

L'application de garanties au cycle du combustible: méthodologies

par Hans Gruemm

Les garanties de l'AIEA sont efficaces dans la mesure où elles atteignent leur objectif essentiel, à savoir la vérification crédible qu'aucune matière nucléaire n'est détournée de ses utilisations pacifiques. Or, cette efficacité dépend pour une grande part du nombre et des qualifications des inspecteurs, et si l'on veut l'accroître — à la demande des Etats Membres — et tenir compte des nouvelles installations qui devront être soumises aux garanties, il sera nécessaire de renforcer les effectifs. Mais cela est difficile à réaliser, en raison des contraintes financières imposées par le budget de l'AIEA.

En conséquence, d'importants efforts ont été et sont déployés pour mieux utiliser le personnel disponible: normalisation des procédures d'inspection, amélioration des pratiques de gestion et de la formation, rationalisation de la planification, de la notification et de l'évaluation des activités d'inspection, et mise au point de matériel nouveau*.

Le présent article examine certains aspects de la méthodologie actuelle de vérification et pose la question suivante: peut-on concevoir des modifications de cette méthodologie qui permettraient de réaliser des économies de personnel sans perte d'efficacité?

Il a été dit dans ce contexte que les méthodes de contrôle actuelles étaient «axées sur les installations» et que l'adoption d'une méthode «axée sur le cycle du combustible» permettrait de réaliser les économies souhaitées**. De nombreuses études ont été consacrées à cette suggestion très intéressante, mais elles n'ont pas, pour le moment, apporté de réponse précise, et il faudra en effectuer d'autres pour arriver à une conclusion. Nous exposons ci-après les données du problème et examinons certaines voies susceptibles d'aboutir à une solution.

Approches types de la méthodologie actuelle

A première vue, la méthodologie actuelle semble effectivement «axée sur les installations», c'est-à-dire qu'elle considère les installations comme des entités isolées, sans tenir compte des caractéristiques de l'ensemble du cycle du combustible nucléaire au niveau national.

M. Gruemm est l'ancien Directeur général adjoint, Chef du Département des garanties de l'Agence et il exerce maintenant les fonctions de consultant auprès de l'AIEA. Les opinions exposées dans cet article sont ses opinions personnelles.

* Le *IAEA Safeguards Glossary* (IAEA/SG/INF/1) contient des définitions et des explications des termes techniques utilisés dans le présent article.

** Une méthode de contrôle est une combinaison de la comptabilité, du confinement et de la surveillance des matières nucléaires ainsi que d'autres mesures jugées nécessaires et suffisantes pour vérifier qu'aucune matière nucléaire n'a été détournée.

En fait, il y a une méthode de contrôle pour chaque type d'installation nucléaire. D'après le paragraphe 81 [a) et c)] du document INFCIRC/153*, ces méthodes tiennent compte notamment des caractéristiques du type des installations en question du point de vue des garanties, ainsi que de la forme et de l'accessibilité des matières nucléaires.

Les méthodes de contrôle sont conçues pour des installations types et modifiées en fonction des caractéristiques de telle ou telle installation particulière. Les mesures de vérification prévues pour chaque installation, et l'activité réelle d'inspection régulière (ARIR) estimée correspondante, sont négociées avec l'Etat. En faisant la somme des ARIR de toutes les installations de l'Etat, on obtient l'activité annuelle, en journées d'inspecteur, qui devrait en principe être exécutée dans l'Etat. Ajustée pour tenir compte des états de fonctionnement prévus des installations (mises à l'arrêt, etc.), l'activité annuelle sert de base à la répartition des effectifs, mais l'effort demandé à chaque Etat est réduit en fonction de main d'œuvre disponible prévue.

Stipulations des accords de garanties

Le fait que pour un Etat donné, la méthode de contrôle s'articule autour des installations prises individuellement, est conforme à d'importantes stipulations des accords de garanties applicables.

Les documents INFCIRC/153 et INFCIRC/66** décrivent les procédures applicables aux types d'installations ou aux installations prises individuellement, comme celles qui concernent les renseignements descriptifs, les mesures spécifiques et l'activité d'inspection. Le paragraphe 90 b) du document INFCIRC/153, en particulier, demande à l'AIEA de tirer des conclusions de ses opérations de vérification sur le territoire de l'Etat pour *chaque* zone de bilan matières***. Autrement dit, la conclusion générale que tire l'AIEA pour l'ensemble du cycle du combustible d'un pays donné doit reposer sur les conclusions relatives aux différentes installations de ce cycle.

Le rôle de premier plan que jouent ces installations prises individuellement dans l'élaboration des méthodes de contrôle ne signifie pas pour autant que les caractéristiques du cycle national du combustible sont négligées.

* Document INFCIRC/153 (Corr.), modèle des accords de garanties avec les Parties au Traité sur la non-prolifération (TNP).

** Le document INFCIRC/66/Rev.2 contient les directives applicables aux accords de garanties autres que ceux du type INFCIRC/153.

*** Une installation nucléaire peut être divisée en plusieurs de ces zones.

C'est ainsi qu'il y a une différence fondamentale entre les accords de garanties du type INFCIRC/153 et INFCIRC/66, respectivement. Dans le premier cas, l'Etat soumet *toutes* les matières nucléaires dans *toutes* ses activités nucléaires pacifiques aux garanties de l'AIEA (garanties généralisées). Au contraire, les accords du type INFCIRC/66 s'appliquent *individuellement* à des matières, des services, de l'équipement, des installations et des renseignements, sans couvrir nécessairement toutes les activités nucléaires de l'Etat. Dans ce cas, des installations soumises aux garanties de l'AIEA (par exemple, un réacteur) peuvent être connectées à des installations non soumises aux garanties (par exemple, une usine de fabrication du combustible). Il est donc très difficile dans ces conditions de vérifier un bilan matières nucléaires complet dans l'installation en question.

Il faut tenir compte de cette circonstance lors de l'élaboration de la méthode de contrôle de l'installation, méthode qui peut alors être différente de celle applicable à une installation du même type dans le cadre de garanties généralisées. Etant donné que, dans la plupart des cas, les installations sont soumises à des garanties généralisées, la présente étude se limitera à celles-ci.

Autres facteurs pris en considération

Un autre facteur concernant certains Etats ou groupes d'Etats et leur cycle du combustible dans son ensemble est l'efficacité du système national de comptabilité et de contrôle des matières nucléaires (SNCC) et la mesure dans laquelle les exploitants d'installations nucléaires sont organiquement indépendants de ce système (paragraphe 81 b) du document INFCIRC/153). Ce facteur a été explicitement pris en considération dans les accords de garanties qui comportent des dispositions spéciales relatives à la coopération entre l'AIEA et le SNCC ou son équivalent.

En dehors des différences entre les types d'accords de garanties, il existe aussi des différences techniques fondamentales entre les cycles nationaux du combustible dont il faut tenir compte en vertu du paragraphe 6 c) du document INFCIRC/153. Aux termes de ce paragraphe, il faudrait concentrer les activités de vérification sur les stades du cycle du combustible nucléaire où sont produites, transformées, utilisées ou stockées des matières nucléaires à partir desquelles des dispositifs nucléaires explosifs peuvent être facilement fabriqués, c'est-à-dire des «matières directement utilisables» (uranium fortement enrichi et plutonium).

De fait, l'AIEA a appliqué cette directive lorsqu'elle a fait porter les activités d'inspection sur les «installations névralgiques» comme les installations d'enrichissement ou les usines de retraitement, et d'autres installations contenant de grandes quantités de matières directement utilisables (par exemple, combustible neuf dans certains réacteurs, assemblages critiques et usines de fabrication du combustible). Le résultat est que, en 1983, les activités d'inspection de l'AIEA ont été concentrées pour environ 35% sur 14 installations névralgiques, et les 65% restant sur plus de 400 autres. Cela signifie naturellement de nombreuses inspections dans les Etats ayant beaucoup d'installations nucléaires et un cycle du combustible très développé:

en 1983, près de 70% de l'activité d'inspection ont dû être effectuées dans cinq des cinquante Etats qui ont reçu la visite d'inspecteurs de l'Agence.

Il ressort clairement des observations ci-dessus que les prescriptions juridiques pertinentes et les caractéristiques techniques les plus importantes des cycles nationaux du combustible ont été prises en considération lors de l'élaboration des méthodes de contrôle actuellement en vigueur.

En dehors de cette approche différenciée des cycles nationaux du combustible explicitement prescrite par les accords de garanties, les mêmes méthodes de contrôle sont appliquées et les mêmes activités d'inspection sont prévues pour des installations comparables. Il s'agit là d'une application transparente du principe de non-discrimination entre Etats, compte tenu de l'état actuel des connaissances. Ceux qui proposent de privilégier le cycle du combustible dans les méthodes de contrôle souhaitent manifestement établir des différences supplémentaires entre les cycles nationaux du combustible. Mais cela signifierait que l'on adopte un traitement inégal pour des installations du même type dans des Etats différents, en fonction de caractéristiques non encore prises en considération des cycles nationaux du combustible.

Il faudrait naturellement veiller à modifier de façon appropriée les méthodes de contrôle pour que le traitement inégal d'installations du même type, dans des cycles de combustible nationaux différents, puisse avoir une justification objective acceptable pour les Etats Membres. Il faudrait aussi faire la preuve que les méthodes de contrôle modifiées sont au moins aussi efficaces que les méthodes actuelles pour ce qui est de la réalisation de l'objectif des garanties.

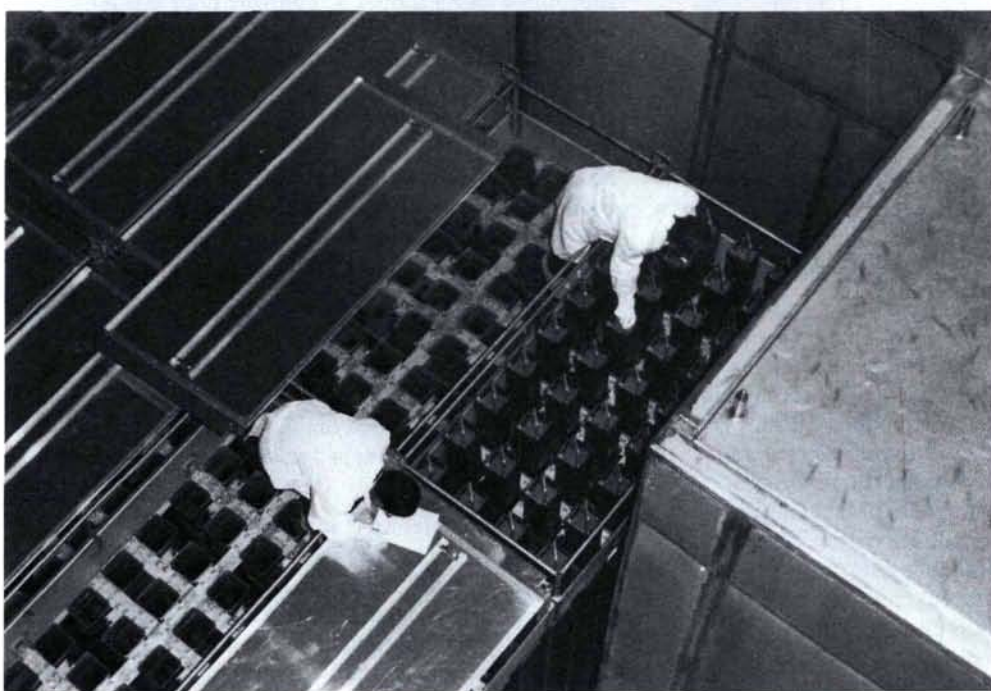
Approches modifiées possibles

Deux critères ne sont pas encore pris en considération lorsque l'on analyse les différences entre les cycles du combustible d'Etats différents: 1) la non-existence d'installations névralgiques; et 2) l'existence dans un cycle national donné du combustible de nombreuses installations du même type (par exemple des réacteurs à eau légère).

Le cas des cycles du combustible contenant des installations névralgiques est prévu explicitement au paragraphe 6 c) du document INFCIRC/153. On pourrait se demander s'il est possible de concevoir pour les cycles du combustible «non névralgiques» une modification acceptable de la méthode de contrôle susceptible d'aboutir aux économies de personnel souhaitées.

Pour avoir une idée de l'importance de l'économie qui pourrait éventuellement être réalisée si l'on prenait ces différences en considération, on peut, en simplifiant, grouper les installations nucléaires en quatre types, d'après le «risque de détournement» qu'elles présentent, c'est-à-dire d'après la composition et la quantité de matières nucléaires présentes*.

* La composition et la quantité des matières nucléaires ont déjà été prises en considération lors de l'estimation de l'ARIR pour la méthode de contrôle standard conformément au paragraphe 81a) du document INFCIRC/153.



Il est possible de mieux utiliser les effectifs disponibles pour les inspections dans le contexte des garanties en modifiant les méthodologies en vigueur de manière à mettre davantage l'accent sur les aspects du cycle du combustible. Cependant, des études approfondies seraient nécessaires pour évaluer complètement les effets de ces modifications sur d'autres facteurs.

On aurait alors la répartition suivante:

- a — Installations de retraitement ou d'enrichissement en tant que sources de grandes quantités de matières directement utilisables
- b — Installations contenant de grandes quantités de matières non irradiées directement utilisables, telles que le combustible neuf de certains réacteurs, des assemblages critiques, et usines de fabrication du combustible associées
- c — Réacteurs de puissance alimentés par de l'uranium faiblement enrichi ou naturel et installations de fabrication du combustible associées
- d — Petits réacteurs de recherche, laboratoires, etc., contenant au total moins d'une quantité significative (QS) de matières directement utilisables.

Le tableau suivant donne les valeurs approchées en pourcentage de l'ARIR pour les installations nucléaires qui sont soumises aux garanties ou qui devraient l'être au cours des prochaines années dans les Etats ayant conclu des accords de garanties généralisées.

Les Etats ayant un cycle du combustible du type IV ne sont pas matériellement en mesure de détourner une quantité significative de matières directement utilisables. Dans ces Etats, l'activité d'inspection est faible et parfois nulle. Ils ne peuvent espérer réaliser aucune économie importante en modifiant la méthode actuelle.

Les Etats ayant un cycle du combustible du type III ne seraient matériellement en mesure de détourner une quantité significative, ou plus, de matières directement utilisables qu'après avoir produit ces dernières dans une installation d'enrichissement ou de retraitement clandestine. Il en est de même pour les cycles du combustible du type II pour le détournement de matières provenant d'installations des types c et d.

Cependant, la méthode de contrôle actuelle repose sur l'hypothèse que l'existence d'installations clandestines ne peut être exclue*. On pourrait réaliser des économies en matière d'activité d'inspection en modifiant radicalement cette hypothèse fondamentale et en adoptant la suivante: «Il n'existe pas d'installations clandestines en cas d'application de garanties généralisées».

Dans ce cas, les installations des cycles du type III et certaines installations des cycles du type II seraient elles aussi dans l'impossibilité de fabriquer des explosifs nucléaires, et l'on pourrait théoriquement donner sans vérification l'assurance qu'il n'y a pas de détournement dans les installations en question. Environ 26% de l'activité totale d'inspection seraient affectées par cette hypothèse.

En fait, il est improbable qu'un tel bouleversement de la philosophie des garanties rencontre l'accord des Etats Membres, et ce pour plusieurs raisons:

- L'AIEA est juridiquement tenue, par son Statut et par les accords de garanties, de procéder à des vérifications dans toutes les installations visées par les accords et à tirer des conclusions des résultats obtenus.
- La cessation des opérations de vérification dans les cycles du combustible du type III et dans certaines installations des cycles du combustible du type II peut être considérée comme discriminatoire ou autrement inacceptable par d'autres Etats.
- La crédibilité des garanties de l'AIEA serait entamée, parce que certaines hypothèses de détournement jugées plausibles par certains analystes seraient exclues (l'Etat pourrait, par exemple, détourner et accumuler des matières nucléaires pour les utiliser ultérieurement de manière illicite).

Si l'hypothèse précédente ne peut être acceptée, il en est une autre, moins extrême, dont les conséquences pourraient peut-être présenter de l'intérêt: «L'existence d'installations clandestines ne constitue qu'une possibilité éloignée». Les opérations de vérification pourraient alors être assouplies dans des cas appropriés, et une plus faible probabilité de détection pourrait être considérée comme acceptable pour les cycles du combustible des types III et IV et certaines installations du cycle du combustible de type II.

* La question a été examinée par l'auteur dans un article antérieur: «Vérification dans le cadre du système des garanties — sa crédibilité et l'hypothèse du détournement», *Bulletin de l'AIEA*, Vol.25, n° 4, p. 27 (décembre 1983).

Tableau. ARIR approchée pour les installations nucléaires qui sont soumises aux garanties ou qui devraient l'être dans les Etats ayant conclu des accords de garanties généralisées

Type de cycle du combustible	Etats (%)	Type d'installation (%)				Activité totale d'inspection (%)
		a	b	c	d	
I	15	18	28	18	9	73
II	8	—	1	15	1	17
III	27	—	—	4	2	6
IV	50	—	—	—	4	4
Totaux	100	18	29	37	16	100

Dans ces conditions, on pourrait appliquer à l'ARIR standard des installations des types c et d concernées un «facteur de réduction» (r). Mais il n'existe pas de méthode scientifique pour déterminer un tel facteur. Il faudrait faire appel à des experts extérieurs pour fixer une valeur qui serait techniquement significative et politiquement acceptable pour les Etats Membres. Une autre difficulté serait d'élaborer, pour les types d'installation c et d, une méthode de contrôle assurant des activités de vérification optimales (mais réduites).

Pour donner un exemple des réductions possibles, nous avons fixé arbitrairement r à 0,5. Comme le montre le tableau, 13% des activités d'inspection théoriques totales seraient supprimées.

On pourrait étendre la réduction en appliquant aussi un facteur $r = 0,25$ aux installations des types c et d des cycles du combustible du type I en supposant que les matières détournées de ces installations pourraient être détectées dans les installations du type a, où il faut les traiter pour obtenir des matières directement utilisables. La réduction, dans l'exemple choisi, passerait alors à environ 20% de l'activité théorique totale.

Cependant, le chiffre ainsi calculé doit être comparé à l'activité actuelle: en 1983, le personnel disponible n'a pu «produire» que la moitié environ de l'ARIR totale, de sorte que l'économie effectivement réalisée du fait de l'activité actuelle représenterait environ 10% de l'ARIR totale. Cela est relativement peu par rapport à la perte de crédibilité qui pourrait résulter de la modification de l'hypothèse sur le détournement. Ces économies pourraient servir en premier lieu à améliorer l'efficacité du contrôle dans les installations des types a et b, ainsi que dans les installations qui seront ultérieurement soumises aux garanties.

Deuxième cas: installations semblables, un seul cycle du combustible

Examinons maintenant le cas où il existe, dans un cycle du combustible donné, de nombreuses installations du même type. Il en est ainsi pour quelques cycles du combustible des types I et II. Une question se pose alors

également: est-il possible de réduire les activités d'inspection de telle manière que l'efficacité qui en résulterait soit encore acceptable pour les Etats Membres?

Il a été suggéré d'étendre à des groupes de réacteurs de puissance du même type la méthode largement répandue qui consiste à contrôler des échantillons de matières nucléaires prélevés au hasard. Des inspecteurs de l'AIEA se présenteraient alors inopinément dans les installations qu'ils auraient choisies. Il a été dit que l'effet de dissuasion de telles «inspections surprises» compenserait la perte d'efficacité de la comptabilité matières liée à l'annulation des inspections dans les autres centrales.

Il convient d'étudier très attentivement cette hypothèse car, à quelques exceptions près, on peut émettre des doutes quant à l'effet de surprise d'inspections non annoncées. Par exemple, dans de nombreux cas, les procédures nécessaires (visa, disponibilité du personnel d'accompagnement du SNCC, etc.) éveilleraient les soupçons du candidat au détournement. Toutefois, ce qui importe le plus, c'est qu'une inspection efficace suppose une préparation minutieuse de la part de l'exploitant (par exemple la mise à jour des dossiers) et que la phase d'exploitation de l'installation soit bien choisie (par exemple, le cœur d'un réacteur de puissance ne peut être inspecté qu'après enlèvement du couvercle).

Un exemple donnera une idée de l'ordre de grandeur des économies que l'on peut escompter en prenant un échantillon d'installations. A l'heure actuelle, sept Etats possèdent plus de cinq centrales nucléaires du même type soumises aux garanties. L'ARIR estimée et convenue pour ces installations est d'environ 19% du total.

On supposera à nouveau que le facteur de réduction est de 0,5, sans examiner la baisse d'efficacité qui en résulte. Compte tenu du fait que seule une partie de l'ARIR peut être produite actuellement, le gain d'activité ne pourrait être que de 5% environ. Cela n'est pas considérable, et encore faudrait-il prendre en considération la perte d'efficacité.

Enfin, comment peut-on, dans ces conditions, se conformer aux dispositions du paragraphe 90 b) du document INFCIRC/153, qui prescrit la vérification par l'AIEA de l'inventaire physique pour *chaque* zone de bilan matières soumise aux garanties?

Un autre moyen possible d'économiser du personnel serait de procéder simultanément, chaque année, à une vérification des stocks pour toute une catégorie de matières d'un cycle du combustible. Cela a déjà été fait pour les matières neuves d'un cycle de combustible à l'uranium naturel et a permis de réaliser certaines économies sans perte d'efficacité des garanties. On ne sait pas encore si cette méthode peut être appliquée au cycle du combustible d'un réacteur à eau légère, et la question devrait être étudiée attentivement.

Incidences sur les objectifs de la détection

Les concepts étudiés sont liés dans la plupart des cas à la réduction, du moins pour certaines installations, de l'un des paramètres les plus importants de l'efficacité des

garanties, la probabilité de détection. On pourrait se demander s'il est concevable de modifier d'autres objectifs de la détection, à savoir le temps de détection et la QS, de manière à réaliser des économies d'effectifs avec une perte d'efficacité tolérable.

En fait, la situation des effectifs et l'expérience pratique ont déjà conduit à faire passer de deux ou trois à quatre semaines le temps de détection pour les matières directement utilisables facilement accessibles. Les Etats Membres ne paraissent toutefois pas disposés à accepter une nouvelle extension. En outre, il ne faut pas oublier que les caméras automatiques largement utilisées pour la surveillance nécessitent un changement de film et une révision tous les trois mois. Cela demande beaucoup de temps d'inspecteur, du moins tant que l'on ne dispose pas de caméras de haute fiabilité avec des films plus longs ou qu'il n'y a pas d'autres méthodes de contrôle perfectionnées.

Enfin, la quantité significative demeure. Une augmentation des valeurs actuellement appliquées permettrait de réaliser certaines économies d'effectifs, car la QS est un facteur qui détermine la taille des échantillons et, partant, les activités nécessaires pour vérifier ceux qui sont retenus. La pratique montre qu'il est possible, dans la plupart des cas, d'atteindre les objectifs quantitatifs de détection sans trop d'effort. En outre, même si l'on modifiait de façon assez sensible les valeurs de QS on n'aboutirait qu'à une faible économie d'activité. Pour les installations complexes, des objectifs d'inspection spécifiques, qui ne coïncident pas nécessairement avec la QS, ont été fixés de manière à pouvoir être atteints.

Des économies sont possibles, mais il faut étudier davantage la question

Les estimations faites dans le présent article montrent que l'on pourrait sans doute économiser des effectifs d'inspecteurs en modifiant les méthodes de contrôle actuellement appliquées de manière à mettre davantage l'accent sur les aspects du cycle du combustible – par exemple, en éliminant certaines hypothèses de détournement et en réduisant la probabilité de détection souhaitée pour de nombreuses installations nucléaires. Cependant, il convient d'étudier très attentivement l'effet de ces modifications, eu égard notamment aux points suivants:

- Acceptabilité d'une modification importante de la philosophie de l'AIEA en matière de garanties (abandon de certaines hypothèses de détournement) pouvant être associée à une réduction de la probabilité de détection
- Acceptabilité d'un traitement différent pour des installations de même type dans des Etats différents
- Economie réelle d'effectif qui peut être escomptée.

Ces problèmes complexes demanderaient une étude approfondie. En outre, il faudrait mettre à l'essai les méthodes ainsi modifiées en les vérifiant dans la pratique et, si les résultats sont satisfaisants, que les Etats Membres acceptent des modifications substantielles des concepts de base en matière de garanties. Il ne faudrait pas sous-estimer le temps et les efforts nécessaires pour effectuer ces études et essais.