

L'expérience hors siège des inspecteurs des garanties

par F. Klik*

Depuis que l'Agence applique des garanties, c'est-à-dire depuis 1962, aucun cas d'utilisation à des fins non autorisées de matières, d'installations ou d'équipements nucléaires placés sous garanties ne s'est produit. Certes, des anomalies ont été constatées à maintes reprises, mais on a toujours pu leur trouver une explication satisfaisante.

La tâche du Département des garanties de l'Agence a évolué au cours de la dernière décennie et ceci principalement en raison de l'entrée en vigueur, en 1970, du Traité sur la non-prolifération des armes nucléaires (TNP). En vertu de ce traité, l'Agence est chargée d'assurer le contrôle de toutes les matières nucléaires utilisées à des fins pacifiques dans les pays parties au traité. De nombreux accords de garanties ont dû être conclus et appliqués en raison de l'entrée en vigueur du traité. En outre, au cours des années 70, de nombreuses installations nucléaires ont été construites.

La tâche du corps des inspecteurs a pris beaucoup d'ampleur au cours de la période 1970-1980, ainsi que l'indique la figure 1. Néanmoins, le fait qu'un nombre aussi élevé d'accords de garanties, d'arrangements subsidiaires et de formules types aient été négociés, puis mis en œuvre — le plus souvent sur la base des dispositions du TNP — a montré que l'AIEA et les Etats parties sont en mesure d'atteindre le double objectif qui est le but, à savoir développer l'énergie nucléaire à des fins pacifiques et empêcher la prolifération des armes nucléaires.

Le nombre de réacteurs de puissance sous garanties, qui s'élevait à 10 en 1970, était de 126 à la fin de 1980 (figure 2). Entre ces deux années le nombre d'installations contenant des matières en vrac est passé de 4 à 49 (figure 3). La figure 4 montre l'accroissement des quantités d'uranium fortement enrichi et de plutonium, et la figure 5 l'accroissement des quantités d'uranium naturel et d'uranium faiblement enrichi placées sous garanties.

Pour faire face à cette évolution, le nombre d'administrateurs du Département des garanties, qui était de 54 en 1970, a été porté à 206 en 1980; sur ce chiffre, 138 sont des inspecteurs à temps complet, qui ont réalisé la même année environ 1 100 inspections dans plus de 500 installations.

De ce fait, les inspecteurs des garanties ont pu accumuler une vaste expérience au cours de leurs missions, encore que l'Agence ait beaucoup plus l'habitude de certains types d'installations que d'autres.

Par exemple, l'Agence a une large expérience de l'application des garanties aux réacteurs thermiques, en particulier aux réacteurs à eau légère. En revanche, elle est peu familiarisée jusqu'ici avec le contrôle des réacteurs surgénérateurs et de leurs installations auxiliaires, qui n'ont commencé à faire l'objet de garanties que depuis une date récente. Pour ce qui est des installations contenant des matières en vrac, l'Agence a une très vaste expérience du contrôle des usines de transformation des concentrés et de fabrication du combustible, mais une expérience limitée des garanties appliquées aux usines de retraitement et d'enrichissement.

L'Agence procède à trois types d'inspections: les inspections ad hoc, les inspections régulières et les inspections spéciales. Les plus fréquentes sont les inspections régulières, qui peuvent comprendre les tâches ci-après:

- Examiner les dossiers tenus dans une installation pour déterminer le stock comptable des matières nucléaires qui s'y trouvent, ainsi que le mouvement des matières;
- Comparer cette comptabilité avec les bordereaux d'expédition, les relevés d'opérations et les rapports de l'Etat à l'Agence, pour vérifier que les expéditions et les rentrées concordent entre elles et avec la comptabilité des installations connexes;
- Vérifier l'inventaire des matières nucléaires déclarées, dans de nombreux cas par sondage statistique et analyse non destructive (AND);
- Garantir que les matières vérifiées antérieurement restent inchangées, en installant et assurant l'entretien de dispositifs de confinement et de surveillance.

Aux termes des accords de garanties, les Etats sont tenus de fournir à l'Agence des renseignements spécifiques sur les matières et les installations nucléaires. L'Etat doit notamment tenir une comptabilité pour chaque installation ou zone de bilan matières, et fournir à l'Agence des rapports sur les matières nucléaires, établis sur la base de cette comptabilité.

L'existence d'un système national de comptabilité et de contrôle des matières nucléaires (SNCC) est une condition préalable à l'application de garanties internationales efficaces, mais il ne peut remplacer celles-ci. Dans la pratique, le problème a été un peu celui de l'œuf et de la poule, car au début des années 1970 les Etats disposant de systèmes nationaux de comptabilité et de contrôle bien développés étaient très peu nombreux. Heureusement, l'existence de tels systèmes devient maintenant la règle plutôt que l'exception. Dans plusieurs pays, des SNCC très au point et très efficaces fonctionnent. Il ne fait aucun doute que ce progrès

* M. Klik est Directeur de la Division des opérations A au Département des garanties de l'Agence.

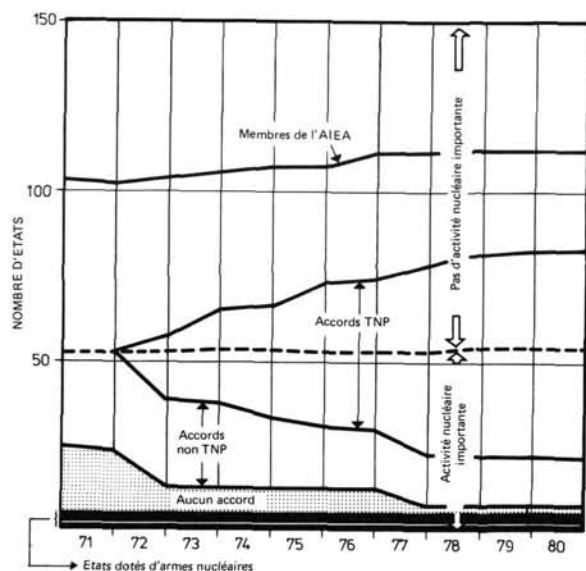


Figure 1. Accords de garanties:
Evolution de 1970 à 1980.

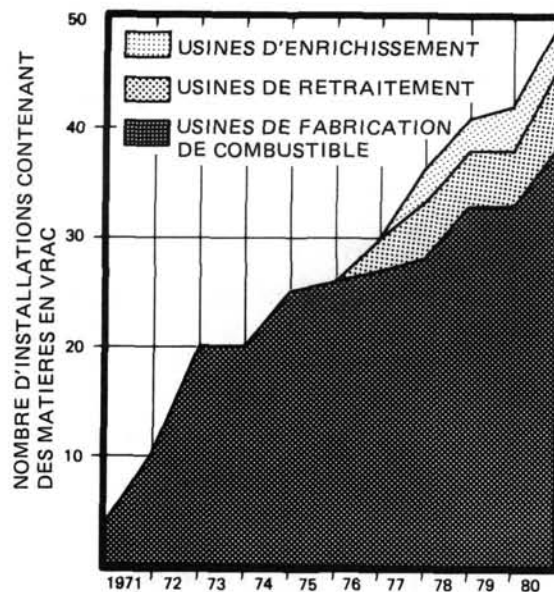


Figure 3. Nombre d'installations contenant des matières en vrac soumises aux garanties.

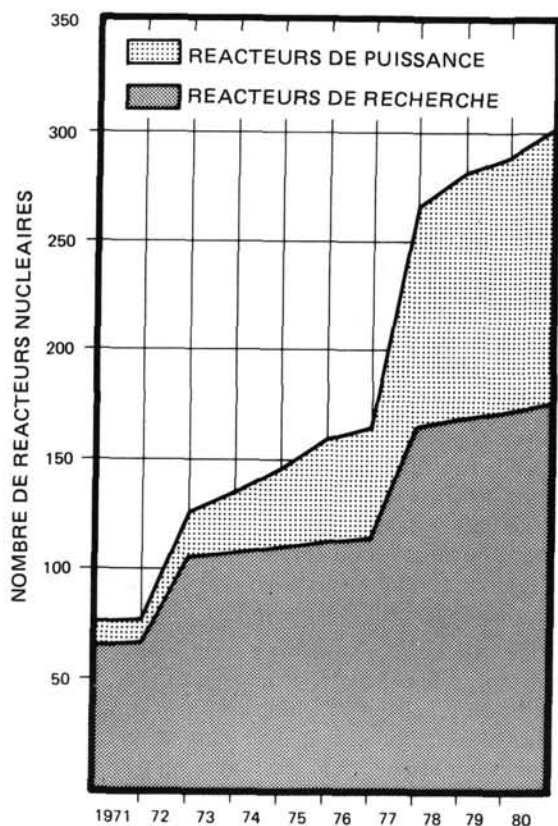


Figure 2. Nombre de réacteurs sous garanties.

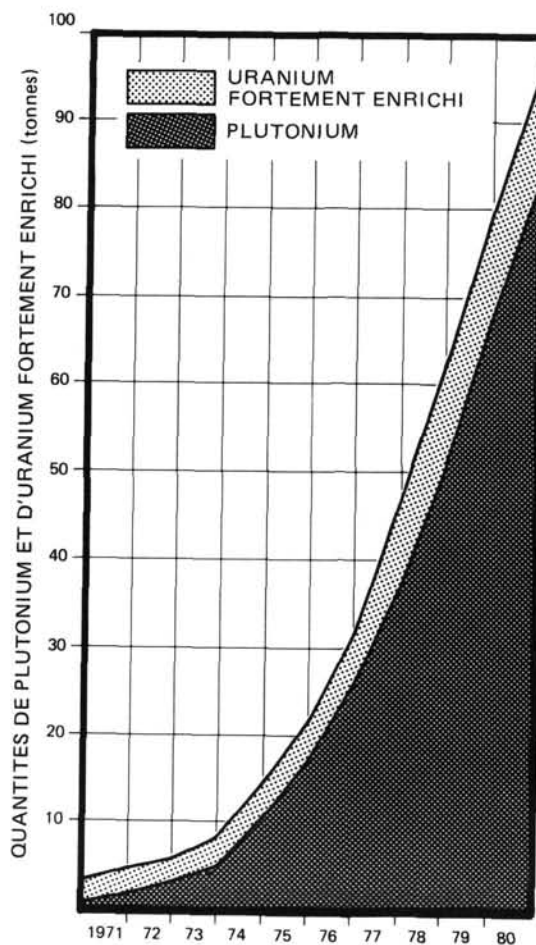


Figure 4. Quantités de plutonium et d'uranium fortement enrichi soumises aux garanties.

est dû en partie aux directives et recommandations de l'Agence, données tant par le Siège que lors de cours de formation sur le terrain et sous forme de suggestions et recommandations d'ordre pratique au cours des inspections.

Lorsqu'elle prépare les inspections, l'Agence tient dûment compte de l'efficacité technique des systèmes nationaux, ce qui, de toute évidence, lui permet non seulement d'économiser ses ressources, mais est également avantageux pour l'Etat intéressé. La coopération entre le corps d'inspecteurs de l'Agence et les systèmes nationaux est généralement très bonne. Des comités de liaison et des instances analogues ont été créés pour améliorer la coopération entre l'Agence et certains Etats. Grâce à ces groupes, plusieurs problèmes d'application des garanties ont été résolus. Un bureau extérieur a été créé au Canada et des arrangements prévoyant le détachement d'inspecteurs pour des périodes prolongées ont été conclus avec le Japon. Bien que de grands progrès aient été accomplis, il reste encore beaucoup à faire pour améliorer les systèmes nationaux, principalement du point de vue de l'application intégrale des recommandations de l'AIEA concernant l'établissement des rapports, les clôtures d'inventaire, la détermination des différences d'inventaire et la conception des installations considérée sous l'angle de l'application des garanties.

On a reconnu, dès les premières années, que l'application des garanties ne pouvait se limiter à l'examen et à l'évaluation de rapports non vérifiés soumis par les Etats. La vérification physique indépendante des matières nucléaires signalées est essentielle. Malheureusement, on ne s'est pas rendu compte à ce moment là — et on ne se rend pas suffisamment compte aujourd'hui — que la vérification physique indépendante des matières ne suffit pas. Pour qu'elle ait un sens, il faut d'abord qu'il existe des données comptabilisées, ayant fait l'objet de rapports et de vérifications comptables.

Heureusement, non seulement les systèmes nationaux ont été améliorés, mais l'Agence a fait des progrès en matière de recueil, de triage, de stockage, d'analyse et de comparaison des données fournies par les systèmes nationaux. La Division du traitement de l'information relative aux garanties alimente les inspecteurs sur une base régulière en données comptables concernant chaque installation et les aide à analyser celles-ci et à les comparer avec les relevés de l'exploitant. La vérification des relevés comptables des matières nucléaires occupe une place importante dans les activités d'inspection des garanties, ainsi que l'expérience l'a clairement prouvé. Les inspecteurs de l'Agence ont procédé à un grand nombre de vérifications et l'expérience ainsi acquise, jointe à celle des systèmes nationaux, devrait maintenant faire l'objet d'une récapitulation qui permettrait d'améliorer la formation des inspecteurs en matière de vérification. Cette opération n'est pas une tâche aisée: malgré la grande importance qu'elle revêt, la plupart des nouveaux inspecteurs des garanties, qui ont reçu une formation de physicien, de chimiste ou d'ingénieur et qui ont plutôt l'habitude de l'industrie, possèdent une expérience réduite, voire nulle, de la vérification des relevés et des rapports comptables. Un Etat Membre procède actuellement, dans le cadre de son programme d'appui, à l'élaboration d'un manuel

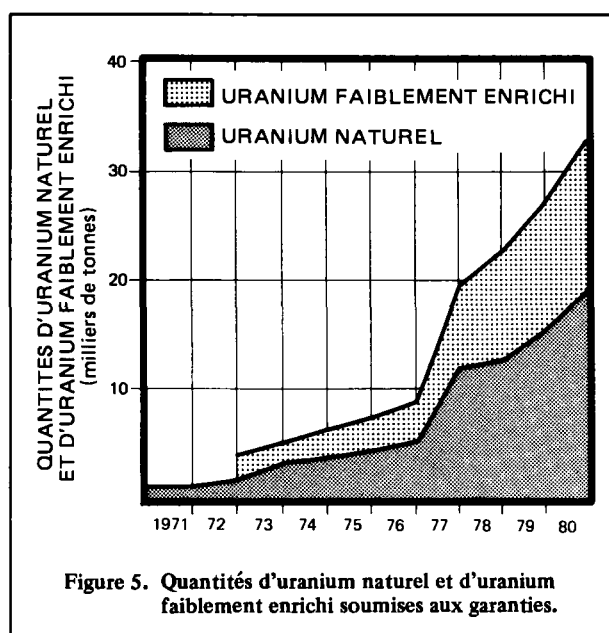


Figure 5. Quantités d'uranium naturel et d'uranium faiblement enrichi soumises aux garanties.

de comptabilité. Il est à espérer que ce manuel, de même que l'importance donnée à la comptabilité et à la vérification des comptes dans le programme de formation des inspecteurs, permettront d'améliorer les capacités déjà croissantes de l'Agence.

Après vérification comptable des stocks et des mouvements de matières nucléaires dans une installation, l'inspecteur peut commencer à vérifier physiquement que les matières déclarées sont bien présentes. Les articles — par exemple les faisceaux de combustible — sont comptés, puis une partie du stock est soumise à une analyse non destructive.

L'analyse non destructive (AND) sur place prend de plus en plus d'importance. Il faudra, certes, toujours prélever des échantillons et les transporter à l'AIEA au principal laboratoire d'analyse aux fins des garanties, situé à Seibersdorf (Autriche), où ils font l'objet d'une analyse exhaustive dont les résultats sont comparés avec ceux de l'AND. Toutefois, en raison de son faible coût et des moyens peu importants qu'elle exige, et également des exigences sans cesse plus strictes en matière de transport même dans le cas de petits échantillons, l'AND pratiquée sur place demeurera plus intéressante. Les mesures doivent naturellement être suffisamment précises pour permettre aux inspecteurs de décider s'ils acceptent ou non les déclarations de l'exploitant.

Depuis de nombreuses années, le principal instrument utilisé par l'Agence pour l'AND *in situ* est le SAM-II. Ce spectromètre gamma portable à deux canaux peut être utilisé comme compteur pour confirmer la présence d'uranium et mesurer son degré d'enrichissement. Les SAM-II sont maintenant des instruments bien rodés qui, en fait, sont souvent utilisés par les exploitants eux-mêmes. Ils sont donc bien acceptés et compris dans presque toutes les installations.

Au cours des années, on a mis au point d'autres instruments plus perfectionnés, dont le plus apprécié



Figure 6. Silena, spectromètre gamma portable à 1024 canaux.

est le Silena (figure 6). Cet appareil, à l'instar du SAM-II, mesure l'intensité du rayonnement gamma, mais le spectre peut être distribué entre un nombre de canaux beaucoup plus grand (1024 au lieu de 2), d'où une précision supérieure à celle des SAM-II. En outre, les indications données par le Silena peuvent être enregistrées directement sur des cassettes qui sont ensuite rapportées au Siège pour analyse. Evidemment, ces améliorations ne sont pas sans quelques inconvénients: ainsi, l'inspecteur qui utilise le Silena doit avoir reçu une formation plus poussée pour pouvoir tirer parti de toutes les possibilités offertes par l'instrument.

Le SAM-II et le Silena sont largement utilisés pour le contrôle de l'uranium enrichi (et également, avec un moindre niveau de confiance, du plutonium) mais, ainsi qu'il ressort de la figure 4, la quantité de plutonium sous garanties s'est accrue beaucoup plus rapidement que celle d'uranium enrichi. Si une grande partie de ce plutonium est contenue dans le combustible irradié non retraité qui fait l'objet de mesures de confinement et de surveillance, on trouve une quantité de plus en plus grande de plutonium séparé placé sous garanties dans les installations de retraitement, les usines de fabrication de combustible à mélange d'oxydes, les assemblages critiques et les réacteurs rapides. Une meilleure AND du plutonium s'impose donc de plus en plus.

Le SAM-II ne permet pas une vérification acceptable du plutonium. Même avec le Silena il faut employer un instrument complémentaire, le compteur à coïncidence

de neutrons retardés, pour connaître avec suffisamment de précision la teneur du combustible. Il s'agit d'un compteur de neutrons à coïncidence pour taux de comptage élevé (CNCTE) de haute précision (figure 7). Ses détecteurs et son électronique sont conçus pour détecter les impulsions neutroniques coïncidentes caractéristiques de ^{240}Pu , et peuvent en conséquence distinguer les neutrons provenant du plutonium et les neutrons non coïncidents provenant d'autres sources. On peut ainsi déterminer la concentration relative de ^{240}Pu .

Cette combinaison a donné de très bons résultats pour la mesure des assemblages combustibles de réacteurs rapides. Il est maintenant courant de mesurer chaque assemblage de ce type produit dans les usines de fabrication à l'aide d'un CNCTE spécial réservé à l'usine. On applique également cette technique pour contrôler les plaques de combustible au plutonium destinées aux assemblages critiques rapides. Ces nouveaux instruments ont donné une extension beaucoup plus grande aux mesures qui peuvent être et qui sont faites régulièrement sur place.

Les installations qui, il y a quelques années, étaient considérées comme posant le plus de problèmes, à savoir les usines de fabrication de combustible à mélange d'oxydes, sont maintenant parmi celles pour lesquelles on peut obtenir les résultats les plus sûrs. Non que le contrôle de ces installations soit aisé! Mais si les conditions voulues sont réunies, tant en ce qui concerne le matériel que le personnel, on peut attribuer un haut degré de

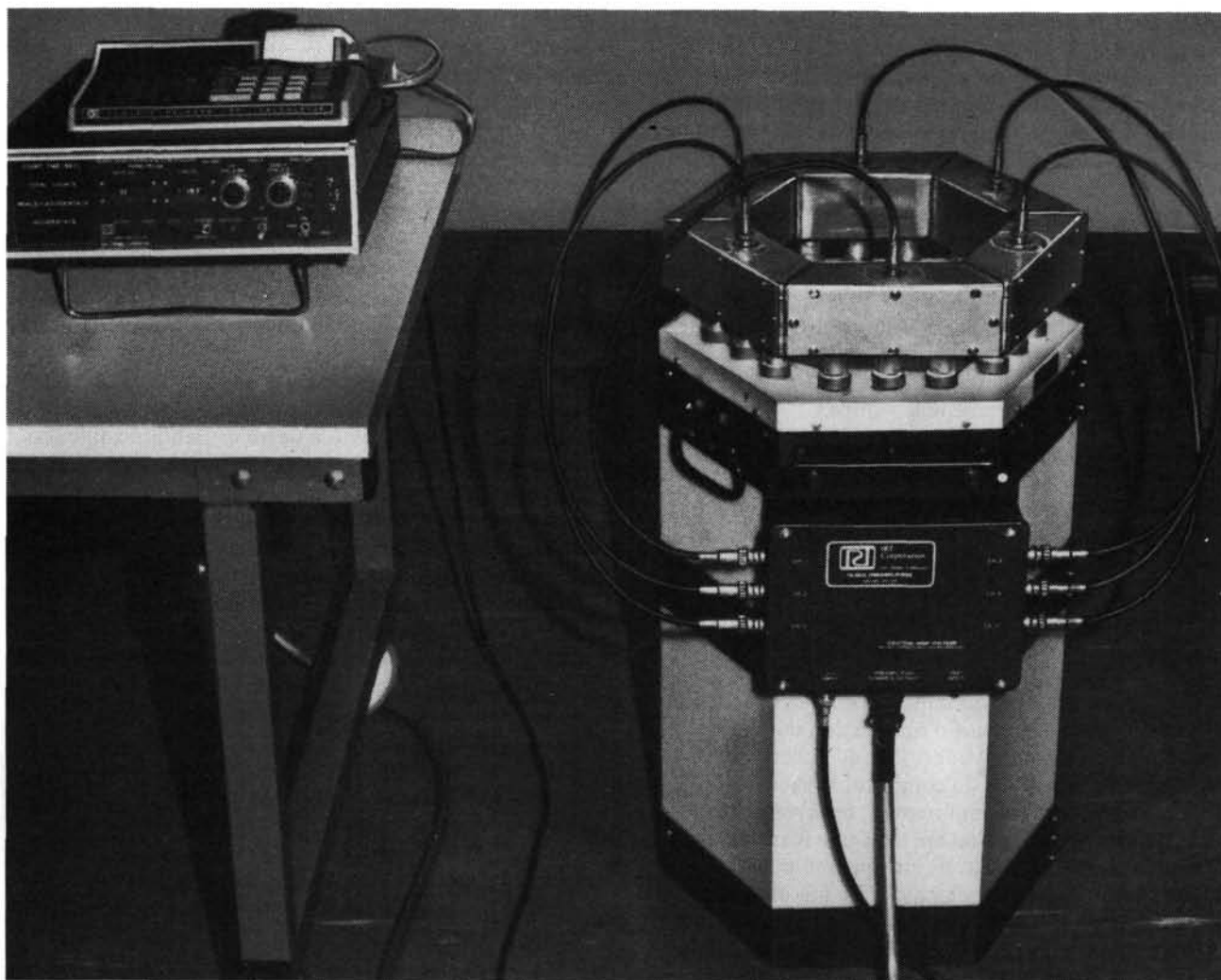


Figure 7. Compteur de neutrons à coïncidence pour taux de comptage élevé pouvant être utilisé avec le spectromètre Silena pour déterminer la concentration de ^{240}Pu dans un échantillon.

Figure 8. Système d'observation nocturne pouvant être utilisé pour détecter le rayonnement de Tcherenkov émis par le combustible irradié dans les piscines de désactivation.



confiance aux mesures et aux contrôles. Les points essentiels sont la qualité des instruments et la compétence du personnel. Alors que naguère l'inspection était faite d'ordinaire en un jour par un seul inspecteur muni d'un SAM-II, maintenant les inspections les plus importantes sont faites par des équipes d'inspecteurs qui restent sur place plusieurs jours, voire une semaine. Les inspections de ce type soulèvent des problèmes considérables de gestion et de logistique. Les qualités individuelles exigées des membres de l'équipe sont aussi très grandes: il faut à la fois un don des relations humaines et un haut niveau de compétence technique. L'une des tâches importantes du Département des garanties est de chercher les moyens d'attirer, de former et de conserver une telle équipe.

A côté des techniques faisant appel au travail en équipe, d'autres sont adaptées au travail individuel, comme c'est le cas de la technique d'observation de l'effet Tcherenkov (figure 8). Ainsi qu'on l'a vu plus haut, jusqu'à une époque récente, la vérification du combustible irradié se faisait par confinement et surveillance. Ces mesures ne donnent pas toujours satisfaction et il y a longtemps que l'on cherche d'autres méthodes qui pourraient être utilement employées pour les inspections. On commence maintenant à utiliser un dispositif d'observation qui permet un simple examen du rayonnement de Tcherenkov, émission caractéristique du combustible irradié. Lorsque les conditions sont bonnes, ce rayonnement est visible à l'œil nu et l'on aperçoit une lueur bleu-vert. Quand l'éclairage est mauvais, un appareil pour vision nocturne, tel que celui qui a été mis au point à des fins militaires, peut être utilisé; il permet de voir la lueur en question, même si celle-ci est de très faible intensité. Dans sa version actuelle, ce dispositif se présente sous la forme d'un télescope court à objectif de grande ouverture. La lumière est amplifiée par un convertisseur d'images électronique incorporé. Quand l'observateur regarde dans le télescope, il voit une image plus nette, même dans une obscurité quasi totale. Le combustible irradié peut être examiné à distance, ce qui permet de distinguer jusqu'aux aiguilles et segments, selon le degré d'irradiation préalable et la durée de stockage.

En utilisant ces instruments d'AND, les inspecteurs peuvent contrôler l'uranium et le plutonium au cours d'inspections régulières. On étudie actuellement plusieurs autres instruments perfectionnés qui devraient donner une précision supérieure et permettre le traitement automatique des données ainsi que la vérification des matières nucléaires même lorsqu'elles se présentent sous des formes complexes.

Quand l'Agence peut avoir l'assurance que la quantité et l'état des matières nucléaires restent inchangés, il n'est pas nécessaire de refaire les mesures. On peut simplement apposer des scellés sur les containers, armoires, vannes et enceintes, et utiliser des caméras ou des circuits de télévision pour vérifier les déclarations des exploitants concernant les mouvements de matières.

L'Agence a recours à des scellés métalliques pour de nombreux usages. Ces dispositifs simples mais efficaces exigent toutefois au Siège un travail important car il faut

préparer les scellés, les enregistrer et les vérifier à leur retour. L'Agence en pose (et en enlève pour vérification) plus de trois mille par an et conserve dans son système informatique les dossiers de plus de dix mille scellés.

Quand on ne peut pas poser de scellés, la continuité des informations peut être assurée par des mesures de surveillance. Au début, les caméras n'ont pas donné de résultats très satisfaisants. S'il semble facile en principe de concevoir un appareil qui puisse prendre au hasard des vues d'un emplacement, il faut toutefois rappeler que les caméras de l'Agence doivent fonctionner sans la moindre panne et sans aucune intervention extérieure pendant des périodes de deux à trois mois, parfois dans des conditions éprouvantes pour le matériel. On n'a pas encore atteint le degré de fiabilité voulu, et on ne ménage aucun effort pour y parvenir. Plusieurs pays s'attachent actuellement à mettre au point des systèmes de surveillance fiables pour faciliter la tâche de l'Agence. Ces systèmes perfectionnés n'ont pas encore été mis en service, mais certains d'entre eux sont déjà à l'essai. En attendant, les systèmes de type courant ont été améliorés par une sélection sévère des appareils, qui sont soumis au Siège à des tests rigoureux. Les pannes sont devenues rares et il arrive plus rarement encore que les deux caméras d'un système soient hors de service en même temps. Des circuits intérieurs de télévision ont été installés pour certaines opérations de surveillance mais, en raison de leur coût et de leur complexité, ils demeurent réservés à des applications particulières. La surveillance au moyen de caméras et de circuits de télévision occupe une large place dans le travail des inspecteurs: plus de 100 caméras et plus de 10 circuits de télévision étaient en service en 1980 et 6 millions d'images ont été prises et évaluées la même année.

Avec la forte augmentation du nombre des inspections, l'accroissement rapide des effectifs du corps des inspecteurs, la multiplication des examens de relevés comptables et l'accent mis sur les méthodes complexes d'analyse non destructive, la formation a pris de plus en plus d'importance. Les inspecteurs nouvellement recrutés peuvent s'attendre à recevoir une formation intensive de trois à six mois, en partie hors siège, avant d'exercer normalement leurs fonctions.

L'expérience hors siège des inspecteurs de l'Agence fournit d'autre part des informations qui sont très utiles pour la gestion interne et qui permettent en particulier de s'assurer que les ressources limitées dont on dispose sont utilisées le plus rationnellement possible. L'Agence a maintenant les moyens d'évaluer correctement l'importance des activités d'inspection requises pour différentes installations, le nombre de journées d'inspection dans les installations qui peuvent être effectuées par un inspecteur pendant un an, et les économies que peuvent procurer les bureaux extérieurs et les inspecteurs détachés. Toutes ces informations sont mises à profit pour déterminer la meilleure répartition possible des effectifs entre les sections opérationnelles du Département des garanties. Elles sont également utiles pour prévoir le nombre d'inspecteurs des garanties dont on aura besoin dans l'avenir.