

Coopération technique en République de Corée dans le domaine nucléo-énergétique

Le nucléaire produit environ la moitié de l'électricité consommée dans le pays

par M.M. Islam, J. Fischer et F. Calori

La République de Corée a entrepris un vaste programme d'équipement en réacteurs de puissance, réacteurs de recherche et installations du cycle du combustible nucléaire. La première unité nucléo-électrique coréenne (Kori-1) a été mise en chantier dès le début de mai 1970; elle est entrée en service en avril 1978. Fin 1988, huit centrales nucléaires étaient en exploitation dans le pays et la construction de la neuvième était déjà très avancée; selon les estimations, la puissance installée atteindra 7180 MWe nets à la fin de 1989. Deux autres centrales de quelque 1000 MWe sont prévues pour entrer en service vers le milieu de 1995 et en 1996. En 1988, l'énergie d'origine nucléaire a représenté 46,9% de la production totale d'électricité du pays. Un programme de cette ampleur peut être mené à bien grâce à la bonne coordination des services et de l'infrastructure industrielle essentiellement constituée par la Compagnie coréenne d'électricité (KEPCO) et sa filiale, la Société coréenne de génie énergétique (KOPEC). KEPCO, la seule entreprise publique du secteur, se charge de la construction et de l'exploitation des centrales nucléaires du pays; elle est soutenue, dans le domaine nucléaire et autres domaines spécialisés, par l'Institut coréen de recherche énergétique (KAERI). Les industries manufacturières coréennes ont aussi joué un rôle de premier plan. La réglementation et les contrôles sont assurés par le Ministère de la science et de la technologie avec l'aide du Centre de sûreté nucléaire.

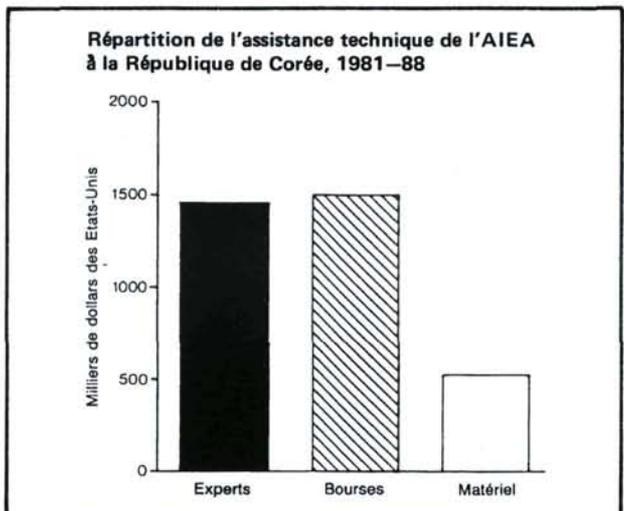
Evolution de la coopération

Membre de l'AIEA depuis 1957, la République de Corée a toujours activement participé au programme de coopération technique de l'Agence. Cependant, vu l'ampleur du programme nucléo-énergétique, il est normal que l'Agence ait orienté sa coopération technique, au cours des dix dernières années, vers le génie et la sûreté nucléaires. Entre 1981 et 1988, le montant total de l'assistance technique fournie au pays s'est élevé à plus de 5 382 000 dollars, dont 3 480 000 (soit 65%) ont été consacrés à des projets intéressant le génie nucléaire et les questions de sûreté. De ce dernier montant, 1 459 000 dollars (42%) correspondent à la fourniture de services d'experts, 1 495 000 (43%) aux bourses et

526 000 (15%) seulement à la fourniture de matériel (voir la figure). Ces chiffres ne tiennent pas compte des services d'experts à titre gratuit fournis par certains pays.

En outre, plus de 700 000 dollars, soit environ 90% de l'assistance technique prévue pour la République de Corée, sont réservés pour 1989 à des projets de génie et de sûreté nucléaires (sans compter un projet agricole subventionné par le Programme des Nations Unies pour le développement).

Ces chiffres montrent clairement que le volume de l'assistance technique fournie par l'Agence à la République de Corée au cours des huit ou dix dernières années est bien adapté au programme nucléo-énergétique du pays et aux besoins de sa structuration et de son organisation intérieure. La répartition de l'assistance entre les différents bénéficiaires est particulièrement instructive. Sur le plan financier, le groupe à qui correspond la plus grande part du programme d'équipement nucléaire gravite autour de la KEPCO. Cependant, plus de 90% de l'assistance de l'Agence est allée à d'autres organismes nationaux. Il ne s'agit pas ici d'une critique, mais plutôt d'une indication des secteurs qui avaient besoin d'aide: l'organisme réglementaire et ses appuis techniques, à savoir l'Institut de recherche énergétique et le Centre de sûreté nucléaire. La KEPCO disposait en effet de moyens financiers suffisants pour se procurer une aide extérieure, le cas échéant, et la directive générale visant à accroître la participation nationale à l'étude et à la fourniture des matériels



MM. Islam, Fischer et Calori sont membres des Divisions de l'assistance et de la coopération techniques, de la sûreté nucléaire, et de l'énergie d'origine nucléaire, respectivement. M. K. Mrabit, de la Division de l'assistance et de la coopération techniques, a également collaboré à la rédaction de cet article.

nécessaires à la construction des installations nucléaires a suffisamment agi sur les dirigeants pour qu'ils veillent à ce que le personnel spécialisé acquière en temps utile les connaissances techniques nécessaires.

Par ailleurs, l'organisme réglementaire devait se contenter d'un budget très restreint et les milieux gouvernementaux ont mis longtemps à comprendre qu'un programme d'équipement nucléaire aussi ambitieux avait besoin d'une contrepartie de poids du côté de la réglementation. La première initiative en faveur du petit service réglementaire, pour lui accorder plus de latitude et d'appui technique, a été la création du Centre de sûreté nucléaire, en 1982, dans le cadre de l'Institut de recherche. Aussi l'Agence a-t-elle essentiellement accordé son aide à cet institut en s'efforçant de la répartir aussi équitablement que possible entre la recherche fondamentale, la recherche appliquée, l'analyse de la sûreté et l'inspection réglementaire. Au cours des années, l'assistance technique de l'Agence s'est progressivement orientée vers des domaines plus spécifiques de l'activité réglementaire, et l'on a cherché à fournir de préférence les types d'assistance les plus difficiles à se procurer dans le secteur privé.

Dans les débuts, en particulier, le programme coréen en rapide expansion exigeait l'acquisition d'un maximum de connaissances techniques, surtout sur le plan réglementaire, pour compenser le déséquilibre évident en faveur du personnel nombreux et compétent de la compagnie d'électricité. C'est pour la même raison que certaines demandes d'assistance de l'Institut de recherche n'ont pas reçu de réponse enthousiaste, étant donné que cet institut assumait dans une proportion croissante les activités du secteur privé en matière d'études et de fabrication.

Il est donc normal que l'Agence ait alors restreint ses fournitures de matériel et de fait, depuis 1985, très peu d'équipement a été livré pour les projets relatifs au génie et à la sûreté nucléaires. Les spécialistes de l'Institut étaient d'ailleurs beaucoup mieux placés pour acquérir le matériel correspondant le mieux à leurs besoins et aux caractéristiques des installations de laboratoire déjà en place.

Pour s'assurer de l'efficacité et de l'opportunité de l'assistance technique, des fonctionnaires de l'Agence et autres experts sont allés en mission d'information dans le pays pour visiter les organismes bénéficiaires. En 1985, une mission de trois semaines, comportant deux experts de l'extérieur, a analysé et évalué, en collaboration avec des homologues nationaux, les divers projets des cinq dernières années. La mission a confirmé dans l'ensemble que l'assistance technique de l'Agence était utile et bien adaptée, tout en constatant que les longues et complexes procédures d'acceptation des demandes initiales, puis de recrutement des experts, ne cadraient évidemment pas très bien avec le développement accéléré du pays. En améliorant la communication directe avec les homologues de la République de Corée, on a pu faciliter les ajustements de dernière minute aux circonstances changeantes.

Dans quelques cas d'urgence, l'Agence a donné suite à certaines demandes précises du Gouvernement. En voici un exemple: la République de Corée envisage actuellement de construire à Yeonggwang deux réacteurs à eau sous pression (de 2825 MWth chacun), qui

seront fournis par Combustion Engineering, Inc. (Etats-Unis). Sur ce même site, deux unités Westinghouse sont déjà en place. Pour les deux nouveaux réacteurs prévus, le Gouvernement a demandé à l'Agence cinq mois de services d'experts pour étudier le rapport de sûreté préliminaire établi par le Centre de sûreté nucléaire, et ceci afin de confirmer que la conception des deux nouveaux réacteurs est conforme aux normes de sûreté en vigueur (y compris aux codes et aux caractéristiques stipulées dans les règlements de sûreté) et que toutes les dispositions de sûreté ont été correctement appliquées lors de la conception et le seront aussi pendant la construction. Une mission de cinq experts extérieurs et d'un fonctionnaire de l'Agence sera donc envoyée à cette fin en 1989.

Formation du personnel

Environ 85% de l'assistance technique de l'AIEA à la République de Corée ont été réservés à la formation du personnel et au transfert des connaissances techniques. Cette activité comporte trois volets: cours de formation, formation en cours d'emploi et bourses à l'étranger. Des experts de l'AIEA ont été envoyés en République de Corée à titre consultatif pour s'occuper plus spécialement des questions suivantes: choix et étude du site, examen et analyse de la sûreté, mise en service et inspection en cours d'exploitation, plan d'intervention et radioprotection, gestion des déchets, étude et réalisation des combustibles, et assurance de la qualité. Pour nous faire une meilleure idée de ce genre d'activités, considérons deux d'entre elles de plus près.

Examen et analyse de la sûreté. En 1980, après l'accident de Three Mile Island, aux Etats-Unis, les modifications à apporter aux systèmes ou aux procédures ont été étudiées de manière approfondie et un expert de la Commission de réglementation nucléaire des Etats-Unis s'est rendu en République de Corée pour exposer et commenter le plan d'intervention de Three Mile Island et faciliter ainsi son application aux centrales nucléaires coréennes. De même, un expert français a fait, quelques années plus tard, un exposé des modifications apportées aux centrales françaises en construction à l'époque. Il a également participé à diverses missions d'évaluation du rapport français sur l'analyse de la sûreté.

L'accident de Three Mile Island a eu entre autres pour effet de susciter un examen critique des dispositions relatives à l'interface homme-machine, en ce qui concerne notamment la conception et la disposition des affichages dans la salle de commande. Un expert des Etats-Unis s'est rendu deux fois dans le pays pour examiner les pupitres de commande des centrales en exploitation; il a donné des conseils pratiques sur la façon d'en modifier la configuration de manière à améliorer la visualisation de l'information. Comme dans l'intervalle les experts de l'Institut de recherche et du Centre de sûreté nucléaire avaient adopté des programmes informatiques normalisés provenant principalement des Etats-Unis, plusieurs missions ont été organisées entre 1986 et 1988 pour discuter en détail des programmes de thermohydraulique-neutronique et des problèmes d'analyse de la sûreté. Elles ont aussi informé les analystes de l'Institut de recherche des nouveautés

dans les domaines des codes, de la préparation des données d'entrée et de l'évaluation des résultats.

Au cours des quelques dernières années, l'Institut et le Centre se sont familiarisés avec les méthodes d'analyse probabiliste de la sûreté. Les problèmes pratiques de l'acquisition de l'information sur la fiabilité des composants et la modélisation des systèmes ont été discutés avec divers experts. Le problème particulier que pose le réacteur de Wolsong est l'analyse du développement des défaillances et la prédiction des conséquences d'une rupture de tube de force du genre de celle qui est survenue à la centrale de Pickering. Grâce aux missions d'experts envoyés en République de Corée et aux bourses d'études au Canada, les spécialistes coréens sont mieux armés pour aborder ces problèmes.

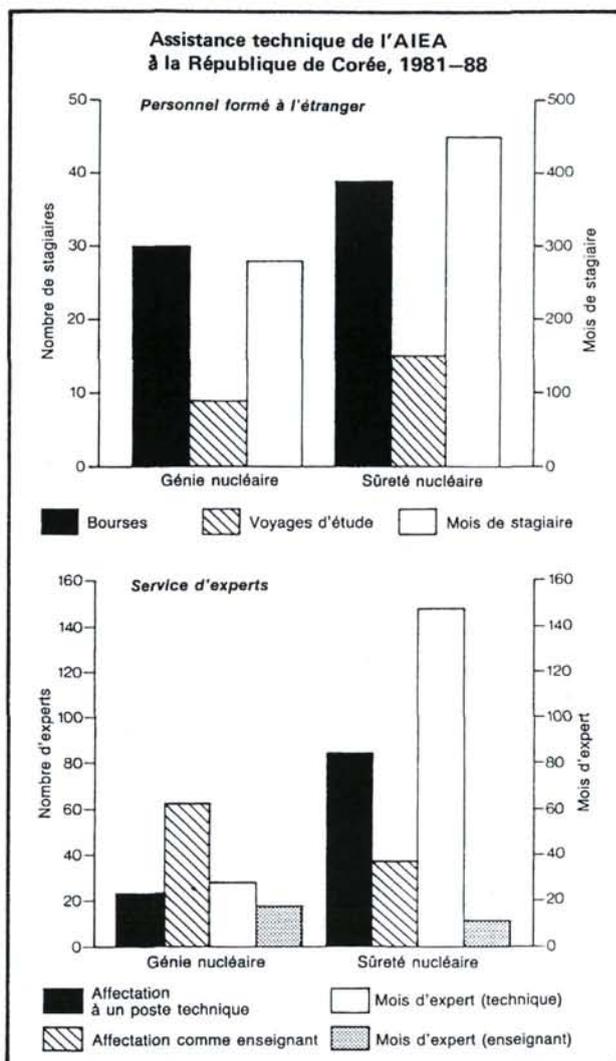
Mise en service et inspection en cours d'exploitation. La mise en service et l'exploitation d'une centrale nucléaire ont fait l'objet d'importantes missions d'experts. Comme la majorité des réacteurs en exploitation ou en projet sont du type à eau sous pression, les spécialistes de cette filière en République de Corée sont probablement beaucoup plus nombreux que ceux du seul réacteur de Wolsong. Pendant plusieurs années (de 1982 à 1985), plusieurs ingénieurs résidents détachés par l'organisme réglementaire canadien ont aidé leurs homologues du service compétent du Ministère de la science et de la technique de la République de Corée à former des inspecteurs locaux en cours d'emploi, à Wolsong. Ils ont également assuré la liaison entre les services d'homologation coréens et canadiens, tenant les premiers au courant des nouveautés en matière d'homologation et de surveillance de l'exploitation des réacteurs. Dès 1983, une équipe d'examen de la sûreté d'exploitation des centrales (OSART) s'est rendue à Wolsong et a communiqué au service d'exploitation et à la direction des données pratiques de l'expérience internationale en matière d'exploitation des centrales. Une autre mission OSART à Wolsong est prévue pour 1989.

Comme l'industrie coréenne participe dans une mesure croissante à la construction de nouveaux réacteurs, le service d'homologation participe lui aussi davantage à la surveillance de la construction et de la mise en service. Par ailleurs, les plus récentes unités d'Ulchin sont de conception française de sorte que certaines des procédures et des pratiques relatives aux filières américaines précédemment installées ne s'appliquent pas. C'est pourquoi plusieurs experts des Etats-Unis, de Suède et de France ont collaboré à l'élaboration de nouvelles procédures et participent depuis quelques années aux essais de mise en service.

Moyens de formation

Bourses et voyages d'étude. Environ 43% de l'assistance technique de l'Agence dans le domaine du génie et de la sûreté nucléaires ont été consacrés à la formation de boursiers coréens à l'étranger. Entre 1981 et 1988, 93 boursiers au total ont été formés dans ces domaines dans le cadre du programme de bourses et de voyages d'étude de l'Agence (voir le graphique).

Missions d'experts. La formation de scientifiques et d'ingénieurs coréens dans leur pays est tributaire de l'envoi d'experts à long terme et à court terme. Les experts à long terme sont affectés pour des périodes de



un à 12 mois, tandis que les experts à court terme se voient essentiellement confier des cours de formation et des groupes de travail réunissant de nombreux scientifiques et ingénieurs coréens provenant tant des services administratifs que des services techniques des centrales (voir le graphique).

Cours de formation. Pour répondre aux besoins de formation accélérée du plus grand nombre possible d'ingénieurs ou de scientifiques coréens, on a compté avant tout sur les cours et groupes de travail locaux. Un comité de la formation de la main d'œuvre a été constitué au sein du Groupement coréen de l'énergie électrique pour coordonner ces activités. La République de Corée dispose de centres de formation bien équipés à l'Institut de recherche et à la centrale de Kori, et aussi de l'expérience et des ressources nécessaires pour assurer un bon enseignement. L'Agence n'en a pas moins fourni une assistance technique pour procéder à un inventaire systématique des besoins de formation dans tous les établissements intéressés et pour coordonner les programmes de formation afin d'utiliser au mieux les moyens existants.

A la demande du Gouvernement, deux experts de l'AIEA ont étudié en 1983 le système d'enseignement de la Compagnie d'électricité de Corée, et notamment les programmes, le personnel et le matériel du centre de

formation de la centrale de Kori. Ils ont fait des recommandations sur la structure et l'organisation de la formation, outre les autres aspects évoqués ci-dessus, afin que la formation du personnel suive l'expansion du programme nucléaire national, de sorte que les trois cours organisés en 1985 ont donné d'excellents résultats. Le premier portait sur la gestion des préliminaires de l'élaboration d'un projet, le deuxième sur les moyens et les méthodes de gestion d'un projet nucléo-énergétique et le troisième sur la maintenance des centrales nucléaires. Vingt et un experts de l'Agence ont participé à ce cours auquel ont assisté 125 membres du personnel des établissements nationaux.

En 1983, un cours avait déjà été organisé avec l'aide de 12 experts de l'AIEA; il portait sur divers aspects de l'assurance de la qualité intéressant la conception et la mise en service des centrales nucléaires.

En 1987, une mission consultative de l'AIEA s'est rendue à l'Institut de recherche, à la demande du Gouvernement. Les quatre experts de l'Agence qui la composaient ont examiné les activités de cet établissement en matière de formation, afin de fixer un programme d'enseignement adapté aux objectifs du programme coréen de formation. En particulier, la mission a été invitée à proposer les mesures que les autorités coréennes devraient prendre pour améliorer sous tous ses aspects la coordination entre l'Institut de recherche et les autres organismes nationaux intéressés, afin d'utiliser au mieux les services du centre de formation de l'Institut.

La croissance rapide du programme nucléo-énergétique coréen exige un personnel qualifié dans tous les domaines de la technologie nucléaire. Pour répondre à ce besoin, un cours de perfectionnement sur l'analyse des contraintes, à l'intention des concepteurs et des architectes-ingénieurs locaux, a été organisé à l'Institut

de recherche en octobre 1987. L'Agence s'était mise en rapport avec plusieurs bureaux d'architectes-ingénieurs et avait finalement confié à la division des programmes de formation du Laboratoire national d'Argonne, aux Etats-Unis, le soin d'organiser et de mener ce cours.

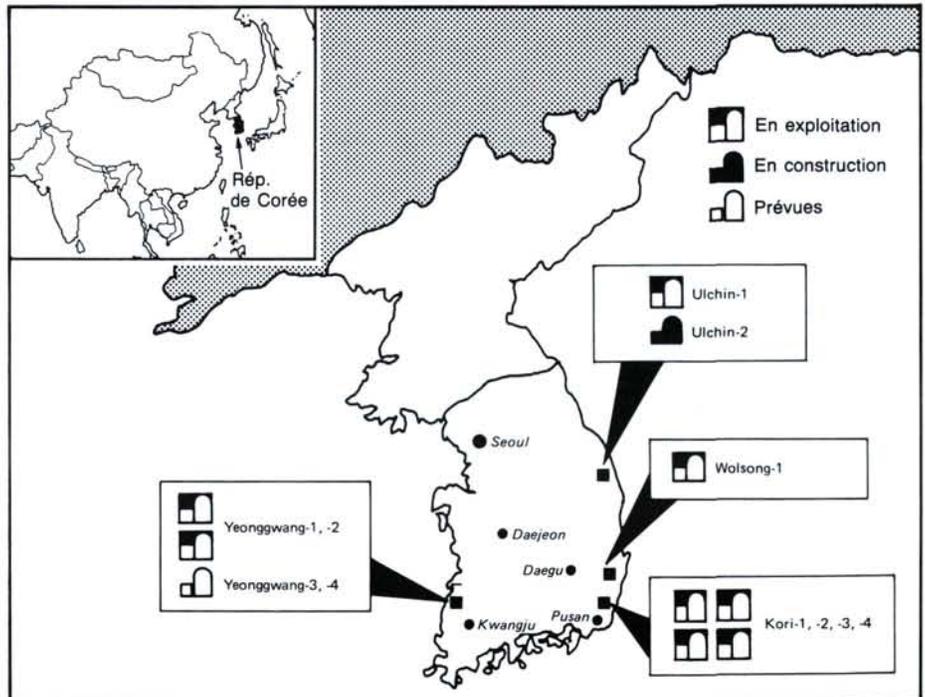
Les centrales nucléaires de la République de Corée couvrent à peu près 50% de la consommation totale d'électricité du pays, ce qui implique la nécessité de moduler leur exploitation en fonction de la charge. C'est pourquoi un séminaire sur cette technique particulière a été organisé à l'Institut de recherche en octobre 1988, auquel ont participé des experts envoyés par des fabricants et des exploitants de centrales électriques de France, du Canada et des Etats-Unis. Soixante-deux participants, venant surtout de la KEPCO et de l'Institut de recherche, y ont assisté.

Pour pouvoir compter sur un personnel d'exploitation compétent, un séminaire sur la formation des opérateurs de centrales nucléaires est prévu pour 1989; il sera financé par des crédits extrabudgétaires provenant des Etats-Unis. Les travaux porteront principalement sur l'expérience acquise, les coûts et les avantages relatifs à la certification et à la sanction officielle des programmes de formation de la compagnie d'électricité à l'exploitation et à la maintenance des centrales nucléaires.

La République de Corée en est maintenant au point où elle peut à son tour contribuer utilement à l'enseignement de la technologie nucléo-énergétique par l'intermédiaire de l'AIEA en partageant la riche expérience qu'elle doit au succès de ses efforts pour intégrer cette technologie. C'est ainsi que son gouvernement a organisé un cours sur la planification et la réalisation des projets nucléo-énergétiques, dans le cadre de l'accord régional de coopération pour l'Asie et le Pacifique. Ce cours, auquel ont assisté 15 participants de 12 pays, a eu lieu à l'Institut de recherche en novembre 1988.

Les centrales nucléaires en République de Corée

A la fin de 1988, huit centrales nucléaires étaient en exploitation en République de Corée et la construction de la neuvième, à Ulchin, était déjà bien avancée. Toutes ces centrales, sauf une, sont équipées de réacteurs à eau sous pression; le réacteur de Wolsong est du type à eau lourde sous pression (CANDU). Il est prévu que deux réacteurs du premier type seront mis en service vers le milieu des années 90 à Yeonggwang.



Tiré de *Nuclear Engineering International*. Les informations sur les centrales proviennent du Système de documentation sur les réacteurs (PRIS) de l'AIEA.