

De la part et avec les compléments de

Charles Millon
Ministre de la Défense

Dossier d'information
concernant la reprise
des essais nucléaires

1995



SOMMAIRE

1ère partie : Les essais

1. HISTORIQUE
2. NEGOCIATIONS INTERNATIONALES ET ARMEMENTS NUCLEAIRES
3. LA VOLONTE DE TRANSPARENCE CONCERNANT LES ESSAIS
4. LA SECURITE SUR LE SITE
5. LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT
6. QU'EST-CE QU'UN ESSAI ?
7. COMMENT SE REALISE UN ESSAI NUCLEAIRE ?
8. LA SIMULATION ET LE PROGRAMME PALEN
9. ASPECTS TECHNIQUES DES ESSAIS SOUTERRAINS
10. INVENTAIRE DES ESSAIS NUCLEAIRES FRANCAIS
11. CARTES

2ème partie : Argumentaire Confidentiel

1. POURQUOI REPRENDRE LES ESSAIS ?
2. POURQUOI UNE DECISION AUSSI RAPIDE ?
3. POURQUOI REPRENDRE LES ESSAIS ALORS QUE D'AUTRES CONTINUENT D'OBSERVER UN MORATOIRE ?
4. POURQUOI VOUS AUTORISEZ-VOUS CE QUE VOUS VOULEZ INTERDIRE AUX AUTRES ?
5. POURQUOI N'AURAIT-ON PU POURSUIVRE LA SUSPENSION DES ESSAIS ?
6. EST-CE VOTRE DERNIERE CAMPAGNE ?
7. 7 FICHES ANNEXES
8. SYNTHESE DE L'ARGUMENTAIRE

3ème partie : Missions à Mururoa

1. MISSION DES SCIENTIFIQUES FRANÇAIS PRESIDEE PAR MONSIEUR HAROUN TAZIEFF
2. MISSION DES SCIENTIFIQUES ETRANGERS
3. MISSION DU COMMANDANT J.Y COUSTEAU
4. IMPACT ECONOMIQUE ET SOCIAL DES ARMEES ET DU C.E.A POUR LA POLYNESIE FRANÇAISE

1ERE PARTIE : LES ESSAIS

1. HISTORIQUE
2. NEGOCIATIONS INTERNATIONALES ET ARMEMENTS NUCLEAIRES
3. LA VOLONTE DE TRANSPARENCE CONCERNANT LES ESSAIS
4. LA SECURITE SUR LE SITE
5. LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT
6. QU'EST-CE QU'UN ESSAI ?
7. COMMENT SE REALISE UN ESSAI NUCLEAIRE ?
8. LA SIMULATION ET LE PROGRAMME PALEN
9. ASPECTS TECHNIQUES DES ESSAIS SOUTERRAINS
10. INVENTAIRE DES ESSAIS NUCLEAIRE FRANCAIS
11. CARTES

HISTORIQUE

Il y a 50 ans, le gouvernement lançait un programme de recherche sur l'énergie atomique, incluant la possibilité pour la France de se doter de l'arme atomique. Dès 1952, le gouvernement commande une série d'études sur l'armement nucléaire futur qui montre la faisabilité de l'entreprise.

Félix Gaillard en avril 1958, puis le Général de Gaulle en juillet 1958, décident que la première expérimentation française d'une arme atomique se déroulera au début de l'année 1960. Le Sahara est retenu comme champ de tir pour les essais de la bombe A. Le Commandement Interarmées des Armes Spéciales (CIAS), placé sous les ordres du Général Ailleret, est chargé de la préparation des essais nucléaires.

1. **REGGANE** Centre Saharien d'Expérimentations Militaires (CSEM)

L'oasis de Reggane est située à 700 km au sud de COLOMB BECHAR.

Une base vie fut rapidement installée sur un plateau à une quinzaine de kilomètres. Elle regroupait les quartiers d'habitation, des locaux techniques, en surface ou souterrains, un hôpital et des centres de transmissions, un aérodrome doté d'une piste de 2400 mètres. Le champ de tir plus au sud-ouest était composé d'une annexe à HAMMOUDIA comportant une piste d'atterrissage, un ensemble d'abris bétonnés et une tour de tir.

Le 13 février 1960 à 7h04, l'essai réussi "GERBOISE BLEUE" fait entrer la France dans le club des puissances nucléaires. Suivent le 1er avril 1960, "GERBOISE BLANCHE", le 27 décembre "GERBOISE ROUGE" et le 25 avril 1961 "GERBOISE VERTE".

Les Français qui ont commencé leurs essais aériens pendant un moratoire décidé par les autres puissances nucléaires décident, devant les fortes protestations internationales, de passer aux essais souterrains dès 1961. Les Américains, les Russes et les Anglais arrêtent leurs essais aériens en 1962.

2. **IN ECKER** Centre d'Expérimentations Militaires des Oasis (CEMO)

En 1961, il est décidé de passer aux essais souterrains. Le choix du champ de tir s'est porté sur le massif du TAN AFELA dans le HOGGAR à 150 km environ au nord de TAMANRASSET. Le centre est composé d'une base vie à IN AMGUEL et d'une base avancée à IN ECKER. Choisi pour sa solidité, le massif du TAN AFELA est aménagé de galeries au fond desquelles 13 tirs seront effectués de 1961 à 1966.

En 1962, la signature des accords d'Evian signifiait l'abandon à court terme du site de IN ECKER. Les sites du CSEM et du CEMO après décontamination, démontage des installations techniques, nettoyage et obturation des galeries de mines ont été fermés respectivement le 1er juin et le 15 juin 1967, puis rendus aux autorités algériennes.

De 1960 à 1966, il a été effectué 4 expériences aériennes à Reggane et 13 expériences nucléaires souterraines dans le massif du TAN AFELA.

3. **MURUROA - FANGATAUFA** Centre d'Expérimentations du Pacifique (CEP)

Le choix de la France se porta alors sur deux atolls inhabités des TUAMOTU en Polynésie française. En raison de leur isolement au milieu de l'océan, à l'écart de toute voie aérienne ou maritime régulière et sans population proche, ces deux sites offraient les conditions de sécurité requises pour la réalisation d'essais dans l'atmosphère redevenus nécessaires compte tenu des fortes puissances qu'impliquait alors la filière thermonucléaire.

Le 21 septembre 1962, le CEP était créé. Le champ de tir est composé de deux atolls, couronnes coralliennes, distants de 40 km. MURUROA le plus grand a un périmètre de 60 km, sa largeur varie de 400 m au nord à 1100 m à l'ouest et il dispose d'une passe naturelle. FANGATAUFA beaucoup plus petit, est un anneau fermé de 300 m de large en moyenne. Une passe artificielle a été créée sur le côté nord.

3.1. Les essais aériens

Le rythme des expérimentations pendant l'hiver austral (mai à octobre) fut imposé par la direction générale des vents en altitude dirigés vers l'Est dans cette période. Le champ de tir était prêt en 1966 et le premier tir à MURUROA eut lieu le 2 juillet.

Très rapidement, les tirs aériens ont été effectués sous ballon car cette technique réduisait sensiblement les retombées sur l'atoll.

Le 24 avril 1968 eut lieu le premier essai thermonucléaire à FANGATAUFA.

Les essais s'accompagnaient d'une véritable opération à dominante aéronavale qui comprenait notamment : la surveillance des zones aériennes et maritimes proches du champ de tir, l'élaboration des prévisions météorologiques, la décision de procéder à l'expérimentation, l'appareillage des bâtiments « base » dans la nuit précédant le tir, l'activation du champ de tir, l'exécution du tir, les prélèvements divers, les contrôles radiologiques et le retour de la flotte à MURUROA pour préparer le tir suivant. La Marine fut donc amenée à envoyer dans le Pacifique des moyens importants, ce fut la "force alpha" avec un porte-avions, des escorteurs d'escadre, des avisos escorteurs...

A partir de 1970, la bonne marche des essais et l'absence de contamination significative permettent l'installation fixe à terre des moyens de commandement, des moyens techniques du CEA et même de logements. Les bâtiments "base" furent progressivement désarmés et le croiseur "DE GRASSE" remplacé par un PC à terre.

A partir de 1972, il est envisagé de passer de nouveau aux essais souterrains, ce qui allait permettre de se mettre en conformité avec le traité de Moscou signé par les Américains, les Russes et les Anglais en 1963.

Au total, 41 essais aériens ont été réalisés au CEP.

3.2. Les essais souterrains

MURUROA et FANGATAUFA sont constitués d'un socle basaltique surmonté de 200 à 400 m de roches calcaires produites par l'accumulation des coraux au cours des siècles. Le basalte offre de bonnes conditions pour le confinement des explosions nucléaires. Aussi, a-t-il été décidé de poursuivre les expérimentations au CEP.

Le premier essai en puits eut lieu à la corne sud-est de FANGATAUFA en juin 1975.

Ces essais, d'abord exécutés sous la couronne corallienne, provoquaient des tassements du terrain. Il fut donc décidé en 1979 de passer à des essais en zone centrale sous le lagon. Le premier de ce type eut lieu le 10 avril 1981 dans d'excellentes conditions et à partir de 1987 tous les essais ont été exécutés sous le lagon.

134 essais en puits sur les atolls ont été effectués à partir de la bordure émergée ou sous le lagon.

Au total, à ce jour la France a réalisé 192 essais nucléaires, dont 17 au Sahara et 175 en Polynésie.

NEGOCIATIONS INTERNATIONALES ET ARMEMENTS NUCLEAIRES

Le monde est, depuis cinquante ans, entré dans l'ère de l'arme nucléaire, qui s'est avérée être à la fois un facteur de stabilité stratégique et un enjeu de pouvoir. L'ordre de Yalta instauré après la Seconde Guerre mondiale a été marqué, jusqu'à la chute du mur de Berlin en 1989 et à la disparition de l'URSS, par une croissance constante des arsenaux des deux grandes puissances nucléaires jusqu'aux niveaux considérables que l'on connaît. Mais, dans le même temps, les Etats-Unis et l'Union Soviétique n'ont cessé d'entretenir un dialogue dont l'enjeu était, si ce n'est l'arrêt de la course aux surarmements, du moins le maintien d'une parité des forces permettant de préserver la stabilité de l'équilibre.

Les négociations bilatérales

La fin de la guerre froide est accompagnée d'un tournant dans les négociations nucléaires bilatérales, avec la signature du Traité START I en juillet 1991, puis de START II en janvier 1993. Le premier est entré en vigueur en décembre 1994, après l'adhésion tardive de l'Ukraine, dernière des républiques nucléaires de facto issues de l'ex-URSS à remplir son engagement à cet égard, après la Biélorussie et le Kazakhstan. Lorsque START II aura été ratifié par les Etats-Unis et la Russie et que les deux accords auront été appliqués, en principe à l'échéance 2003, une réduction considérable des armements nucléaires stratégiques de la Russie et de l'ex-URSS aura été accomplie, de l'ordre de 70 % par rapport au nombre de têtes nucléaires figurant dans les arsenaux à la fin des années quatre-vingt.

Cependant, la mise en oeuvre effective de START II à l'horizon 2003 reste, pour l'heure, obérée par de nombreuses incertitudes. Outre la question de la ratification, les problèmes posés touchent d'abord au financement du démantèlement, qui dépend largement, du côté russe, d'une aide internationale massive. A l'issue de ce processus, s'il est mené à-bien, les arsenaux stratégiques des deux grands comprendront, pour chacun, 3000 à 3500 têtes.

La prorogation du TNP

En matière de négociations nucléaires multilatérales, l'étape essentielle a été l'entrée en vigueur en 1970 du Traité de non prolifération nucléaire. Ce traité, auquel la France a adhéré en 1992, était signé par 178 pays à la veille de la récente conférence de prorogation tenue à New-York du 18 avril au 12 mai 1995. Cet accord fondamental limite à cinq (Chine, Etats-Unis, France, Royaume-Uni, Russie) les pays auxquels est conféré un statut juridique de puissance nucléaire, en même temps qu'il établit les règles du régime global de non prolifération.

La prorogation illimitée du TNP qui vient d'être acquise par consensus à la conférence de New-York constitue un résultat important. Elle consolide le régime général de lutte contre la prolifération nucléaire reconnue en 1992 par le Conseil de Sécurité, avec celle d'autres armes de destruction massive, comme une menace pour la paix internationale et la sécurité de tous les Etats.

La déclaration politique qui accompagne la décision de prorogation mentionne les mesures qu'il serait important de mettre en oeuvre pour progresser vers la réalisation des objectifs de l'article VI du Traité, à savoir la cessation de la course aux armements et le désarmement général et complet sous un contrôle international strict et efficace :

- conclusion au plus tard en 1996 des négociations d'un traité d'interdiction complète des essais nucléaires (CTBT)¹,
- conclusion rapide des négociations sur une convention d'interdiction de la production de matières fissiles à des fins militaires,
- continuation des efforts, par les Etats nucléaires, de réduction globale de leurs armes.

Le Projet de convention d'interdiction des matières fissiles à des fins nucléaires explosives

La Conférence du Désarmement de Genève a décidé de créer en 1995 un Comité ad hoc pour négocier une convention d'interdiction de la production de matières fissiles à des fins nucléaires explosives, et adopté un mandat. La France s'est prononcée, avec les autres Etats de la Conférence, en faveur d'une telle négociation, qui devrait commencer cette année.

Le Projet de traité d'interdiction complète des essais nucléaires

S'agissant, enfin, de l'interdiction des essais, les 37 Etats parties à la Conférence du Désarmement, dont la France, ont pris à l'unanimité en août 1993 la décision d'engager la négociation d'un traité d'interdiction complète des essais nucléaires (CTBT), à la condition qu'il soit universel et vérifiable internationalement et de manière efficace. La déclaration politique de la conférence TNP indique que les travaux de la Conférence du Désarmement pour la négociation du Traité devraient être achevés pour la fin de l'année 1996.

Un tel traité sera un instrument de prévention de certaines formes de prolifération. Il constituera en outre un geste significatif de la part des puissances nucléaires.

La France a dans le même temps affirmé son souci de continuer à assurer en toutes circonstances la crédibilité de son outil de dissuasion dans des conditions optimales de sûreté et de fiabilité. Elle a rappelé à cet égard qu'elle ne s'interdisait pas de reprendre des essais nucléaires pour un temps avant la signature d'un CTBT. La déclaration politique de la conférence TNP mentionne à cet égard que, dans l'attente de l'entrée en vigueur d'un traité, les puissances nucléaires devraient observer une extrême retenue.

Les assurances de sécurité

Les 5 puissances nucléaires ont renouvelé de façon conjointe et harmonieuse les assurances de sécurité qu'elles octroient aux Etats non nucléaires parties au TNP. Par ces assurances, elles s'engagent à ne pas utiliser leurs armes nucléaires contre ces Etats (assurances négatives), et à saisir le conseil de sécurité pour qu'une assistance internationale soit immédiatement apportée si un tel Etat était victime d'une telle agression (assurance positive).

Ces assurances ne font aucunement obstacle à l'exercice de notre dissuasion en cas de menace contre nos intérêts vitaux.

La déclaration politique de la conférence TNP affirme dans le même temps que des mesures additionnelles devraient être envisagées, qui pourraient prendre la forme d'un instrument multilatéral et juridiquement contraignant.

¹Comprehensive Test Ban Treaty

LA VOLONTE DE TRANSPARENCE CONCERNANT LES ESSAIS

La France est soucieuse de protéger les données scientifiques et technologiques de son programme d'essais relevant du secret défense, comme le font les autres puissances nucléaires, mais elle pratique aussi une large politique d'information et d'ouverture au sein de la communauté internationale.

Les nombreuses publications, visites et missions à Mururoa témoignent de sa volonté de transparence, en particulier vis-à-vis des populations du Pacifique. Le Gouvernement français annonce toute expérimentation aussitôt réalisée et fait diffuser un rapport annuel sur la surveillance de l'environnement et le bilan radiologique aux élus de Polynésie française et au comité scientifique des Nations unies pour l'étude des rayonnements ionisants (UNSCEAR).

Les autorités françaises sont aussi préoccupées de rétablir la vérité scientifique en toute objectivité, si nécessaire avec le concours d'organismes extérieurs ou d'instances internationales.

Plusieurs missions ont ainsi pu constater les sévères conditions de sécurité observées sur le site et l'absence d'effets significatifs de ces expériences tant pour les populations de cette région que pour l'environnement naturel. Il faut notamment citer les missions TAZIEFF (1982), ATKINSON de Nouvelle-Zélande (1983), COUSTEAU (1987).

Ces constatations ont été confirmées par des mesures comparatives de radioactivité effectuées avec la participation de plusieurs laboratoires étrangers de renom scientifique international, en 1991 puis en 1994. Des contrôles de même type auront lieu à la fin de cette ultime campagne.

Enfin, la Direction des centres d'expérimentation nucléaires (DIRCEN) avec le concours du Commissariat à l'énergie atomique (CEA) a décidé de livrer à la communauté internationale sous forme d'une monographie la somme des connaissances accumulées depuis plus de vingt-cinq ans dans le domaine des sciences de l'environnement des atolls de Mururoa et Fangataufa. Le premier tome traitant de la géologie des atolls est paru en 1994 ; les deux suivants traitant de la phéménologie des essais et du bilan biologique le seront très prochainement ; le dernier qui traitera du bilan radiologique est attendu en 1996.

LA SECURITE SUR LE SITE

Les essais souterrains effectués par la France dans le Pacifique ne provoquent aucun rejet dans l'atmosphère. Seules, de très faibles fuites d'eau radioactive peuvent se produire lors des forages qui sont effectués après les expérimentations.

Des mesures de surveillance et de protection sont prises à cet effet.

La surveillance du personnel

Sur quelque 5000 personnes ayant participé directement à la mise en oeuvre des expérimentations souterraines depuis 1975, quelques dizaines de personnes ont été exposées du fait de leurs activités (forage post-tir, prélèvement de laves, décontamination d'outillages). Les expositions aux rayonnements observées au cours de ces 17 années ont été très faibles, avec 7,5% de doses non nulles. Aucune dose n'a atteint la norme annuelle à ne pas dépasser pour les travailleurs affectés et seules 5 doses annuelles au total ont dépassé la limite autorisée pour le public¹.

Parmi les 3 doses supérieures à 10 mSv, la dose maximum (25 mSv) a été reçue par un médecin radiologue indépendamment des expériences.

On ne relève pas de groupe plus exposé qu'un autre au sein des catégories différentes.

La surveillance de la population du Pacifique

Les doses globales reçues par les populations du Pacifique depuis 30 ans sont restées inférieures aux limites à ne pas dépasser pour le public.

Depuis 1975 et malgré l'absence de tout relâchement significatif de radioactivité, la surveillance radiologique des denrées alimentaires s'est poursuivie sur l'ensemble de la Polynésie. Sur les sites, ce contrôle s'exerce sur un large échantillonnage de matière vivante alimentaire (poissons, crustacés, poulets, noix de coco) et sur certaines espèces (plancton, algues) choisies pour leur faculté à concentrer certains radioéléments.

Ces contrôles ont pour but d'évaluer la dose à laquelle la population s'expose du fait de son alimentation. Plus de 1000 prélèvements concernant des produits tant locaux qu'importés sont analysés chaque année. Les mesures mettent en évidence le très faible niveau de radioactivité artificielle ingérée. Inférieure à 0,01 mSv, elle représente 1/100 de l'exposition naturelle et n'a aucune conséquence pour la santé de l'homme.

Pour ce qui concerne la surveillance de l'environnement physique des sites, deux stations de référence à Tahiti et Mururoa continuent de suivre en permanence la radioactivité de l'air, de l'eau de pluie et de l'irradiation ambiante.

¹ L'exposition naturelle moyenne en Polynésie est de 1 millisievert (mSv), l'exposition à ne pas dépasser pour le public est de 5 mSv, celle à ne pas dépasser pour les travailleurs est de 50 mSv.

LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Le confinement des produits radioactifs

Lors de l'explosion, la roche avoisinante est vitrifiée et les produits radioactifs sont figés dans la lave, la plupart à l'intérieur même de la cavité créée dans la basalte. La vitesse de circulation de l'eau induite par le flux géothermique est très faible dans les milieux volcaniques ; du fait de leur affinité avec le milieu, de leur faible solubilité et de la décroissance radioactive naturelle, les produits restent piégés dans le sous-sol profond et y perdent progressivement leur nocivité.

C'est ce qui fait que la concentration en plutonium ou en césium dans le lagon de Mururoa est aujourd'hui plus de mille fois inférieure à la limite recommandée pour la consommation d'eau de boisson aux Etats-Unis d'Amérique, ou que l'exposition artificielle est comparable en Polynésie et en métropole ; l'exposition naturelle est quant à elle nettement inférieure sur les atolls à ce qu'on relève en métropole dont les sous-sols contiennent davantage de produits uranifères.

La surveillance radiologique de l'environnement du Pacifique

Deux stations de référence de la Direction des centres d'expérimentations nucléaires (DIRCEN) implantées à Mururoa et à Tahiti continuent de suivre en permanence la radioactivité de l'air, de l'eau de pluie et de la radioactivité ambiante.

Une radioactivité artificielle est toujours présente à Fangataufa et Mururoa, dans les sédiments des abords immédiats des anciens points zéro des expérimentations aériennes.

Dans les eaux lagunaires, les concentrations de résidus radioactifs sont encore supérieures aux concentrations des eaux du Pacifique ; elles demeurent cependant infimes, du même ordre de grandeur que celles existant en mer Baltique ou en mer du Nord. La faune et la flore y sont prolifiques.

La radioactivité atmosphérique artificielle sur les sites est inférieure au millionième de la radioactivité naturelle ambiante.

L'exposition naturelle existant sur les atolls est nettement plus faible que celle existant dans des régions dont les sols sont naturellement riches en produits uranifères ; à Mururoa, elle est plus faible qu'à Tahiti et nettement plus faible qu'en métropole (jusqu'à 5 fois plus faible).

L'exposition artificielle (examens médicaux, activités humaines...) existant en Polynésie est identique à celle existant en métropole.

Toutes ces valeurs mesurées par la DIRCEN et confirmées par des laboratoires étrangers dans le cadre de campagnes d'intercomparisons¹ sont sans danger pour la santé des personnes vivant sur le site.

¹ Les résultats des analyses et mesures sont publiés dans le rapport de l'IPSN transmis annuellement (ou tous les deux ans) au comité scientifique des Nations unies ; le rapport adresse par la DIRCEN aux autorités et élus locaux de la Polynésie française ; le rapport annuel de la DIRCEN aux autorités françaises. La validation des procédures de laboratoire et la reconnaissance de la compétence des techniciens et ingénieurs chargés des mesures de radioactivité passent nécessairement par des exercices d'intercomparisons auxquels se soumettent les scientifiques de la DIRCEN avec le laboratoire du bureau national de la métrologie (BNM), l'agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), l'office de protection (OPRI) du ministère de la Santé, et occasionnellement avec les laboratoires de différents pays.

QU'EST-CE QU'UN ESSAI ?

Une arme nucléaire est un objet conçu à partir de données scientifiques et techniques et construit de manière à répondre à une mission spécifique. C'est aussi un assemblage complexe d'explosifs, et de matière fusibles et fissibles, dont le fonctionnement multiplie, en quelques microsecondes, d'un facteur 10^{15} (un million de milliards) l'énergie de l'impulsion électrique qui permet sa mise à feu.

C'est dire la difficulté qu'il y a à maîtriser un ensemble de phénomènes, qui se déroulent dans des temps aussi courts et font appel à la physique des chocs, à la physique nucléaire et à la physique du comportement des matériaux à des pressions de plusieurs millions d'atmosphères et à des températures d'une centaine de millions de degrés.

Une arme doit, par ailleurs, répondre à des critères de fiabilité et de sécurité tout au long de sa vie. Sa mise au point impose des expériences et des simulations extrêmement variées :

- des expériences en laboratoire destinées à l'étude des phénomènes de base dans des conditions qui se rapprochent le plus possible de celles rencontrées lors des explosions, mais qui aujourd'hui en sont encore fort éloignées.
- des expériences en vraie grandeur sur les explosifs, dans lesquelles la matière nucléaire est remplacée par des matériaux inertes dont le comportement mécanique et thermique est proche, permettant de tester le comportement de la matière soumise à des chocs intenses.
- des modélisations mathématiques bâties à partir de résultats d'expériences et d'hypothèses de physique.
- des simulations numériques.
- des essais nucléaires en vraie grandeur destinés à valider les hypothèses et les modèles, à acquérir des connaissances jusqu'à présent inaccessibles en laboratoire et à déterminer l'influence de paramètres difficilement modélisables (précision d'usinage, présence d'impuretés dans les matériaux...).

Un essai nucléaire est une expérience de physique dans laquelle on mesure le plus grand nombre possible de paramètres de l'engin expérimenté à l'aide des rayonnements qu'il émet (X, neutron, gamma...). Le champ de tir nucléaire est un laboratoire de physique expérimentale adapté à l'énergie dégagée par l'expérience et aux contraintes des mesures à effectuer.

La France a toujours cherché à limiter le nombre d'essais en vraie grandeur aux stricts besoins de la physique, de la fiabilité et de la sécurité. Cette politique a conduit ses équipes de chercheurs à utiliser au mieux les essais autorisés et la simulation, déjà mise en oeuvre à différents niveaux, a permis de réduire à la fois le nombre des essais (de 12 en 1981 à 6 en 1991) et leur niveau d'énergie.

Les essais nucléaires déjà réalisés par la France ont permis d'acquérir des connaissances scientifiques et techniques dans une gamme limitée de paramètres (taille d'engin, quantité de matière fissible et fusible...). Mais la base de données scientifiques fournies par les essais doit encore être complétée pour que la simulation repose sur des références sûres.

COMMENT SE REALISE UN ESSAI NUCLEAIRE ?

Les essais nucléaires ont pour objectif premier la validation de certains concepts de physique ou de certains choix technologiques en définissant, pour cela, un ou plusieurs engins expérimentaux.

Les expérimentateurs, chargés d'exploiter les résultats scientifiques et techniques obtenus lors du tir d'un engin expérimental, doivent au préalable imaginer les méthodes qui permettront d'observer et de mesurer les phénomènes recherchés avec, de surcroît, une précision suffisante pour que les théoriciens puissent entrer les mesures dans leurs codes de calcul.

Ces mesures sont essentiellement fondées sur l'observation des divers rayonnements émis par l'engin lors de son fonctionnement : électromagnétiques, rayons X et gamma, mesures des neutrons... Ces observations sont effectuées dans des conditions particulièrement difficiles :

- la durée totale du tir nucléaire est de quelques milliardièmes de seconde, temps au bout duquel et l'engin et les instruments de mesures sont entièrement détruits.
- les informations expérimentales devront donc être acquises et stockées en un temps très court,
- les capteurs, l'électronique associée et les chaînes de mesures doivent être protégés contre les énormes perturbations lumineuses, électromagnétiques, neutroniques, particulières... susceptibles de détruire ces équipements de mesure avant qu'ils n'aient eu le temps de réaliser leur tâche.

A Mururoa et Fangataufa, les essais nucléaires sont réalisés en puits souterrains situés pour la plupart sous le lagon de l'atoll. Pour chaque essai, un puits d'environ 1.5 mètre de diamètre est foré en utilisant les techniques pétrolières à partir d'une barge flottant sur le lagon.

La profondeur du puits qui dépend de l'énergie prévue pour l'engin expérimental peut atteindre 1000 mètres, de sorte que les produits radioactifs résultant de l'expérimentation sont confinés de manière sûre au point d'explosion.

Engin expérimental, capteurs et chaînes de mesures prendront place dans un conteneur, long cylindre de 20 mètres de long et de 1.5 mètre de diamètre qui sera descendu au fond du puits. Véritable chambre d'expérience, le conteneur est agencé par les expérimentateurs, pour chaque essai en fonction de ses spécificités et organisé de telle sorte que toutes les mesures nécessaires à la compréhension des phénomènes apparaissant lors du tir, puissent remplir leurs fonctions sans interagir les unes avec les autres. Chaque chaîne de mesure est testée et étalonnée séparément.

Le puits foré, les capteurs et chaînes de mesures amenés sur le site, sont assemblés dans le conteneur et reliés, pour vérification, aux systèmes de télécommande du tir et de sauvegarde des données expérimentales. A ce stade, et pour des raisons de sécurité, l'engin expérimental n'est pas encore sur le site.

Puis le conteneur est transféré sur une barge de manutention afin de l'amener en tête de puits. C'est à ce stade que les constituants de l'engin, arrivés sur site par transport spécial, sont assemblés au coeur du conteneur. Le conteneur est ensuite descendu au fond du puits, laissant derrière lui une tresse de câbles, la plupart en fibres optiques, destinés à la récupération des mesures expérimentales.

Ces câbles sont alors connectés à une autre barge qui contient les systèmes de télécommande du tir et de sauvegarde des données expérimentales. C'est l'ultime moment de vérification, à la suite duquel l'ensemble pourrait être remonté si une anomalie était observée. En effet, l'étape suivante consiste à boucher le puits avec, d'une part, les débris de roches obtenus lors du forage et d'autre part, un bouchon de ciment dont la dimension, toujours supérieure à 100 mètres, est calculée pour éviter toute fuite radioactive.

Le décompte commence puis la mise à feu est effectuée ; en quelques millièmes de secondes tout est fait : les mesures, les enregistrements, les caméras rapides enregistrent un bouillonnement sur le lagon qui correspond à l'onde de choc au moment de son passage dans l'air.

Quelques heures plus tard, une barge de forage est mise en place avec pour mission de récupérer quelques kilos de lave contenant des produits dans la chambre d'explosion à des fins de diagnostic. Cette opération prend deux ou trois semaines. Le travail de dépouillement des mesures et leur interprétation commence.

LA SIMULATION ET LE PROGRAMME PALEN

Lors de leur fonctionnement, les armes nucléaires sont le siège de processus physiques complexes, très imbriqués et difficilement accessibles individuellement. Leur mise au point fait appel à des recherches de pointe qui ont nécessité, dans le passé, le recours systématique à l'expérimentation en vraie grandeur.

De façon schématique, les essais ont assuré trois grandes fonctions : ils ont constitué un « laboratoire » de physique expérimentale, ils ont servi à mettre au point les armes de la dissuasion et ils ont contribué à en assurer la crédibilité.

Le programme PALEN (Programme d'adaptation à la limitation des expérimentations nucléaires) a pour objectif de développer la simulation permettant, dans le futur, de garantir la sûreté et la fiabilité des armes et de maintenir notre capacité de dissuasion tout en respectant les conditions d'un traité international d'interdiction des essais nucléaires.

La campagne d'essais décidée par le Président de la République vise à recueillir les éléments scientifiques et techniques indispensables au bon déroulement de ce programme.

La démarche du programme Palen repose sur le triptyque : modélisation physique/calculs numériques/expériences de validation en laboratoire.

La modélisation physique

Les conditions de pression et de température d'une explosion nucléaire, il faut le rappeler, ne se rencontrent nulle part dans la nature, sauf peut-être dans les explosions des « super novae ».

La physique intervenant dans le fonctionnement d'un engin nucléaire touche à beaucoup de disciplines scientifiques : détonique, hydrodynamique, neutronique, photonique, physique des plasmas. La modélisation de ce fonctionnement-repose actuellement sur un grand nombre de modèles partiels. Ces modèles devront être, à l'avenir, validés par des prévisions physiques plus poussées fondées sur des expériences en laboratoire.

Afin de parvenir à cet objectif, il est indispensable de disposer au préalable d'un certain nombre d'éléments scientifiques qui ne peuvent être obtenus que par des essais en vraie grandeur. C'est l'objet de l'ultime campagne qui vient d'être décidée.

En complément, les résultats des essais nucléaires passés seront exploités dans cette perspective.

Les calculs numériques

Le calcul numérique s'appuiera sur des ordinateurs de très grande puissance et à haut niveau de parallélisme. La démarche consiste à introduire dans les codes de calcul tous les résultats physiques disponibles après les avoir validés un par un. L'ensemble servira ensuite à prédire le comportement d'un système complet. Il est alors primordial de s'assurer que le calcul traite correctement la cohérence entre les différents sous-ensembles.

Jusqu' alors, la validation, destinée à démontrer la cohérence entre les modèles (partiels) et la réalité, s'effectuait par les expériences en vraie grandeur. La campagne d'essais à venir contribuera à cette validation.

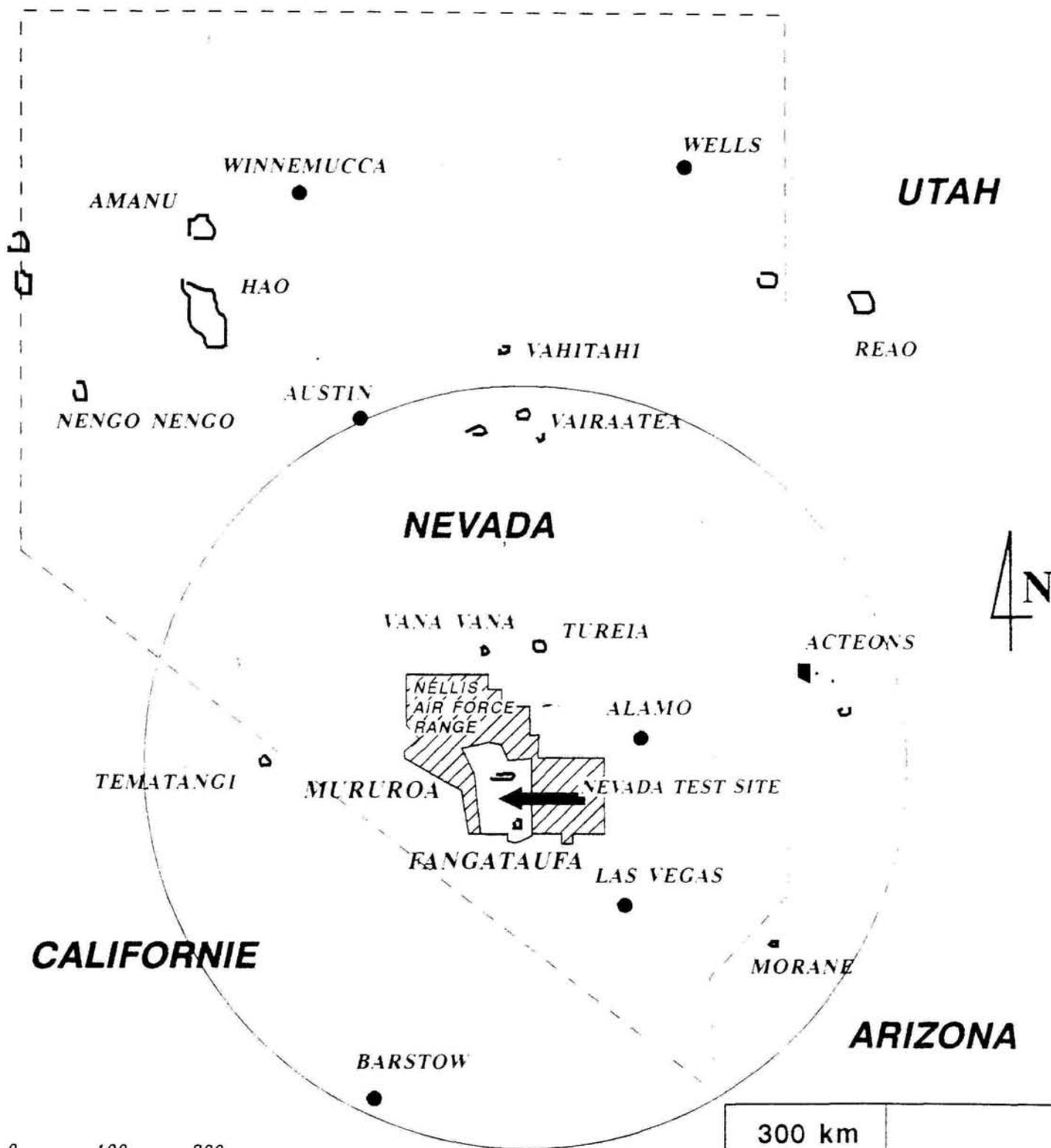
Ultérieurement, l'impossibilité de recourir à de telles expériences exigera une amélioration des traitements numériques, une précision affinée des découpages élémentaires dans l'espace et dans le temps (maillages) et un traitement intégral de l'ensemble des problèmes physiques, y compris dans les domaines les plus complexes.

La validation expérimentale

Le processus de fonctionnement d'une arme passe successivement par la détonation de l'explosif conventionnel, le déclenchement des réactions de fission et enfin l'étape thermonucléaire. A défaut d'essai nucléaire global, la validation expérimentale s'opèrera à chacune de ces phases mais sans dégagement d'énergie nucléaire.

- Pour la première phase, on dispose des tirs dits « froids » où les matériaux nucléaires sont remplacés par des matériaux inertes proches sur le plan mécanique et thermique, permettant de tester le comportement de la matière soumise à des chocs intenses. Un générateur de rayonnement X (AIRIX) de forte pénétration est en construction sur le polygone de Moronvilliers où sont effectués ces tirs froids. Cette installation permettra d'ausculter, avec une grande précision spatiale et temporelle, l'évolution des différentes interfaces des matériaux constitutifs du coeur de l'engin : elle sera opérationnelle en 1998. Des développements parallèles devront être réalisés dans les techniques et les performances de réception des images pour en améliorer la sensibilité et le contraste.
- La deuxième phase, celle du dégagement d'énergie de fission, ne peut être expérimentée en vraie grandeur. D'autres moyens expérimentaux, utilisant des générateurs de hautes puissances pulsées, sont en cours de mise en point. Ils permettront de simuler à échelle réduite, les phénomènes de fission et de valider les modèles de physique utilisés pour le calcul des armes.
- La troisième phase est celle du thermonucléaire où l'expérimentation est la plus difficile, compte tenu des conditions extrêmes de pression et de température qu'elle requière. Il convient donc de se doter d'un instrument capable d'étudier le comportement de la matière dans ces conditions extrêmes. Ce sera le rôle du futur laser mégajoule (LMJ), capable de provoquer la combustion d'une faible quantité de gaz contenant du tritium et dont le Gouvernement vient de décider l'implantation en Aquitaine, au Centre CEA/CESTA. Indispensable pour valider les calculs du fonctionnement des armes dans le domaine thermonucléaire, il sera aussi d'un grand apport pour étayer la physique théorique des processus thermonucléaires.

COMPARAISON DE REPARTITION DES POPULATIONS AUTOUR DES SITES DE TIR DE POLYNESIE ET DU NEVADA



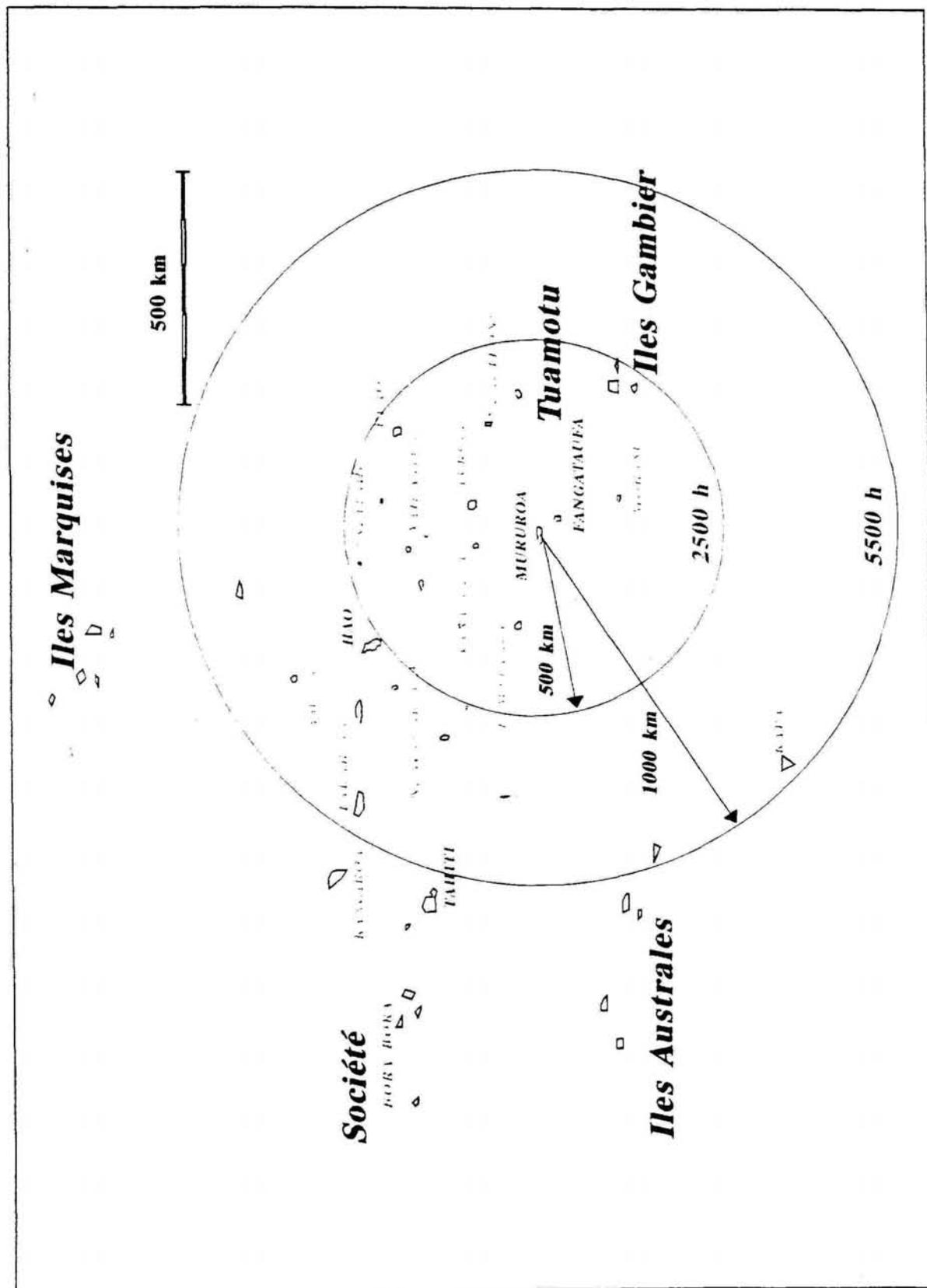
0 100 200

Ech : 1/3 657 500

	300 km	
PACIFIQUE	300	
U.S.A.	70.000	

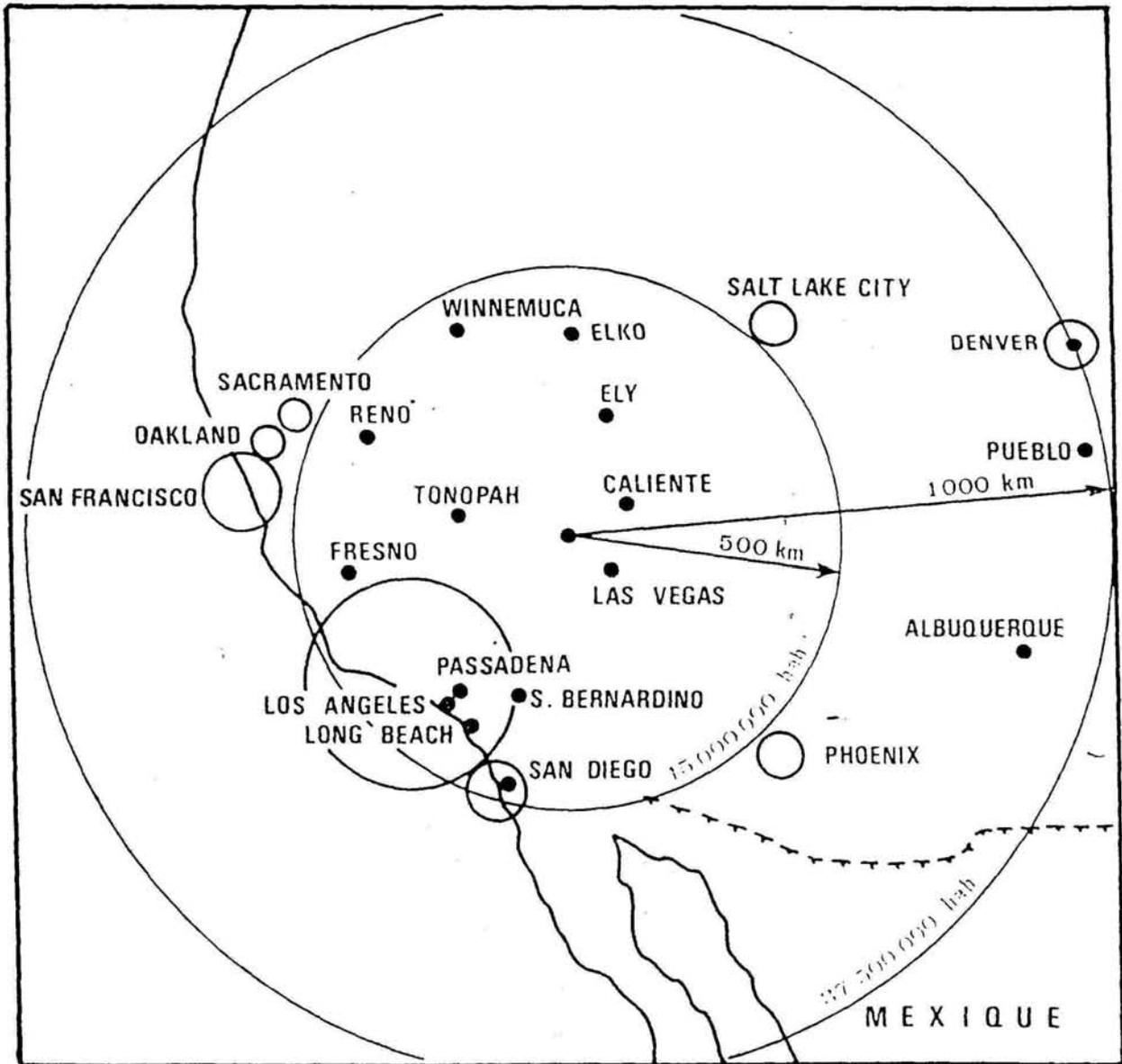
Population autour des sites

Site de Mururoa



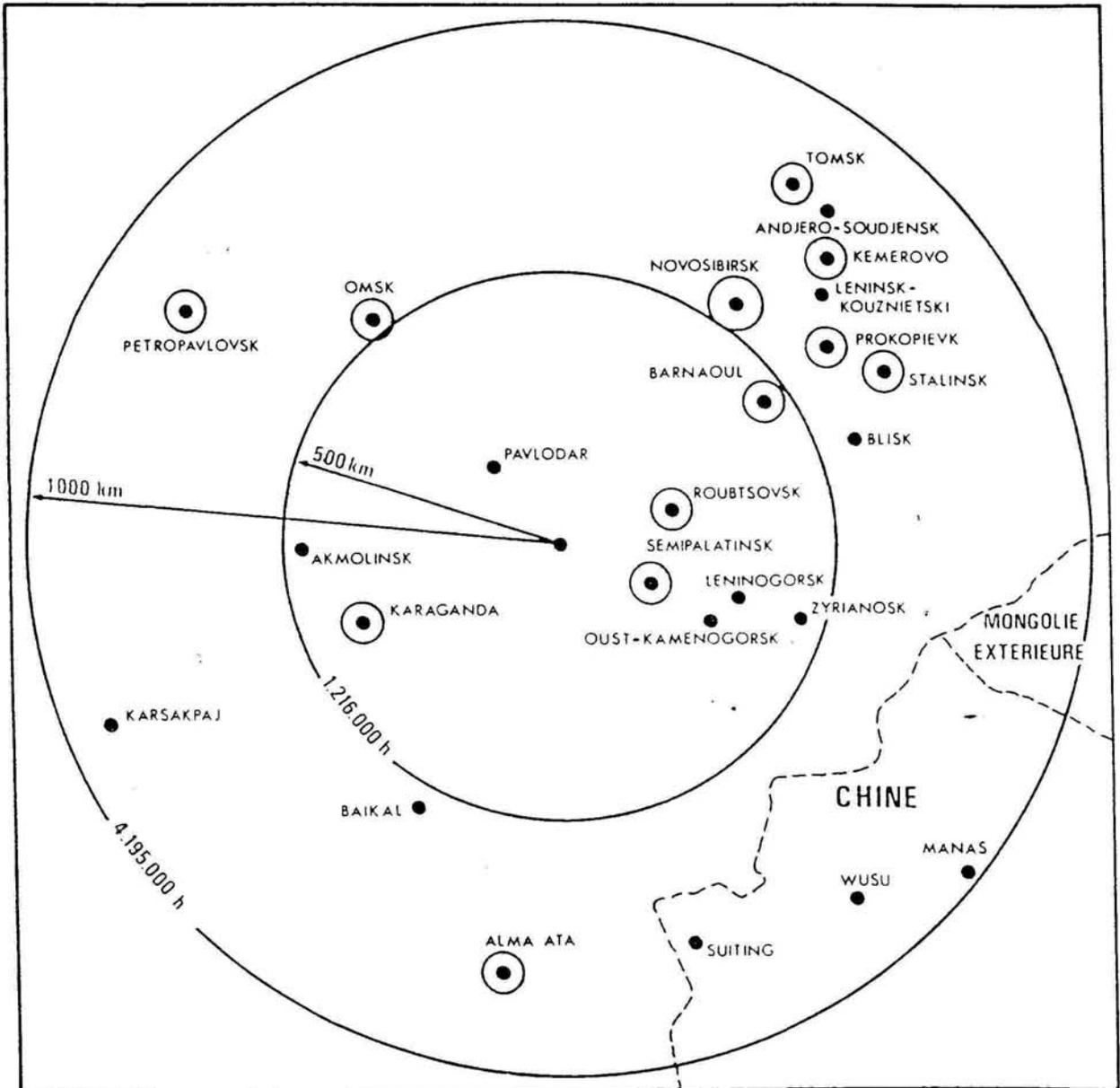
Populations autour des sites

Site du NEVADA

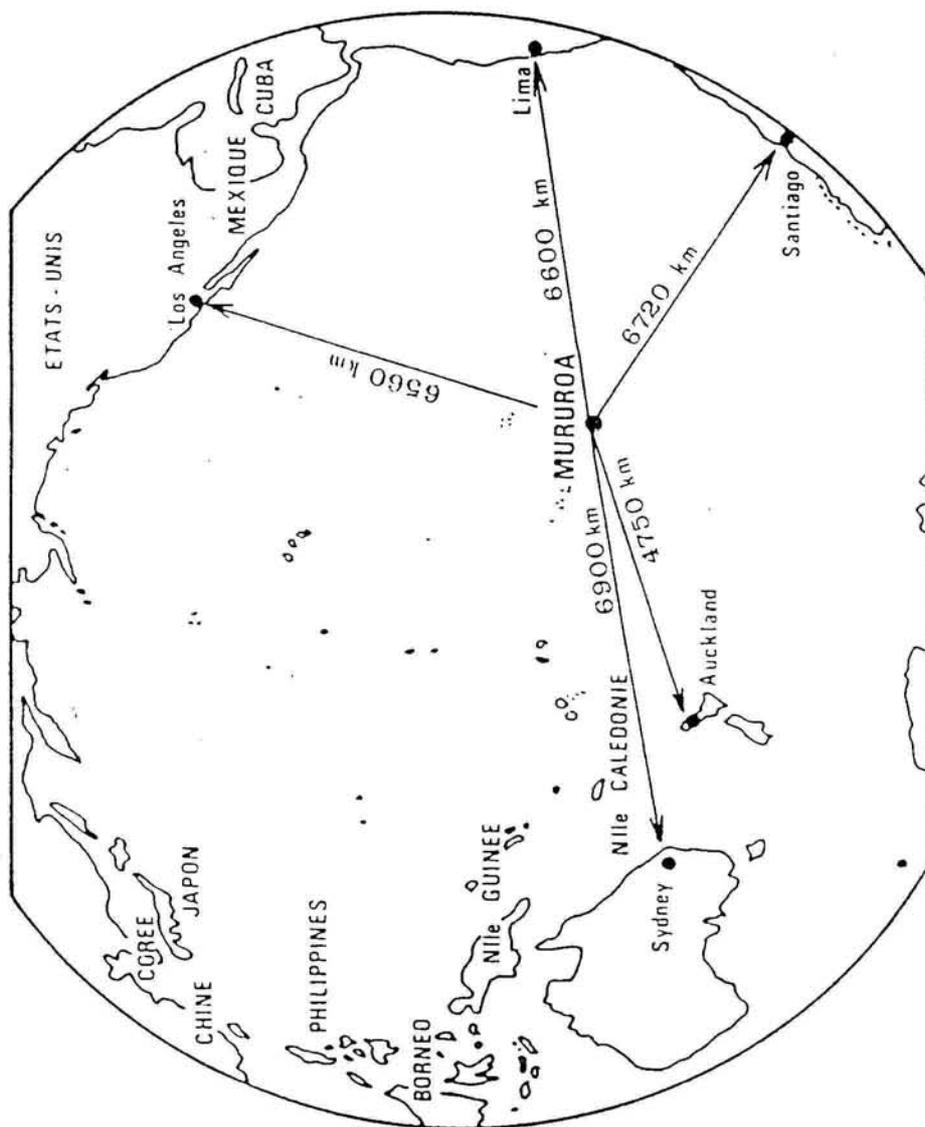


POPULATION AUTOUR DES SITES

SITE DU KAZAKSTAN



SITUATION DE MURUROA



**INVENTAIRE
DES ESSAIS NUCLEAIRES FRANCAIS**

AERIENS

- A < 20 kT
- B < 200 kT
- C < 1000 kT
- D > 1000 kT

SOUTERRAINS

- A < 5 kT
- B < 20 kT
- C < 150 kT

NOTA : Les tirs souterrains sont tous inférieurs à 150 kT

Date et heure (TU)	NOM de l'essai	Lieu	Mode d'expérimentation	Energie nucléaire libérée
<u>1960</u>				
13 février 07 H 04	GERBOISE BLEUE	REGGANE (Sahara)	aérien - tour	B
1er avril 06 H 17	GERBOISE BLANCHE	REGGANE (Sahara)	aérien - surface	A
27 décembre 07 H 28	GERBOISE ROUGE	REGGANE (Sahara)	aérien - tour	A
<u>1961</u>				
25 avril 06 H 08	GERBOISE VERTE	REGGANE (Sahara)	aérien - tour	A
7 novembre 11 H 30	AGATHE	IN ECKER (Hoggar)	souterrain - galerie	B
<u>1962</u>				
1er mai 10 H 00	BERYL	IN ECKER (Hoggar)	souterrain - galerie	C
<u>1963</u>				
18 mars 10 H 02	EMERAUDE	IN ECKER (Hoggar)	souterrain - galerie	B
30 mars 09 H 59	AMETHYSTE	IN ECKER (Hoggar)	souterrain - galerie	A
20 octobre 13 H 00	RUBIS	IN ECKER (Hoggar)	souterrain - galerie	C
<u>1964</u>				
14 février 11 H 00	OPALE	IN ECKER (Hoggar)	souterrain - galerie	A
15 juin 13 H 40	TOPAZE	IN ECKER (Hoggar)	souterrain - galerie	A
28 novembre 10 H 30	TURQUOISE	IN ECKER (Hoggar)	souterrain - galerie	B
<u>1965</u>				
27 février 11 H 30	SAPHIR	IN ECKER (Hoggar)	souterrain - galerie	C
30 mai 11 H 00	JADE	IN ECKER (Hoggar)	souterrain - galerie	A
1er octobre 10 H 00	CORINDON	IN ECKER (Hoggar)	souterrain - galerie	A
1er décembre 10 H 30	TOURMALINE	IN ECKER (Hoggar)	souterrain - galerie	B
<u>1966</u>				
16 février 11 H 00	GRENAT	IN ECKER (Hoggar)	souterrain - galerie	B

Date et heure (TU)	NOM de l'essai	Lieu	Mode d'expérimentation	Energie nucléaire libérée
1966				
2 juillet	ALDEBARAN	MURUROA	aérien - barge	B
19 juillet	TAMOURE	env. 85 km est MURUROA	aérien - avion	B
11 septembre	BETELGEUSE	MURUROA	aérien - ballon	B
24 septembre	RIGEL	FANGATAUFA	aérien - barge	B
4 octobre	SIRIUS	MURUROA	aérien - barge	C
1967				
5 juin	ALTAIR	MURUROA	aérien - ballon	A
27 juin	ANTARES	MURUROA	aérien - ballon	B
2 juillet	ARCTURUS	MURUROA	aérien - barge	B
1968				
7 juillet	CAPELLA	MURUROA	aérien - ballon	B
15 juillet	CASTOR	MURUROA	aérien - ballon	C
3 août	POLLUX	MURUROA	aérien - ballon	B
24 août	CANOPUS	FANGATAUFA	aérien - ballon	D
8 septembre	PROCYON	MURUROA	aérien - ballon	D
1970				
15 mai	ANDROMEDE	MURUROA	aérien - ballon	A
22 mai	CASSIOPEE	MURUROA	aérien - ballon	C
30 mai	DRAGON	FANGATAUFA	aérien - ballon	C
24 juin	ERIDAN	MURUROA	aérien - ballon	A
3 juillet	LICORNE	MURUROA	aérien - ballon	C
27 juillet	PEGASE	MURUROA	aérien - ballon	A
2 août	ORION	FANGATAUFA	aérien - ballon	B
6 août	TOUCAN	MURUROA	aérien - ballon	C

Date et heure (TU)	NOM de l'essai	Lieu	Mode d'expérimentation	Energie nucléaire libérée
<u>1971</u>				
5 juin 19 H 15	DIONE	MURUROA	aérien - ballon	B
12 juin 19 H 15	ENCELADE	MURUROA	aérien - ballon	C
4 juillet 21 H 30	JAPET	MURUROA	aérien - ballon	A
8 août 18 H 30	PHOEBE	MURUROA	aérien - ballon	A
14 août 19 H 00	RHEA	MURUROA	aérien - ballon	C
<u>1972</u>				
25 juin 19 H 00	UMBRIEL	MURUROA	aérien - ballon	A
30 juin 18 H 30	TITANIA	MURUROA	aérien - ballon	A
27 juillet 18 H 40	OBERON	MURUROA	aérien - ballon	A
<u>1973</u>				
21 juillet 18 H 00	EUTERPE	MURUROA	aérien - ballon	A
28 juillet 23 H 00	MELPOMENE	MURUROA	aérien - ballon	A
18 août 18 H 15	PALLAS	MURUROA	aérien - ballon	A
24 août 18 H 00	PARTHENOPE	MURUROA	aérien - ballon	A
28 août 18 H 30	TAMARA	MURUROA environ 26 km ouest MURUROA	aérien - avion	A
<u>1974</u>				
16 juin 17 H 30	CAPRICORNE	MURUROA	aérien - ballon	A
7 juillet 23 H 15	GEMEAUX	MURUROA	aérien - ballon	C
17 juillet 17 H 00	CENTAURE	MURUROA	aérien - ballon	A
25 juillet 17 H 30	MAQUIS	environ 17 km o.s.o. MURUROA	aérien - avion	A
15 août 00 H 30	SCORPION	MURUROA	aérien - ballon	B
24 août 23 H 45	TAUREAU	MURUROA	aérien - ballon	A
14 septembre 23 H 30	VERSEAU	MURUROA	aérien - ballon	C
<u>1975</u>				
5 juin 18 H 15	ACHILLE	FANGATAUFA	souterrain - puits (à terre)	A
26 novembre 00 H 48	HECTOR	FANGATAUFA	souterrain - puits (à terre)	B

Date et heure (TU)	NOM de l'essai	Lieu	Mode d'expérimentation	Energie nucléaire libérée
<u>1976</u>				
3 avril 00 H 30	PATROCLE	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	A
11 juillet 00 H 30	MENELAS	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	B
30 octobre 23 H 00	ULYSSE A	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	A
5 décembre 23 H 00	ASTYANAX	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	A
<u>1977</u>				
19 février 23 H 30	ULYSSE B	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	B
19 mars 23 H 01	NESTOR	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	C
2 avril 23 H 30	OEDIPE	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	A
6 juillet 23 H 00	AJAX	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	B
12 novembre 01 H 30	ORESTE	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	A
24 novembre 17 H 00	ENEE	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	C
17 décembre 22 H 00	LAOCOON	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	A
<u>1978</u>				
27 février 23 H 00	POLYPHEME	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	A
22 mars 17 H 30	PYLADE	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	A
25 mars 17 H 30	HECUBE	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	A
1er juillet 17 H 00	XANTHOS	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	A
19 juillet 18 H 00	ARES	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	B
26 juillet 23 H 00	IDOMENEE	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	A
2 novembre 18 H 00	SCHEDIOS	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	A
30 novembre 17 H 32	PRIAM	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	C
17 décembre 18 H 04	ETEOCLE	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	A
19 décembre 16 H 57	EUMEE	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	B

Date et heure (TU)	NOM de l'essai	Lieu	Mode d'expérimentation	Énergie nucléaire libérée
<u>1979</u>				
1er mars 17 H 24	PENTHESILEE	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	B
9 mars 16 H 37	PHILOCTETE	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	B
24 mars 16 h 28	AGAPENOR	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	B
4 avril 18 H 07	POLYDORE	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	B
18 juin 23 H 27	PYRRHOS	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	B
29 juin 18 H 56	EGISTHE	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	C
25 juillet 17 H 57	TYDEE	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	C
28 juillet 19 H 56	PALAMEDE	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	A
19 novembre 17 H 53	CHRYSOTEMIS	MURURUA	souterrain - puits (à terre)	A
22 novembre 19 H 14	ATREE	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	A
<u>1980</u>				
23 février 18 H 03	THYESTE	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	A
3 mars 17 H 56	ADRASTE	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	A
23 mars 19 H 37	THESEE	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	C
1er avril 19 H 31	BOROS	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	B
4 avril 18 H 33	PELOPS	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	B
16 juin 18 H 27	EURYPHYLE	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	C
21 juin 17 H 01	ILUS	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	B
6 juillet 17 H 27	CHRYSES	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	B
19 juillet 23 H 47	ASIOS	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	C
25 novembre 17 H 53	LAERTE	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	A
3 décembre 17 H 33	DIOMEDE	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	C

Date et heure (TU)	NOM de l'essai	Lieu	Mode d'expérimentation	Energie nucléaire libérée
<u>1981</u>				
27 février 23 H 28	BROTEAS	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	A
6 mars 17 H 27	TYRO	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	A
28 mars 17 H 23	IPHICLES	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	B
10 avril 17 H 57	CLYMENE	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	B
8 juillet 22 H 23	LYNCEE	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	B
11 juillet 17 H 17	ERYX	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	A
18 juillet 17 H 43	THERAS	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	A
3 août 18 H 33	AGENOR	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	C
6 novembre 17 H 03	LETO	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	A
11 novembre 17 H 07	PROCLÉS	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	B
5 décembre 16 H 58	CILIX	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	B
8 décembre 16 H 47	CADMOS	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	B
<u>1982</u>				
20 février 17 H 33	AEROPE	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	A
24 février 18 H 15	DEIPHOBE	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	A
20 mars 17 H 03	RHESOS	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	B
23 mars 17 H 07	EVENOS	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	A
27 juin 17 H 00	LAODICE	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	A
1er juillet 17 H 02	ANTILOKOS	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	C
21 juillet 17 H 13	PITANE	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	A
25 juillet 18 H 02	LAIOS	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	C
27 novembre 17 H 02	PROCRIS	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	A

Date et heure (TU)	NOM de l'essai	Lieu	Mode d'expérimentation	Energie nucléaire libérée
<u>1983</u>				
19 avril 18 H 53	EURYTOS	MURUROA	souterrain - puits (lagon)	C
25 avril 17 H 33	AUTOMEDON	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	A
25 mai 17 H 31	CINYRAS	MURUROA	souterrain - puits (lagon)	C
18 juin 17 H 31	BURISIS	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	A
28 juin 17 H 46	OXYLOS	MURUROA	souterrain - puits (lagon)	B
20 juillet 20 H 30	BATTOS	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	B
4 août 17 H 14	CARNABON	MURUROA	souterrain - puits (lagon)	C
3 décembre 16 H 58	LINOS	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	A
7 décembre 17 H 28	GYGES	MURUROA	souterrain - puits (lagon)	B
<u>1984</u>				
8 mai 17 H 26	DEMOPHON	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	A
12 mai 17 H 31	MIDAS	MURUROA	souterrain - puits (lagon)	C
12 juin 17 H 16	ARISTEE	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	B
16 juin 17 H 44	ECHEMOS	MURUROA	souterrain - puits (lagon)	C
27 octobre 17 H 16	MACHAON	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	B
2 novembre 20 H 45	ACASTE	MURUROA	souterrain - puits (lagon)	C
1er décembre 16 H 51	MILETOS	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	A
6 décembre 17 H 29	MEMNON	MURUROA	souterrain - puits (lagon)	C
<u>1985</u>				
30 avril 17 H 29	CERCYON	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	B
8 mai 20 H 28	NISOS	MURUROA	souterrain - puits (lagon)	C
3 juin 17 H 30	TALAOS	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	B
7 juin 17 H 40	ERGINOS	MURUROA	souterrain - puits (lagon)	B
24 octobre 17 H 50	HERO	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	A
26 octobre 16 H 35	CODROS	MURUROA	souterrain - puits (lagon)	C
24 novembre 16 H 01	ZETES	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	B
26 novembre 17 H 42	MEGAREE	MURUROA	souterrain - puits (lagon)	C

Date et heure (TU)	NOM de l'essai	Lieu	Mode d'expérimentation	Energie nucléaire libérée
<u>1986</u>				
26 avril 17 H 02	HYLLOS	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	B
6 mai 16 H 58	CETO	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	A
27 mai 17 H 15	STHELENOSS	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	B
30 mai 17 H 25	GALATEE	MURUROA	souterrain - puits (lagon)	C
10 novembre 16 H 58	HESIONE	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	A
12 novembre 17 H 02	NAUPLIOS	MURUROA	souterrain - puits (lagon)	B
6 décembre 17 H 10	PENELEOS	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	A
10 décembre 17 H 15	CIRCE	MURUROA	souterrain - puits (lagon)	C
<u>1987</u>				
5 mai 87 16 H 58	JOCASTE	MURUROA	souterrain - puits (lagon)	B
20 mai 17 H 05	LYCOMEDE	MURUROA	souterrain - puits (lagon)	C
6 juin 18 H 00	DIRCE	MURUROA	souterrain - puits (lagon)	B
21 juin 17 H 55	IPHITOS	MURUROA	souterrain - puits (lagon)	C
23 octobre 16 H 50	HELENOS	MURUROA	souterrain - puits (lagon)	C
5 novembre 17 H 30	PASIPHAE	MURUROA	souterrain - puits (lagon)	B
19 novembre 16 H 31	PELEE	MURUROA	souterrain - puits (lagon)	C
29 novembre 17 H 59	DANAE	MURUROA	souterrain - puits (lagon)	B
<u>1988</u>				
11 mai 17 H 00	NELEE	MURUROA	souterrain - puits (lagon)	C
25 mai 17 H 01	NIOBE	MURUROA	souterrain - puits (lagon)	C
16 juin 17 H 15	ANTIGONE	MURUROA	souterrain - puits (lagon)	A
23 juin 17 H 31	DEJANIRE	MURUROA	souterrain - puits (lagon)	B
25 octobre 17 H 00	ACRSIOS	MURUROA	souterrain - puits (lagon)	A
5 novembre 16 H 30	THRASYMEDES	MURUROA	souterrain - puits (lagon)	C
23 novembre 17 H 01	PHERES	MURUROA	souterrain - puits (lagon)	C
30 novembre 17 H 55	CYCYNOS	FANGATAUFA	souterrain - puits (lagon)	C

Date et heure (TU)	NOM de l'essai	Lieu	Mode d'expérimentation	Energie nucléaire libérée
<u>1989</u>				
11 mai 16 H 45	EPEIOS	MURUROA	souterrain - puits (lagon)	B
20 mai 17 H 59	TECMESSA	MURUROA	souterrain - puits (lagon)	A
3 juin 17 H 30	NYCTEE	MURUROA	souterrain - puits (lagon)	C
10 juin 17 H 30	CYZICOS	FANGATAUFA	souterrain - puits (lagon)	C
24 octobre 16 H 30	HYPSIPYLE	MURUROA	souterrain - puits (lagon)	C
31 octobre 16 H 57	ERIGONE	MURUROA	souterrain - puits (lagon)	B
20 novembre 17 H 29	TROS	MURUROA	souterrain - puits (lagon)	B
27 novembre 17 H 00	LYCOS	FANGATAUFA	souterrain - puits (lagon)	C
<u>1990</u>				
2 juin 17 H 30	TELEPHE	MURUROA	souterrain - puits (lagon)	B
7 juin 17 H 30	MEGAPENTHES	MURUROA	souterrain - puits (lagon)	B
26 juin 18 H 00	CYPSELOS	FANGATAUFA	souterrain - puits (lagon)	C
4 juillet 18 H 00	ANTICLEE	MURUROA	souterrain - puits (lagon)	B
14 novembre 18 H 12	HYRTACOS	FANGATAUFA	souterrain - puits (lagon)	C
21 novembre 17 H 00	THOAS	MURUROA	souterrain - puits (lagon)	C
<u>1991</u>				
7 mai 17 H 00	MELANIPPE	MURUROA	souterrain - puits (lagon)	A
18 mai 17 H 15	ALCINOOS	MURUROA	souterrain - puits (lagon)	C
29 mai 19 H 00	PERICLYMENOS	FANGATAUFA	souterrain - puits (lagon)	C
14 juin 18 H 00	PITTHEE	MURUROA	souterrain - puits (lagon)	C
5 juillet 18 H 00	CORONIS	MURUROA	souterrain - puits (lagon)	A
15 juillet 18 H 10	LYCURGUE	MURUROA	souterrain - puits (lagon)	C

Total Essais nucléaires

: 192

Date et heure (TU)	NOM de l'essai	Lieu	Mode d'expérimentation	Energie nucléaire libérée
<u>1966</u> 21 juillet 12 H 00	GANYMEDE	MURUROA	aérien - tour	nulle
<u>1972</u> 31 juillet 22 H 30	ARIEL	MURUROA	aérien - tour	nulle
<u>1973</u> 13 septembre 15 H 42	VESTA	MURUROA	aérien - tour	nulle
<u>1974</u> 1er juillet 17 H 30 28 juillet 17 H 30	BELIER PERSEE	MURUROA MURUROA	aérien - tour aérien - tour	nulle nulle
<u>1976</u> 22 juillet 19 H 00	CALYPSO	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	nulle
<u>1977</u> 28 juin 18 H 15 12 juillet 23 H 00	ANDROMAQUE CLYTEMNESTRE	MURUROA MURUROA	souterrain - puits (à terre) souterrain - puits (à terre)	nulle nulle
<u>1978</u> 14 novembre 18 H 00	APHRODITE	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	nulle
<u>1980</u> 9 juillet 18 H 03	LEDA	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	nulle
<u>1982</u> 31 mars 16 H 30	AESON	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	nulle
<u>1989</u> 25 novembre 18 H 00	DAUNUS	MURUROA	souterrain - puits (à terre)	nulle

Total Expériences de sécurité

: 12