

Le régime de vérification du Traité d'interdiction complète des essais nucléaires : surveillance des explosions nucléaires dans le monde

Le Traité d'interdiction complète des essais nucléaires interdit toute explosion expérimentale d'arme nucléaire. Il repose sur un régime de vérification unique en son genre, conçu pour détecter les explosions nucléaires dans le monde entier – qu'elles soient sous-marines, souterraines ou atmosphériques. Une fois sa mise en place achevée, le Système de surveillance international (SSI) comprendra 337 installations (321 stations de surveillance et 16 laboratoires de radionucléides) réparties dans 89 pays. La mise en place du SSI est presque terminée, puisque plus de 90 % des installations prévues sont déjà en service.

« L'interdiction des essais nucléaires est un élément essentiel pour parvenir à un monde sans armes nucléaires. Un quart de siècle après sa négociation, le Traité constitue une norme presque universellement adoptée contre les explosions expérimentales d'armes nucléaires. »

ANTÓNIO GUTERRES, SECRÉTAIRE GÉNÉRAL DE L'ONU, DANS UN MESSAGE À LA CONFÉRENCE CONVOQUÉE EN VERTU DE L'ARTICLE XIV DU TRAITÉ EN SEPTEMBRE 2021



PLUS DE 300 STATIONS METTANT À PROFIT QUATRE TECHNIQUES DE VÉRIFICATION SURVEILLENT LES EXPLOSIONS NUCLÉAIRES POUVANT SURVENIR SUR TERRE, DANS LES OcéANS ET DANS L'ATMOSPHÈRE.



STATION DU RÉSEAU PRIMAIRE DE SURVEILLANCE SISMOLOGIQUE PS15 À DIMBROKO (CÔTE D'IVOIRE)



DÉPLOIEMENT D'HYDROPHONES À LA STATION DE SURVEILLANCE HYDROACOUSTIQUE HA11 SUR L'ÎLE DE WAKE (ÉTATS-UNIS)

Les stations de surveillance génèrent des données qui sont transmises au Centre international de données (CID), qui se trouve au siège de l'Organisation du Traité d'interdiction complète des essais nucléaires (OTICE), à Vienne. Les données et les résultats des analyses sont communiqués aux États membres.

Le SSI surveille les signes d'explosions nucléaires

Les installations du SSI surveillent la planète en permanence pour détecter tout signe éventuel d'explosion nucléaire. Le système a recours à quatre méthodes de vérification complémentaires, qui s'appuient sur les technologies les plus modernes.

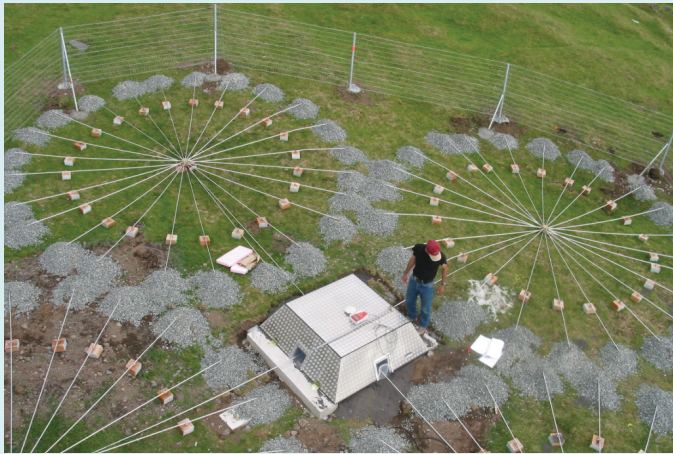
Les stations de surveillance sismologique, hydroacoustique et infrasonore mettent respectivement en œuvre une surveillance des milieux souterrain, océanique et atmosphérique. Les stations de surveillance des radionucléides détectent les résidus radioactifs provenant d'explosions nucléaires atmosphériques ou sous-marines, ainsi que les gaz rares générés par des explosions souterraines. Cette dernière technique est la plus longue à mettre en œuvre, mais elle offre une preuve incontestable de la nature nucléaire d'une explosion.

DÉTECTION DES ESSAIS NUCLÉAIRES RÉALISÉS PAR LA CORÉE DU NORD

En 2006, 2009, 2013, 2016 (par deux fois, en janvier et septembre) et 2017, la République populaire démocratique de Corée a annoncé qu'elle avait procédé à des essais nucléaires. À chaque fois, les stations de surveillance de l'OTICE ont détecté l'événement de manière fiable et précise. Dans un délai de deux heures — et en 2009, 2013 et 2017, avant même que la République populaire démocratique de Corée n'ait annoncé avoir procédé à un essai nucléaire — les États membres ont reçu la première analyse automatique des données, contenant des informations préliminaires sur l'heure, le lieu et la magnitude de l'explosion.

DATE	MAGNITUDE	NOMBRE DE STATIONS DU SSI* EN PLACE À CETTE DATE	NOMBRE DE STATIONS DU SSI AYANT DÉTECTÉ L'ÉVÈNEMENT	DÉTECTION DE RADIONUCLÉIDES
9 octobre 2006	4.1	180 (53%)	22	Oui, deux semaines plus tard par la station de surveillance des radionucléides du SSI située à Yellowknife (Canada)
25 mai 2009	4.5	252 (75%)	61	Non, ni par l'OTICE ni par aucune autre organisation
12 février 2013	4.9	286 (85%)	96	Oui, 55 jours plus tard par deux stations de surveillance des radionucléides du SSI situées à Takasaki (Japon) et à Ussuriysk (Russie)
6 janvier 2016	4.8	301 (89%)	102	Non, ni par l'OTICE ni par aucune autre organisation
9 septembre 2016	5.1	302 (90%)	108	Non, ni par l'OTICE ni par aucune autre organisation
3 septembre 2017	6.1	304 (90%)	134	Non, ni par l'OTICE ni par aucune autre organisation

* Le décompte inclut toutes les installations du SSI (stations et laboratoires).



MINIRÉSEAUX DE LA STATION DE SURVEILLANCE DES INFRASONS IS49 SUR L'ÎLE TRISTAN DA CUNHA (ROYAUME-UNI)



STATION DE SURVEILLANCE DES RADIONUCLÉIDES RN13 À DOUALA (CAMEROUN)

Les quatre techniques de vérification du SSI

■ SISMOLOGIE

La surveillance sismologique permet de détecter les ondes de choc qui se propagent dans le sol en cas d'explosion nucléaire. Le réseau sismologique est constitué de 50 stations primaires qui transmettent leurs données en temps réel au siège de l'OTICE et de 120 stations auxiliaires, dont les données sont disponibles à la demande du siège de l'OTICE. Les données obtenues permettent de localiser les événements sismiques et de distinguer les explosions nucléaires souterraines des autres événements sismiques, tels que les nombreux tremblements de terre et explosions de mines qui surviennent chaque année sur la planète.

■ HYDROACOUSTIQUE

Le réseau hydroacoustique a pour rôle de détecter les ondes sonores émises dans les océans par les explosions nucléaires. Les ondes sonores se propagent très facilement dans l'eau, 11 stations suffisent pour surveiller l'ensemble des océans. Les données transmises par ces stations permettent de faire la part entre les explosions sous-marines et d'autres phénomènes tels que les éruptions volcaniques ou les séismes sous-marins, lesquels propagent également de l'énergie acoustique à travers les océans.

■ INFRASONS

Les 60 stations du réseau de surveillance des infrasons utilisent des microbaromètres (capteurs de pression acoustique) pour détecter les ondes acoustiques à très basse fréquence produites dans l'atmosphère par des événements naturels ou artificiels. À Vienne, le Centre international de données (CID) exploite ces données infrasonores pour repérer les explosions atmosphériques et les distinguer des phénomènes naturels – tels que les chocs produits par des météorites, les éruptions volcaniques et les événements météorologiques – et des phénomènes artificiels – tels que la

entrée de débris spatiaux dans l'atmosphère, le lancement de fusées et le vol d'avions supersoniques.

■ RADIONUCLÉIDES

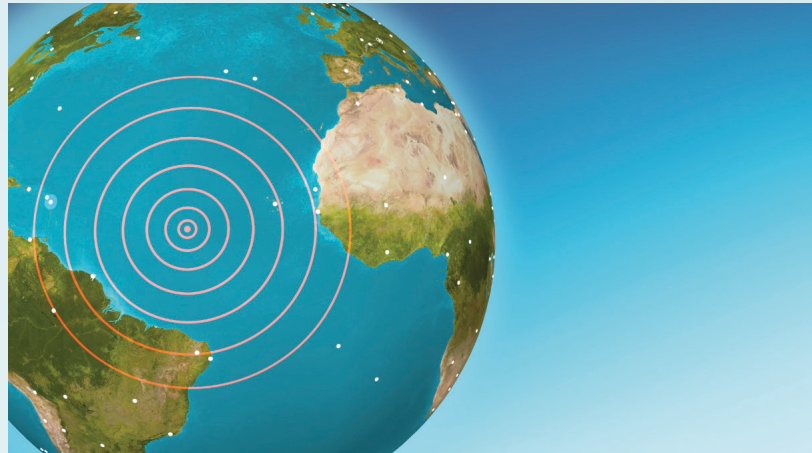
Les 80 stations du réseau de surveillance des radionucléides fonctionnent grâce à des échantillonneurs d'air qui détectent la présence de particules radioactives libérées par des explosions nucléaires atmosphériques ou rejetées dans l'atmosphère par des explosions souterraines ou sous-marines de faible profondeur. La moitié de ces stations permettront également de détecter le xénon radioactif, un gaz rare émis en cas d'explosion nucléaire et pouvant pénétrer dans l'atmosphère suite à une explosion souterraine. La présence de certaines particules radioactives et de gaz rares ainsi que leur abondance relative permettent de déterminer si l'émission provient d'une application civile ou d'une explosion nucléaire expérimentale. La surveillance des radionucléides est donc la technique qui permet d'établir le plus clairement qu'une explosion nucléaire a bien eu lieu. Les 16 laboratoires de radionucléides du réseau effectuent une analyse approfondie des échantillons de particules radioactives contenant des radionucléides potentiellement libérés par une explosion nucléaire.

« Le régime de vérification [du Traité] est l'une des grandes réalisations du monde moderne. Le Système de surveillance international est presque achevé ; il est robuste et efficace, et il a permis de collecter des données scientifiques essentielles dans tous les domaines, aussi bien pour les alertes aux tsunamis que pour surveiller la radioactivité et les accidents de réacteurs nucléaires. »

JOHN KERRY, ANCIEN SECRÉTAIRE D'ÉTAT DES ÉTATS-UNIS, RÉUNION MINISTÉRIELLE SUR LE TRAITÉ, NEW YORK, SEPTEMBRE 2014



LE RÉGIME DE VÉRIFICATION EST PRÊT.



UNE EXPLOSION PROVOQUE DES ONDES DE CHOC QUI SONT DÉTECTÉES PAR PLUSIEURS STATIONS ...

Transmission des signaux au siège, à Vienne

Quand une ou plusieurs stations détectent le signe d'une éventuelle explosion nucléaire, elles transmettent au siège de l'OTICE à Vienne des données sur l'heure, le lieu et l'intensité de « l'événement », comme l'appellent les experts et expertes du Traité d'interdiction complète des essais nucléaires. Les données transitent via l'Infrastructure de télécommunications mondiale (ITM), qui s'appuie sur des technologies de télécommunication modernes telles que la transmission de données par satellite et des connexions sécurisées au sol. Le système de l'ITM a été entièrement modernisé en 2018 et transféré sur le réseau d'un nouveau fournisseur. Cette infrastructure fournit quotidiennement 30 giga-octets de données, soit l'équivalent de 20 jours, en continu, de musique au format numérique. Lorsqu'une station enregistre un signal indiquant qu'un essai a pu avoir lieu, il ne faut pas plus de 5 secondes pour que les données correspondantes parviennent au CID, à Vienne. De plus, chacune des composantes de l'ITM répond à la norme stricte de 99,5 % de disponibilité des données.



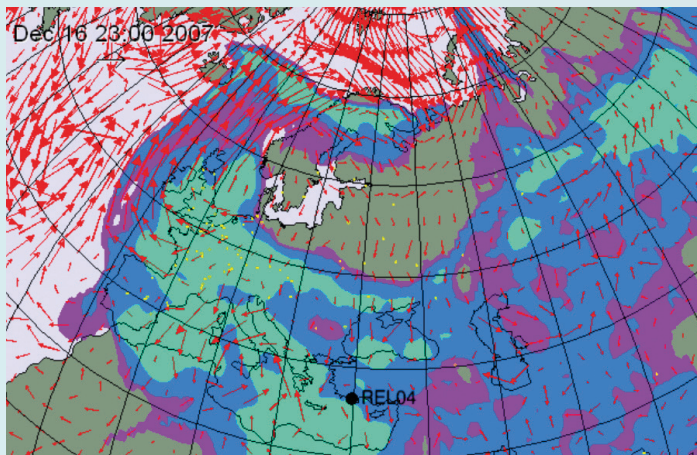
... QUI TRANSMETTENT IMMÉDIATEMENT AU CID, À VIENNE, DES SIGNAUX PAR SATELLITE ...



... ET PAR DES CONNEXIONS SÉCURISÉES AU SOL.



DÉPUIS LE CID, LES DONNÉES BRUTES ET ANALYSÉES SONT COMMUNIQUÉES AUX ÉTATS MEMBRES DE L'OTICE.



L'ORIGINE DES PARTICULES RADIOACTIVES OU DES GAZ RARES PEUT-ÊTRE DÉTERMINÉE GRÂCE À UNE MODÉLISATION DU TRANSPORT ATMOSPHÉRIQUE.

Traitement et analyse des données avant transmission aux États membres

À Vienne, le traitement et l'analyse informatiques des données reçues permettent d'obtenir certaines informations cruciales sur l'événement qui a été détecté, notamment concernant son emplacement et sa nature. Pour assurer la qualité optimale des données, une équipe d'experts vérifie alors le résultat des analyses. La précision avec laquelle sont déterminés l'emplacement et la nature de l'événement dépend pour une grande part du nombre de stations ayant détecté le signal, ainsi que de leur répartition géographique.

Quand des particules radioactives ou des gaz rares sont détectés par l'une des stations de surveillance des radionucléides, leur origine géographique peut être déterminée à l'aide d'une méthode appelée « modélisation du transport atmosphérique ». Les résultats de cette recherche sont ensuite confrontés à ceux des autres techniques de vérification. La signature d'un accord de coopération avec l'Organisation météorologique mondiale (OMM), prévoyant l'accès aux calculs de l'OMM et de ses centres renommés dans le monde entier, s'est avérée très utile à l'OTICE dans ce domaine.

Le traitement et l'analyse des données recueillies permettent aux États de bénéficier des informations nécessaires pour répondre aux questions les plus urgentes en cas de détection d'un événement, notamment en ce qui concerne son emplacement et sa nature. Ensuite, les données brutes et les résultats des analyses sont distribués par voie électronique aux États membres de l'OTICE dans le monde entier, afin de faire l'objet d'une évaluation finale.

Lancement d'une inspection sur place à la demande d'un État membre

Quand le Traité d'interdiction complète des essais nucléaires sera rentré dans le droit international, l'Organisation du Traité d'interdiction complète des essais nucléaires sera habilitée



L'ÉQUIPE D'INSPECTION RECHERCHE LES TRACES D'UNE ÉVENTUELLE EXPLOSION NUCLÉAIRE LORS DE L'INSPECTION EXPÉRIMENTALE INTÉGRÉE DE 2014, EN JORDANIE.

à mener des inspections sur place à la demande d'un ou plusieurs États membres. Si possible, l'inspection sur place devra au préalable faire l'objet d'un processus de consultation et de clarification au cours duquel les États membres devront tenter d'élucider et de résoudre l'éventuelle violation du Traité, entre eux ou par l'intermédiaire de l'Organisation.

Une fois l'inspection sur place approuvée, l'Organisation y procédera avec un préavis de quelques jours seulement, car les preuves d'une explosion nucléaire (répliques sismiques ou particules radioactives, par exemple) sont détectables dans un laps de temps limité. La zone d'inspection ne peut excéder 1 000 kilomètres carrés.

Les inspections combinent de nombreuses techniques de vérification différentes. Il peut s'agir d'observations visuelles par hélicoptère, de différents types de mesures sismiques ou du prélèvement d'échantillons dans le milieu visant à détecter des particules radioactives ou des gaz rares.

Pour le régime d'inspection, chaque inspection représente un véritable défi. La difficulté consiste à trouver un équilibre entre les moyens mis en œuvre pour détecter les signes d'essais nucléaires et la protection des intérêts relevant de la sécurité nationale de l'État membre soumis à l'inspection. L'OTICE a réalisé deux simulations d'inspection en conditions réelles : l'inspection expérimentale intégrée menée au Kazakhstan en 2008 et celle menée en Jordanie en 2014. Dans le cadre de ces simulations, une équipe d'inspection a effectué des recherches méticuleuses sur une zone d'inspection clairement définie afin de déterminer si une explosion nucléaire avait eu lieu. Les inspections expérimentales intégrées de 2008 et 2014 ont toutes deux été réalisées en suivant un scénario stimulant et techniquement réaliste, quoique fictif, et ont montré que les inspections sur place représentaient un moyen efficace et fiable de dissuader tout contrevenant éventuel au Traité.



L'AUGMENTATION DU NOMBRE DE STATIONS INTÉGRÉES AU RÉSEAU DU SSI ET L'AMÉLIORATION CONSTANTE DES QUATRE TECHNIQUES DE SURVEILLANCE RÉDUISENT LA POSSIBILITÉ DÉJÀ MINCE QU'UNE EXPLOSION NUCLÉAIRE NE SOIT PAS DÉTECTÉE.



PLUSIEURS CENTRES D'ALERTE AUX TSUNAMIS REÇOIVENT DES DONNÉES PROVENANT DIRECTEMENT DES STATIONS DU SSI, AFIN DE POUVOIR DIFFUSER DES ALERTES PLUS RAPIDEMENT QUE POUR LE TSUNAMI SURVENU LE 26 DÉCEMBRE 2004 (L'ILLUSTRATION MONTRE LES RAVAGES CAUSÉS À SRI LANKA APRÈS LE TSUNAMI DE 2004).

Les États membres décident des suites à donner aux éventuelles violations de l'interdiction des essais

Le régime de vérification du Traité d'interdiction complète des essais nucléaires constitue un système d'alerte mondial unique en son genre, doté d'un impressionnant arsenal d'outils de pointe qui permet de surveiller la planète pour détecter d'éventuelles explosions nucléaires. Les États membres sont habilités à accéder à l'ensemble des données brutes ainsi qu'au produit des analyses issu des observations effectuées dans le cadre du système. C'est à eux qu'il appartient de tirer des conclusions finales sur un événement suspect, d'après les informations fournies par le régime de vérification.

Quand des données et analyses révèlent une éventuelle violation du Traité, les États membres sont habilités à prendre les mesures qui s'imposent pour en assurer le respect. Ils peuvent notamment porter l'affaire à l'attention de l'Organisation des Nations Unies.

PUBLICATION :

Section de l'information
Commission préparatoire de l'Organisation du Traité d'interdiction complète des essais nucléaires (OTICE) Centre international de Vienne, B. P. 1200, 1400 Vienne, Autriche

Les données de surveillance : une ressource scientifique inestimable

Les données recueillies dans le cadre du Traité ont de nombreuses applications civiles et scientifiques possibles, telles que l'alerte aux catastrophes naturelles, les recherches sur le noyau terrestre, la surveillance des séismes, des tsunamis et des volcans, la recherche des météores, l'étude des changements climatiques ou encore la surveillance de la radioactivité provoquée par des accidents de centrales nucléaires, pour ne citer que quelques exemples. L'OTICE communique déjà des données de surveillance en temps réel aux centres d'alerte aux tsunamis de l'océan Indien et de l'océan Pacifique, ce qui leur permet de générer des alertes plusieurs minutes avant les autres systèmes.

E info@ctbto.org
I www.ctbto.org



© 2022 Commission préparatoire de l'OTICE
Imprimé en Autriche, janvier 2022