

CAHIER N° 7 • octobre 2001

Où en est le traité d'interdiction
des essais nucléaires ?

La face cachée du désarmement
Implication de la France

Bruno BARRILLOT

O

bservatoire

des armes nucléaires

françaises



Le double visage du désarmement : ou le rôle de la France dans le système de vérification

Le CEA et l'Organisation du traité d'interdiction des essais nucléaires

La France a ratifié le traité d'interdiction des essais nucléaires le 6 avril 1998. Il est apparu logique aux décideurs français que l'organisme chargé de conduire les essais de la France soit désigné pour offrir ses services dans le cadre du système de vérification mis en place par l'Organisation du traité d'interdiction totale des essais (Otice). C'est donc le Département d'analyse et de surveillance de l'environnement (Dase) de la Direction des applications militaires (Dam) du Commissariat à l'énergie atomique (CEA) qui a été chargé de mettre ses moyens à la disposition de l'Otice¹.

Cette logique officielle, comme dans d'autres domaines du désarmement, consiste à faire admettre le principe que ceux qui ont été formés pour conduire des opérations de guerre doivent être désignés pour l'organisation du maintien de la paix. De même, dans le domaine de l'industrie militaire, les fabricants qui ont mis au point, produit et commercialisé les mines anti-personnel ou d'autres armes, bénéficient habituellement des contrats de destruction des stocks de matériels qu'elles ont contribué à mettre sur le marché...

Pourtant, pour la vérification du Traité d'interdiction totale des essais, cette « logique » aurait pu être remise en cause puisque les technologies de détection sismique et de surveillance du globe qui sont à la base du système de vérification du traité sont partagées, au moins en France, par des organismes universitaires ou autres, indépendants de la Dam

Le système de vérification du traité

Ce système de surveillance internationale (SSI)² repose sur un réseau de trois cent trente-sept stations de surveillance faisant appel à quatre techniques de détection, de manière à mieux déceler les effets dans l'atmosphère, dans les océans ou sous terre d'un éventuel essai nucléaire.

La majorité des stations (170) relève de la détection sismique, autour d'un réseau de cinquante stations primaires dont les informations seront transmises en temps réel au centre international de données (situé à Vienne en Autriche) et cent vingt stations secondaires.

Un deuxième réseau de quatre-vingts stations est dédié à la recherche des radionucléides dans l'atmo-

Le Centre international de données de l'Otice

Le Centre international de données (CID) prévu par le traité est installé à Vienne (Autriche). Il recueille les données des 337 stations de surveillance. Un système de communications ultrarapides et cryptées entre les stations et le CID a été installé. En septembre 2001, l'acquisition et le traitement des données se faisait vingt-quatre heures sur vingt-quatre et sept jours sur sept, mais seulement pour une centaine de stations opérationnelles. Le principe est que les États signataires qui le désirent et qui souscrivent un abonnement, peuvent avoir un accès immédiat aux données reçues par le CID. En juillet 2001, trois cent quarante utilisateurs, désignés par quarante-huit États signataires, avaient accès aux données du SSI¹.

La France qui a confié au Dase (Dam de Bruyères-le-Châtel) le suivi de l'application du traité a décidé que les données venant du CID seront fusionnées automatiquement avec celles venant d'autres sources, comme par exemple les stations propres du CEA, les données venant des réseaux situés dans des pays avec lesquels le CEA a développé des collaborations, et celles du centre sismique Euroméditerranéen qui est aussi situé à Bruyères-le-Châtel². Autrement dit, le Dase dispose d'informations d'un meilleur niveau que le CID.

1) Document d'information élaboré par le secrétariat technique provisoire de la Commission préparatoire de l'Otice destiné à la Conférence en vue de faciliter l'entrée en vigueur du traité (New York, 25-27 septembre 2001).

2) Chocs, n° 17, novembre 1997, p. 10.

.....
1) AFP, 10 juin 2000.
Lire la présentation du système de surveillance internationale par Martine de Becker « Vérifier le respect du CTBT : quand la science et la politique se rencontrent », in *Essais nucléaires. Fin de partie, Grip/Complexe*, Bruxelles, 1996, pp. 47-75.

2) Jean Faure, *Rapport sur la ratification du traité d'interdiction des essais nucléaires*, Sénat, n° 330, 4 mars 1998, pp. 20-21.

sphère pour la détection d'éventuelles explosions dans l'atmosphère.

Quelques stations feront appel à la détection hydroacoustique (11) pour détecter d'éventuelles explosions sous-marines.

Enfin soixante stations de détection des infrasons seront chargées de déceler les ondes de pression produites par d'éventuelles explosions sous-marines.

Normalement, ce système de surveillance internationale devrait assurer la détection sur environ 90 % de la surface du globe de toute explosion nucléaire dégageant une énergie supérieure à 1 kilotonne.

•••

La mise en place, l'exploitation et l'entretien de ce système de surveillance international est financé par l'Otice qui a évalué le coût de la mise en place à environ 30,49 millions d'euros (200 MF). Les dépenses concernant les cent vingt stations sismiques secondaires seront à la charge des États sur le territoire desquels elles sont situées. La quote part de la France dans le budget de l'Otice (88 millions d'euros / 80 millions de dollars par an) représente 6,5 % du budget total de l'Organisation.

La conformité au CTBT dans l'atmosphère sera également surveillée par un réseau mondial de soixante stations d'infrasons. La détection des essais nucléaires avec les infrasons est une technologie relativement nouvelle, et le déploiement optimum des capteurs est le sujet d'expérimentation continue. Typiquement, les éléments des infrasons forment un triangle équilatéral de un à trois kilomètres de côté, avec une station supplémentaire au milieu. La détection d'un signal est améliorée si la symétrie de l'alignement n'est pas parfaite.

Chaque station est équipée de microbarographes qui peuvent enregistrer l'arrivée de l'onde sonore. Les signaux des capteurs sont enregistrés à chaque station. Il peut être possible de déterminer la direction d'arrivée de l'onde sonore provoquée par les petites explosions dans l'atmosphère, des avions supersoniques excédant la vitesse du son, ou les météorites entrant dans l'atmosphère terrestre.

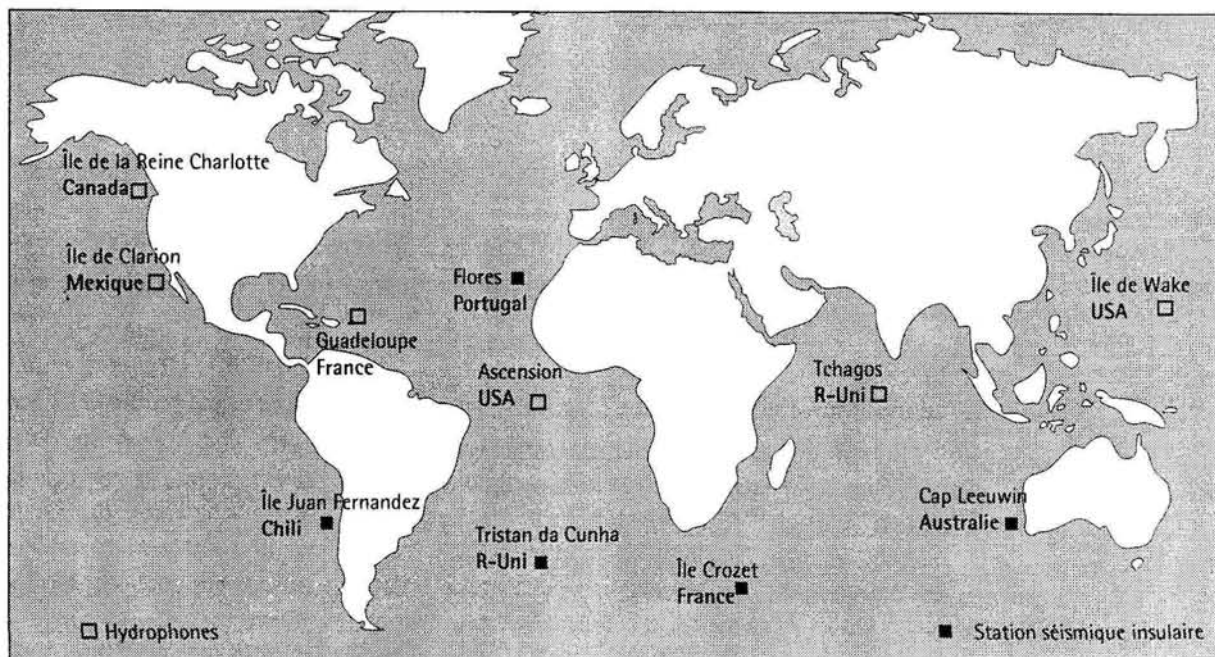
Le CEA dans le système de surveillance (SSI)

Le CEA est largement impliqué dans le réseau international de surveillance :

- une station sismologique du réseau primaire est installée au Laboratoire de géophysique de Pamatai (Tahiti) ;
- six stations de surveillance des radionucléides : Pamatai (Tahiti), Pointe-à-Pitre (Guadeloupe), La Réunion, Port-aux-Français (Îles Kerguelen), Cayenne (Guyane française), Dumont-d'Urville (Antarctique) ;

•••

Le réseau hydroacoustique de l'Otice



Le réseau hydroacoustique et à infrasons de l'Otice

Pour surveiller la conformité du traité dans les océans du monde, le Système de surveillance internationale (SSI) mettra en fonction un réseau hydroacoustique comprenant de onze stations. Ce système enregistrera les ondes acoustiques des explosions sous-marines et, dans certains cas, des explosions dans la basse atmosphère. Relativement clairsemé comparé aux autres réseaux du SSI, le réseau hydroacoustique peut couvrir des grandes régions efficacement puisque les ondes hydroacoustiques, pro-

duites par des explosions sous-marines, se propagent avec peu de perte d'énergie dans le canal Sofar (SOund Fixing and Ranging) dans les océans du monde. Ces stations pourront détecter et localiser même les petits événements sous-marins.

La carte ci-dessus montre la distribution des stations hydroacoustiques du SSI. Le réseau hydroacoustique comportera six stations d'hydrophone de câble-fixe (quatre nouvelles; deux existantes) et cinq stations sismiques insulaires (phases T).



•••

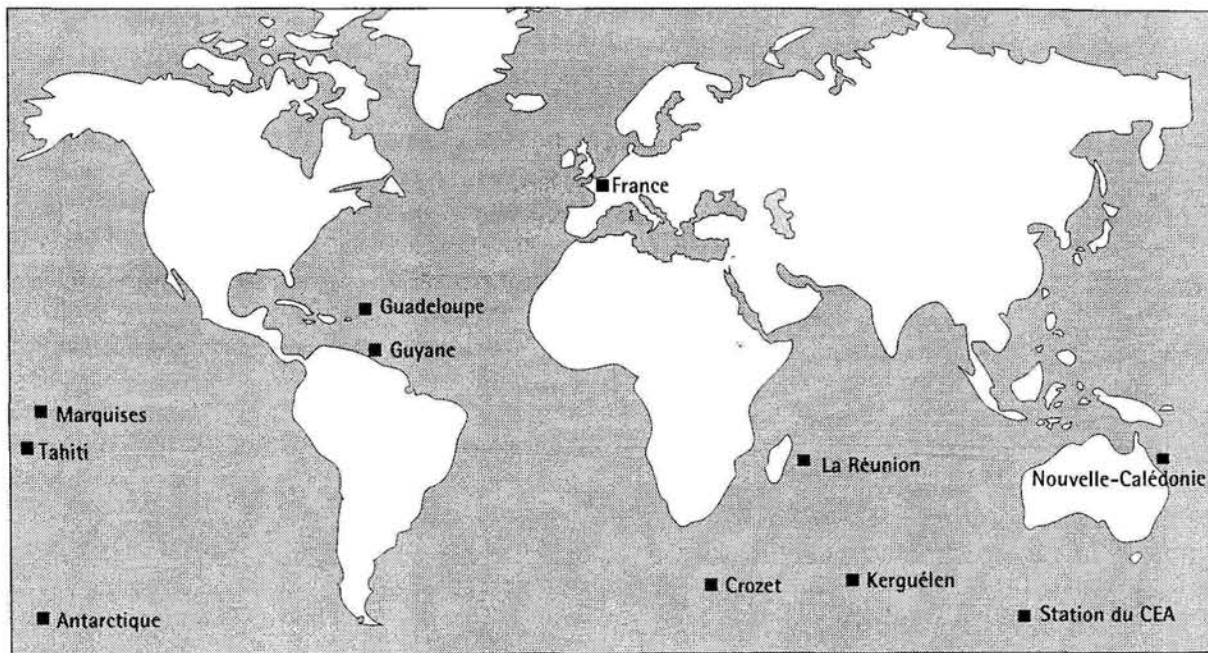
– deux stations hydroacoustiques : Île Crozet (Atlantique Sud)³, Guadeloupe ;

– cinq stations de détection des infrasons : Nuku Hiva (Îles Marquises), Port Laguerre (Nouvelle-Calédonie), Kerguelen, Taravao (Tahiti), Kourou (Guyane française) ;

– deux autres stations sismologiques du réseau auxiliaire : Port-Laguerre (Nouvelle-Calédonie) et Kourou (Guyane française).

De plus, le centre d'analyse du Commissariat à l'énergie atomique (Dam) de Bruyères-le-Châtel fait partie des seize laboratoires de référence homologués par l'Otice.

Les stations du CEA dans le système de surveillance internationale



La face cachée d'un accord de désarmement

Intérêts diplomatiques, économiques et militaires

On peut concevoir qu'il était de la responsabilité de la France – signataire « exemplaire » du traité d'interdiction des essais et ayant démantelé son site d'essais – de s'engager dans l'organisation de la vérification. Mais cet engagement n'est pas aussi « généreux » qu'on l'imagine : en s'impliquant ainsi la France défend des intérêts diplomatiques, économiques et militaires. Dans le débat préparatoire à la ratification du traité, le sénateur Jean Faure soulignait l'importance du rôle de la France dans l'Organisation du traité : « *Tout d'abord, par le nombre des installations de surveillance qu'elle accueille, par sa contribution financière et surtout par ses compétences et son expérience dans les techniques de surveillance, la France semble assurée d'un siège permanent au Conseil exécutif lorsque le traité entrera en vigueur.* »

Ces mêmes compétences devraient la mettre en mesure d'occuper une place de premier plan dans l'encadrement de l'organisation.

Enfin, les moyens propres dont dispose la France dans le domaine de la surveillance lui permettront d'obtenir des éléments supplémentaires d'appréciation et de ren-

forcer ainsi l'étendue et la fiabilité des informations fournies par le système de surveillance internationale. »⁴

Ce point de vue montre clairement qu'il est de l'intérêt des États de s'engager dans un processus de désarmement et il n'est pas question de critiquer cet aspect de la politique internationale. Mais il importe d'en mesurer les implications pour des États qui, comme la France, ont des ambitions dans la « direction » des affaires de la planète.

Sur le plan de la politique étrangère, la France utilise fréquemment le « bon exemple » donné par son moratoire des essais en 1992, sa décision de démantèlement de ses sites du Pacifique et sa rapide ratification du traité en 1998. Ces faits – positifs – permettent néanmoins à la France de justifier son refus d'aller plus avant dans le sens du désarmement nucléaire. En réaffirmant la nécessité de poursuivre la modernisation de l'arsenal nucléaire français par la construction d'un quatrième sous-marin nucléaire pour « garantir la pérennité, la fiabilité et la crédibilité de la dissuasion française », le ministre des affaires étrangères s'appuyait sur « ces efforts considérables, qu'aucun autre

.....
3) CEA, Rapport 1999, p. 20 : le CEA a remporté le marché du développement et de l'installation d'hydrophones au large de l'île de Crozet.

4) Jean Faure, op. cit., p. 28.

•••



...

État doté d'armes nucléaires n'a entrepris, [qui] témoignent de l'engagement de notre pays en faveur du désarmement nucléaire »⁵.

Les aspects économiques de l'engagement de la France dans le processus de vérification du Traité d'interdiction des essais ne sont pas non plus négligeables. Comme dans d'autres domaines liés au désarmement nucléaire⁶, l'offre des technologies et des compétences françaises débouche sur des contrats scientifiques et industriels « au service de l'Organisation du traité ». En exemple, la technologie de détection en traces infimes de radionucléides sous forme particulaire ou gazeuses, à plusieurs centaines de kilomètres de leurs sources, mise au point par le Dase (Dam/CEA de Bruyères-le-Châtel) vient de faire l'objet d'un partenariat avec la Société française d'ingénierie (SFI)⁷. Cette dernière société vient de recevoir commande par le Radiation Protection Bureau du Canada de quatre stations de surveillance de radionéon⁸ dans l'air (Xénon 133, 133m et 135) pour ses stations du réseau de surveillance du traité d'interdiction des essais⁹.

Les « intérêts militaires » de la France

La surveillance sismique et la détection hydroacoustique et infrasonore font partie des recherches militaires les plus secrètes et seules quelques grandes puissances disposent des technologies et des moyens pour en analyser les données et en envisager des applications militaires. On comprend donc que la France cherche à obtenir une place privilégiée dans le système mis en place par l'Organisation du traité d'interdiction des essais. Il est donc dans l'intérêt de la recherche militaire de la France d'avoir accès aux informations issues de stations sismiques, hydroacoustiques ou infrasonores réparties sur toute la surface du globe. On ne s'étonnera donc pas que ce soit la Direction des applications militaires du CEA qui ait la responsabilité de « suivre » ce dossier. Les habitudes de « confidentialité » de cet organisme constituent une garantie pour la protection du secret militaire.

Recherche militaire et vérification des accords de désarmement

Seules quelques grandes puissances militaires, telle la France, disposent d'une organisation structurée pour effectuer de la recherche militaire. En France, l'ensemble du domaine scientifique – depuis les sciences humaines jusqu'aux applications des technologies nouvelles – est couvert par les laboratoires de la recherche du ministère de la défense. Universités et centres de recherches privés sont également mis à contribution, mais très souvent de façon très parcellaire et cloisonnée, et ce sont les armées qui disposent d'un point de vue global sur les domaines de la recherche pouvant être utiles aux armées.

Dans une logique de défense, on ne peut reprocher aux militaires d'effectuer une « veille technologique » permanente. Ce qui pose problème, c'est lorsque les accords internationaux présentés officiellement comme des instruments du « désarmement » peuvent fournir à quelques États – les grandes puissances militaires, particulièrement – des moyens pour élargir leur propre système d'espionnage, pour conforter certains aspects de leur recherche militaire et éventuellement leur fournir des données pour mettre au point les armes du futur.

Cette possibilité d'utilisation des accords de désarmement à des fins potentiellement militaires est relativement nouvelle depuis – et c'est heureux – que les diplomates ont pris conscience que des accords politiques ne sont pas suffisants et qu'il convenait d'ajouter aux traités un système de vérification. Sur le plan nucléaire, la création de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) a constitué un progrès, mais dans ce domaine, on s'est évertué à donner à l'Agence une contrepartie de « promotion de l'énergie nucléaire civile » qui va à l'encontre d'une perspective réelle de désarmement. L'histoire du dernier demi-siècle montre clairement que la voie royale vers l'acquisition de l'arme nucléaire consiste à développer un système de recherche et une industrie nucléaire civile.

Depuis la chute du Mur de Berlin, les nouveaux accords de désarmement ont également pris en compte cette dimension de la vérification : c'est le cas du traité d'interdiction des armes chimiques dont les dispositions très détaillées de contrôle et de surveillance ont servi de modèle au système mis en place pour le traité d'interdiction totale des essais.

Les grandes puissances ont l'apanage de la vérification

Il est clair que si le système de surveillance ne peut être efficace que s'il est mis en place au plan mondial, seuls quelques États peuvent en assurer le fonctionnement et en apprécier les informations techniques. Ajoutons qu'en outre moins d'États – ceux, en particulier, qui possèdent leur propre réseau de veille et un haut développement de la recherche – peuvent utiliser les données des systèmes de surveillance des accords de désarmement. Il faut d'ailleurs remarquer que le Traité d'interdiction des essais nucléaires qui a mis en place un système de surveillance (SSI) très sophistiqué et un Centre international de données n'a pas donné à ce Centre la responsabilité de l'interprétation des données recueillies. Le Centre de Vienne n'est qu'un lieu d'enregistrement et de redistribution (payante) des informations. Ce sont les États parties au traité qui ont la charge d'interpréter les données. Les États-Unis sont certainement en position très forte dans ce domaine, mais la France arrive en seconde position, par la qualité de son analyse et l'ancienneté de sa pratique en matière d'interprétation des données recueillies.

.....

5) Ministère des affaires étrangères, Direction des affaires stratégiques, de sécurité et du désarmement, n° 1594/ASD, 29 août 2001.

6) La France participe aux opérations de démantèlement des armes nucléaires et de reconversion des matières nucléaires en excès de la Russie, dans le cadre du programme Aida.

7) CEA technologies, n° 54, janvier/février 2001.

8) Le Xénon 133 est un produit de fission gazeux dont la période est de 5,3 jours. Lors d'une explosion nucléaire mettant en jeu de l'uranium 235 ou du plutonium 239, 6 % des produits de fission disséminés dans l'atmosphère sont constitués par du Xénon 133. Le Xénon 133 est l'un des cinq produits de fission générés en grande quantité lors d'une explosion nucléaire.

9) Bulletin électronique du Canada de la Mission pour la science et la technologie de l'ambassade de France au Canada, n° 178, 19-29 juin 2001.

...



•••

Le Traité d'interdiction des essais nucléaires, conçu et présenté comme un accord réalisé par la majorité des États de la communauté internationale, n'est en fait vérifié dans son application que par les grandes puissances qui en ont les moyens, c'est-à-dire les puissances nucléaires. On a reproduit une nouvelle fois, une disposition discriminatoire : les « Grands » n'ont qu'une confiance limitée dans la capacité de la communauté internationale à gérer les affaires du désarmement.

Les avantages militaires du Traité d'interdiction des essais

Un réseau sismologique pour espionner

On peut comprendre que la recherche nucléaire militaire française ait eu besoin de créer son propre réseau de surveillance sismologique pour mesurer la puissance des essais nucléaires¹⁰. Les expériences des autres États nucléaires étaient ainsi enregistrées par les laboratoires et stations de géophysique du CEA¹¹ et comparées aux mesures effectuées à partir de nos propres essais. Ainsi, nos géophysiciens militaires ont pu obtenir par leurs sismographes des informations couvertes par un précieux secret militaire. Aucune puissance nucléaire ne tient à faire savoir exactement où elle en est de ses performances en matières d'armes nucléaires. La course à la miniaturisation qui dominait

dans la dernière période du développement des armes nucléaires, du temps des essais nucléaires souterrains, pouvait être éventée par les relevés des sismographes.

Dans cette perspective, la France était donc bien placée avec son réseau de stations sismiques réparti aux quatre coins du globe à partir de son territoire national (quarante stations de l'Hexagone sont gérées par la Dam de Bruyères-le-Châtel), de ses départements et territoires d'outremer et des quelques îles « éparses » de l'Océan Indien jusqu'aux franges de l'Antarctique (la Dam gère également les seize stations sismiques des Dom-Tom)¹².

Globalement, le Laboratoire de détection géophysique (LDG) du CEA « espionnait » les autres puissances nucléaires pour le compte de la France en même temps qu'il permettait à ceux qui faisaient exploser « nos » bombes à In Eker, Moruroa ou Fangataufa de vérifier la puissance exacte de leurs tirs. Cette mission du LDG ne s'est pas arrêtée avec la fin des essais français : elle se poursuit pour le compte de l'Otice, mais probablement aussi à des fins particulières. Comment imaginer que la France ne s'intéresse pas actuellement aux essais sous-critiques effectués en sous-sol par les États-Unis (et probablement par la Russie), bien qu'ils soient de faible puissance¹³ ?

À ce jour, les données sur la puissance de chaque essai nucléaire français restent couvertes par le secret. À l'occasion d'un voyage de presse organisé par le

•••

Comment fonctionne la détection : la pratique du Laboratoire de détection géophysique (CEA)

Dans un document déjà ancien (1969), le CEA décrivait les principes de la détection d'un essai nucléaire au LDG. En supposant qu'une bombe atomique ait explosé quelque part, les laboratoires du LDG détectent chronologiquement les faits :

« 1/100^e de seconde après l'explosion : le flashmètre électromagnétique donne l'alerte ; les compteurs affichent : explosion atomique, distance 400 km, localisation : un carré de 20 km de côté, latitude, longitude...

H + 1/10^e de seconde : le flashmètre optique confirme, puissance 200 kt.

Ces deux appareils ont effectué deux mesures indépendantes sur deux effets différents d'un même phénomène. D'ores et déjà, l'identification de la catastrophe est pratiquement irréfutable. L'alerte est délivrée immédiatement, automatiquement, aux autorités civiles et militaires, avec les renseignements indispensables : heure, lieu, puissance.

H + 1 mn : troisième alerte ; les informations délivrées par les sismographes ont été reprises par le Madas (Mesure automatique de distance et d'azimut des séismes), il confirme l'explosion, la position. L'alerte est à nouveau signifiée aux autorités concernées.

H + 5 mn : la méthode "Iono" basée sur l'analyse d'un effet Doppler en ondes décimétriques, donne les premières indications de l'onde de choc de l'explosion. Elle permet de préciser s'il s'agit d'une explosion en altitude ou au sol. Elle fournira sous peu une estimation de la puissance.

H + 20 mn : quatrième phénomène : les microbarographes reçoivent l'onde acoustique et confirment la puissance. » *Bulletin Dam*, n° 30, juin 1969

Il est très probable que les technologies du LDG se soient affinées, mais il est probable que les stations principales du réseau de l'Organisation du traité d'interdiction des essais disposent d'appareils permettant l'acquisition du même type d'informations qui sont transmises en temps réel aux seize « laboratoires » de l'Organisation.

Le même article du Bulletin Dam tout en présentant les techniques du LDG pour détecter les essais nucléaires termine sur les applications civiles liées aux travaux du LDG par cette phrase sibylline : « Il n'est pas interdit au lecteur d'en envisager d'autres. »

▲

10) La revue scientifique de la Direction des applications militaires du CEA *Chocs* a publié un dossier sur « Les sciences de la terre à la Dam » en avril 1993.

11) En 1957, lorsque les États-Unis ont commencé leurs essais souterrains, le premier sismographe compact français vit le jour au CEA (*Chocs*, n° 17, novembre 1997, p. 7).

12) *Les défis du CEA*, n° 83, décembre 1999.

13) Le dernier essai sous-critique américain (Oboe 8) a eu lieu le 26 septembre 2001 au fond d'un puits d'environ trois cents mètres de profondeur sur le site d'essais du Nevada. Les essais sous-critiques français sont réalisés à Moronvilliers, près de Reims.



•••

ministère de la défense à Moruroa, en juin 2000, le dossier fourni aux journalistes ne donnait que « la catégorie d'énergie » des essais souterrains¹⁴. Les seules données précises sur les puissances des essais souterrains de la France proviennent des sismographes australiens, néo-zélandais ou américains¹⁵.

L'expérience en matière sismique, au service du désarmement et... de projets militaires

Ainsi, la surveillance sismologique a permis aux États nucléaires de connaître, dans une certaine mesure, l'état du développement des armes nucléaires de l'adversaire ou du partenaire. Toutes les mesures sismologiques enregistrées depuis le début des essais souterrains, soit depuis un demi siècle, ont permis de tracer le modèle d'un tir souterrain, si faible soit-il et de les différencier des événements sismiques « naturels » du globe terrestre. La multiplicité et la localisation géographique des stations de mesures sismiques autorisent également un affinement du repérage et de la nature d'une onde sismique naturelle ou provoquée artificiellement par une explosion souterraine.

Cependant, les sismologues restent parfois réservés quant à la possibilité de faire la distinction entre un essai nucléaire et un tremblement de terre « naturel ». Selon eux, la propagation des ondes dans la croûte terrestre n'est pas homogène et il arrive probablement que les militaires utilisent ces difficultés d'interprétation pour leurrer le système de surveillance sismique. On cite le cas des essais réalisés en salve, le 28 mai 1998, par les Pakistanais : cinq essais qui ont été enregistrés comme une seule explosion pour qu'on n'en sache pas vraiment ni le nombre ni la puissance¹⁶.

La longue expérience du CEA en matière de détection sismique permet de comprendre pourquoi l'Otice — sur recommandation de la France — lui a confié une responsabilité importante dans le système international de vérification qui a été mis en place. Ce rôle du CEA est renforcé par le fait qu'il garde la gestion des stations de surveillance sismique réparties sur le territoire national qui constituent le réseau secondaire du système de surveillance de l'Otice, ce dernier réseau étant sous responsabilité nationale.

Dans cette même perspective de la vérification du désarmement ou dans le cadre d'accords internationaux (accords de la Conférence pour la sécurité et les mesures de confiance d'Helsinki, par exemple), les recherches en sismologie ont été utilisées, du temps de la guerre froide, pour détecter les déplacements de colonnes de chars et donc les préparatifs d'une éventuelle invasion militaire. Des expériences ont été réalisées en Europe centrale au cours de manœuvres militaires pour mettre au point un système d'alerte « sismique ». On ignore si de telles recherches se poursuivent actuellement.

Quelques curieuses coïncidences : essais nucléaires souterrains et tremblements de terre

8 mai 1974 : l'Inde effectue son premier essai souterrain sur le site de Pokaran. Deux jours plus tard, le séisme de Sichuan (Chine) fait vingt mille morts.

22 janvier 1989 : l'Union soviétique effectue un essai souterrain sur le site de Semipalatinsk (Kazakhstan). Le lendemain, un séisme se produit à Douchchanbé (Tadjikistan).

24 et 31 octobre 1989 : la France effectue deux essais souterrains à Moruroa. Le 2 novembre suivant, deux séismes (7,1 et 5,7 sur l'échelle de Richter) se produisent au Japon.

18 et 29 mai 1991 : la France effectue deux essais souterrains à Moruroa et Fangataufa. La première éruption du Pinatubo (Philippines) se produit quatorze jours plus tard.

14 juin 1991 : la France effectue un essai souterrain à Moruroa. Le lendemain a lieu une seconde éruption majeure du Pinatubo.

15 mai 1995 : la Chine effectue son quarante-deuxième tir souterrain sur le site de Lop Nor. Le 28 mai, un séisme se produit à Neftegorsk (île de Sakhaline), faisant deux mille morts. Le 29 mai, un séisme se produit à Paphos (Chypre). Ces deux lieux de séismes sont situés aux limites de même plaque tectonique Eurasiatique.

5 septembre 1995 : la France effectue un tir souterrain à Moruroa. Un séisme se produit neuf jours plus tard à Chilpancingo (Mexique).

1^{er} octobre 1995 : la France effectue un essai souterrain de forte puissance à Fangataufa. Le 6 octobre, un séisme se produit sur l'île de Kozu (Japon) faisant plusieurs morts. Le 7 octobre, un autre séisme se produit à Dungaipenhu (Sumatra), faisant cent morts. Le 9 octobre, un séisme se produit à Zihatlan (Mexique), faisant quarante-huit morts. Les 12 et 18 octobre des volcans japonais se réveillent, dont l'un éteint depuis 320 ans. Le 12 octobre, un autre séisme se produit à Manxinilho (Mexique). Le 21 octobre, un autre séisme se produit à Mexico, faisant soixante-dix blessés.

11 et 13 mai 1998 ; 28 et 30 mai 1998 : l'Inde, puis le Pakistan effectuent des essais nucléaires souterrains dans les parties ouest de ces deux pays. Le 30 mai 1998, un séisme ravage le nord-est de l'Afghanistan faisant quatre mille morts. ▲

.....
14) Catégorie A : 5 kt ; catégorie B : 5-20 kt ; catégorie C : 20-150 kt. Dossier de presse, 5 juin 2000, p. 40. Ces mêmes « imprécisions » ont été fournies par le ministère de la défense aux experts de l'AIEA chargés, en 1996, de l'étude sur la situation radiologique des atolls de Moruroa et Fangataufa.

15) Voir Bruno Barrillot, *Les essais nucléaires français 1960-1996*, CDRPC, Lyon, 1996, pp. 367-374.

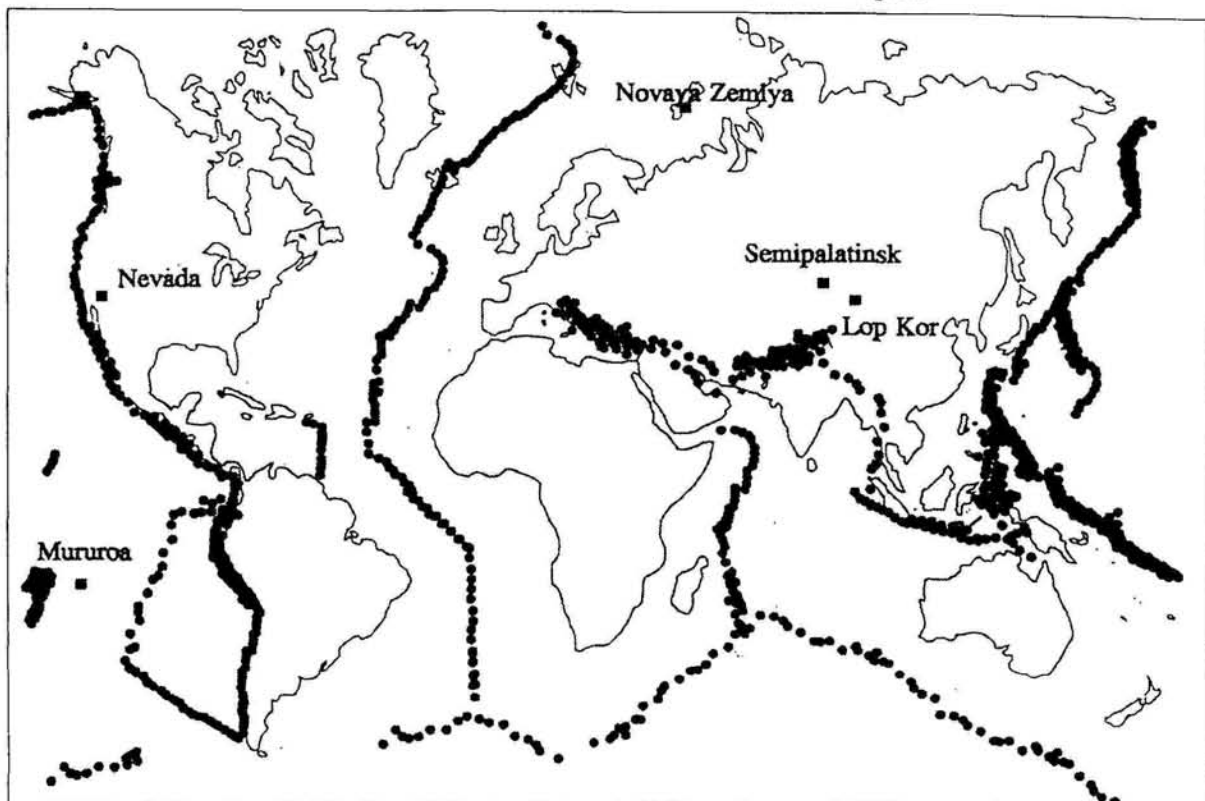
16) Jean-Louis Paul, « Sans danger pour les populations », in *Le monde à l'envers*, novembre 1998, n° 1, p. 31. Cet article présente très clairement la question des relations entre essais nucléaires et tremblements de terre.

Le CEA présente généralement les travaux et mesures de sismologie effectués par le LDG comme des applications militaires principalement orientées sur la détection des explosions nucléaires. Cependant, le CEA insiste sur la possibilité d'applications civiles utiles aux universités et aux organismes internationaux à vocation « pacifique » dans la gamme de la protection des réacteurs nucléaires, la surveillance des volcans, la prévision météorologique...

•••



Carte des sites d'essais et des zones sismiques



SOURCE : Ola Dahlmann and Hans Israelson, *Monitoring Underground Nuclear Explosions*, National Defense Research Institute, New York, Elsevier Scientific Publishing Company, 1977, p. 48, 74

• • • Un réseau de stations sismiques au service de l'industrie nucléaire

Depuis sa création, le CEA est engagé dans la promotion de l'énergie nucléaire et la connaissance des zones sismiques est tout à fait primordiale pour la construction d'installations nucléaires telles qu'une centrale nucléaire ou une usine de retraitement, ou encore la mise en place d'un site de stockage, en grande profondeur, de déchets nucléaires. Dans le cadre du nucléaire civil, l'Institut de protection et de sûreté nucléaire (IPSN), dépendant du CEA, a mis en place depuis 1991, le Bureau d'évaluation des risques sismiques pour la sûreté des installations nucléaires (Beressin).

Mais, en France, il existe d'autres organismes qui travaillent dans le même domaine et qui recueillent des informations sismiques : ce sont, notamment, le Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) qui s'oriente plutôt vers des activités de service aux industriels (recherche minière, bâtiment...) ou l'Institut de physique du globe de Strasbourg, plus axé sur la recherche.

Recherches sismiques et armes nouvelles

D'autre part, même si les informations à ce sujet sont très secrètes, contradictoires et souvent dénoncées comme « sans fondement » par les responsables de la recherche militaire, les études sismologiques ont été utilisées pour tenter de mettre au point un programme d'« armes géotectoniques ». Selon le professeur Gary

Whitford, de l'Université du Nouveau-Brunswick (Canada), soixante cinq pour cent des tremblements de terre survenus au cours des quarante-cinq dernières années auraient été causés par les essais nucléaires souterrains. Il précise même que « du début du siècle à 1950, il s'est produit 3 419 séismes d'une force égale ou supérieure à 6 sur l'échelle de Richter, soit une moyenne de 68 par an. De 1950, début des essais nucléaires souterrains, à 1990, leur nombre est passé à 4 963, ce qui représente une moyenne de 124 par an. Pendant la même période, 2 200 essais nucléaires souterrains ont été réalisés »¹⁷.

Séismes « naturels » et séismes artificiels

Selon les spécialistes, il n'est pas toujours très simple de distinguer entre les séismes naturels et les séismes artificiels. D'une manière globale, le signal enregistré par sismographes lors d'une explosion nucléaire (ou chimique) est relativement bref et se limite à une région terrestre bien plus limitée comparée à un séisme d'égale énergie. Les ondes rayonnées par un séisme « naturel » sont beaucoup plus riches en nombre, en fréquence et en amplitude et donc le signal enregistré sera plus long et plus complexe pour un tremblement de terre que pour une explosion nucléaire¹⁸.

Actuellement, les sites d'essais souterrains sont connus, aussi les sismologues peuvent, en identifiant la source du séisme, distinguer par cette localisation géographique s'il s'agit d'un tremblement de terre ou d'un tir nucléaire (ou chimique) souterrain.

.....
17) *Science Et Vie*, n° 946, juillet 1996, p. 8.

18) Martine de Becker, *art. cit.*, pp. 47-75.

•••

Néanmoins, les experts reconnaissent que ce n'est pas toujours aussi simple de faire la distinction, notamment en raison des difficultés à estimer la profondeur d'un événement sismique. On sait qu'un essai nucléaire souterrain est généralement effectué à mille mètres de profondeur (le maximum a été tiré dans un puits de 3 000 m). Le tir nucléaire constitue donc un événement dit « de surface » tandis que même si la majorité des tremblements de terre proviennent de plus grandes profondeurs (jusqu'à 700 km), un certain nombre se produisent entre la surface du sol et une dizaine de kilomètres.

Les géologues n'excluent pas qu'un séisme naturel puisse contribuer à un autre séisme. Certains ont fait la relation entre le séisme du 7 décembre 1988 à Spitak (Arménie) et celui de Douchanbé quelques semaines plus tard (23 janvier 1989) bien que deux mille kilomètres séparent les deux villes¹⁹. Il n'est donc pas impensable d'admettre la possibilité d'une relation entre un séisme artificiel et un tremblement de terre « naturel » qui serait d'autant plus ravageur que les sismologues constatent que c'est une caractéristique des séismes « peu profonds ».

Armes géotectoniques ?

Les corrélations entre essais nucléaires souterrains et tremblements de terre ne seraient pas toutes de simples coïncidences²⁰. En Union soviétique, l'Armée Rouge aurait étudié les capacités de cette « arme géotectonique » dans un laboratoire très secret d'Abkhazie (à la frontière de la Géorgie), à Nijni Echery. Mais ce ne serait pas le seul laboratoire de ce type puisqu'on en recensait à Plessetsk en Nouvelle-Zemble, en Sibérie et au Kazakhstan. Le principe de ces expériences consistait à faire sauter, au fond d'un puits, une charge de petite ou de moyenne puissance de façon à orienter l'onde de choc pour provoquer des secousses de l'écorce terrestre dans une région précise...²¹

Une « expérience » aurait été effectuée en 1988, alors que des conflits sanglants entre Azéris et Arméniens se déroulaient dans le Haut-Karabakh. On attribue à un essai nucléaire soviétique conduit à cette fin, le tremblement de terre qui se produisit le 7 décembre 1988, détruisant la ville arménienne de Spitak en faisant 75 000 morts. Cette « catastrophe » conduisit – provisoirement – Arméniens et Azéris à cesser les combats...

Évidemment, les autorités russes ont démenti tout en bloc, qualifiant d'aberrantes et de calomnieuses de telles affirmations. Ceci n'empêche pas que la très sérieuse *Encyclopédie militaire soviétique* ait inscrit sous la rubrique « guerre géophysique » la définition suivante : « *Provocation de tremblements de terre artificiels, d'inondations, d'orages magnétiques.* » Et cet ouvrage n'a rien à voir avec un roman de science-fiction !

La convention ENMOD

Si les Soviétiques avaient envisagé de telles recherches sur « l'arme tectonique », on ne peut douter que les autres grandes puissances nucléaires n'aient pas envisagé de faire de même. Et probablement, ces recherches ont été développées depuis très longtemps au cours de la guerre froide. En effet, dans les années 1970, le Comité du désarmement de l'ONU a discuté d'une « *Convention sur l'interdiction d'utiliser des techniques de modification de l'environnement à des fins militaires ou toutes autres fins utiles* ». Cette convention est entrée en vigueur le 5 octobre 1978 sans les signatures des États-Unis, de la France et de la Chine. L'URSS et le Royaume-Uni l'avaient pourtant ratifiée en mai 1978. Or cette convention veut préserver l'humanité des dangers des techniques de modification de l'environnement qu'elle décrit ainsi dans son article 2 : « *toute technique ayant pour objet de modifier – grâce à une manipulation délibérée de processus naturels – la dynamique, la composition ou la structure de la Terre, y compris ses biotopes, sa lithosphère, son hydrosphère et son atmosphère, ou l'espace extra-atmosphérique* ».

En fait, la convention n'interdit que l'emploi de techniques de modifications de l'environnement et ce seulement dans certaines conditions, notamment lorsque les effets sont étendus, durables ou graves. Sont donc écartées d'emblée du champ de la convention les recherches concernant de telles techniques, leur développement, ainsi que la préparation ou la menace de leur emploi. Ce qui signifie clairement que les États qui ont adhéré comme ceux qui ne sont pas partie à la convention sont sur pied d'égalité en ce qui concerne la recherche.

De plus, la description des techniques de modification de l'environnement doit inclure, selon l'accord interprétatif qui ne figure pas dans le texte final de la Convention, tout bouleversement de l'équilibre écologique d'une région. Étant donnée l'ambiguïté des termes choisis, la Convention semble, selon certains, avoir été destinée tant pour l'avenir que pour le présent ; elle viserait donc des techniques qui n'auraient pas été prévues par l'état des connaissances scientifiques et des développements technologiques en 1976.

Enfin, cette convention qui n'a jamais été amendée depuis 1976 (en relation avec les progrès scientifiques) n'interdit que les modifications « délibérées » ou intentionnelles, ce qui est parfois très difficile à prouver.

Néanmoins, si dans les années 1970, on imaginait à l'ONU pouvoir utiliser des techniques pour modifier éventuellement la « dynamique de la lithosphère », c'est probablement qu'on avait de bonnes raisons de penser que certaines grandes puissances militaires effectuaient des recherches dans ce domaine. Les diplomates n'engagent pas des processus de négociations de conventions internationales à partir de la littérature romanesque.

.....
19) Yvonne Rebeyrol, in *Le Monde*, 25 janvier 1989.

20) Jean-Louis Paul, *art. cit.*

21) Boris Poutko, *Les nouvelles armes de la fin du monde*, Éditions du Rocher, Paris, 1996, p. 139 et suivantes.

•••



•••

Utilisation de la sismologie et camouflage d'essais souterrains

Quand bien même ces recherches sur l'arme tectonique paraîtraient aberrantes, on peut imaginer que toutes les données sur les séismes artificiels provoqués par les essais nucléaires souterrains enregistrées par les militaires (ou par le CEA), combinées avec leur savoir sur les séismes naturels leur donneraient les moyens de leurrer les systèmes de surveillance. Certains pourraient imaginer d'effectuer leurs tirs nucléaires dans des cavités naturelles souterraines ou dans des dépôts salins pour « étouffer » le signal sismique. D'autres ont même envisagé de profiter d'un événement sismique naturel pour mêler le signal de l'essai nucléaire à celui d'un tremblement de terre.

Au moment où la France renonçait à tout essai nucléaire, nombre de militaires et experts de la Direction des applications militaires du CEA avaient protesté, arguant du fait que toute tête nucléaire du futur devra être testée en réel si on veut la mettre en service en toute fiabilité. C'est d'ailleurs un argument qui vient d'être utilisé par l'administration Bush pour, éventuellement, reprendre les essais nucléaires américains²².

Malgré le système de simulations en laboratoire, la science des séismes, si étroitement encadrée par l'organisation militaro-nucléaire, pourrait-elle permettre de camoufler ces éventuels essais souterrains de très faible puissance nécessaires à la mise au point des armes nucléaires du futur ? Après tout, les essais dits « sous-critiques », obligatoirement inférieurs à une puissance d'une kilotonne, sont autorisés par le traité d'interdiction des essais. La France, la Russie et les États-Unis²³ continuent à pratiquer de tels tirs présentés comme partie prenante de leurs programmes de simulations. Ayant en mains toutes les cartes du système de vérification du traité, il n'est pas impensable d'imaginer que les puissances nucléaires, en cas de besoin, puissent d'outrepasser les limites prévues par ce traité.

Les recherches sismiques sous le sceau du secret militaire

La recherche militaire ne néglige aucune branche scientifique. Il n'y a donc pas de raisons pour que les études de sismologie soient écartées du champ des activités militaires. Ceci ne signifie pas qu'en France, la Direction des applications militaires du CEA ou le Centre d'expertises et d'essais de la Délégation générale pour l'armement (DGA) mette au point, dans le plus grand secret, des armes dignes des divagations du docteur Folamour. Mais la veille technologique reste à la base des activités des laboratoires de recherche militaire : tout ce qui touche au domaine de la sismologie n'échappe pas à cette réalité.

Au-delà de cet intérêt compréhensible du CEA pour les recherches sismiques, le fait de lui avoir confié une

responsabilité dans le système de vérification de l'Otice lui permettra aussi de poursuivre parallèlement ses propres recherches dans ce domaine. Le Département de surveillance et d'analyse de l'environnement (Dase) du CEA militaire aura ainsi des moyens d'existence reconnus et pérennisés. Ces moyens seront même amplifiés par des actions de coopération avec d'autres pays effectuées, dans le cadre de l'Otice, par la Direction des applications militaires du CEA. Ainsi, la Dam a aidé la Mongolie à implanter le premier mini-réseau infra-sous opérationnel conforme au Tice ainsi qu'une station sismique et un mini-réseau infrasons en Bolivie²⁴. D'après le CEA, le système international de mesures (321 stations) est prévu pour envoyer en temps réel toutes les données à la fois au Centre international de données de Vienne (Autriche) et au Centre de données français du CEA de Bruyères-le-Châtel²⁵.

On peut donc légitimement s'interroger sur les raisons qui ont motivé cette mainmise du CEA militaire qui a plutôt l'habitude de couvrir ses activités du secret militaire plutôt que de travailler dans la transparence. Confier l'organisation de la vérification de l'Otice à des organismes extérieurs aurait, il est vrai, signifié pour la Dam du CEA de transmettre des banques de données et enregistrements des essais qui restent interdits aux civils en raison du secret militaire. Une fois de plus, il faut constater que « passer la main aux civils », même dans le domaine du désarmement, ne fait pas encore partie des habitudes des diplomates « politico-militaires » qui mettent en place les traités.

Il faut ajouter que c'est probablement une mesure de « prudence » : le traité d'interdiction totale des essais n'est pas encore entré en vigueur : les États-Unis, comme on le sait, ne l'ont pas encore ratifié et il manque encore les adhésions de l'Inde, du Pakistan et d'Israël. La France, en proposant de laisser le système de vérification de l'Otice dans le giron militaire, préserve ses secrets au cas où, par malheur, le traité serait dénoncé.

Les autres techniques de vérification du traité et les recherches militaires ultra-secrètes

Si l'on comprend aisément que la Direction des applications militaires du CEA puisse aujourd'hui proposer ses services pour la vérification de l'Otice après avoir, pendant un demi siècle, mis ses stations sismiques au service des essais nucléaires et de la surveillance de ceux des autres États nucléaires, on imagine moins clairement les raisons qui suscitent l'intérêt du CEA pour les autres technologies utilisées par le système de surveillance international (SSI). Il semble cependant que quelques raisons plus spécifiquement militaires aient motivé l'intérêt du CEA – et de la France – pour la poursuite de recherches autres que la sismologie en coopération avec l'Otice.

•••••

22) Jeffrey St. Clair, « Bush Flirts With Resuming Nuclear Testing », in *These Times*, 1^{er} octobre 2001.

23) Le dernier essai sous-critique américain désigné sous le nom de code « Oboe 8 » a eu lieu le 26 septembre 2001, dans un puits souterrain creusé sur le site d'essais du Nevada. Les essais sous-critiques français ont lieu sur le polygone d'essais de Moronvilliers (site de la Dam du CEA), près de Reims.

24) CEA, *Rapport 1999*, p. 20.

25) *Idem*, p. 19.

•••



•••

Hydroacoustique et sous-marins nucléaires

Tout d'abord, on aura noté que, dans le cadre de la surveillance du Traité d'interdiction des essais, onze stations effectuent des mesures en hydroacoustique. Or cette science fait partie des domaines privilégiés de la recherche militaire. Elle est particulièrement étudiée pour la détection (et les contre-mesures correspondantes) des sous-marins nucléaires et pour les communications en milieu marin : les applications militaires de ces deux branches de la recherche sont donc avérées et on imagine aisément que le CEA militaire s'intéresse à ce domaine²⁶.

L'acoustique sous-marine

Si le milieu marin est peu propice à la propagation sur de grandes distances de la lumière, des faisceaux laser ou des ondes électromagnétiques, il est au contraire très adapté à la propagation des ondes sonores, même de très faible puissance. Ces ondes peuvent être détectées par des sonars dits « passifs » qui sont parties prenantes du système de détection hydroacoustique prévu par le traité d'interdiction des essais.

Un système sonar passif est formé de deux parties : une antenne comprenant quelques dizaines à quelques milliers de capteurs (ou hydrophones), éléments sensibles du sonar, qui effectuent la transformation du signal acoustique en signal électrique, et un récepteur réalisant le traitement du signal et de l'information. Les principales fonctions demandées à un système sonar passif sont la détection des cibles éventuelles, leur localisation, leur poursuite, et dans la mesure du possible, leur classification et leur identification²⁷.

Le système sonar passif utilisé par le SSI est basé sur le même principe que ceux qui sont installés sur les sous-marins ou utilisés pour la détection de sous-marins. On comprend donc qu'il y a, si l'on peut dire, interférence entre un moyen de contrôler le désarmement et une technologie de pointe militaire.

Les recherches en hydroacoustique sont en plein développement et les progrès sont tels que les experts estimaient au début des années 1990 qu'on avait pu obtenir le doublement des portées de détection en quelques années. Il importe donc, pour la France, de participer à ces recherches et à l'affinement des moyens de détection sous-marine utilisés dans le cadre de l'Otice.

Les experts militaires français ont déclaré que les sous-marins nucléaires lance-engins de la nouvelle génération disposaient d'une « discrétion acoustique » mille fois plus performante que ceux de la génération précédente. Or les sous-marins nucléaires restent aujourd'hui les seuls vecteurs de l'arme nucléaire normalement indétectables et qui, de ce fait, auraient une capacité de frappe en second en cas de conflit nucléaire. On comprend donc que tout ce qui touche au domaine de l'hydroacoustique est absolument indispensable à

une puissance nucléaire comme la France qui entend encore baser son système de défense sur la dissuasion nucléaire. Toute avancée technologique qui permettrait la détection des sous-marins ruinerait toute la stratégie militaire de la France.

Aménagements du traité

Lors des négociations précédant l'ouverture à la signature du Traité d'interdiction des essais, des réticences ont été émises par quelques délégations à propos des stations hydroacoustiques : c'est certainement ce qui explique leur petit nombre. En effet, la principale préoccupation suscitée par le déploiement d'un réseau d'hydrophones (le système hydroacoustique) est qu'il est considéré par ces délégations comme une menace pour leur sécurité maritime nationale²⁸. On a donc fait en sorte que le réseau hydroacoustique opère de façon à ne pas représenter une telle menace.

Toutefois, il est possible que beaucoup d'explosions sous-marines très petites, comme des explosions réalisées lors d'études géophysiques conduites pour déterminer la structure de la croûte terrestre dans le cadre d'une exploration pétrolière, mais aussi des bruits générés par des systèmes de propulsion de navires soient détectées. Les négociateurs du traité ont donc été amenés à réduire la sensibilité du système hydroacoustique de façon à être sûr que l'on n'enregistrera pas un trop grand nombre d'explosions (ou de bruits) de très faible puissance acoustique (quelques dizaines de watts) sans rapport avec la surveillance du CTBT.

De plus, comme l'hémisphère nord est déjà couvert par un réseau sismologique dense (en grande partie maîtrisé par les puissances nucléaires) qui devrait détecter les explosions sous-marines de 1 kilotonne et même sensiblement moins et localiser et identifier ces explosions, on a réparti le système de surveillance hydroacoustique dans l'hémisphère sud en priorité.

On sait que les sous-marins nucléaires des grandes puissances patrouillent principalement dans l'hémisphère nord puisque la « menace » potentielle se situe plutôt dans cette région du monde. Ces grandes puissances ont donc mis en place des systèmes d'hydrophones dans l'hémisphère nord pour surveiller les mouvements de sous-marins, mais elles ne les ont pas mis à la disposition de l'Organisation du traité d'interdiction des essais, secret militaire oblige !

Infrasons et contrôle des foules

Détection des essais nucléaires par les infrasons

Le système de détection par infrasons est, d'après les experts, adapté à la détection des essais nucléaires effectués à la surface du sol et dans l'atmosphère moyenne. La détection par infrasons permet également la localisation d'un essai avec une précision de l'ordre

.....
26) Documents DGA, « Acoustique et vibrations », naissance d'une nouvelle discipline : l'océanographie acoustique, Entretiens Science et défense 1992.
27) MM. Husson et Roy, DGA, « Acoustique sous-marine, sciences de la mer, Entretiens Science et défense, 23-24 mai 1989, DGA, p. 40.
28) Peter Marshall, président du groupe d'experts scientifiques du comité spécial, « Un système de surveillance internationale pour un Tice », La Lettre de l'Unidir, 1/96.

•••



•••

de la centaine de kilomètres²⁹. En France, le professeur Yves Rocard est considéré comme le créateur de ce système de détection des essais nucléaires par l'utilisation de capteurs d'infrasons ou microbarographes. Ainsi, dès 1954, un microbarographe a été installé en Polynésie française pour détecter les explosions nucléaires américaines au-dessus de Bikini.

Les sismologues ont découvert que les ondes infrasons étaient perçues avant les tremblements de terre qu'elles précèdent et accompagnent, provoquant la fuite des animaux qui les ressentent les premiers. C'est pour cette raison que le système de vérification du traité d'interdiction des essais prévoit d'utiliser des stations de capteurs infrasons qui permettraient d'avoir une information très rapide sur un éventuel essai souterrain.

Armes non létales

Mais les technologies liées aux infrasons constituent aussi un secteur de la recherche militaire qui met au point des armes dites « non létales ». On comprend donc qu'un pays comme la France ne souhaite pas rester à l'écart de ces laboratoires d'étude des infrasons que constituent les stations de captage d'infrasons du SSI. Cet intérêt est d'autant plus vif que la recherche militaire française travaille aussi dans ce domaine et dispose des compétences et des technologies pour analyser les données du système de vérification du traité et en tirer des enseignements pour d'éventuelles applications militaires.

Les armes infrasons reposent sur le principe de l'utilisation d'une énergie acoustique pour repousser un adversaire ou endommager des matériels. Les recherches sur ces armes (dites aussi acoustiques) s'intéressent aux fréquences inférieures au seuil d'audibilité de l'être humain (entre 20 et 20 000 Hertz), soit en dessous de 20 Hertz. Les experts montrent qu'un infrason d'environ 16 Hertz, mais de grande intensité, peut être la cause de nausées, de troubles de la vision, de lésions internes dont l'effet peut, dans les cas extrêmes aller jusqu'à la mort.

Après s'être heurtés à d'importants problèmes techniques (notamment la dimension des capteurs), une entreprise américaine a mis au point un nouveau procédé utilisant deux générateurs d'ultrasons (dépassant 20 000 Hertz et donc inaudibles par l'être humain) ayant des fréquences légèrement différentes. Les deux signaux émis se combinent en un faisceau qui additionne les deux fréquences et un autre qui résulte de la soustraction des deux fréquences. Le premier faisceau inaudible se perd dans l'atmosphère tandis que le second, en basse fréquence, peut être utilisé comme « arme ». L'entreprise américaine a mis au point un appareil qui dispose d'un très bon rendement qui permet de renvoyer le signal « infrasonore » avec efficacité.

Mais ce type d'armement pourrait être considéré comme « non discriminant » et tomber sous le coup de la convention de 1981 sur les armes inhumaines. En effet, les infrasons se propagent facilement et profondément au travers des matériaux et pourraient avoir des effets sur la stabilité des matériaux et de l'environnement³⁰.

Armes à infrasons

Dans les années 1980, un ingénieur français avait construit un canon à infrasons, il est vrai de grandes dimensions puisque l'engin pesait au total trente tonnes pour une longueur de quinze mètres, le diamètre de la « bouche » du canon étant de trois mètres. L'homme évaluait le coût de son canon au quart de celui d'un Mirage 2000 et procédait à des expérimentations au sud des îles de Lérins devant quelques délégations des États du Golfe et... des services secrets français³¹. Les recherches se sont probablement affinées par la suite, mais les informations sont peu nombreuses et très souvent assez évasives.

Aux États-Unis, de telles armes sont également mises au point. En mars 2001, le Pentagone a annoncé un modèle d'arme mettant en œuvre un rayon concentré d'énergie électromagnétique sur des cibles humaines, le VMADS (Vehicle Mounted Active Denial System). Une arme officiellement « non létale » suivant les termes du Pentagone. Selon des chercheurs du centre médical de l'Université Loma Linda en Californie, les effets à long terme de l'exposition à des rayonnements infrasons sont inconnus. Selon le *Marine Times*, le temps d'utilisation des infrasons qui causerait des dommages permanents ou pourrait tuer est connu, mais il gardé secret.

Le VMADS, ou tout autre arme utilisant les infrasons, pourrait fort bien aboutir dans l'arsenal des services de police, car le Pentagone présente son dernier né comme un instrument de contrôle de foule idéal, beaucoup plus discret que les balles de caoutchouc ou les gaz lacrymogènes... D'ailleurs, selon le magazine *Jane's*, « la propriété "non létale" de ces armes pourrait... encourager les forces militaires à les utiliser sur des civils ».

Cette éventualité n'est pas imaginaire. En effet, selon Alvin et Heidi Toffler, « on sait que des générateurs d'infrasons avancés destinés à garder le contrôle des foules ont été testés en France et dans d'autres pays. Ces appareils émettent des ondes sonores à très basse fréquence, réglables à volonté pour provoquer des étourdissements, des nausées et des crises de diarrhée. On a pu constater que ces effets sont temporaires et cessent dès que l'on éteint le générateur. Pour autant qu'on le sache, il n'y a pas de séquelles durables »³². ▲

29) E. Blanc et alii, « Détection des explosions nucléaires atmosphériques », *Chocs*, n° 17, novembre 1997, p. 25.

30) Luc Mampaey, *Les armes non létales. Les rapports du Grip*, 99/1, p. 18-19.

31) *Le Monde*, 18-19 novembre 1984.

32) Alvin et Heidi Toffler, *Guerre et contre-guerre*, Fayard, Paris, 1994, p. 184.



LE SYSTÈME DE SURVEILLANCE DU TRAITÉ D'INTERDICTION DES ESSAIS NUCLÉAIRES

| État | Station sismique principale | Station sismique auxiliaire | Station radio-logique | Laboratoire radio-logique | Station hydro-acoustique | Station infra-sons | Total |
|--|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------|-------|
| Afrique du Sud | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 5 |
| Allemagne | 1 | | 1 | | | 2 | 4 |
| Allemagne et Afrique du Sud ¹ | | | | | | | 11 |
| Arabie saoudite | 1 | 1 | | | | | 2 |
| Argentine | 1 | 2 | 3 | 1 | | 2 | 9 |
| Arménie | | 1 | | | | | 1 |
| Australie | 4 | 3 | 7 | 1 | 1 | 5 | 21 |
| Autriche | | | | 1 | | | 1 |
| Bangladesh | | 1 | | | | | 1 |
| Bolivie | 1 | 1 | | | | 1 | 3 |
| Botswana | | 1 | | | | | 1 |
| Bésil | 1 | 2 | 2 | 1 | | 1 | 7 |
| Cameroun | | | 1 | | | | 1 |
| Canada | 3 | 6 | 4 | 1 | 1 | 1 | 16 |
| Cap Vert | | | | | | 1 | 1 |
| Centrafrique | 1 | | | | | 1 | 2 |
| Chili | | 2 | 2 | | 1 | 2 | 7 |
| Chine | 2 | 4 | 3 | 1 | | 2 | 12 |
| Colombie | 1 | | | | | | 1 |
| Cook Iles | | 1 | 1 | | | | 2 |
| Corée du Sud | 1 | | | | | | 1 |
| Costa Rica | | 1 | | | | | 1 |
| Côte-d'Ivoire | 1 | | | | | 1 | 2 |
| Danemark | | 1 | | | | 1 | 2 |
| Djibouti | | 1 | | | | 1 | 2 |
| Égypte | 1 | 1 | | | | | 2 |
| Équateur | | | 1 | | | 1 | 2 |
| Espagne | 1 | | | | | | 1 |
| États-Unis | 5 | 12 | 11 | 1 | 2 | 8 | 39 |
| Éthiopie | | 1 | 1 | | | | 2 |
| Fidji | | 1 | 1 | | | | 2 |
| Finlande | 1 | | | 1 | | | 2 |
| France | 1 | 2 | 6 | 1 | 2 | 5 | 17 |
| Gabon | | 1 | | | | | 1 |
| Grèce | | 1 | | | | | 1 |
| Guatemala | | 1 | | | | | 1 |
| Islande | | 1 | 1 | | | | 2 |
| Indonésie | | 6 | | | | | 6 |
| Iran | 1 | 2 | 1 | | | 1 | 5 |
| Israël | | 2 | | 1 | | | 3 |
| Italie | | 1 | | 1 | | | 2 |
| Japon | 1 | 5 | 2 | 1 | | 1 | 10 |
| Jordanie | | 1 | | | | | 1 |
| Kazakhstan | 1 | 3 | | | | 1 | 5 |
| Kenya | 1 | | | | | 1 | 2 |
| Kiribati | | 1 | | | | | 1 |

.....
 1) L'Allemagne et l'Afrique du Sud seront responsables conjointement d'une station sismique auxiliaire en Antarctique.



| État | Station sismique principale | Station sismique auxiliaire | Station radiologique | Laboratoire radiologique | Station hydro-acoustique | Station infra-sons | Total |
|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|------------|
| Koweït | | 1 | | | | | 1 |
| Kyrgyzstan | | 1 | | | | | 1 |
| Libye | | | 1 | | | | 1 |
| Madagascar | | 1 | | | | 1 | 2 |
| Malaisie | | | 1 | | | | 1 |
| Mali | | 1 | | | | | 1 |
| Maroc | | 1 | | | | | 1 |
| Mauritanie | | | 1 | | | | 1 |
| Mexique | | 3 | 1 | | 1 | | 5 |
| Mongolie | 1 | | 1 | | | 1 | 3 |
| Namibie | | 1 | | | | 1 | 2 |
| Népal | | 1 | | | | | 1 |
| Niger | 1 | | 1 | | | | 2 |
| Norvège | 2 | 2 | 1 | | | 1 | 6 |
| Nouvelle-Zélande | | 3 | 2 | 1 | | 1 | 7 |
| Oman | | 1 | | | | | 1 |
| Ouganda | | 1 | | | | | 1 |
| Pakistan | 1 | | | | | 1 | 2 |
| Palau | | | | | | 1 | 1 |
| Panama | | | 1 | | | | 1 |
| Papouasie N. Guinée | | 2 | 1 | | | 1 | 4 |
| Paraguay | 1 | | | | | 1 | 2 |
| Pérou | | 2 | | | | | 2 |
| Philippines | | 2 | 1 | | | | 3 |
| Portugal | | | 1 | | 1 | 1 | 3 |
| Rép. Tchèque | | 1 | | | | | 1 |
| Roumanie | | 1 | | | | | 1 |
| Royaume-Uni | | 1 | 4 | 1 | 2 | 4 | 12 |
| Russie | 6 | 13 | 8 | 1 | | 4 | 32 |
| Salomon Iles | | 1 | | | | | 1 |
| Samoa | | 1 | | | | | 1 |
| Sénégal | | 1 | | | | | 1 |
| Sri Lanka | | 1 | | | | | 1 |
| Suède | | 1 | 1 | | | | 2 |
| Suisse | | 1 | | | | | 1 |
| Tanzanie | | | 1 | | | | 1 |
| Thaïlande | 1 | | 1 | | | | 2 |
| Tunisie | 1 | | | | | 1 | 2 |
| Turquie | 1 | | | | | | 1 |
| Turkménistan | 1 | | | | | | 1 |
| Ukraine | 1 | | | | | | 1 |
| Venezuela | | 2 | | | | | 2 |
| Zambie | | 1 | | | | | 1 |
| Zimbabwe | | 1 | | | | | 1 |
| À déterminer | 1 | 1 | 1 | | | 1 | 4 |
| TOTAL | 50 | 120 | 80 | 16 | 11 | 60 | 337 |