



## RÉGIME DE VÉRIFICATION DU TICE

# Surveillance des explosions nucléaires sur la planète Terre



Séance de formation aux inspections sur place de l'OTICE organisée dans la région de la mer Morte, en Jordanie



Séance de formation régionale aux inspections sur place de l'OTICE organisée au Cap (Afrique du Sud), avec des participants de 33 pays d'Afrique



Inspection expérimentale intégrée réalisée par l'OTICE à Semipalatinsk (Kazakhstan) (mesure du champ magnétique terrestre)



« 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

Message du Secrétaire général de l'Organisation des Nations Unies à la Conférence convoquée en vertu de l'article XIV du Traité

**LE TRAITÉ D'INTERDICTION COMPLÈTE DES ESSAIS NUCLÉAIRES INTERDIT TOUTE EXPLOSION EXPÉRIMENTALE D'ARMES NUCLÉAIRES. 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.

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 produits sont mis à la disposition des 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 complémentaires de vérification, qui s'appuient sur les technologies modernes disponibles. Les stations de surveillance sismologique, hydroacoustique et infrasonore surveillent respectivement les milieux souterrain, océanique et atmosphérique. Les stations de surveillance des radionucléides détectent les particules radioactives 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 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 (à deux reprises, 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, qui contenait 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'ÉVÉNEMENT
9 OCT 2006	4.1	180	22
25 MAI 2009	4.5	252	61
12 FÉVR. 2013	4.9	286 (85%)	96
6 JANV. 2016	4.8	301 (89%)	102
9 SEPT. 2016	5.1	301 (90%)	108
3 SEPT. 2017	6.1	304 (90%)	134



Plus de 300 stations utilisant quatre techniques de vérification surveillent les explosions nucléaires pouvant survenir sur la planète Terre



# 4 TECHNIQUES DE VÉRIFICATION

## 1 SISMIQUE

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 à l'OTICE et de 120 stations auxiliaires, dont les données sont disponibles à la demande de l'OTICE. Les données obtenues permettent de localiser les événements sismiques et de distinguer les explosions nucléaires souterraines d'autres événements sismiques tels que les tremblements de terre et explosions de mines qui surviennent chaque année sur la planète.

Station du réseau primaire de surveillance sismologique PS21, Téhéran (Iran)



## 2 HYDROACOUSTIQUE

Le réseau hydroacoustique a pour rôle de détecter les ondes acoustiques 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.

Station hydroacoustique HA03, archipel Juan Fernandez (Chili)



## 3 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 pour repérer les explosions atmosphériques et les distinguer de phénomènes naturels tels que les chocs produits par l'entrée de météorites dans l'atmosphère, les phénomènes volcaniques et météorologiques, et de phénomènes artificiels tels que la rentrée de débris spatiaux dans l'atmosphère, le lancement de fusées et le vol d'avions supersoniques.

Station de surveillance des infrasons IS55, Windless Bight, Antarctique (États-Unis)



## 4 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 seront également équipées d'une capacité de détection du xénon radioactif, gaz rare émis en cas d'explosion nucléaire et pouvant pénétrer dans l'atmosphère à la suite d'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.

Station de surveillance des radionucléides RN49, Spitzberg (Norvège)



« L'OTICE a mis en place un régime de vérification de pointe, qui permet de détecter efficacement les explosions nucléaires. Ce régime constitue en outre une mine de données qui peuvent être utilisées pour des applications civiles et scientifiques. »



Robert Floyd  
SECRÉTAIRE EXÉCUTIF DE L'OTICE





Le Centre international de données (CID) est conçu pour recueillir des données auprès des installations du Système de surveillance international (SSI), les traiter, les analyser et les communiquer. Ces données sont distribuées aux États membres de l'OTICE, qui les évaluent et déterminent si une explosion nucléaire a eu lieu.

## CID: Fournir les informations dont les États membres ont besoin

### 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 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 prestataire. Cette infrastructure transporte quotidiennement 30 gigaoctets 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 cinq secondes pour que les données correspondantes parviennent au CID, à Vienne. De plus, tous les composants de l'ITM répondent à la norme ambitieuse de 99,5 % de disponibilité des données.

### TRAITEMENT ET ANALYSE DES DONNÉES, TRANSMISSION AUX ÉTATS MEMBRES

À Vienne, le traitement et l'analyse informatiques des données reçues permettent d'obtenir des informations cruciales sur l'événement détecté, notamment en ce qui concerne son emplacement et sa nature. Pour assurer la qualité optimale des produits, une équipe d'experts vérifie 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 qui ont 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, il est possible d'en déterminer l'origine géographique grâce à 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 mondiale de météorologie (OMM), qui donne accès aux capacités de modélisation de 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 disposer 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. Enfin, les données brutes et les produits sont mis en ligne sur le portail Web sécurisé pour que les États puissent les évaluer.

# Inspections sur place: Mesure de vérification ultime

### LANCEMENT D'UNE INSPECTION SUR PLACE À LA DEMANDE D'UN ÉTAT MEMBRE

Quand le Traité d'interdiction complète des essais nucléaires sera entré en vigueur, l'OTICE sera habilitée à mener des inspections sur place à la demande d'un ou de 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 la lancera dans les jours qui suivent, car les preuves d'une explosion nucléaire (répliques sismiques ou particules radioactives, par exemple) disparaissent rapidement. La zone d'inspection ne peut excéder 1 000 kilomètres carrés. Les inspections combinent de nombreuses techniques de vérification complémentaires. 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, toutes deux réalisées en suivant un scénario stimulant et techniquement réaliste, quoique fictif, ont montré que les inspections sur place représentaient un moyen efficace et fiable de dissuader tout contrevenant éventuel au Traité.

### 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 les conclusions finales d'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 voulues pour en assurer le respect. Ils peuvent notamment porter l'affaire devant l'Organisation des Nations Unies.



GAUCHE : Inspection expérimentale sur place menée par l'OTICE à Bruckneudorf (Autriche) (installation d'une base d'opérations)  
DROITE : Inspection expérimentale intégrée réalisée dans la région de la mer Morte, en Jordanie





Les États membres peuvent recevoir des données des stations de surveillance de l'OTICE, ce qui peut contribuer à sauver des vies, les pays ayant la possibilité d'émettre des alertes plus rapides et plus précises en cas de tsunamis



## LES DONNÉES DE SURVEILLANCE : UNE RESSOURCE SCIENTIFIQUE INESTIMABLE

Les données recueillies dans le cadre du Traité ont de nombreuses applications civiles et scientifiques possibles, comme la gestion des risques de catastrophe naturelle, les recherches sur le noyau terrestre, la surveillance des séismes, des tsunamis et des volcans, et l'étude des météores et des changements climatiques, 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.



*Les données de l'OTICE peuvent être utilisées pour diverses applications utiles pour l'environnement, y compris l'étude des changements climatiques, la biologie des baleines et la formation des icebergs.*