



TÉMOIGNAGES

ENTRE SCIENCE...

Les expérimentations nucléaires françaises dans le Pacifique

...réellement dangereuses ?

par **Albert CHAUSSARD**
ingénieur général de la météorologie
Compagnon du Val-d'Oise

Le 2 juillet 2006 verra le quarantième anniversaire de la première explosion nucléaire à Mururoa. Ces expérimentations ont été et sont toujours très controversées et font encore l'objet de critiques pour la plupart très partiales. Il m'a paru – avant la lettre – très intéressant de vous proposer ce témoignage car, pendant les campagnes de tirs, je cumulais les fonctions de chef des deux services météorologiques en Polynésie française : celui de l'Aviation civile et celui du Centre d'expérimentations du Pacifique en même temps que la fonction de conseiller technique de l'Amiral commandant le groupement opérationnel d'expérimentations nucléaires de 1965 à 1968, du général directeur des centres d'expérimentations nucléaires de 1969 à 1974.

Ce texte n'a rien d'un compte rendu officiel ou scientifique, il se rapproche plus d'un article de grande diffusion, j'ai voulu montrer que ces expérimentations et leurs conséquences n'ont rien de mystérieux ou diabolique, mais n'ont fait appel, à une autre échelle, qu'à des phénomènes observables dans la vie de tous les jours et que, sauf l'accident de Mangareva, la majeure partie des Polynésiens n'ont pas été exposés à des risques inadmissibles.

Dame nature, dans son immense bonté, a veillé à simplifier les réflexions des pauvres humains que nous sommes en appliquant les mêmes règles aux phénomènes répondant aux mêmes contraintes quelle que soit leur taille. C'est ainsi que les profils d'une aile d'Airbus 380, de la Ferrari de Schumacher ou la position optimale d'un coureur cycliste sur son vélo sont affinés dans une soufflerie, le déplacement d'un tsunami modélisé en veine hydraulique.

Quel est le gamin qui, au moins une fois, n'a pas fait éclater un pétard ? Mais aucun ne s'est certainement soucié du petit nuage qui s'est en général formé. En dehors de la faible onde de choc se limitant au bruit, l'explosion avait projeté quelques fines particules dans l'atmosphère. Dotées de vitesses initiales, obéissant aux lois de la physique, elles ont été soumises :

- à la pesanteur, qui les a entraînées vers le bas,
- à la poussée d'Archimède, fonction de leur volume et de la densité de l'air, qui a ralenti leur chute,
- à la viscosité qui leur a fait épouser les mouvements de l'air ambiant, (que ce soient les mouvements d'en-

semble, tourbillons locaux, micro turbulences ou ascendances) et a freiné leur mouvement propre, y compris leur chute : pour tout corps, il existe une vitesse limite de chute (l'effet parachute).

Situé au vent du point d'explosion, le gamin aurait vu le petit nuage s'éloigner de lui et devenir invisible, les particules se dispersant rapidement. Situé sous le vent, le nuage se serait rapproché, et il aurait senti l'odeur de la poudre. Bien triviales, ces considérations ! Mais elles s'appliquent à tout corps, petit ou gros, lourd ou léger, très dense ou non, radioactif ou non ! Lors des explosions nucléaires en Polynésie française, à Mururoa ou Fangataufa, elles ont permis la modélisation par ordinateur de l'évolution du nuage radioactif.

Étaient prises en compte à chaque expérimentation :

- d'une part les caractéristiques de l'engin expérimenté : taille, composition, granulométrie et radioactivité prévues du nuage,
- d'autre part les données météorologiques (vent, hygrométrie et température de l'air) prévues pour les



36 heures suivant l'explosion, entre le niveau de la mer et 25 km d'altitude, dans un vaste domaine englobant les rares atolls avoisinants et le désert océanique situé à l'est du point zéro, donc, compte tenu de la quasi permanence des vents d'ouest en haute altitude, sous le vent de l'explosion.

Le résultat présenté au décideur était le tracé d'une courbe fermée englobant la zone dangereuse à éviter, c'est-à-dire la zone où la radioactivité restait supérieure pendant un certain temps au seuil considéré comme admissible. Elle

campagne, et il faut rappeler qu'en 1966 les calculateurs numériques étaient loin d'être aussi performants qu'aujourd'hui. Afin de gagner un peu de temps, ils pouvaient travailler en simple précision, c'est-à-dire coder les variables sur quatre octets au lieu de huit. Sans influence sur le résultat final lors d'itérations peu nombreuses, il n'en était pas de même lorsque le nombre de ces dernières devenait très grand. Ce choix fut désastreux pour Mangareva, dans l'archipel des Gambiers lors de la deuxième expérimentation de 1966.



Champignon atomique quelques secondes après l'explosion : le buisson nuageux de la base résulte de la condensation de l'eau du lagon vaporisée par l'explosion, le « pied » du champignon de celle de la vapeur d'eau atmosphérique entraînée par le tourbillon provoqué par l'ascension de la bulle radioactive.

avait la forme d'un pétale de fleur, l'éperon étant au point zéro. Par vents faibles, de directions variables avec l'altitude, c'était un pétale de rose dont les bords pouvaient être dangereusement proches, ou même englober, des îles habitées, essentiellement Tureia, Pukarua et l'archipel des Gambiers : il fallait alors attendre des jours meilleurs, une petite quinzaine en est le record. A contrario, si les vents étaient forts, peu variables en direction selon la verticale, c'était un pétale de marguerite, ce qui donnait une bonne marge de sécurité. Les conditions favorables pour l'expérimentation étaient alors réunies.

Il est évident que la confiance à accorder au résultat de ces calculs dépendait de celles à accorder d'une part aux prévisions météorologiques, d'autre part au programme informatique. Or ce dernier ne pouvait évidemment pas avoir été testé en vraie grandeur avant le début de la

Il faut rappeler que, malgré les travaux d'Henri Poincaré et la publication en 1963, malheureusement passée inaperçue jusque dans les années 70, de l'article de Lorenz⁽¹⁾ considéré maintenant comme fondamental dans la théorie du chaos, la communauté scientifique internationale d'alors n'avait pas conscience du fait que de très

1. « Deterministic Nonperiodic Flow » par Edward Lorenz, météorologue au Massachusetts Institute of Technology, publié dans « Journal of the Atmospheric Sciences ». Voulant recommencer une simulation avec les mêmes conditions initiales, il dut s'arrêter à mi-parcours. Ayant sauvegardé les résultats partiels obtenus, il les reprit pour continuer mais obtint un résultat final très différent de ce qu'il attendait. Il réalisa que l'ordinateur calculait avec six décimales mais n'en sauvegardait que trois et que cette infime différence dans les conditions initiales était à l'origine du fait observé : « l'effet papillon » était né.



faibles différences dans les conditions initiales pouvaient conduire à de grandes différences dans le résultat de calculs ou d'intégrations poursuivis sur une longue période.

En 1966, lors de la plupart des explosions, la bombe était installée sur une barge, que l'explosion volatilisait ainsi qu'un important volume d'eau de mer. Dès 1967, les engins furent suspendus à un ballon amarré sur une barge par un câble de plusieurs dizaines de mètres. La barge coulait et le volume d'eau vaporisé était moindre. Les particules radioactives projetées dans l'atmosphère étaient donc beaucoup moins nombreuses. De 1976 à 1996, toutes les explosions eurent lieu dans le basalte, au fond d'un puits de plusieurs centaines de mètres de profondeur creusé au milieu du lagon. Il n'y avait plus aucune particule radioactive projetée dans l'atmosphère.

Les premières années, les expérimentateurs et les différents intervenants étaient logés sur des navires ancrés dans le lagon de Mururoa. La veille de l'explosion, ces derniers quittaient le lagon pour rejoindre des positions situées à plusieurs dizaines de kilomètres du point zéro (en général quatre à six pour la plupart), hors de la zone dangereuse et le plus possible au vent de l'explosion. Le dernier navire à évacuer était celui du CEA, logement des expérimentateurs, c'est-à-dire des personnels manipulant l'engin ou chargé des mesures de la radioactivité dans le milieu ambiant et la chaîne alimentaire. Au moment de l'explosion, aucune personne autre que l'équipage de l'avion (qui tournait le dos au point zéro) chargé de lancer les sondes de prélèvement d'échantillons dans le nuage radioactif ne se trouvait alors à moins de plusieurs dizaines de kilomètres de l'explosion, (Tureia, l'île habitée la plus proche, est à 75 km de Mururoa, 80 de Fangataufa). Les occupants des navires étaient alors confinés à l'intérieur de ceux-ci et les habitants des atolls les plus proches dans les abris prévus à cet effet. Des mesures de contrôle de la radioactivité étaient en permanence effectuées sur les atolls, habités ou non, et quelques balises afin de valider les résultats des calculs.

Le nuage formé lors de l'explosion, mélange de particules radioactives, de vapeur d'eau et de gouttelettes en suspension avait une température très élevée. Sous la poussée d'Archimède, il était projeté violemment à très haute altitude et son sommet pouvait atteindre, selon la puissance de la bombe, vingt à vingt-cinq kilomètres.

Emporté par les vents, le nuage radioactif s'éloignait alors rapidement de la Polynésie, tout en se déformant, chaque particule épousant le vent soufflant à son niveau. Mururoa et Fangataufa étant situés en bordure équatoriale du jet-stream austral, les vents de haute altitude y sont en cette saison en permanence de secteur ouest, avec des vitesses la plupart du temps supérieures à 100 km/h au niveau, variable, de leur maximum. D'où étirement vertical, étalement latéral et stratification du nuage, donc dilution des particules radioactives. Leur densité spatiale diminuait rapidement, l'eau condensée s'évaporait et le nuage devenait invisible. Au bout de 24 heures, le gros du nuage se trouvait à plusieurs milliers de kilomètres à l'est du point

zéro, survolant une zone maritime déserte, avant d'atteindre le continent sud-américain distant de plus de 6 000 km.

Il faut souligner que, contrairement aux expérimentations américaines dans les îles Marshall, aux anglaises dans le désert australien, aux russes et chinoises sur leur territoire et aux premières françaises dans le Sahara, où la bombe explosait sur la terre ferme, à Mururoa et Fangataufa, elle explosait sur ou au-dessus de l'eau des lagons. À Mururoa, la surface du lagon est de l'ordre de 150 km² et la profondeur moyenne de 40 mètres. Il n'y avait donc pas formation de cratère radioactif persistant des années, pouvant rediffuser par vents forts des poussières radioactives ou, par fortes précipitations, entraîner la pollution de la nappe phréatique. Les particules lourdes radioactives, formées localement entre autre par atomisation de la barge, coulaient rapidement, tout en étant dispersées par la forte agitation due à l'explosion, aux vagues et aux forts mouvements d'eau résultant du phénomène d'ensachage⁽²⁾. Leur densité diminuait donc rapidement, ainsi que celle du rayonnement. De plus, ce dernier était, au moins partiellement, absorbé par l'eau de mer. Sur l'océan Pacifique, vagues, marées et courants jouaient le même rôle.

En 1966, année où la plupart des tirs eurent lieu sur barge, les navires rentraient dans le lagon le lendemain en fin d'après-midi. Le premier à rentrer était celui du C.E.A. pour effectuer la mesure de la radioactivité résiduelle avant d'autoriser la rentrée des autres. Ses occupants étaient porteurs de dosimètres, dont les résultats enregistrés dans leurs dossiers médicaux sont toujours archivés au service médical du C.E.A. Avec les tirs sous ballon des années suivantes, où les particules projetées dans l'atmosphère étaient beaucoup moins nombreuses, les rentrées se faisaient le jour même en fin d'après-midi.

Par ailleurs, quelle que soit sa nature et ses conséquences sur l'organisme qui le subit, l'action de tout rayonnement obéit aux mêmes règles : elle est d'autant plus forte que le rayonnement est intense, la durée d'exposition longue et les sources puissantes. L'infrarouge peut être tragique et dévastateur, tels les incendies du Bazar de la Charité, du tunnel du Mont Blanc ou des feux de forêt, mais on peut éteindre sans douleur la flamme d'une bougie en en pinçant rapidement la mèche entre deux doigts et des millions de foyers domestiques sont allumés chaque jour dans le monde.

On ne fera pas bouillir un litre d'eau dans un four à micro-ondes en ne le laissant que cinq secondes à la

2. Dans les lagons dotés d'une seule passe, donc en cul de sac, l'eau entre à marée montante, et en ressort à marée descendante par la même passe, ce qui provoque de violents courants dans cette passe et des mouvements incessants dans le lagon entraînant un brassage permanent.



puissance maximale ou qu'une heure en décongélation. De même, on supporte toute sa vie la radioactivité naturelle de sa région et, si une radiographie occasionnelle des poumons est sans danger, en revanche, en prescrire une quotidiennement pendant plusieurs mois serait hautement criminel.

Le nuage radioactif résiduel ne survolait en haute altitude les îles polynésiennes qu'au bout de plusieurs jours en ayant fait le tour de la terre après franchissement de la Cordillère des Andes, de l'Afrique puis de l'Australie, sources de fortes turbulences augmentant la diffusion, tant latérale que verticale, des particules. La densité des particules radioactives et l'intensité du rayonnement provoqué par le passage du nuage étaient donc très affaiblies. En ce qui concerne la Polynésie française, la radioactivité naturelle est très faible: un petit multiple de celle due aux rayons cosmiques. Au premier passage du nuage, elle devenait pendant quelques jours de l'ordre de grandeur de celle observée en France toute l'année dans la plupart des régions.

L'expérience acquise lors des expérimentations sahariennes, le choix d'une région maritime quasi déserte, la décision de faire exploser les engins d'abord sur barge, puis sous un ballon amarré au-dessus d'un plan d'eau, le long trajet à parcourir par les nuages atomiques avant de survoler les continents sud-américain, africain et australien puis la Polynésie, l'éloignement du point zéro de l'île habitée la plus proche (75 km), la logistique mise en place pour satisfaire au mieux les besoins des différents intervenants, les dispositions opérationnelles prises par le commandement pour assurer la sécurité radiologique de tous, la prise en compte rigoureuse des données météorologiques, rendue possible par le programme informatique mis au point par le Service mixte de sécurité radiologique, ont permis, une fois la cause de l'accident de Mangareva identifiée, éliminée et les leçons tirées, de poursuivre ces expérimentations extrêmement dangereuses en sécurité radiologique optimale, tant pour les Polynésiens que, mesures et consignes de sécurité étant respectées, pour les expérimentateurs.

Rien d'accrocheur ni de bien sensationnel dans tout cela et pas de quoi fouetter un chat... Heureusement, certains médias étaient là pour y remédier.

C'est ainsi qu'une chaîne de télévision a diffusé il y a quatre ou cinq ans, en heure de grande écoute, un « documentaire » sur les expérimentations nucléaires françaises dans le Pacifique. Je ne l'ai pas vu, mais j'ai reçu dès le lendemain matin un coup de téléphone d'une amie au comble de l'indignation.

Il est exact que, dans une seule île, voisinaient abri souple et hangar en béton utilisé par des militaires. Mais afin de permettre au lecteur de se faire son jugement personnel, il faut rappeler les dangers que fait courir à l'environnement une explosion nucléaire :

- le premier de tous est de provoquer la cécité par brûlure de la rétine de quiconque qui, situé selon les conditions météorologiques dans un rayon de 150 à 200 km autour du point zéro, regarderait en sa direction à

l'instant zéro. D'où la nécessité d'un confinement de tous, civils et militaires, à l'abri de la lumière au moment de l'explosion. C'est ainsi qu'en 1966, année où un astronaute américain était en orbite, l'heure zéro était fixée en fonction des éphémérides du satellite de telle sorte qu'il soit suffisamment éloigné pour être hors de vue, donc l'astronaute hors de danger ;

- l'île habitée la plus proche, Turéia, étant à environ 75 km, il n'y avait donc pas lieu de s'inquiéter ni de l'effet de souffle, ni de l'onde de choc, qui se réduisait à cette distance à un fort coup de tonnerre ;
- le survol d'un atoll par le nuage radioactif se serait accompagné d'une augmentation temporaire de l'intensité du rayonnement, qui aurait pu être dangereuse. De longue date, les radiologues savent se protéger des radiations parasites avec leurs tabliers en tissu renforcé de plomb. Les « tentes » étaient fabriquées dans un tissu de ce type, beaucoup plus épais et performant ;
- le danger pouvait provenir de la chute des particules radioactives. Ce n'était pas, compte tenu de la faiblesse de la taille de particules capables de parcourir plusieurs dizaines de kilomètres dans l'atmosphère avant de survoler une île habitée, leurs chocs qui étaient inquiétants, mais leur inhalation. Pour y pallier, l'air respiré dans l'abri était sur pressurisé.

Puisé à l'extérieur, il était filtré au mieux de la technique connue avant d'être diffusé à l'intérieur.

- lors de la conception de ces abris, il avait été admis que leur occupation pourrait durer environ 24 heures. Il était donc prévu d'une part les provisions nécessaires pour distribuer à tous des casse-croûte, d'autre part des projections de films sur grand écran (les premières pour la plupart des habitants de ces îles où la télévision n'avait pas encore fait son apparition) ;
- les Polynésiens n'étaient pas seuls dans ces abris. Ils étaient encadrés par le chef de poste, un ou deux représentants du Service de santé et les militaires chargés de la mise en œuvre des groupes électrogènes, du bon fonctionnement des filtres, des projections des films et de la distribution des vivres ;
- la seule île où voisinaient un abri et un hangar en béton était Mangareva, dans l'archipel des Gambiers, à environ 800 km au sud-est du point zéro. Le hangar en béton n'avait pas été construit par les militaires : c'était un hangar à coprah désaffecté, loué à son propriétaire pour les besoins de la station météorologique à qui il servait de magasin ;
- quant aux militaires bien à l'abri sous le béton, c'étaient des météorologistes qui, comme dans les autres atolls habités, effectuaient depuis la veille au soir toutes les trois heures un sondage de vent entre le sol et 20 à 25 km d'altitude afin de vérifier qu'aucune erreur de prévision n'avait été commise. Si tel avait été le cas et qu'une île ait été menacée, les secours auraient pu être mis en branle avant même que le nuage n'ait atteint l'île.

Au fait, vous êtes-vous jamais demandé s'il n'y avait pas quelqu'un, ou quelques-uns, qui, par hasard, auraient intérêt à diaboliser le nucléaire ? ...