMPTER DU: 0 AOÛT 68 MATIN

ZONE INTERDITE PERMANENTE
DÉTERMINÉE PAR REP PHOEBE - ALIENS 3 DONNÉE
NOTÉ 131809

ATOLL

ZONE CONTRÔLÉE PAR REP PHOEBE - DONNÉE 3 PARTIR
DE 08H30 DE L'ATOLL EST OUEST

- L'ACCÈS à la zone est interdit - PARTIR
à l'effectuation par le bateau pour la journée du 07/08/68
- Production d'informations des zones contrôlées PARTIR
MATIN - OUEST à 10 H45 DE MATIN à 07 H 00

NOTE - Accès en zone contrôlée à effectuer par la
14004 V.P. de 10 H45

LAGON - sans contamination radiologique
SAUF PAR AUTORISÉ PAR UN
DONNÉE

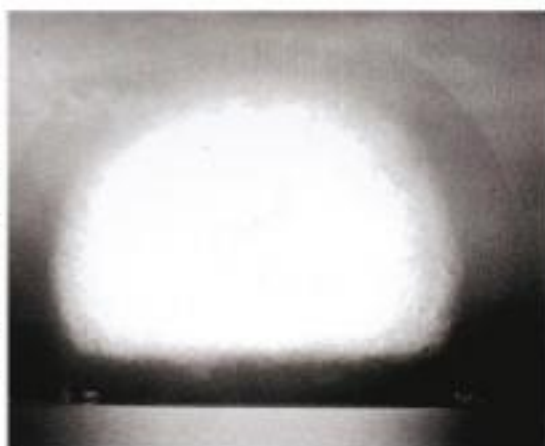
PAR LES ÉCHANGES - V.P. RADIOLOGIQUE 0029 DU 2719

ZONE INTERDITE
ZONE CONTRÔLÉE
ZONE OUEST

SMSE
6809

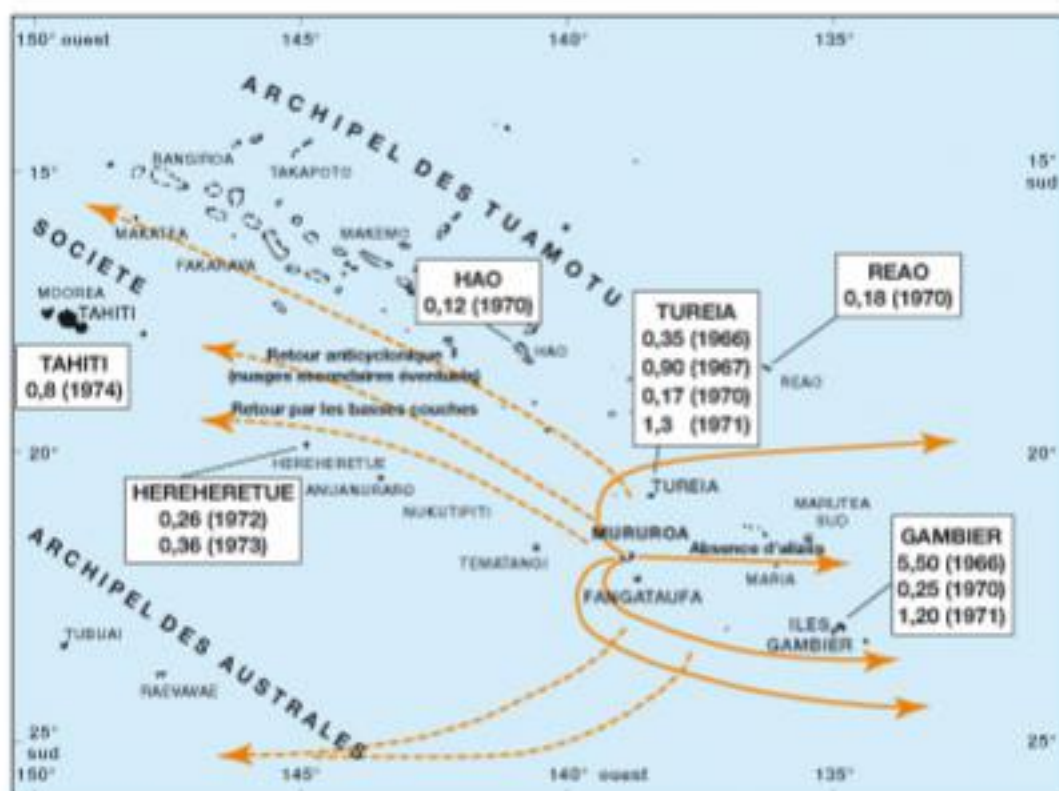
SC PRO SURVEILLER S. V. P.

Les essais mégatonniques effectués, en 1968, par l'injection de la majeure partie des produits de fission créés dans le compartiment stratosphérique, sont ceux qui ont entraîné les plus faibles retombées locales. Pour ces derniers, on pouvait craindre que l'impossibilité de monter le ballon suffisamment haut pour empêcher la boule de feu d'interagir avec le lagon et d'entraîner des retombées locales importantes. Mais le rebond de l'onde de choc, générée par l'explosion, empêchait cette interaction en aplatissant la boule de feu au voisinage de la surface.



Par précaution, avant que ce phénomène envisagé ne soit constaté, d'importantes mesures avaient été prises pour cette campagne mégatonnique. À Mururoa, des surfaces indispensables aux opérations avaient été protégées, soit par un revêtement de type «cococon», soit par un dispositif d'arrosage en pluie et des cabines vestiaires douches en béton avaient été réalisées aux points stratégiques : l'accès à la piste aviation et à la zone Nord, à la zone portuaire et à la zone Sud. Sur les atolls les plus exposés la protection des populations avaient été renforcée par adjonction d'abris de protection complémentaires avec arrosage en pluie des toitures.

Pour l'ensemble des essais sous ballon, les niveaux des retombées sur les îles ou atolls de Polynésie ont été d'une manière générale inférieures à 1 mSv c'est-à-dire inférieures à la moitié du niveau moyen de la radioactivité naturelle observée en France. Le bilan général des retombées significatives, c'est-à-dire supérieures au dixième de mSv, est donné dans le graphe ci-dessous.



On peut observer, sur ce graphe, les trajectoires les plus courantes des nuages. Le bas du pied était poussé vers l'ouest par les alizés qui sont les vents de basses couches ce qui épargne généralement la zone Vie de Mururoa et les vents en altitude, les jets portaient le nuage principal vers l'est. Les prévisions de retombées devront donc rechercher des situations où les vents intermédiaires entre basses et hautes couches permettent d'éviter entre autres les atolls de Tureia (à 100 km au Nord), les îles Gambier (300 km à l'Est) et Fangataufa (30 km au Sud). La recherche de ces situations entraînera de nombreux reports de tirs. Tous cumulés, ils représenteront de l'ordre de trois mois d'attente d'une situation météorologiquement favorables pour éviter des retombées significatives sur les lieux habités. Ces décisions de report de tir avaient des conséquences économiques très importantes compte tenu des moyens conséquents, navals, aériens et terrestres engagés pour mener une campagne d'expérimentation, mais les Armées étaient sensibilisés sur la nécessité de prendre un maximum de précautions avant d'autoriser l'essai, un accident grave pouvant compromettre l'avenir du champ de tir.

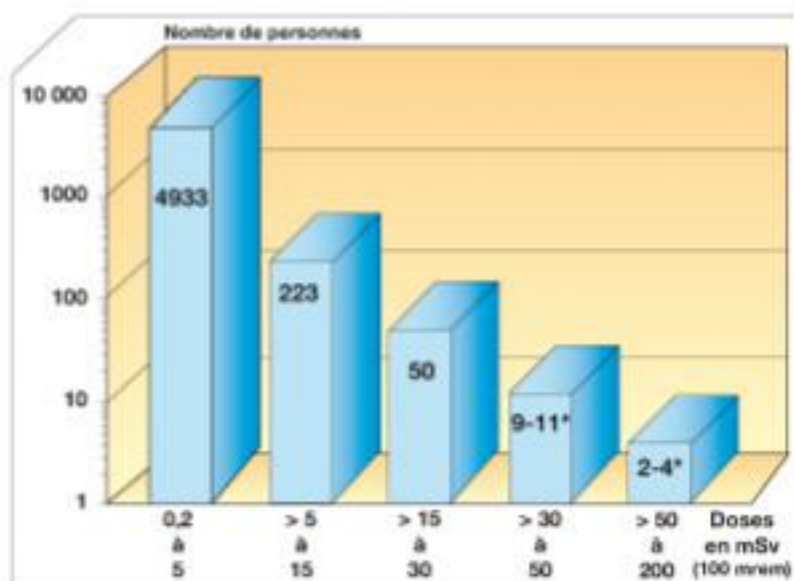
D'une manière générale, le bilan dosimétrique des expérimentateurs est modeste à l'exception des doses reçues par les pilotes des pénétrations pilotées dans le nuage mais celles-ci sont de l'ordre de 30 mSv c'est-à-dire restent dans le domaine des normes concernant les irradiations professionnelles (50 mSv), à une exception près en 1966 concernant le pilote et le navigateur de la première pénétration pilotée du nuage.

Des essais de sécurité, c'est-à-dire sans dégagement d'énergie nucléaire, donc sans produits de fission, étaient réalisés à terre, au point Colette situé au-delà du PEA Denise. Ces expériences au nombre de 5 ont entraîné au sol des dépôts de plutonium. Il a donc été nécessaire d'assainir ces sols par grattage de la surface corallienne. Ces travaux ont entraîné un suivi «plutonium» des personnels concernés par les services médicaux Défense et CEA (par prélèvements nasaux et mesures des fèces et des urines). Ces prélèvements n'ont, en général, pas donné lieu à l'imputation d'une dose d'exposition interne. Quelques selles positives ont été mesurées, mais il a été constaté qu'elles correspondaient simplement à des transits intestinaux sans incorporation résiduelle permanente, les deux et troisièmes selles des jours suivants ayant été négatives.

Après l'arrêt des essais aériens, ces expériences se sont poursuivies dans un blockhaus nommé MEKNÈS. Après la seconde expérience, un accident par l'inflammation d'un solvant, alors que la cuve avait été nettoyée, faisait deux morts et deux sévèrement brûlés. Les expériences suivantes seront menées en conteneur dans le cadre des opérations souterraines.

Pour toutes ces expériences mettant en jeu du plutonium, deux puits à déchets avaient été creusés jusqu'à une profondeur de 1 200 m.

Le bilan dosimétrique des personnels civils et militaires lors des essais aériens est donné dans le graphe ci-contre.



Toutes les doses supérieures à 30 mSv sont le fait des pénétrations pilotées du nuage.

LES ESSAIS SOUTERRAINS À TERRE ET SOUS LE LAGON

Ces essais sont contenus dans le massif. Dans un premier temps, les puits destinés à recevoir les conteneurs sont forés dans la partie terrestre de l'atoll puis sous le lagon. Ils peuvent donner lieu à des sorties de gaz lors des post-forages réalisés pour récupérer, après l'expérience,

des échantillons de lave. Sur chaque plateforme terrestre ou marine, les sorties de gaz ont parfois entraîné l'arrêt ponctuel des post-forages mais ces échappées n'ont jamais atteint la zone Vie à un niveau détectable. Des dispositifs de blocking gaz ont été assez rapidement mis au point. Pendant le forage, il a pu arriver que des remontées d'eau d'exhaure aspergent la plateforme de forage entraînant quelques doses maximales de dizaines de mSv à la thyroïde, doses mesurées par le SMT qui disposait d'un appareillage mis en place spécialement pour ces contrôles thyroïdiens.

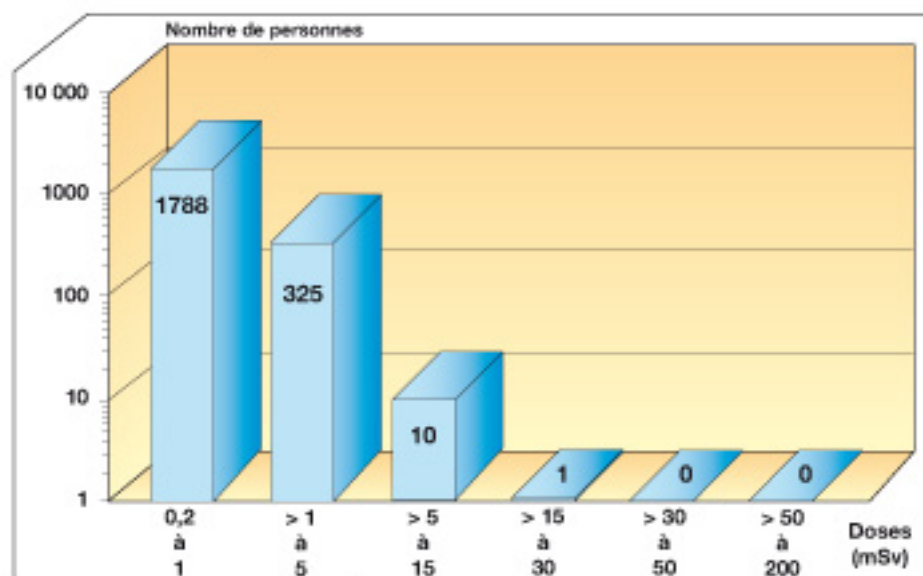
Le matériel de forage (tiges et têtes de forage) sur lesquels de l'iode s'était fixée étaient décontaminés par ultrasons après chaque forage dans la station de décontamination du SMSR en zone industrielle de Mururoa.

Les tirs réalisés sur la partie terrestre de la couronne de l'atoll ayant trop sollicité les flancs coralliens, un risque d'accident hydraulique par une vague déclenchée par un effondrement de falaise récifale est apparu. Des murs ont été érigés côté océan et côté lagon pour protéger la zone Vie. Un réseau d'alerte sismique a été mis en place et des balises de secours échelonné sur toute la partie terrestre pour les personnels se trouvant hors des murs de protection. Ce dispositif de surveillance sismique est encore opérationnel aujourd'hui pour protéger la trentaine de personnes assurant la surveillance des deux atolls.

Au moment des essais sous le lagon, le personnel présent à Mururoa était regroupé sur des plateformes pour être à l'abri de tout phénomène hydraulique éventuel. Les essais sous le lagon donnaient lieu à des geysers et la position de la barge de mesure était soigneusement étudiée pour éviter qu'elle n'en subisse les effets.



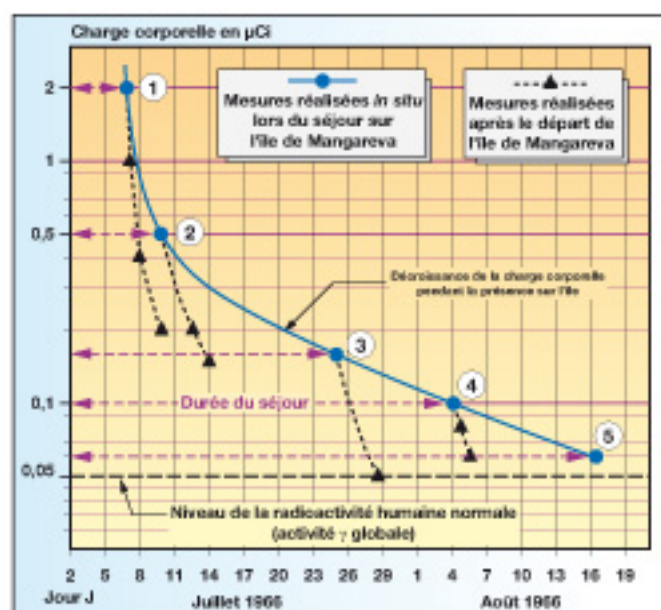
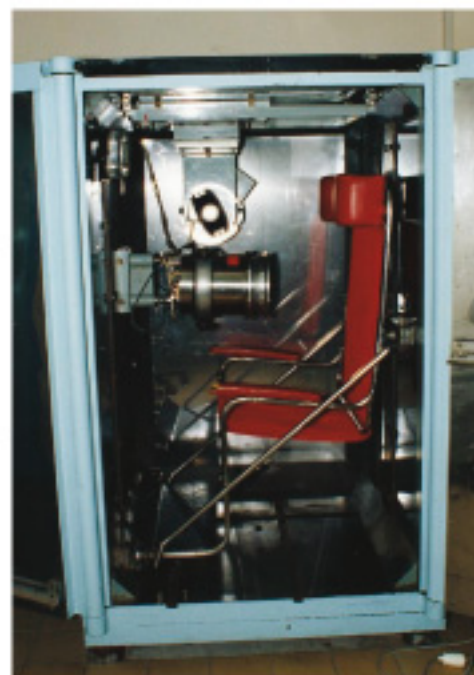
Le bilan dosimétrique des expérimentateurs civils et militaires lors des essais souterrains sont donnés ci-dessous.



LA DOSIMÉTRIE INTERNE

Des installations d'anthropogammamétrie avaient été mis en place par les services médicaux des Armées et du CEA dès les premiers essais aériens.

Le nombre de ces mesures réalisées sur les expérimentateurs et les populations des atolls voisins a été considérable. Près de 150 000 mesures ont été effectuées pendant la durée du champ de tir. Environ 200 ont présenté des indices supérieurs à 5 pendant la période des essais aériens, mais pour des radioéléments à durée de vie majoritairement courte, entraînant des doses inférieures au mSv.

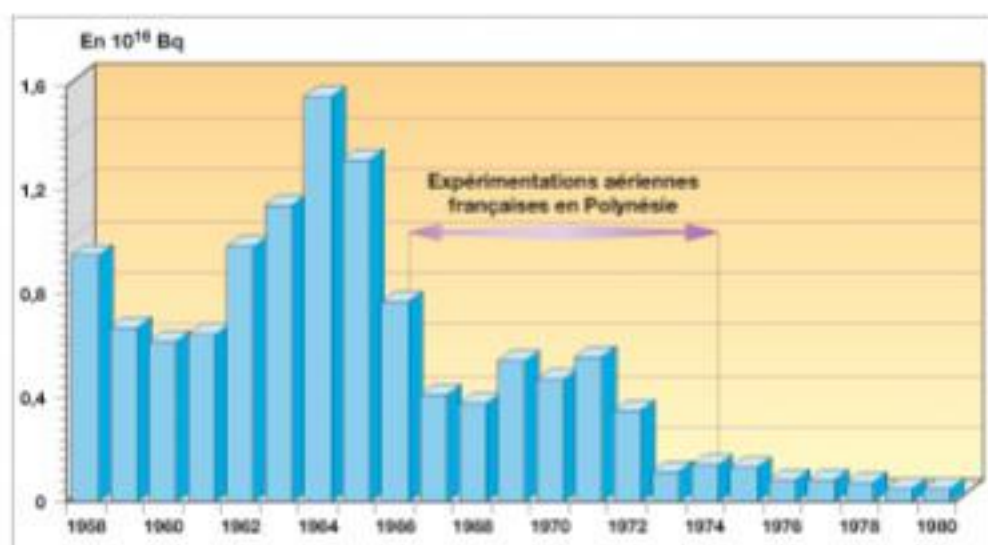


De l'ordre de 3 200 examens ont présentés des indices compris entre 2 et 5 pour des doses non significatives devant les celles des expositions externes.

Le graphe ci-contre montre la décroissance rapide de la charge corporelle de cinq personnes présentes à Mangareva lors de la principale retombée en Polynésie.

En conclusion, à titre anecdotique, la dose collective reçue par les expérimentateurs lors de leur activité sur le champ de tir du Pacifique est du même ordre de grandeur que la dose collective qu'ils ont reçu lors des voyages aériens intercontinentaux et interinsulaires qu'ils ont empruntés pour se rendre ou revenir de Mururoa. Bien sûr, la dose collective n'est pas un critère sanitaire car ce qui compte c'est la dose maximale reçue par un individu. Cet indicateur permet toutefois de montrer le faible niveau des doses reçues lors des expériences réalisées en Polynésie, niveau qui reste d'un ordre de grandeur comparable à celui d'un seul arrêt de tranche d'un réacteur nucléaire. Il n'en est évidemment pas de même au Sahara en raison de l'accident consécutif à l'essai Béryl.

Au plan environnemental, si au Sahara les laves de l'accident Béryl restent encore présentes, en Polynésie, comme dans l'ensemble de l'hémisphère Sud, les conséquences des retombées des expérimentations françaises ne sont plus qu'à l'état de traces et bien inférieures à celles générées par les autres puissances nucléaires comme le montre le graphe publié par l'organisme scientifique de l'ONU (UNSCEAR).



Aujourd'hui, à Mururoa, les niveaux de la radioactivité terrestre et de l'eau du lagon sont extrêmement faibles mais restent néanmoins surveillés par le Département de Suivi des Centres d'Expérimentations Nucléaires (DSCEN) de la DGA avec l'appui du Département, Analyse, Surveillance, Environnement (DASE) du CEA/DAM. Un rapport annuel est publié chaque année. On observe que la radioactivité du lagon rejoint, en Césium 137, le niveau du bruit de fond mondial des océans et le tritium reste à un niveau non détectable. Le plutonium y est encore mesurable mais à l'état de traces, alimenté par la très lente solubilisation des sédiments déposés au fond des lagons au droit des points zéro des essais sur barge et sous la zone côtière des expériences de sécurité.

Par contre, au plan géomécanique, il persiste un risque, bien que faible, d'un éboulement de falaise entraînant la formation et le déferlement d'une vague d'une certaine ampleur. Ceci constitue un danger pour des personnes se trouvant hors des murs de protection hydraulique de la zone Vie de Mururoa en cas de survenance d'un tel événement. Ce suivi géomécanique est réalisé à distance à partir du centre d'alerte sismique du DASE à Bruyères-le-Châtel afin d'anticiper un tel événement et mettre en situation de sécurité tous les personnels présents à Mururoa.

Référence : rapport CEA-R-6136 de 2007.
 Contact : gmartinchazal@netcourrier.com

Crédit photographique : CEA/CADAM