

Stage collectif sur la maintenance des instruments de spectroscopie nucléaire au laboratoire de Seibersdorf

La formation en laboratoire a fait ses preuves

par Y. Xie et A.A. Abdel-Rassoul

Le laboratoire de l'AIEA, à Seibersdorf, a commencé au début de 1981 d'accueillir des boursiers dans sa section de l'instrumentation pour des stages de maintenance et de réparation des instruments nucléaires. Depuis lors, les demandes de formation de techniciens et d'ingénieurs émanant de pays en développement n'ont cessé d'affluer, ce qui prouve que ces pays ont à résoudre nombre de problèmes de maintenance et de réparation que pose ce genre d'instrument.

Cette spécialité revêt toute son importance lorsque l'on sait que près de 55% de dépenses de l'AIEA au titre de l'assistance et de la coopération techniques (soit 23,1 millions de dollars en 1987 sur un total de 42 millions) correspondent à l'achat de l'instrumentation nécessaire à l'exécution de plus de 950 projets différents.

Dans les pays en développement, plusieurs projets sont compromis ou ont dû être suspendus faute d'instruments, de pièces détachées ou de services locaux de maintenance et de réparation. Au cours des dix dernières années, de 10 à 30% de tous les appareils fournis dans le monde entier pour les projets d'assistance et de coopération techniques sont tombés en panne à un moment quelconque, au grave préjudice des applications pacifiques de l'énergie nucléaire dans plusieurs pays. Jusqu'à présent, la seule solution valable demeure la formation intensive de techniciens et d'ingénieurs locaux. De fait, cette formation assurée dans le cadre des projets de coopération technique de l'Agence est peut être, pour les pays en développement, un meilleur investissement à long terme qu'on ne le pense généralement.

Différents types de formation

Pour la maintenance des instruments, il existe trois types de formation: les bourses de perfectionnement, les cours proprement dits, et les stages collectifs.

M. Xie est chef de la section de l'instrumentation et M. Abdel-Rassoul est chef du laboratoire de l'instrumentation de physique et chimie, à Seibersdorf.

Dans le premier cas, deux ou trois boursiers sont accueillis chaque année pour acquérir la pratique du maniement, de la maintenance et de la réparation des appareils nucléaires et pour apprendre à concevoir et à construire un matériel électronique simple. Le boursier travaille de 6 à 12 mois sous surveillance continue.

Les cours et les ateliers acceptent jusqu'à 20 participants et durent de 8 à 12 semaines; ils comportent des exposés en salle de classe, des démonstrations et quelques travaux pratiques sur diverses techniques de réparation.

Les stages collectifs regroupent un maximum de huit personnes qui reçoivent une formation pratique pendant 24 semaines qui leur apprend à détecter systématiquement les causes du mauvais fonctionnement d'un appareillage nucléaire compliqué et à réparer des modules, des circuits imprimés, des blocs et même des puces. Certains participants peuvent obtenir une prolongation de 4 à 5 semaines. Ces stages élargissent les possibilités de formation à Seibersdorf puisqu'ils per-

La formation "en laboratoire"

C'est en novembre 1987 que le laboratoire de l'Agence a inauguré ses stages collectifs sur la maintenance de l'instrumentation de spectroscopie nucléaire. Les deux premiers stages de six mois chacun ont donné des résultats concluants; y ont participé 10 stagiaires venant de divers pays d'Afrique, du Moyen-Orient et de l'Asie de l'Est. Cette nouvelle formule englobe tout le programme des cours habituels sur l'instrumentation nucléaire et des bourses de perfectionnement. Elle comporte en outre une formation intensive à la maintenance et à la réparation, qui suit le stage. Les résultats obtenus ont été accueillis avec satisfaction par plusieurs établissements de pays en développement.

Plus de 20 techniciens et ingénieurs électroniciens de services d'entretien ont été désignés par leurs autorités nationales pour assister au troisième cours. Huit d'entre eux suivent le cours de 6 mois qui doit se terminer en mars 1990.



Un boursier de la République de Corée expose un problème de maintenance lors du deuxième stage collectif de Seibersdorf.

mettent de porter le nombre d'élèves de 2 à 8 chaque année et de ramener la période de formation à environ 6 mois.

Les instruments de spectroscopie nucléaire sont de précieux instruments pour la recherche et les applications de l'énergie nucléaire. Ils sont d'un emploi courant dans nombre de spécialités — ingénierie et technologie nucléaire, recherche en physique nucléaire, analyse chimique, étude de l'environnement, médecine nucléaire, et diverses applications industrielles. Il en existe plusieurs modèles qui sont fournis à de nombreux laboratoires de pays en développement au titre de projets

Un boursier de Jordanie apprend à entretenir et à réparer un système d'analyse par fluorescence X utilisé pour un projet de coopération technique de l'AIEA.



de coopération technique. Ce sont pour la plupart des appareils très complexes équipés de divers types de détecteurs et de voies analogiques et numériques. Ils sont le plus souvent associés à un système de traitement informatique.

La maintenance et la réparation de ces appareils posent un gros problème dans les pays en développement, car les fournisseurs ne prévoient pas de service d'entretien sur place. De surcroît, les techniciens et ingénieurs locaux hésitent à travailler sur ces instruments, que ce soit pour les entretenir ou pour y apporter les modifications éventuellement nécessaires à d'autres applications.

Stages collectifs

La formation de boursiers en groupe se définit comme suit:

- Elle donne aux participants de meilleures possibilités de mettre leurs connaissances en pratique et d'acquérir une expérience de première main. Ils n'ont pas à se partager le matériel, car il existe suffisamment d'appareils de vérification, d'outils et d'instruments nucléaires de mesure.
- Elle familiarise le boursier avec le dépannage systématique et la réparation d'ensembles très complexes de spectroscopie nucléaire et le prépare à manier avec assurance les instruments modernes.
- Tout le matériel nécessaire est prévu pour s'entraîner à vérifier les pièces défectueuses de divers types d'instruments — détecteurs de rayonnements, échelles de comptage, analyseurs multicanaux, analyseurs par fluorescence X, microprocesseurs et matériel basé sur un ordinateur. Le matériel disponible correspond à la plupart, sinon à la totalité, des types d'instruments nucléaires que les participants seront appelés à réparer dans leurs établissements d'origine.
- Les stagiaires peuvent enrichir leurs connaissances théoriques par l'étude personnelle d'ouvrages d'initiation, de manuels et autres documents en bibliothèque, ou en s'adressant à leurs moniteurs toujours prêts à les aider.
- Chaque boursier est invité à préciser les besoins particuliers de son pays en matière de réparation d'instruments et à s'entraîner, lors des travaux pratiques, à réparer des appareils du même type.
- En fin de stage, le boursier peut éventuellement suivre une formation de plusieurs mois en vue de résoudre les problèmes d'instrumentation qui se posent dans certains des établissements de son pays.
- La "formation du formateur" consiste à demander aux stagiaires de faire des exposés après chaque séance de travaux pratiques ou de détection des pannes, complétés par un large débat sur des sujets choisis et sur l'expérience acquise pendant le stage.

Outre l'enseignement des stagiaires, les instructeurs de la section de l'instrumentation prennent part à des travaux de recherche et développement pour se tenir au courant des dernières nouveautés de la technologie et en faire profiter les stagiaires. Les activités du laboratoire de Seibersdorf permettent tant aux instructeurs qu'aux stagiaires de se familiariser avec plusieurs générations d'instruments (sur une vingtaine d'années) toujours en usage dans les pays en développement.

De l'étude à la pratique

La formation du personnel est la clé de la maintenance et du perfectionnement de l'instrumentation locale, comme le montrent ces quelques exemples:

- Un boursier du Kenya s'est occupé pendant son stage de la maintenance d'un générateur pour fluorescence X; de retour dans son laboratoire d'origine il a su réparer un appareil analogue qui ne fonctionnait toujours pas après plusieurs missions d'experts.
- Un boursier de Myanmar qui n'avait jamais ouvert un appareil auparavant a réparé sans hésitation, vers la fin de son stage, une échelle de comptage (modèle SR-5) utilisée pour faire diverses mesures. A l'occasion de son stage il s'est procuré des schémas de circuits ainsi que l'outillage et les pièces de rechange nécessaires, qui lui ont permis de réparer la plupart des six appareils du même genre, mais d'un modèle ancien, dont disposait son établissement.
- Un boursier du Nigeria a été nommé instructeur à un cours régional de maintenance et de contrôle de la qualité de l'instrumentation nucléaire médicale, organisé en Zambie. Un autre stagiaire a enseigné à un cours national de formation en instrumentation nucléaire, donné en Jordanie.

Quelques boursiers particulièrement doués qui se sont instruits dans certains domaines de la maintenance et de la réparation d'instruments nucléaires spéciaux se verront confier des missions d'expert dans des pays voisins en particulier pour aider à l'installation, à l'étalonnage et à la réparation d'appareils, ainsi qu'à la formation de spécialistes.

Cela dit, après leur formation, les stagiaires se heurtent souvent à de graves problèmes une fois de retour dans leur pays. Ils se retrouvent souvent un peu désespérés du fait du manque d'outillage, d'instruments de maintenance, de manuels d'entretien et de pièces détachées, et cela en l'absence de toute aide de la part des fournisseurs ou des fabricants. Dans la plupart des cas, les pièces détachées se font longuement attendre, à cause du manque de devises fortes. De plus, les ateliers privés d'entretien et d'appareils non nucléaires se disputent leurs services. Plusieurs projets de coopération technique souffrent de ce genre de situation et ce n'est qu'en activant la formation de techniciens que l'on pourra compenser les pertes de personnel compétent et expérimenté.

Une initiative connue sous le nom de "réseau d'instrumentation nucléaire" offre un moyen de conserver et de perfectionner les techniciens et ingénieurs de maintenance. Ce projet prévoit de coordonner la formation, les missions d'experts et la fourniture de matériel dans les pays voisins. Son but est d'aider à contribuer et à moderniser une masse de matériel et de compétences aussi bien en nucléaire qu'en non nucléaire, en coopération avec des organisations internationales ou des fournisseurs éventuels. Des stagiaires seront choisis pour suivre des cours d'orientation à Seibersdorf qui les prépareront à assurer la liaison et à organiser dans leur pays un service de réparation et de maintenance et la

Programme des stages collectifs sur la maintenance de l'instrumentation de spectroscopie nucléaire

Introduction et généralités

- instruments nucléaires
- caractéristiques et conception générale
- instruments et outillage de maintenance

Rayonnements ionisants et détecteurs

- rayonnements ionisants
- interaction des rayonnements et de la matière
- détecteurs de rayonnement

Emploi des instruments et de l'outillage de vérification

- justesse et limitations
- maniement et étalonnage
- trousse et outils spéciaux de maintenance

Mise en forme du signal en spectroscopie nucléaire

- amplification et mise en forme
- bruit et résolution
- maintenance de l'analyseur monocanal

Dépannage des instruments basés sur microprocesseurs

- circuits logiques et circuits intégrés associés
- théorie et pratique de l'application des microprocesseurs à l'instrumentation
- techniques de diagnostic applicables au microprocesseur, aux circuits d'alimentation, aux mémoires, aux blocs d'entrée et de sortie et aux circuits associés

Analyseurs multicanaux (AMC) et leur maintenance

- analyse théorique de circuits aux niveaux des tableaux, blocs et puces
- exercice de détection des pannes sur l'écran de contrôle et sur le tableau de l'unité centrale de traitement des AMC fabriqués en usine
- dépannage systématique, en général

Principes et maintenance de l'ordinateur individuel

- conception générale du système et application
- diagnostic par connexions
- logiciel de diagnostic pour la maintenance des ordinateurs individuels

Projets spéciaux individuels

- les demandes sont présentées au début du stage en vue de la solution des problèmes qui se posent effectivement dans l'établissement d'où vient le boursier. L'étude est faite pendant le dernier mois du stage. Citons à titre d'exemple l'application de l'ordinateur individuel au diagnostic, à la réparation et à la maintenance préventive, les humidimètres à neutrons, l'entretien et la réparation des générateurs pour fluorescence X.

Note: Ce programme demande en général 24 semaines environ.

formation de personnel national. Une étroite collaboration entre Seibersdorf et l'établissement du stagiaire permettra de remédier à l'isolement de ce dernier à son retour, car il pourra recevoir régulièrement manuels, pièces de rechange et trousse de maintenance, et se maintenir en contact permanent avec les fournisseurs ou les établissements des pays voisins en cas de besoin.

La bonne coordination du réseau et le ferme appui de la section de l'instrumentation de Seibersdorf feront que des techniciens de plus en plus nombreux pourront, à l'issue de leurs stages, servir d'instructeurs sur le plan local et relever le niveau des services dans leur pays et dans les pays voisins.

