

**Conférence des Parties
chargée d'examiner le Traité
sur la non-prolifération
des armes nucléaires en 2005**

18 avril 2005
Français
Original: anglais

New York, 2-27 mai 2005

**Vérification du désarmement nucléaire : rapport
final sur les études consacrées à la vérification
des têtes nucléaires et de leurs composants**

**Document de travail présenté par le Royaume-Uni
de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord**

Résumé

Lors de la Conférence des Parties chargée d'examiner le Traité sur la non-prolifération des armes nucléaires en 2000, le Royaume-Uni a annoncé qu'il lançait un programme de recherche afin d'étudier les techniques et technologies pouvant être appliquées à la vérification de tout futur arrangement visant à surveiller, réduire et, à terme, éliminer les stocks d'armes nucléaires. Lors des réunions tenues dans l'intervalle par le Comité préparatoire, il a décrit les progrès qu'il avait accomplis sur divers aspects du programme, aboutissant au présent rapport final. Ce document présente un récapitulatif des principales conclusions résultant du programme quinquennal, ainsi que des observations et des commentaires sur les questions qui devront être abordées lors de l'examen du problème du contrôle des centres d'armement nucléaire. Des renseignements supplémentaires sont fournis concernant les études relatives aux diverses technologies et les procédures qui ont été examinées et des indications sont données sur la manière dont la vérification d'une installation générique pourrait être envisagée. Le stade final du programme quinquennal a permis de valider les conclusions tirées des rapports antérieurs et il est à espérer qu'il a jeté les bases d'un développement ultérieur. Le Royaume-Uni continuera de suivre et d'évaluer les progrès technologiques dans ce domaine.



I. Introduction

1. Lors de la Conférence des Parties chargée d'examiner le Traité sur la non-prolifération des armes nucléaires¹, le Royaume-Uni a annoncé qu'il exécuterait un programme de recherche afin d'étudier les technologies de vérification qui pourraient être utilisées dans le cadre de tout arrangement visant à réduire et, à terme, éliminer les stocks d'armes nucléaires. Le programme décrit comprenait les aspects suivants :

a) L'authentification des têtes nucléaires et de leurs composants; comment prouver qu'un élément déclaré comme étant une tête nucléaire ou un composant de tête nucléaire correspond effectivement à la description qui en a été donnée;

b) Le démantèlement des têtes nucléaires et de leurs composants;

c) L'élimination des matières fissiles utilisées afin de garantir qu'elles ne puissent plus servir à fabriquer des armes nucléaires ou d'autres dispositifs explosifs nucléaires; et

d) La surveillance des installations nucléaires.

2. Il a été décidé, au cours du programme, que la question de l'élimination avait déjà été traitée de manière adéquate par les garanties conventionnelles et que la présente étude serait donc centrée sur les trois activités restantes.

3. Le Royaume-Uni a décidé de présenter un rapport final sur ce programme de travail à la Conférence d'examen de 2005, avec des mises à jour périodiques sur les progrès réalisés, le cas échéant, et lors des sessions du Comité préparatoire tenues dans l'intervalle.

4. À la session du Comité préparatoire de 2003, le Royaume-Uni a présenté un document de travail² centré sur les techniques pouvant servir à l'authentification des têtes nucléaires et de leurs composants. Durant la période du programme quinquennal, des mesures radiométriques pour des analyses non destructives ont été faites sur des têtes nucléaires britanniques et leurs composants fissiles. Il a été recouru à la spectrométrie gamma passive, à un dispositif de comptage neutronique passif et actif par coïncidence, ainsi qu'à des mesures de la multiplicité neutronique. La thermographie³ a également été utilisée pour étudier l'émission de chaleur des têtes nucléaires et de leurs composants.

5. À la session du Comité préparatoire de 2004, le document présenté par le Royaume-Uni⁴ portait principalement sur les questions relatives au démantèlement des têtes nucléaires et de leurs composants. Pour cette phase, les têtes nucléaires ont été suivies depuis leur réception jusqu'à leur démontage, en établissant des données environnementales et sur l'analyse non destructive à chaque étape. Des mesures ont été effectuées lorsque les têtes se trouvaient à divers niveaux de confinement et de protection. Des observations ont été faites concernant les aspects relatifs à la planification et aux opérations liés à ces exercices. On a également étudié l'interaction d'une équipe chargée d'un exercice d'inspection avec les installations (et leur personnel) où les mesures ont été effectuées. Ces observations constituent une base de connaissances utile pour les mesures concernant la vérification et les protocoles d'inspection sur le terrain.

6. Le présent document constitue l'aboutissement du programme de recherche annoncé en 2000 et concrétise l'engagement pris par le Royaume-Uni de faire rapport sur les résultats récapitulatifs de ce programme de travail. Il porte principalement sur les questions liées à la surveillance des centres d'armement nucléaire.

II. Le complexe nucléaire

7. Nous reconnaissons qu'il est difficile de définir un complexe nucléaire et que toute définition est contestable mais, aux fins du présent document, cette notion est définie comme suit :

a) Un site où est/sont exécuté(es) une ou plusieurs activité(s) industrielle(s) nécessaire(s) à la fabrication ou au démontage d'une tête ou d'un dispositif nucléaire; et

b) Tout autre site où est exécutée une activité non soumise aux garanties (et où la fonction primaire consiste à faciliter la fabrication, le stockage ou le démontage d'une tête ou d'un dispositif nucléaire).

(N.B. : À l'exclusion des activités relatives au cycle du combustible nucléaire qui peuvent être examinées dans le cadre d'arrangements en matière de garanties conventionnelles.)

8. Les complexes nucléaires, même tels que définis dans le présent document, varient à travers le monde suivant leur importance, leur situation géographique et leur complexité. Il faudra tenir compte de ce fait dans tout régime de vérification ultérieur. Néanmoins, ces centres auront certaines caractéristiques en commun, comme la technologie de production et les émissions dans l'environnement.

Technologie de fabrication

9. Les technologies servant à la fabrication d'une tête nucléaire sont pour l'essentiel les mêmes que celles appliquées dans de nombreux environnements industriels. Les matériaux sont traités de la même manière que sur les chaînes de fabrication non nucléaires, la différence étant que des procédures de sûreté, de sécurité et réglementaires plus strictes doivent être appliquées.

Émissions

10. Les effluents et les émissions sont générés dans une certaine mesure par les méthodes de fabrication utilisées dans un complexe d'armement, et peuvent être solides, liquides, gazeux ou sous forme de particules. De ce point de vue, le complexe nucléaire n'est pas différent d'une installation plus conventionnelle, sauf qu'un haut degré de surveillance et de contrôle des émissions et des effluents est généralement imposé.

11. Chaque étape d'un processus de fabrication des têtes nucléaires a ses signatures et effluents spécifiques. Certaines émissions sont caractéristiques d'un complexe nucléaire et comprennent celles provenant de matières fissiles et d'éléments lumineux particuliers. Des preuves concernant la vérification peuvent

être rassemblées à partir des mesures de ces matières et des mesures d'autres émissions (éventuellement liées à des têtes nucléaires).

III. Surveillance du complexe nucléaire

12. Si les accords relatifs à la maîtrise des armes nucléaires ne visent pas tous les complexes d'armement (par exemple, le Traité START-I a pour objet de limiter le nombre de têtes nucléaires stratégiques déployées et de leurs vecteurs), nous examinons ici les principaux objectifs de la vérification d'un complexe nucléaire dans le cadre d'un accord hypothétique sur les armes nucléaires. Dans ce contexte, l'objectif de la vérification consisterait à fournir une confirmation indépendante de la dimension et de la destruction du stock de têtes nucléaires déclaré, du taux de fabrication/démantèlement des têtes nucléaires et des composants précurseurs, et des inventaires et mouvements de matières fissiles.

13. La réalisation de cet objectif pourrait être accélérée par l'installation de systèmes de vérification à l'intérieur des installations (surveillance des installations) ou le contrôle des interfaces entre les installations et le monde extérieur (par exemple, consommation d'électricité, mouvements de personnel, émissions provenant des installations – surveillance de l'environnement) afin de déterminer s'ils sont opérationnels et conformes aux activités déclarées.

14. Le choix du système dépendrait du degré d'intrusion⁵, ainsi que de questions comme la fiabilité, la précision et le coût qui pourraient être tolérés. Les travaux menés dans le cadre du programme quinquennal du Royaume-Uni étaient centrés sur l'étude des techniques permettant de mesurer les émissions pouvant servir à identifier les unités d'exploitation et les activités de fabrication spécifiques. Il est reconnu que les techniques présentant le plus grand intérêt seront celles qui sont souples, car les installations diffèrent d'un État partie à l'autre et peuvent avoir de multiples utilisations.

Surveillance des installations

15. Il existe diverses options permettant de surveiller les activités menées dans une installation. On peut utiliser des technologies intrusives, comme le prélèvement d'échantillons dans les canalisations, des frottis pour une analyse radiochimique ou la réalisation de mesures directes, radiométriques et autres, à partir des effluents de l'installation. On peut également utiliser des technologies non intrusives, comme le prélèvement d'échantillons d'air à l'extérieur du site. Des mesures supplémentaires, comme l'utilisation de portiques de détection de la radioactivité sur les routes d'accès et la télésurveillance (par liaison informatique ou vidéo extérieure avec des locaux dans une installation) ont été examinées dans le document présenté par le Royaume-Uni au Comité préparatoire en 2004.

16. Diverses techniques de surveillance sont déjà utilisées dans le cadre du complexe nucléaire britannique, non à des fins de vérification, mais pour satisfaire aux critères législatifs du Royaume-Uni. Ces techniques sont les suivantes :

a) Air – contrôle des rejets après filtration à l'aide de sondes insérées dans les systèmes de ventilation du complexe;

- b) Eau – les effluents sont collectés dans des réservoirs de dépôt, puis traités et échantillonnés avant d’être rejetés du complexe;
- c) Déchets solides – tous les déchets sont échantillonnés et séparés afin de déterminer ceux qui sont à évacuer et ceux qui seront stockés sur le long terme.

Techniques de surveillance de l’environnement

17. Les émissions provenant du complexe nucléaire du Royaume-Uni ont été étudiées dans le cadre du programme quinquennal de recherche sur la vérification. L’étude a examiné les mesures prises à des fins de contrôle réglementaire. Elle a conclu que, si les techniques étaient appropriées pour l’application des réglementations, une sensibilité accrue serait requise, de même qu’une capacité renforcée pour détecter les isotopes spécifiques et les espèces chimiques, afin de répondre aux critères plus rigoureux en matière de vérification.

18. Certaines unités du complexe nucléaire du Royaume-Uni utilisent des échantillonneurs d’air à haut volume avec un filtre pour collecter et contrôler les émissions de particules. Les particules sont analysées par spectroscopie alpha, bêta et gamma, et à l’aide de techniques de spectroscopie de masse. La chromatographie en phase gazeuse est utilisée pour l’analyse d’autres effluents, comme les composés organiques. Les échantillons d’eau et de matières solides, de même que les échantillons de la flore et de la faune sont également traités chimiquement et analysés.

19. Un autre domaine de l’étude britannique a examiné les nouvelles techniques qui permettraient de différencier les émissions résultant d’activités récentes du complexe nucléaire et des matières provenant d’activités antérieures. Ces techniques présentent un intérêt pour la vérification en raison de la possibilité de fausses alarmes lorsqu’on détermine si des activités ont été effectuées en dehors des dates d’effet dans le cadre d’un traité.

Autres techniques de surveillance radiologique de l’environnement et dispositifs de télésurveillance

20. Il existe de nombreuses techniques et technologies de télésurveillance en dehors de la surveillance réglementaire normale, par exemple les systèmes d’imagerie hyperspectrale et l’imagerie satellitaire. Ces techniques sont actuellement évaluées dans le cadre du programme de recherche britannique sur la vérification car elles peuvent prouver que des activités sont effectuées dans les installations et dans leur voisinage, qui sont contraires aux opérations déclarées. Les travaux préliminaires sont en cours, en collaboration avec des établissements universitaires, sur un certain nombre de ces nouvelles technologies de vérification potentielles, dont certaines sont examinées ci-dessous.

21. Imagerie satellitaire haute résolution : l’imagerie satellitaire commerciale à haute résolution recherche des preuves d’activité au sol et est évaluée, en ce qui concerne les sites nucléaires, pour l’intérêt qu’elle présente pour le processus de vérification. Les travaux complètent l’utilisation de l’imagerie satellitaire dans le cadre des garanties de l’AIEA et seront poursuivis en examinant les sites d’armes nucléaires britanniques, à partir desquels peuvent être établis des modèles

interprétatifs en vue d'une application à d'autres sites. Les signatures peuvent ensuite être estimées. Toutefois, comme il a été indiqué précédemment, chaque État partie peut adopter une approche différente concernant la création et le maintien de son complexe nucléaire. Il est prévu d'élargir les travaux afin d'inclure l'imagerie radar à ouverture synthétique⁶ pour améliorer ces modèles.

22. Imagerie hyperspectrale : ces systèmes collectent des données sur diverses longueurs d'onde des régions infrarouge visible, proche et lointain (thermique) du spectre électromagnétique. Des études théoriques ont été effectuées sur la détection des panaches de gaz émis par les cheminées d'une installation industrielle. Un panache de gaz qui est plus chaud que l'air environnant émet passivement une caractéristique lumineuse de ses composants chimiques. Une étude comparée portant sur diverses configurations possibles de systèmes d'imagerie hyperspectrale pour la détection et l'identification de gaz a été effectuée au Royaume-Uni. Des contacts sont actuellement établis, au sein de la communauté scientifique britannique spécialisée dans ce domaine, afin de définir plus précisément les critères et d'examiner les options techniques concernant les applications en matière de vérification.

23. Stress des produits végétaux : c'est une mesure de la variation du taux de chlorophylle des végétaux vivants en fonction des agents polluants. Les émissions des installations industrielles peuvent induire un stress prévisuel des végétaux dans le milieu environnant. L'imagerie hyperspectrale a servi à contrôler le stress induit dans les végétaux qui bioaccumulent naturellement certaines espèces chimiques. L'examen des images satellitaires multispectrales à haute résolution (dans l'infrarouge visible/proche), afin d'étudier le stress des végétaux dans l'environnement se poursuit. En tant qu'outil de vérification, il faudrait avoir la capacité de détecter de très faibles changements et, bien sûr, pouvoir expliquer les effets de base du stress des végétaux à partir de phénomènes naturels extérieurs.

24. Spectroscopie gamma aéroportée : les travaux effectués dans d'autres pays et au Centre sur les réacteurs de recherche des universités écossaises (SURRC) ont montré qu'il était possible de détecter une contamination matérielle et du sol provenant d'activités de transformation industrielle nucléaire en utilisant la spectroscopie gamma aéroportée à partir d'une plate-forme volant à basse altitude. Cette technique est actuellement examinée dans le cadre du programme de recherche exécuté par le Royaume-Uni sur la vérification, pour son utilité en matière de vérification, en calculant les probabilités de détection et de fausses alarmes pour diverses situations.

25. Ressources et biens consommables : la possibilité de contrôler des ressources en utilisant la consommation d'électricité d'eau et de fioul est actuellement examinée comme moyen de vérification. On pourrait utiliser des systèmes de compteurs pour les différentes pièces du matériel industriel (par exemple, un fourneau à induction) pour détecter la fréquence et la durée d'utilisation ou contrôler l'achat de certains produits chimiques communs aux opérations de production et de finissage, comme les composés organiques volatiles chlorés.

IV. Inspections et technologies associées

26. Le sens commun indique que la surveillance du complexe d'armement en soi ne permet pas d'être certain d'avoir atteint l'objectif de la vérification. En plus du

prélèvement d'échantillons environnementaux et de la télésurveillance, les inspections de routine et les inspections par mise en demeure des installations ont une utilité reconnue du fait qu'elles renforcent la confiance. Le document de travail soumis par le Royaume-Uni au Comité préparatoire en 2004 examinait certains des problèmes, vulnérabilités et détails pratiques concernant la réalisation de ces inspections à des fins de vérification. Diverses technologies de vérification d'appui qui pourraient être déployées par les inspecteurs pénétrant dans des installations, dans le cadre d'un régime de vérification hypothétique, ont été examinées du point de vue de leur utilité et leurs limitations, compte tenu de l'évolution des technologies. L'équilibre entre la crédibilité et l'exactitude des informations obtenues et la prolifération potentielle et les risques en matière de sécurité nationale constituent une question centrale pour l'évaluation. Cela s'applique à des techniques comme la spectroscopie gamma, l'imagerie gamma passive et l'analyse de la multiplicité neutronique. Les progrès réalisés du point de vue du matériel dans les systèmes de détection des neutrons rapides et les techniques de sondage actif pendant la durée du vol ont récemment attiré l'attention, de même que les diverses méthodes d'acquisition/analyse et modélisation de postdonnées qui sont actuellement élaborées au niveau international.

Autres techniques en matière d'analyse non destructive

27. D'autres techniques d'analyse non destructive (AND) sont à l'étude comme moyens possibles de vérification dans le cadre du programme du Royaume-Uni, parmi lesquelles les suivantes :

a) L'autoradiographie passive : cette technique fait appel à un système de numérisation utilisant des plaques au phosphore (de type gamma ou neutron) combinées à un collimateur sténopé pour produire des images radiologiques numériques des éléments visés en se servant de leurs propres émissions radioactives. Le but recherché est de valider une méthode simple qui permette de vérifier le contenu des ensembles enfermés en préservant la confidentialité des renseignements descriptifs. Des études préliminaires ont été faites dans ce domaine au Royaume-Uni;

b) L'activation de feuilles d'or : une feuille d'or peut réagir en présence de neutrons. Lorsqu'elle est placée à proximité d'un objet émettant des neutrons, ou de son conteneur, la feuille d'or peut être suffisamment activée pour que la radiospectroscopie des produits résultant de son activation donne des informations de basse fidélité sur la nature du faisceau de neutrons. Des études préliminaires ont été faites dans ce domaine au Royaume-Uni;

c) L'interrogation par photoneutron : les émissions de neutrons induites par des photons se produisent lorsque l'énergie provenant du déplacement d'un photon (rayon X ou rayon gamma) dépasse un certain seuil et que les atomes de faible poids atomique subissent des réactions photonucléaires qui provoquent des émissions de neutrons. Ces photoneutrons peuvent être détectés et leur énergie est caractéristique des matières d'origine. Les matières comme le deutérium et le béryllium utilisées dans certaines têtes nucléaires en association avec des matières fissiles peuvent être détectées au moyen de la technique combinant photons et neutrons. Des études préliminaires ont été faites dans ce domaine au Royaume-Uni.

Altération et intrusion

28. En se servant d'un système de vérification alliant plusieurs détecteurs AND pour mesurer de nombreux attributs de têtes nucléaires ou référentiels⁷, il s'est avéré possible de distinguer entre différents types de tête ou de composants. Dans le cadre d'un futur régime de vérification, il faudrait pouvoir prévenir toute tentative d'altération consistant à substituer un objet conçu pour satisfaire aux critères des essais d'authentification. Cela étant, comme la signature d'un leurre ne peut pas être déterminée à l'avance, le système d'authentification et de démantèlement des têtes nucléaires doit avoir une capacité de détection aussi élevée que possible (tout en évitant au maximum les fausses alarmes) pour détecter d'éventuelles altérations. D'où la nécessité de combiner différents détecteurs pour mettre au point des systèmes efficaces de vérification.

29. Des travaux analytiques ont été menés pour calculer les probabilités de détection au moyen de différents détecteurs de rayons gamma ou neutrons et pour apprendre à les combiner afin de constituer des réseaux distribués. On peut ainsi évaluer les avantages et les inconvénients respectifs des détecteurs AND et des systèmes de détecteurs dans l'accomplissement d'une tâche donnée et également faire des essais comparatifs de manière à sélectionner les meilleurs détecteurs et combinaisons de détecteurs. Cette façon de procéder permet également de se faire une idée du caractère intrusif du système de vérification et de ses incidences sur les plans de la prolifération et de la sécurité nationale.

Barrières de protection de l'information

30. Les mesures effectuées sur les articles contenant des composantes d'armes peuvent être la source d'informations relevant du secret défense ou de données sensibles au regard des risques de prolifération. Un pays qui reçoit des inspecteurs devra avoir l'assurance que ces informations ne seront pas accessibles et que seules les caractéristiques convenues seront communiquées. Cela pourrait se faire au moyen d'une barrière de protection de l'information (comme celle dont il est question dans l'initiative trilatérale États-Unis-Russie-AIEA). Cette barrière pourrait être établie par un matériel ou un logiciel destiné à protéger les informations sensibles tout en autorisant l'accès à un sous-ensemble de données utiles à des fins de vérification. Sous sa forme la plus simple, le système de protection consisterait à répondre par « oui » ou par « non » à un référentiel donné.

31. L'ingénierie inverse des données obtenues à partir d'analyses non destructives a été effectuée au Royaume-Uni en vue de déterminer le niveau de sensibilité de ces données du point de vue de la sécurité nationale et de la prolifération. Il en ressort clairement que dans tout futur régime de vérification il faudra employer certaines des techniques d'analyse non destructive permettant d'établir des barrières de protection de l'information classée à l'entrée et non classée à la sortie.

Systèmes de documentation en tant qu'outils de vérification potentiels

32. Dans le document présenté par le Royaume-Uni à la Commission préparatoire en 2004, on a examiné la possibilité d'utiliser des systèmes informatisés pour

appuyer les activités de vérification. Des systèmes de comptabilité informatisés et pleinement intégrés ont été élaborés et sont disponibles sur le marché. Bien qu'ils n'aient pas été conçus spécifiquement pour la vérification des traités, ces systèmes informatisés pourraient être facilement adaptés à cette fin en combinant les moyens de contrôle d'accès par des tiers, la distribution des clefs de chiffrement, l'utilisation de codes temporels, les signatures électroniques et des tirages filigranés pour produire une chaîne de garde complète et totalement transparente et vérifiable.

Télévision en circuit fermé

33. La télévision en circuit fermé est déjà largement utilisée dans l'ensemble de l'industrie pour assurer la surveillance de la sécurité. Un certain nombre de systèmes commerciaux sont en cours d'élaboration pour produire des systèmes de télévision en circuit fermé répondant aux besoins et aux normes de l'industrie, tels que la norme MPEG-7 qui accompagne les données électroniques de métadonnées descriptives produisant des bases de données images consultables. Ces systèmes sont notamment les suivants :

- a) Reconnaissance d'objet : système capable de reconnaître et de suivre un objet dans un champ visuel;
- b) Repérage d'immobilité : système qui met en évidence et signale des objets restés stationnaires sur une scène mobile;
- c) Détection d'anomalies : une fois qu'un système a appris ce qui devrait se trouver dans un champ visuel, tout élément anormal est signalé.

Ces techniques de traitement de l'image pourraient être intégrées aux systèmes de surveillance automatique actuellement utilisés par l'AIEA qui confirment qu'ils n'ont pas été altérés en échangeant continuellement des signaux codés avec le centre de contrôle de l'AIEA. Aucune activité spécifique n'a encore été menée à ce sujet dans le cadre du programme de recherche sur la vérification du Royaume-Uni.

V. Vérification d'une installation générique

34. On estime qu'une vérification bien menée suppose que soit donné à un État partie inspecteur un niveau d'assurance acceptable que les dispositions relatives aux traités sont respectées. Pour qu'un régime de vérification soit viable, il importe que des preuves appropriées et suffisantes de vérification soient fournies. Le Royaume-Uni se penche actuellement sur la question dans le contexte de ses propres centres d'armement nucléaire.

35. Si chaque installation et opération d'un centre d'armement nucléaire étaient examinées individuellement, il serait possible de déterminer les éléments communs entre les installations et les types de travaux entrepris. Ces composantes communes peuvent être divisées en deux catégories :

- a) Infrastructures de l'installation – Les éléments communs nécessaires pour créer, entretenir et gérer une installation, qui pourraient être importants dans un régime de vérification de la maîtrise des armements nucléaires, sont notamment les suivants :

- i) Emplacement des bâtiments et des services;
- ii) Utilisation des bâtiments;
- iii) Effectif du personnel et responsabilités;
- iv) Dispositions en matière de sécurité physique;
- v) Déplacements de matériel (entrées et sorties);
- vi) Production et évacuation de déchets;
- b) Opérations au sein de l'installation – Les éléments communs se rapportant à un régime de vérification de la maîtrise des armements nucléaires sont notamment les suivants :
 - i) Réception et déplacements internes de matières fissiles;
 - ii) Stockage de matières fissiles;
 - iii) Traitement thermique et fabrication;
 - iv) Usinage;
 - v) Post-fabrication;
 - vi) Stockage et déplacements internes de produits;
 - vii) Expédition de produits;
 - viii) Traitement des déchets.

36. En examinant la première de ces listes, il est possible d'identifier des techniques potentielles pour vérifier ces caractéristiques concernant les installations. Une liste de ces techniques figure dans le tableau 1.

37. Pour la seconde catégorie (caractéristiques concernant les opérations), un ensemble analogue de techniques de vérification peuvent être identifiées. Elles sont indiquées dans le tableau 2.

38. Chacun des États parties pouvant avoir une opinion divergente sur le type d'information considérée comme sensible et le caractère envahissant d'une technique donnée, il serait possible, à ce stade, de proposer des techniques de substitution qui permettraient de bien assurer la vérification sans perte d'efficacité notable.

39. Pour déterminer l'incidence de chaque technique de vérification en ce qui concerne sa contribution à un programme de vérification de maîtrise des armements, nous avons défini deux types de fonction de vérification que ces techniques peuvent assurer, à savoir une fonction d'identification et une fonction de corroboration, la première permettant d'identifier l'article ou le processus et la deuxième fournissant la preuve qui confirme l'identification. Ces fonctions sont définies plus en détail dans le tableau 3 qui contient également des exemples d'application de chacune de ces fonctions.

40. Si nous examinons la liste des techniques de vérification possibles dans une installation donnée (étiquettes, scellés, télévision en circuit fermé, et autres techniques), nous verrons que chacune de ces techniques peut assurer une fonction d'identification ou de corroboration. Il convient de noter qu'une technique peut assurer une fonction d'identification dans un cas et de corroboration dans un autre,

les fonctions pouvant changer en fonction de la situation qui fait l'objet d'une évaluation.

41. Pour illustrer ce changement de fonction, nous allons décrire ci-après le rôle de trois techniques de vérification particulières, à savoir les étiquettes, les scellés et les moniteurs portiques, appliquées à deux situations différentes.

42. Dans la première situation, un conteneur approuvé de matières fissiles sans marquage extérieur, mais avec scellés apposés, est déclaré comme étant chargé de matières fissiles émettant des neutrons. Le conteneur est sorti du magasin, après être passé par un portique de détection de neutrons qui a renvoyé une lecture positive. Dans ce cas :

- a) Il n'y a pas d'étiquette;
- b) Les scellés ont une fonction de corroboration et indiquent qu'il est probable que les matières détectées correspondent à la déclaration qui en a été faite;
- c) Le moniteur portique a une fonction d'identification et indique que le conteneur contient des matières fissiles.

43. Dans la seconde situation, un conteneur approuvé de matières fissiles sans marquage extérieur, avec scellés apposés et une étiquette identifiant le contenu, est déclaré comme étant chargé d'une composante fissile émettant des neutrons. Le conteneur est sorti du magasin, après être passé par le même portique de détection qui a renvoyé une lecture positive. Dans ce cas :

- a) L'étiquette a une fonction d'identification de la composante se trouvant dans le conteneur;
- b) Les scellés ont une fonction de corroboration et indiquent que le contenu n'a pas été substitué;
- c) Le moniteur portique a une fonction de corroboration et indique que le conteneur contient un article comprenant des matières fissiles.

44. Dans ces exemples, on peut postuler qu'un accroissement du nombre d'éléments d'identification et de corroboration entraîne une augmentation de la valeur de l'ensemble des preuves présentées (pour ce qui est du renforcement de la confiance), les éléments d'identification étant peut-être ceux qui y contribuent le plus. Toutefois, l'inconvénient principal des preuves fournies par les éléments d'identification est que leur propriétaire peut considérer l'accès à certaines d'entre elles comme trop envahissant sur le plan de la sécurité nationale ou du risque de prolifération.

45. Un autre exemple plus détaillé de l'application de la méthode examinée plus haut est celui d'un État qui accepte de soumettre à un processus de vérification une partie de ses installations d'armement nucléaire, qui traite de l'usinage des composantes. Un certain nombre de techniques peuvent être utilisées pour vérifier l'installation générique (voir tableau 1) et des aspects spécifiques du processus d'usinage (voir tableau 2). Il peut arriver qu'une technique de vérification particulière soit jugée trop envahissante (par exemple, des caméras de télévision en circuit fermé dans la zone d'usinage), et qu'une autre méthode soit utilisée (par exemple, la surveillance de l'électricité consommée par la machine qui donne une indication de la charge opérationnelle). En définitive, il serait nécessaire de produire

une liste de méthodes de vérification mutuellement acceptables, comme par exemple, celle indiquée dans le tableau 4.

46. On peut évaluer la qualité globale d'un tel plan de vérification arrêté d'un commun accord en examinant les principaux points suivants :

a) Utilisation des bâtiments – Des échantillons de matières prélevés dans le cadre de la surveillance de l'environnement peuvent corroborer l'utilisation de certaines matières dans le bâtiment et, potentiellement, la déposition de ces matières du fait de nouvelles opérations ou d'opérations non déclarées;

b) Effectif du personnel et responsabilités – Un système de contrôle des accès par carte peut enregistrer le nombre de membres du personnel qui entrent dans un bâtiment. L'identification effective de chaque individu ne peut être confirmée que si la carte est utilisée en combinaison avec le système de télévision en circuit fermé. La documentation relative à la chaîne de garde peut définir les rôles des différents individus (dans ce cas, par exemple, qui est machiniste qualifié). Les trois techniques de vérification combinées donneront une idée du moment auquel les opérateurs de machine se trouvent dans le bâtiment (fréquence, durée, et autres informations);

c) Utilisation de tours – C'est la partie la plus délicate du processus dans cet exemple et aucun élément d'identification n'a été arrêté aux fins de la vérification. Des techniques envahissantes telles que la télévision en circuit fermé ou le contrôle des rayonnements peuvent donner accès à des informations sensibles au regard des risques de prolifération. Le contrôle de l'électricité consommée peut se faire par télésurveillance et des évaluations de la fréquence et de la durée des opérations peuvent ainsi être effectuées;

d) Production de déchets – Les registres de la chaîne de garde peuvent servir à identifier les personnes qui manipulent et traitent les déchets produits dans le cadre du processus. Les étiquettes, utilisées en combinaison avec les moniteurs portiques confirmeront les déclarations concernant les déplacements de déchets.

47. Dans ces exemples, l'information vérifiable peut contribuer à élever le niveau de confiance, sur la base du nombre d'éléments d'information pouvant être classés comme éléments d'identification ou éléments de corroboration à chaque stade. Toutefois, la qualité de l'information ne peut être jugée que sur la base d'une appréciation technique rationnelle de l'intégrité des résultats fournis par chaque technique dans la situation particulière à laquelle elle s'applique.

VI. Conclusions

48. Dans les rapports et les exposés qu'il a présentés au Comité préparatoire et aux réunions de la Conférence des parties chargée d'examiner le Traité sur la non-prolifération des armes nucléaires, le Royaume-Uni a fait la preuve de l'étendue de la recherche qu'il effectuait dans le domaine de la vérification. On a donné dans le présent document un aperçu des nombreux domaines dans lesquels des études ont été effectuées dans le cadre du programme quinquennal, l'accent étant mis sur la surveillance des centres d'armement nucléaire. Certaines de ces études sont des évaluations de technologies et méthodes de vérification existantes mais d'autres portent sur des domaines nouveaux (par exemple, l'autoradiographie).

49. S'il existe de nombreuses technologies pour soutenir la vérification d'un programme de désarmement, il n'en reste pas moins beaucoup à faire dans un certain nombre de domaines pour les développer et prouver leur efficacité. De nouvelles technologies continuent de voir le jour et doivent encore faire l'objet d'une évaluation détaillée de leur application potentielle au domaine de la vérification.

50. Le Royaume-Uni a identifié les principales barrières à une vérification efficace en ce qui concerne un certain nombre de technologies et dans différents contextes, notamment la nécessité de protéger des informations sensibles au regard de la sécurité nationale et des risques de prolifération. Ces problèmes sont de taille et ne pourront être surmontés qu'à force de travail, d'une part pour valider les résultats et les interprétations des mesures de sorte qu'ils soient convaincants et d'autre part pour développer les processus par lesquels les États peuvent avoir l'assurance que leurs données sont protégées.

51. En ce qui concerne la surveillance des centres d'armement nucléaire, l'accent a été mis sur les difficultés que pose la formulation d'une définition globale, qui réponde à tous les besoins. Il a été conclu que la surveillance des installations et de l'environnement gagnerait à être complétée par l'utilisation d'autres techniques de télésurveillance et qu'il était plus probable que les objectifs de toute opération de vérification soient atteints si les procédures étaient renforcées par des procédures telles que des inspections de routine et des inspections par mise en demeure faisant intervenir tout un éventail de technologies disponibles.

VII. Résumé des programmes et direction future

52. Dès le lancement du programme, le Royaume-Uni a axé ses travaux sur quatre grands domaines : authentification, démantèlement, élimination, et surveillance des centres d'armement nucléaire. Si une étude détaillée n'a pas été effectuée sur la question de l'élimination du fait qu'elle a déjà été suffisamment couverte par les garanties conventionnelles, on s'est employé à traiter les trois autres domaines.

53. L'authentification était considérée comme étant la tâche de vérification qui posait le plus de problèmes sur le plan technique, puisque le point fort de toute technique retenue ou mise au point pour traiter cette question doit être la nécessité de protéger les informations sensibles au regard de la sécurité nationale et des risques de prolifération et de remédier à toute production de fausses indications, qui pourrait intervenir par inadvertance ou de façon délibérée. Tout au long des cinq années du programme, un éventail de technologies ont été testées sur les têtes nucléaires du Royaume-Uni et leurs composantes fissiles avec plus ou moins de succès. Il a été conclu que de nombreux aspects du processus d'authentification sont réalisables mais que, dans nombre de cas, il importe d'avoir directement accès à un article, ce qui compromet quelquefois le caractère confidentiel des renseignements descriptifs sur les armements nucléaires.

54. Dans le cadre des travaux concernant le démantèlement, il a fallu examiner les processus associés au démantèlement d'une tête nucléaire particulière, en étant conscient que nombre de ces processus peuvent être spécifiques à l'engin en question, quoiqu'il soit probable que certains sont génériques. Les techniques qui ont fait l'objet d'une étude concernant leur application potentielle à la phase de démantèlement étaient notamment la chaîne de garde (par exemple, étiquettes et

scellés, télésurveillance, suivi du cheminement des éléments, moniteurs portiques) et les techniques d'inspection (par exemple, analyses non destructives, contrôle et comptabilité des matières nucléaires, surveillance de l'environnement, enregistrement de l'information). Une importante conclusion tirée de ces travaux est que le contrôle de l'accès peut permettre d'autoriser dans une certaine mesure au personnel non habilité sur le plan sécuritaire l'accès dans les installations où se trouvent des têtes nucléaires mais qu'il importe de déterminer et de gérer le niveau d'accès qui est accordé aux inspecteurs sans compromettre les informations relevant du secret défense et les données sensibles au regard du risque de prolifération.

55. Enfin, les travaux menés en vue de répondre aux besoins en matière de surveillance des centres d'armement nucléaire ont mis en évidence les problèmes que pose l'élaboration d'une définition fiable de ces installations ainsi que la nécessité de tenir compte des techniques établies de surveillance des installations et de l'environnement, et de les compléter par un éventail d'autres techniques de télésurveillance. Par ailleurs, on a fait valoir qu'il était plus probable que l'objectif de vérification soit réalisable si la surveillance était renforcée par des procédures telles que des inspections de routine et des inspections par mise en demeure faisant intervenir un éventail de technologies. Une procédure de vérification d'une installation générique a été présentée dans ses grandes lignes.

56. Le Royaume-Uni continuera à l'avenir de suivre et d'évaluer l'évolution technologique présentant de l'intérêt pour la vérification mais s'agissant des processus et procédures sur lesquels doit se fonder toute opération de vérification, on a estimé qu'il faudrait adopter à présent une méthode plus circonscrite qui porterait sur des domaines et problèmes particuliers. Cela permettrait de définir plus clairement les problèmes et d'appliquer plus rigoureusement les solutions ou les formules de rechange. À cet égard, des possibilités de collaboration seront explorées.

Notes

¹ Document de travail sur la vérification du désarmement nucléaire présenté par le Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord (NPT/CONF.2000/PC.1/WP.6 (4 mai 2000).

² Vérification du désarmement nucléaire. Premier rapport intérimaire sur les études consacrées à la vérification des têtes nucléaires et de leurs composants. Document de travail présenté par le Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord, NPT/CONF.2005/PC.II/WP.1 (23 avril 2003).

³ Le terme « thermographie » signifie dans ce contexte l'utilisation de caméras infrarouges de haute précision afin d'imager et de mesurer les variations thermiques de petite fraction d'un degré au-dessus d'une surface solide.

⁴ Vérification du désarmement nucléaire : deuxième rapport intérimaire sur les études consacrées à la vérification des têtes nucléaires et de leurs composants. Document de travail présenté par le Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord, NPT/CONF.2005/PC.III/WP.3 (30 avril 2004).

⁵ Mesure de la probabilité que les informations sensibles d'un État pourront être révélées.

⁶ Le radar à synthèse d'ouverture utilise les techniques informatiques pour modifier la nature de l'ouverture virtuelle d'un détecteur radar, afin qu'un instrument unique puisse reproduire les fonctions de divers instruments.

⁷ Le terme référentiel renvoie ici à la technique consistant à comparer un jeu de données mesurées portant sur un objet déclaré à un jeu de données de base pour un objet connu sans qu'il soit fait référence au sens des données.

Tableau 1
Quelques techniques de vérification axées sur les installations

<i>Caractéristique</i>	<i>Méthode de vérification 1</i>	<i>Méthode de vérification 2</i>	<i>Méthode de vérification 3</i>
Emplacement des bâtiments et des services de l'installation	Imagerie satellitaire	Surveillance de l'environnement (détection des émissions radioactives, stress végétal, etc.)	Documentation relative à la réglementation/registres des autorités locales
Utilisation des bâtiments	Surveillance de l'environnement	Télévision en circuit fermé/imagerie satellitaire	Surveillance de la consommation d'énergie
Effectif et responsabilités du personnel	Systèmes de contrôle des accès par carte	Documentation relative à la chaîne de garde	Télévision en circuit fermé/imagerie satellitaire
Dispositions en matière de sécurité physique	Systèmes de contrôle des accès par carte	Images de télévision en circuit fermé aux points d'accès	Moniteurs portiques
Déplacements de matériel (entrées et sorties)	Moniteurs portiques	Documentation relative à la chaîne de garde	Télévision en circuit fermé/imagerie satellitaire
Production et élimination des déchets	Surveillance de l'environnement	Documentation relative à la chaîne de garde	Imagerie hyperspectrale

Tableau 2
Quelques techniques de vérification axées sur les processus

<i>Caractéristique</i>	<i>Méthode de vérification 1</i>	<i>Méthode de vérification 2</i>	<i>Méthode de vérification 3</i>
Réception et circulation interne de matières fissiles	Télévision en circuit fermé	Moniteurs portiques	Documentation relative à la chaîne de garde
Stockage de matières fissiles	Étiquettes et scellés apposés sur les conteneurs	Surveillance électronique de l'accès aux magasins (télévision en circuit fermé/scellés sur les portes)	Référentiel radiologique pour l'analyse non destructive dans le cadre d'un traité
Traitement thermique et fabrication	Télévision en circuit fermé	Surveillance de la consommation d'énergie	Documentation de recertification du matériel
Usinage	Télévision en circuit fermé	Documentation relative à la chaîne de garde	Télésurveillance de la consommation d'électricité

<i>Caractéristique</i>	<i>Méthode de vérification 1</i>	<i>Méthode de vérification 2</i>	<i>Méthode de vérification 3</i>
Post-fabrication	Télévision en circuit fermé	Documentation relative à la chaîne de garde	Documentation de recertification du matériel
Stockage et circulation interne de produits	Étiquettes et scellés apposés sur les conteneurs	Surveillance électronique de l'accès aux magasins (télévision en circuit fermé/scellés sur les portes)	Référentiel radiologique pour l'analyse non destructive dans le cadre d'un traité
Expédition de produits	Télévision en circuit fermé	Moniteurs portiques	Documentation relative à la chaîne de garde
Traitement des déchets	Étiquettes et scellés apposés sur les conteneurs	Moniteurs portiques	Documentation relative à la chaîne de garde

Tableau 3
Fonction des techniques de vérification

<i>Fonction de vérification</i>	<i>Signification et analogie</i>	<i>Exemples d'arme nucléaire</i>
Identification	Permet d'identifier l'article ou le processus. (Par exemple, l'étiquette sur le bocal indique « café » et la documentation permet de remonter à un fabricant de café connu.)	Une étiquette (par exemple, type de l'article écrit au pochoir sur un conteneur approuvé de matières fissiles); Documentation (par exemple, le numéro et le type de l'article figurent sur une déclaration d'expédition qui accompagne le conteneur).
Corroboration	N'identifie pas sans ambiguïté un article ou un processus mais peut être considéré comme une preuve à l'appui de l'identification ou contribue à renforcer la confiance en la qualité de l'information fournie par l'élément d'identification. (Par exemple, le bocal est d'un type généralement utilisé pour le café et a une masse supérieure à celle d'un bocal vide. L'opercule en aluminium avec lequel il est scellé est intact.)	Moniteurs portiques (par exemple, activité de neutron détectée au moment où le conteneur passe avant d'être envoyé au magasin); Référentiel radiologique pour l'analyse non destructive (une technique convenue de barrière de protection de l'information confirme le type de radioactivité auquel on s'attend de ce conteneur); Scellés (d'un type approuvé, indiquant que le conteneur n'est pas vide).

Tableau 4
Liste hypothétique de techniques de vérification convenues

<i>Caractéristique à vérifier</i>	<i>Techniques de vérification</i>	<i>Type fonctionnel</i>
Utilisation des bâtiments	Surveillance de l'environnement	Corroboration
Effectif et responsabilités du personnel	Système de contrôle des accès par carte	Corroboration
	Télévision en circuit fermé	Identification
	Chaîne de garde	Corroboration
Utilisation de tours	Télésurveillance de la consommation d'énergie	Corroboration
	Chaîne de garde	Corroboration
Production de déchets	Étiquette indiquant le type et le niveau d'émetteurs de neutrons dans les déchets	Identification
	Moniteur portique à détecteur de neutrons	Corroboration