

Améliorer les techniques d'application des garanties: l'instrumentation

par David E. Rundquist et Leonard M. Watkins

L'objectif technique des garanties est, d'après la définition qui en a été souvent donnée, de déceler en temps voulu le détournement de quantités significatives de matières nucléaires dans les cas où un tel détournement a eu lieu. Pour les critiques, essayer d'atteindre cet objectif c'est essayer de mettre des mitaines à une pieuvre, les inspecteurs étant les dompteurs chargés de maîtriser l'animal et les services d'appui fournissant les mitaines (matériel) et des conseils (méthodes et techniques) à l'abri, dans les coulisses.

Cette opinion est non seulement désinvolte mais aussi excessivement cynique, étant donné que jusqu'à présent les garanties internationales ont été couronnées de succès. Cependant, le sous-entendu qu'implique cette comparaison, à savoir que le travail n'est jamais tout à fait fini, a quelque chose de vrai.

Chaque année, le nombre des installations et le volume des matières nucléaires à contrôler augmentent plus rapidement que le nombre des inspecteurs disponibles. En outre, la gamme des techniques dont pourrait se servir l'auteur d'un détournement se diversifie.

L'Agence et les spécialistes des garanties internationales relèvent ce défi en s'efforçant essentiellement d'accroître l'efficacité de l'Agence en améliorant les techniques de contrôle.

L'effort de recherche-développement correspondant est considérable: il implique un appui officiel de neuf Etats Membres et de la Communauté européenne, et des dépenses se chiffrant à ce jour à environ 10 millions de dollars des Etats-Unis.* Le nombre de projets de développement effectués à ce titre se situe aux alentours de 200.

Dans cet article, nous décrivons quelques exemples représentatifs de cet effort pour illustrer le caractère du travail et des problèmes auxquels l'Agence doit faire face, et donnons également un aperçu des tendances futures.

Avant d'aller plus loin, il vaut la peine de passer en revue les considérations de caractère général dont il faut tenir compte si l'on veut réellement améliorer les techniques de contrôle.

M. Rundquist est Chef de la Section de l'instrumentation, des méthodes et des techniques, au Département des garanties de l'Agence. M. Watkins fait partie de la même Section.

* Voir «Research and Development Programmes in Support of IAEA Safeguards» par A. von Baeckmann dans *Nuclear Safeguards Technology 1982* (C.R. Coll. Vienne 1982), Vol. 1, mémoire n° IAEA-SM-260/127, AIEA, Vienne (1983).

Considérations générales dont il faut tenir compte pour améliorer les techniques

Pour pouvoir appliquer des garanties dans une installation nucléaire, il faut à la fois une méthode de contrôle et du matériel de mise en œuvre qui garantissent, avec un degré raisonnable d'assurance, que les matières nucléaires peuvent être comptabilisées dans un délai acceptable. Il faut également, et ceci est de la plus grande importance, des inspecteurs compétents bien formés aux techniques d'emploi du matériel et à l'interprétation des données obtenues.

Il n'est donc pas surprenant que les efforts faits par l'Agence et les Etats Membres qui lui apportent son appui en matière de recherche-développement pour améliorer les techniques de contrôle consistent essentiellement à mettre au point des approches systémiques, le matériel correspondant et la méthodologie d'emploi.

Les méthodes de contrôle varient selon le type d'installation, mais fondamentalement tous les systèmes prévoient l'emploi combiné du contrôle comptable des matières et de mesures de confinement/surveillance.

Le contrôle comptable des matières* consiste essentiellement à établir des relevés du stock des matières nucléaires se trouvant dans les différentes zones d'une centrale. Pour cela, il faut normalement procéder à des mesures de grandeurs telles que «la quantité», «l'enrichissement» et «le nombre d'articles donnés».

Par confinement on entend la restriction du mouvement des matières nucléaires ou de l'accès à ces matières, soit comme c'est naturellement le cas dans une centrale pour des raisons de fonctionnement (par exemple pour le «cœur du réacteur»), soit par suite des mesures utilisées par l'Agence pour remplir ses fonctions d'inspection (par exemple, pose de scellés sur une quantité de matières nucléaires préalablement vérifiée).

Par surveillance on entend le contrôle du mouvement des matières nucléaires effectué par une personne ou à l'aide d'instruments (par exemple, télévision en circuit fermé, caméra cinématographique).

L'application de la méthode de contrôle choisie se traduit par la mise en place et l'utilisation d'un ensemble approprié d'appareils de mesure et de confinement/surveillance (C/S). Ces appareils ne doivent pas gêner le fonctionnement de la centrale. Ce problème, particulier

* On trouvera des définitions complètes et détaillées des termes techniques employés dans le présent article dans IAEA Safeguards Glossary, IAEA/SG/INF/1.

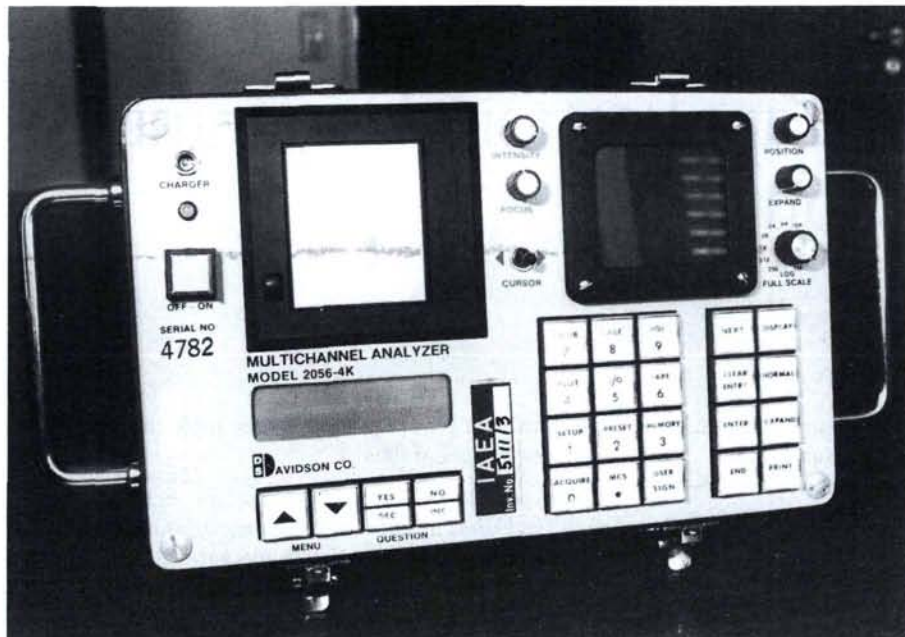


Figure 1. Mini-analyseur multicanal portatif. Les trois groupes de touches (en bas à gauche, au milieu et à droite) permettent à l'inspecteur de brancher l'instrument en mode conversationnel, en réponse aux instructions paraissant sur l'écran d'affichage à cristaux liquides (au milieu à gauche). On peut faire apparaître les spectres sur l'écran CRT (en haut à droite) en utilisant les boutons qui se trouvent de part et d'autre de l'écran et les enregistrer sur le magnétophone à cassettes (en haut à gauche).

au matériel de mesure et qui s'ajoute aux prescriptions concernant les «délais de détection», explique que l'on utilise largement des appareils d'analyse non destructive (AND). A partir des informations obtenues *in situ* avec ces appareils, l'Agence juge de la gestion des matières nucléaires dans une installation donnée. Dans certains cas, les résultats des mesures AND *in situ* obligent les inspecteurs à entreprendre certaines actions pour expliquer les erreurs de comptabilité.

Pour que les conclusions finales de l'Agence soient crédibles, la méthode de contrôle doit être rationnelle et le matériel utilisé d'un fonctionnement tout à fait sûr, ce que l'on peut seulement garantir:

- En veillant à ce que les spécifications de la méthode de contrôle et du matériel utilisés soient correctes et répondent vraiment aux besoins opérationnels;
- En employant les techniques et procédés les plus appropriés;
- En surveillant le fonctionnement et en procédant, le cas échéant, à des ajustements du matériel ou des procédés utilisés;
- En formant avec le plus grand soin les inspecteurs à l'utilisation du matériel et à la compréhension de la méthode de contrôle.

Pour établir correctement les spécifications du matériel, il faut tenir compte non seulement des objectifs techniques de fonctionnement (par exemple, moyenne des temps de bon fonctionnement (MTBF) et haute précision), mais aussi du milieu ambiant dans lequel la plus grande partie du matériel fonctionnera.

Par milieu ambiant, nous n'entendons pas simplement les conditions ambiantes telles que température, humidité et rayonnements. Ces conditions, bien sûr importantes ont, vu la portée mondiale des garanties de l'Agence, tendance à être plus variées que celles pour lesquelles est conçu le matériel à usage commercial.

Le milieu ambiant, au sens le plus large et le plus important, détermine la manière dont le matériel sera utilisé et entretenu et par qui, et à quelles contraintes il sera soumis. Dans ce sens plus large, il y a des différences importantes entre les situations typiques que l'on trouve dans l'industrie et celles qui caractérisent les installations placées sous garanties. Les efforts de l'Agence en matière de recherche-développement ont été en grande partie couronnés de succès dans le passé quand ces différences ont été prises en considération, et, inversement, se sont soldés par des échecs quand il n'en a pas été tenu compte.

Ces différences sont les suivantes:

- Pendant l'intervalle de deux à trois mois qui s'écoule entre les inspections, le matériel C/S doit fonctionner sans surveillance d'une manière sûre qui ne révèle pas son état de fonctionnement à l'exploitant. Les défaillances ne sont décelées qu'au moment de l'inspection ou, dans le cas de caméras cinématographiques, lorsque les films sont examinés au Siège. C'est ce qui explique que le matériel soit plus souvent hors service que le matériel industriel de fiabilité comparable, car le matériel industriel moderne est généralement conçu de telle manière que toute défaillance est signalée automatiquement aux techniciens spécialisés de l'entreprise. D'où l'importance à accorder à la fiabilité et à un programme d'entretien préventif complet du matériel C/S de l'Agence.
- Les mesures AND *in situ* sont effectuées dans les conditions imparfaites rencontrées sur le terrain par des inspecteurs qui sont «pressés» par le personnel de la centrale de terminer leur travail rapidement, en désorganisant le moins possible les opérations de la centrale. Les inspecteurs ne sont pas, en général, des spécialistes de l'instrumentation, et ont normalement un accès limité aux normes d'étalonnage autres que celles qui sont associées ou incorporées à l'appareil.

Il faut donc que les instruments soient simples à utiliser, qu'ils facilitent le travail de l'inspecteur à chaque étape du processus de mesure et, si possible, qu'ils soient équipés d'un système automatique d'étalonnage.

- Pour l'exploitant de l'installation, le matériel et les méthodes utilisées aux fins des garanties ne correspondent pas à une nécessité commerciale et l'exploitant demande à juste titre que le système de garanties et le matériel utilisé ne soient pas gênants et perturbent le moins possible ses activités. En outre, l'exploitant accorde un faible rang de priorité à tout problème relatif au matériel utilisé aux fins des garanties qui exige des mesures de sa part.

Cet état de choses renforce les besoins de fiabilité et de facilité d'emploi mentionnés plus haut, mais aussi fait qu'il est souhaitable que le fonctionnement de l'appareil soit indépendant des services de la centrale.

Exemples représentatifs de recherche-développement

Mini-analyseur multicanal portatif. Il s'agit d'un analyseur multicanal portatif «intelligent» à batterie, qui peut visualiser et enregistrer des spectres de rayons gamma obtenus à partir d'échantillons radioactifs en utilisant des détecteurs appropriés.

Cet appareil a été mis au point, par étapes successives, par le Laboratoire national Los Alamos dans le cadre du programme d'appui technique des Etats-Unis.

L'information fournie par les inspecteurs qui ont fait part de leurs expériences avec les premiers prototypes utilisés sur le terrain a été le facteur clé de ce processus de mise au point progressive.

C'est ce qui explique l'extrême facilité de fonctionnement du modèle qui existe actuellement sur le marché (voir figure 1). Le logiciel, «orienté vers l'utilisateur», sur lequel repose la conception de l'appareil aide l'inspecteur à effectuer des mesures dans des conditions très variées. Par la frappe de simples touches, l'appareil se règle automatiquement pour des mesures données. L'appareil facilite le travail de l'inspecteur tout au long de l'opération de préparation.

Des dispositifs d'auto-contrôle, pour vérifier notamment la tension d'alimentation du détecteur et de l'appareil, sont incorporés et transmettent des messages diagnostics sur un écran d'affichage à cristaux liquides, si la tension dépasse certaines limites.

Cet appareil présente, entre autres, les caractéristiques suivantes:

- Nombre de canaux ajustable (jusqu'à 4096)
- Utilisable avec des détecteurs de rayons gamma à l'iodure de sodium, ou germanium intrinsèque ou au germanium/lithium
- Affichage du spectre sur un tube cathodique avec sélection de gammes par curseur
- Enregistrement des données et de l'état de l'instrument sur bande magnétique
- Discriminateurs à seuil inférieur et supérieur ajustables
- Minuterie de contrôle en temps réel
- Listage en série des résultats sur un dispositif «d'écoute» ou d'enregistrement externe.

Avec l'apparition de l'analyseur multicanal portatif, les inspecteurs disposent d'un appareil convenant à de nombreuses applications normales de l'analyse non destructive par rayons gamma, notamment aux applications suivantes:

- Identification du plutonium ou de l'uranium
- Détermination de l'enrichissement en uranium 235 de matières en vrac à oxyde d'uranium, d'assemblages de combustible neufs et de cylindres de stockage d'hexafluorure d'uranium
- Détermination de la teneur en uranium 235 des éléments combustibles pour réacteurs de recherche
- Détermination du taux de combustion du combustible irradié pour évaluer la teneur en plutonium résiduel.

En outre, l'analyseur multicanal peut éventuellement servir à effectuer des opérations types, telles que l'identification isotopique.

Le logiciel est conçu de telle sorte qu'au fur et à mesure que l'on découvrira d'autres applications en matière de mesure et que l'on mettra au point les procédures correspondantes, des routines supplémentaires pourront être ajoutées en tant que fonction utilisateur.

En raison de son caractère polyvalent et de sa facilité d'emploi, cet appareil deviendra probablement l'instrument par excellence de l'Agence pour l'AND par rayons gamma. On peut se faire une certaine idée de la manière dont il a été accueilli dès le début par les inspecteurs de l'Agence à partir d'une récente projection selon laquelle plus d'une quarantaine d'appareils seront en service sur le terrain d'ici 1986.

Compteur de faisceaux de combustible pour réacteurs Candu rechargés en marche. L'une des exigences des méthodes du contrôle des réacteurs Candu est qu'il faut surveiller le déchargement de combustible irradié entre le réacteur et l'aire de stockage.

Un compteur de faisceaux a été spécialement mis au point à cette fin par les Laboratoires nucléaires de Chalk River dans le cadre du programme d'appui canadien. Il est actuellement installé et fonctionne de manière satisfaisante dans un certain nombre de centrales.

Il se compose d'un certain nombre de tubes compteurs de Geiger (placés de manière stratégique le long du trajet normal de déchargement du combustible pour détecter la présence de combustible irradié) reliés à un ensemble électronique à microprocesseurs. Cet ensemble (représenté sur la figure 2 avec mallette de sécurité) interprète les signaux du compteur Geiger et enregistre, pour utilisation ultérieure par un inspecteur, les mouvements du combustible qui se sont produits, ainsi que la durée et la direction de ces mouvements. Les renseignements peuvent alors être utilisés directement par les inspecteurs pour vérifier les relevés de déchargement de combustible de l'exploitant.

Le compteur de faisceaux comprend de nombreuses caractéristiques illustrant les tendances qui caractérisent actuellement la conception de l'instrumentation C/S utilisée aux fins des garanties.

Ces caractéristiques sont les suivantes:

- *Microprocesseur incorporé:* permettant une certaine souplesse pour apporter des changements à la logique

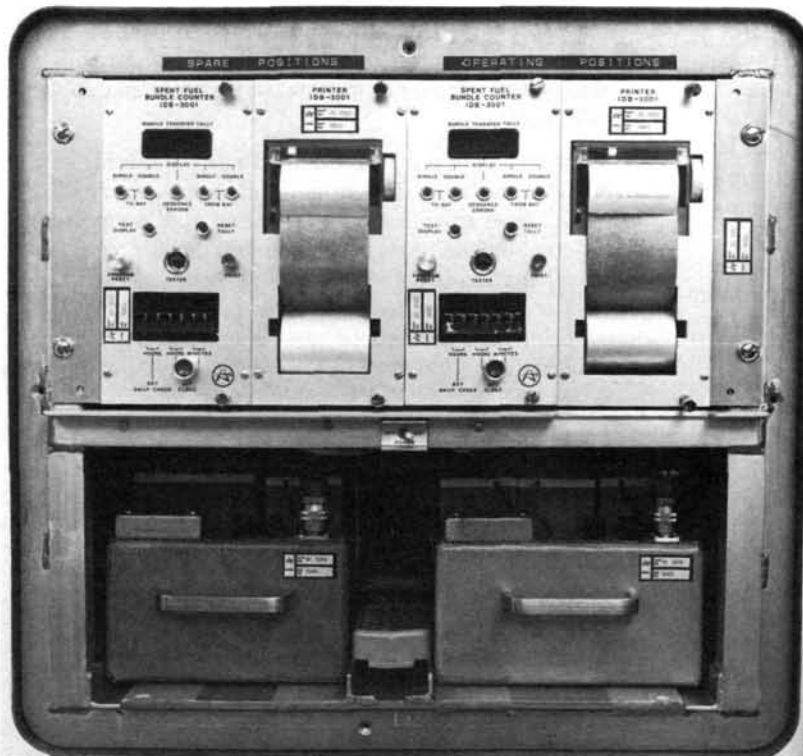


Figure 2.
 Vue de face de la mallette de sécurité pour compteur de faisceaux de combustible irradié des réacteurs Candu, sans porte. On peut voir, en haut à gauche, le jeu complet d'unités de rechange et, en bas, l'alimentation électrique à batterie incorporée. A noter également le thermomètre «maximum-minimum» se trouvant entre les deux blocs de batterie. (Photo: L'énergie atomique du Canada Limitée, Société de recherche, Chalk River, Ontario, Canada.)

de la conception sans modifier le progiciel du matériel électronique.

- **Autocontrôle:** une source au cobalt 60 de faible activité jouant le rôle de «contrôleur de séquence» est incorporée dans l'assemblage Geiger, alimentant ainsi l'ensemble électronique avec un courant constant d'impulsions à rythme lent. Toute rupture accidentelle ou délibérée des connexions du compteur Geiger à l'ensemble électronique (ou panne du compteur Geiger ou tension élevée) coupe immédiatement les impulsions, ce qui est détecté et enregistré par l'ensemble électronique. En outre, le microprocesseur procède à des autocontrôles périodiques de sa mémoire et de l'électronique associée.
- **Entretien facile:** comme le montre la figure 2, un ensemble de modules électroniques de rechange est incorporé dans la mallette de sécurité. Si une unité de matériel est suspecte, l'inspecteur peut débrancher l'unité défectueuse et brancher l'unité de rechange, laissant le soin du dépannage minutieux de l'unité remplacée à des électroniciens hors site.
- **Dispositif anti-fraude:** ce dispositif comprend, dans une boîte en acier spécialement conçue à cet effet, des modules électroniques fonctionnant sur pile; des scellés de l'Agence sur la boîte; des indicateurs de température et de rayonnement à l'intérieur de la boîte pour déceler toute tentative de provoquer des erreurs de fonctionnement par élévation de la température ou par irradiation; et le dispositif de contrôleur de séquence décrit plus haut.
- **Dissimulation de l'état de fonctionnement:** ces caractéristiques de conception impliquent la mise en place dans une boîte en acier; l'utilisation de circuits électroniques de faible puissance (CMOS) ne causant

aucune chaleur qu'il soit possible de déceler aux endroits accessibles à l'auteur d'un détournement; et une alimentation autonome par batterie.

- **Fiabilité élevée:** le contrôle de fonctionnement (voir ci-après) a révélé que, si l'on remplace en temps voulu les assemblages Geiger, le compteur de faisceaux est susceptible d'atteindre ou de dépasser la moyenne des temps de bon fonctionnement qui est fixée à trois ans.

Contrôle de fonctionnement: un programme bien conçu

Il est reconnu depuis un certain temps que l'instrumentation utilisée aux fins des garanties a évolué au point qu'il est nécessaire de fixer des objectifs pratiques de fonctionnement et de contrôler sur place la réalisation de ces objectifs, si l'Agence veut pouvoir prendre des décisions sur l'acceptabilité et l'emploi optimal du matériel utilisé aux fins des garanties.*

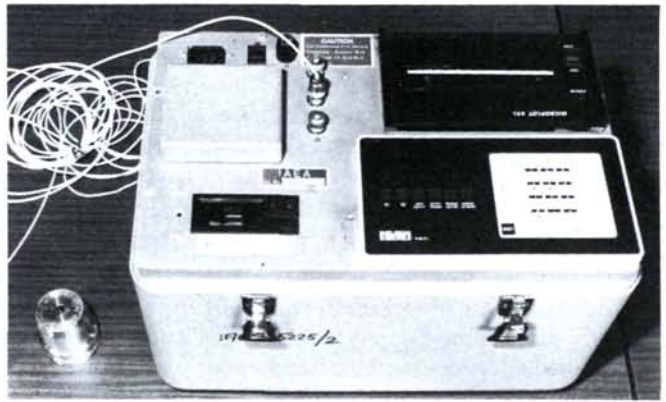
Par conséquent, l'Agence est en train de définir des programmes de contrôle de fonctionnement pour tout matériel couramment utilisé sur le terrain aux fins des garanties, tant dans le domaine du confinement et de la surveillance que dans celui de l'analyse non destructive. L'objectif final de ces programmes est d'évaluer de manière systématique si le matériel installé sur place

* Voir: «IAEA Safeguards Instrumentation Development, Implementation and Control», par D. Rundquist, dans *Nuclear Safeguards Technology 1982* (C.R. Coll. Vienne 1982), Vol. 2, mémoire n° IAEA-SM-260/58, IAEA, Vienne (1983); *IAEA Safeguards Glossary*, IAEA/SG/INF/1; et «Practical Goals and Performance Monitoring of C&S Equipment», par D. Rundquist et L. Watkins, dans les C.R. du cinquième Coll. annuel ESARDA sur les garanties et la gestion des matières nucléaires (avril 1983) 71-5.

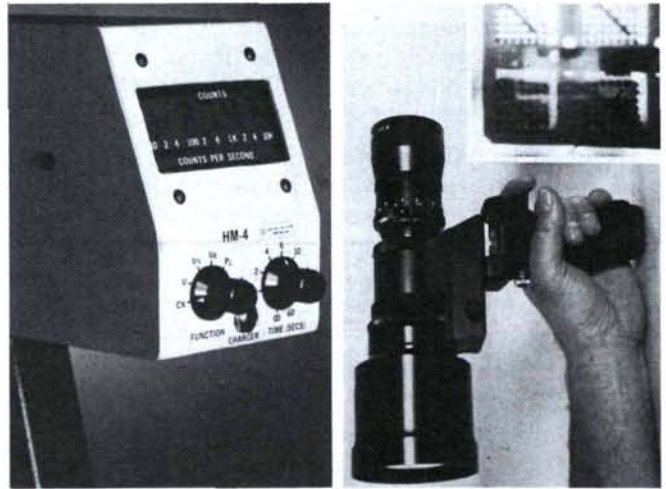


Compteur annulaire de neutrons à coïncidence pour l'uranium

Compteur de neutrons à coïncidence pour taux de comptage élevé



Scellé et vérificateur à ultrasons



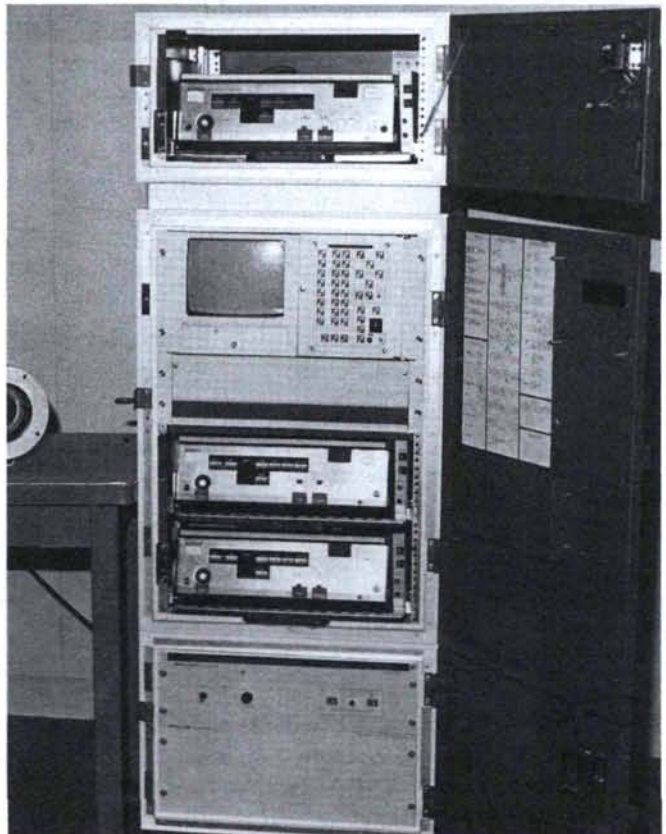
Moniteur gamma

Dispositif d'observation de l'effet Tcherenkov

Système perfectionné de surveillance par télévision



Système pour l'analyse isotopique du plutonium, avec analyseur multicanal et détecteur



En plus des techniques particulières et du matériel spécial dont il est question dans l'article, le personnel des garanties utilise toute une variété d'instruments à des fins de vérification.

répond aux spécifications visées, en utilisant des méthodes conventionnelles d'analyse de défaillance, et de communiquer aux spécialistes des garanties des informations en retour sur les améliorations ou innovations nécessaires pour faire face à l'évolution des besoins.

Un grand programme portant sur le matériel utilisé aux fins des garanties dans quatre réacteurs Candu de 600 mégawatts est en vigueur depuis mai 1983 dans le cadre du programme d'appui canadien. On a choisi les centrales équipées de réacteurs Candu pour y appliquer, pour la première fois à grande échelle, le contrôle de fonctionnement établi par l'Agence car le matériel de type Candu fournissait une occasion unique d'instituer un contrôle de fonctionnement s'appliquant à un système intégré. Les systèmes de garanties associés ont été conçus dans le cadre d'un programme global de garanties, chacun ayant un rôle et un objectif bien définis.

En outre, les systèmes en question étaient de la même génération technologique et incorporaient des innovations qui apparaissaient dans le matériel moderne utilisé aux fins des garanties (par exemple, contrôle par microprocesseur, auto-diagnostic, détection d'intervention); on disposait par ailleurs de données provenant de quatre centrales, ce qui permettait d'avoir un plus grand échantillon et de meilleures statistiques que ceux dont on dispose normalement.

Ce programme consistait notamment à:

- Etablir des feuilles types de contrôle du matériel et mettre en place des mécanismes d'indication de panne
- Donner une formation pratique à des inspecteurs (emploi du matériel et rôle qu'il joue)
- Faire accompagner des inspecteurs par le personnel chargé de la mise au point du matériel pour lancer le programme et fournir l'aide nécessaire dans les cas où des essais ou une formation supplémentaires étaient nécessaires ou qu'il fallait procéder à des modifications du matériel
- Echanger chaque mois entre les différentes sections intéressées de l'Agence et examiner les renseignements obtenus sur le terrain
- Analyser et communiquer les résultats avec des recommandations d'amélioration ou de substitution.

Le programme, qui a été couronné de succès, a permis d'améliorer le matériel et de mieux faire comprendre aux inspecteurs le programme d'application des garanties.

Les suggestions des inspecteurs ayant été prises en considération, les feuilles de contrôle du matériel se sont révélées utiles plutôt que gênantes en ce qui concerne l'emploi et la vérification du matériel. Un autre grand avantage a été de permettre au personnel chargé de la mise au point du matériel de se rendre mieux compte du milieu et des conditions dans lesquelles les inspecteurs effectuent leur mission.

Récemment, un programme analogue a été appliqué aux systèmes de télévision en circuit fermé STAR, mis au point dans le cadre du programme d'appui des Etats-Unis, que l'Agence vient d'installer.

Le contrôle de fonctionnement sera également appliqué aux instruments d'analyse non destructive. Cependant, il y a en l'occurrence une différence fondamentale car l'accent est mis sur les résultats des mesures plutôt que

sur la fiabilité du matériel. De ce fait, il est plus difficile d'obtenir des données relatives au contrôle de fonctionnement et d'évaluer si un instrument répond à l'objectif visé.

Principes du contrôle des installations de production d'eau lourde

En prévision de l'application de garanties à une grande usine de production d'eau lourde alimentée en eau naturelle, l'Agence a analysé différentes méthodes de contrôle. L'objectif serait de doter l'Agence d'un moyen efficace de vérification de l'eau lourde de qualité réacteur qui est produite. Il faudrait que l'Agence puisse s'assurer qu'il n'y a pas eu de retrait ou d'enlèvement non enregistrés de quantités significatives d'eau lourde (ou de composés de deutérium enrichis) avec des concentrations supérieures à un chiffre cible donné et appliquer la méthode de contrôle avec des moyens correspondant à ceux que l'on consacre à d'autres installations sous garanties traitant des matières en vrac qui ne sont pas directement utilisables.

Les autres méthodes qui ont été examinées s'inspirent des méthodes de comptabilité du bilan matières, de contrôle du procédé et de confinement/surveillance; la meilleure méthode paraît toutefois être une combinaison optimisée des deux premières. A titre d'exemple, l'Agence mesurerait le débit et la teneur en deutérium des courants d'alimentation et d'évacuation d'ammoniac. Le débit et la concentration du courant d'eau lourde seraient également mesurés et les variations de stocks et pertes de l'installation seraient estimées à partir des données de contrôle du procédé, complétées par des mesures des parties du stock qui sont accessibles. Les données relatives au contrôle du procédé seraient également utilisées pour estimer le rendement d'extraction de l'installation.

D'après des estimations préliminaires, on pourrait, grâce à cette méthode, atteindre une sensibilité de détection de plus de 20 tonnes d'équivalent d'oxyde de deutérium en se servant d'appareils déjà commercialisés. Il est prévu d'utiliser des spectromètres à infrarouge pour mesurer la concentration et des compteurs types pour mesurer le débit. Il est prévu d'effectuer, d'après les principes de densitométrie (en utilisant des appareils commercialisés), les mesures de concentration intermédiaire dont on a besoin pour établir la courbe d'enrichissement de l'installation et permettre ainsi de déterminer les stocks et pertes.

Vu le volume important de données, il est prévu d'utiliser un petit système numérique d'acquisition des données pour enregistrer, à intervalles fréquents, les données relatives au contrôle du procédé qui intéressent les garanties.

Le stockage du produit sous forme d'eau serait vérifié d'après un plan d'échantillonnage type par attributs ou par mesures. A cette fin, des mesures acoustiques de la vitesse combinées à une simple vérification de poids serviraient à effectuer le test par attributs. Ces tests peuvent être effectués sur des fûts sans échantillonnage. Pour le test de contrôle par mesures il faudrait prélever un échantillon d'eau lourde et utiliser un densitomètre à main pour déterminer la concentration (et/ou soumettre l'échantillon à une analyse spectrométrique de masse en laboratoire, par exemple).

Tous les appareils nécessaires à cette fin existent déjà dans le commerce, mais il faudra encore faire des essais sur le terrain et mettre au point le logiciel et les dispositifs anti-fraude. Dans ce cas particulier, c'est la mise au point de la méthode de contrôle qui a permis de déterminer les appareils dont on aurait besoin pour l'appliquer. Bien souvent, c'est l'inverse qui se passe, l'existence d'instruments d'une importance décisive précédant la mise au point de la méthode de contrôle.

Tendances futures

L'auteur connu de science-fiction Arthur C. Clarke a dit un jour que nous étions la première génération qui accordait une grande attention à l'avenir, ce qui était quelque peu ironique, puisque nous risquons de ne pas en avoir.

Des organisations telles que l'AIEA ne peuvent pas se permettre d'être aussi pessimistes et, en fait, ont été créées pour contribuer à faire en sorte que nous ayons un avenir.

Les exemples de recherche-développement donnés dans le présent article résultent de travaux immédiatement applicables au domaine des garanties. Il est toutefois nécessaire, pour ce qui est de la recherche-développement, de prévoir toujours quelques années à l'avance. Il devient de plus en plus évident qu'au fur et à mesure qu'un nombre croissant de centrales nucléaires seront construites, un volume plus important de matières nucléaires sera placé sous garanties, un nombre croissant de pays concluront des accords de garanties et le Corps des inspecteurs de l'Agence devra faire face à une tâche de plus en plus lourde.

Sur le plan de la recherche-développement, on réfléchit actuellement à la manière d'alléger cette tâche. Une aide prometteuse du point de vue *technique* consiste à utiliser une technologie faisant appel à un réseau de calculateurs pour rassembler certaines des données que les inspecteurs recueillent actuellement.

Une telle méthode entraîne des problèmes politiques et ne sera peut-être jamais applicable, mais ce rassemblement de données à distance s'est révélé techniquement faisable pour de nombreuses autres applications.

Par conséquent, on observe ce qui est techniquement applicable aux garanties. Une première application prometteuse consisterait à surveiller l'état de fonctionnement du matériel utilisé aux fins des garanties dans les diverses installations (par exemple, le fonctionnement des caméras cinématographiques).

Nous imaginons que cela se fera par étapes. Au début, le matériel et les interfaces seraient conçus de manière à permettre aux inspecteurs de déterminer sur place l'état de fonctionnement du matériel utilisé aux fins des garanties, qui permettrait d'automatiser l'activité de contrôle de fonctionnement décrite précédemment, de réduire les perturbations ou d'accroître l'efficacité et, très probablement, de réduire l'exposition du personnel de l'installation et des inspecteurs aux rayonnements.

Une deuxième phase pourrait consister à transmettre ces renseignements à un bureau extérieur de l'Agence dans le pays même. La phase finale consisterait à transmettre les renseignements directement au Siège de l'Agence à Vienne.

Pour rendre ce programme techniquement et économiquement faisable, il faut:

- Incorporer dans les appareils des détecteurs appropriés capables de déceler toute défaillance de manière non équivoque
- Concevoir des interfaces appropriées entre appareils pour permettre la lecture de données concernant ces défaillances
- Mettre au point une technologie de réseau, sûre et rentable, qui permette de transmettre les données à distance.

Des projets à long terme dans ces domaines sont en cours ou au stade de la planification. Une fois que l'on sera sûr de la faisabilité technique et que l'on aura démontré que les avantages à en tirer justifient les dépenses, il faudra aborder le problème plus important de l'acceptabilité politique.

Une autre tendance future consiste à remplacer les caméras cinématographiques par des caméras de télévision, car la télévision permet d'examiner immédiatement sur place les résultats de la surveillance entre deux inspections. A l'heure actuelle, la télévision est utilisée dans certaines installations, mais pour pouvoir la substituer pour de bon à l'appareil de surveillance par excellence de l'Agence qu'est la caméra Minolta jumelée, il faut la rendre plus fiable, moins encombrante, moins exposée à la fraude et plus rentable qu'elle ne l'est à l'heure actuelle. Atteindre tous ces objectifs pose un problème technique majeur.

Activités à l'échelle internationale

Les importantes activités en cours dans le domaine de la recherche-développement pour améliorer les techniques de contrôle sont véritablement de portée internationale, puisqu'elles impliquent un appui officiel de neuf pays et de la Communauté européenne, ainsi que la coopération de pratiquement tous les Etats Membres.

Un tel programme est pratiquement sans précédent et pose donc des problèmes uniques en leur genre. Le fait que dans le domaine des garanties les besoins soient en grande partie satisfaits indique que les problèmes sont sur le point d'être résolus et constitue une preuve de l'appui et de la coopération apportés par les Etats Membres.

Cependant, il est clair qu'il y a encore beaucoup à faire pour améliorer la crédibilité et l'efficacité des garanties. Pour améliorer les techniques de contrôle il faut que cet appui et cette coopération se poursuivent. Nous ne pouvons nous permettre de nous contenter de ce qui a été fait et supposer que les solutions actuelles seront valables à l'avenir, dans d'autres conditions.

Si nous sommes trop attachés au passé, nous risquons de subir le même sort que le conservateur de Disraeli qui essayait de sauter un canyon en deux étapes.

L'innovation a ses pièges, comme l'illustre l'adage américain affirmant que l'on peut reconnaître les pionniers aux flèches dont ils sont transpercés. Un mélange de technologie ayant fait ses preuves et d'innovation est nécessaire si l'on veut accroître le rendement et l'efficacité des garanties.

Notre succès dépendra de la manière dont nous trouverons le juste milieu pour atteindre ces objectifs, souvent contradictoires.