

L'énergie d'origine nucléaire dans les pays en développement

par H.J. Laue, L.L. Bennett et R. Skjoeldebrand*

L'énergie nucléaire fournit à l'heure actuelle plus de 12% du courant électrique produit dans les pays industrialisés, y compris les pays à économie planifiée en Europe [1]. Elle ne joue toutefois encore qu'un rôle peu important à cet égard dans les pays en développement. Comme le montre la figure 1, à la fin de 1983 six pays Membres en développement de l'AIEA seulement possédaient des centrales nucléaires en exploitation, à savoir l'Argentine, le Brésil, la République de Corée, l'Inde, le Pakistan et la Yougoslavie, avec 13 centrales d'une capacité totale d'environ 5100 MWe, ce qui représente moins de 2% de la production totale d'électricité des pays en développement. Il y avait en outre en construction dans ces six pays, ainsi qu'à Cuba, au Mexique et aux Philippines, 18 centrales d'une capacité totale de 11 000 MWe. Dans quatre autres pays au moins (République populaire de Chine, Egypte, Jamahiriya arabe libyenne et Turquie) des centrales en sont au stade final des études.

En l'an 2000, la capacité nucléaire totale des pays en développement atteindra peut-être 50 GWe, et fournira environ 7% de leur courant électrique. Pour les pays industrialisés, les chiffres correspondants seront probablement de 500 à 700 GWe et environ 30% de la production de courant. Si les obstacles existants peuvent être franchis, dix autres pays en développement seront en mesure de commencer à construire des centrales nucléaires d'ici la fin du siècle. Comme il faut, dans la plupart des pays, de 10 à 15 ans pour construire une centrale, ceux qui ont l'intention d'entreprendre des programmes nucléaires doivent sans plus tarder prendre des décisions. Ces décisions devront reposer sur une étude approfondie de la demande et de l'offre futures d'énergie, des aspects économiques et financiers, et des besoins en matière d'infrastructure et de transfert de technologie.

L'expérience enseigne que la plupart des pays en développement qui entreprennent activement d'établir et d'exécuter un programme nucléaire ont besoin d'une assistance étendue pour pouvoir utiliser sans danger, économiquement et sûrement, le nucléaire. Cette aide est normalement fournie grâce à la coopération bilatérale, qui est la principale voie de transfert de la technologie nucléaire. L'Argentine et le Brésil offrent l'exemple de pays qui ont reçu une assistance grâce à une bonne coopération bilatérale, et ont établi la structure industrielle

nécessaire. D'autres sources d'assistance sont toutefois indispensables dans la phase préparatoire d'un programme nucléaire avant que les accords bilatéraux puissent jouer. On a également besoin d'assistance pour créer les structures de soutien et de surveillance nécessaires.

L'assistance de l'Agence porte en conséquence sur la planification d'ensemble et aussi sur l'établissement des structures d'appui, et elle repose sur une évaluation des besoins qui ne peuvent pas être satisfaits par d'autres moyens. La Division de l'énergie d'origine nucléaire de l'Agence dispose de la base technique et des instruments capables d'appuyer un programme complet d'assistance en vue de l'évaluation, de la planification et de l'exécution de projets nucléaires. L'assistance peut être fournie sur demande soit sous forme d'un ensemble complet, soit en éléments séparés.

L'objectif général d'un tel programme est d'aider à renforcer les possibilités locales d'exécution des tâches suivantes:

- Analyse des projections de l'offre et de la demande globales d'énergie et de courant électrique;
- Etude du rôle possible du nucléaire dans la production d'électricité, avec détermination du nombre et du délai de réalisation économiquement optimal de projets de centrales nucléaires;
- Evaluation des infrastructures existantes et des nécessités, difficultés et possibilités relatives à leur développement;
- Elaboration de calendriers, de programmes et de recommandations en vue de l'exécution.

Les programmes proposés doivent être révisés périodiquement et l'un des buts de l'Agence est de faire en sorte qu'une capacité nationale pour procéder à ces révisions existe effectivement ou puisse être mise en place. La formation du personnel local est en conséquence un des objectifs les plus importants.

Le programme d'ensemble de l'Agence est surtout destiné à deux catégories d'Etats Membres en développement: ceux qui en sont aux stades initiaux de la préparation d'un programme nucléaire et ceux qui envisagent d'en entreprendre un ou viennent seulement d'en prendre la décision. Les pays qui ont déjà un programme nucléaire bien établi comprennent bien leurs besoins et leurs demandes d'assistance portent généralement sur des domaines bien définis tels que l'établissement de programmes cohérents d'assurance de la qualité (République de Corée) ou la solution de problèmes particuliers de

* M. Laue est Directeur de la Division de l'énergie d'origine nucléaire de l'Agence, M. Bennett Chef de la Section des études économiques et M. Skjoeldebrand Chef de la Section du génie des réacteurs dans la même division.

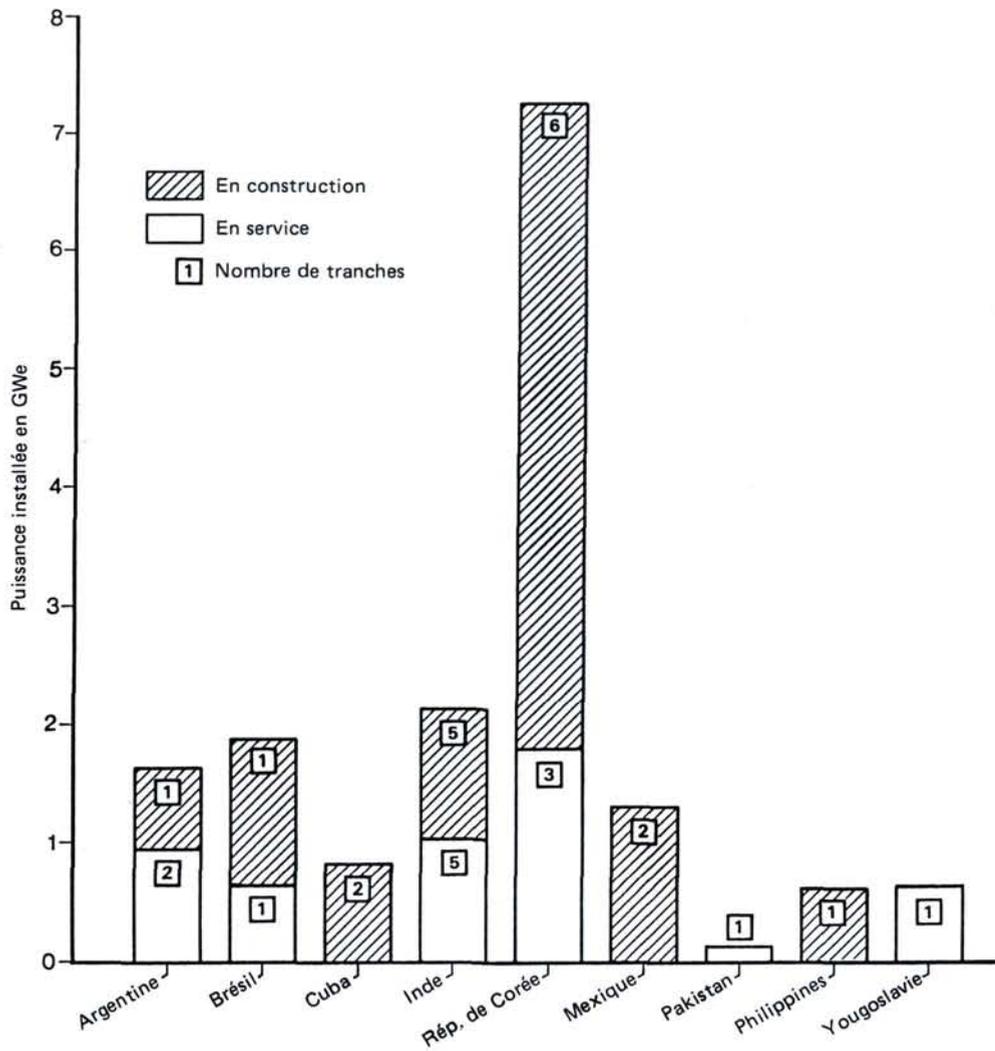


Figure 1a. Etat d'avancement des programmes nucléo-électriques dans les pays en développement à la date de décembre 1983.

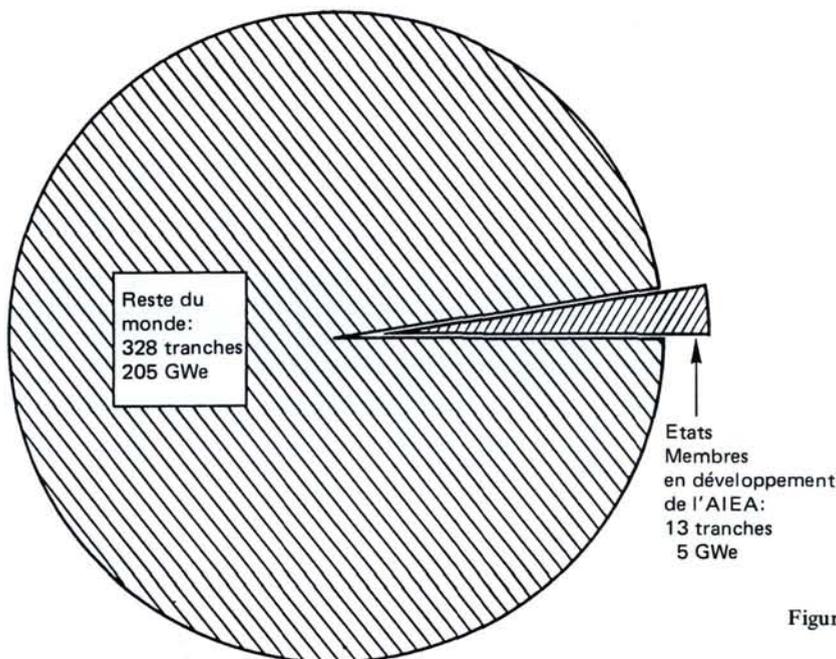


Figure 1b. Réacteurs de puissance en service à la date de décembre 1983.

main d'œuvre, tels que celui de la formation supérieure d'ingénieurs du nucléaire (Argentine) ou de techniciens qualifiés (centre de simulation du Brésil).

Le programme d'assistance et de coopération techniques de l'Agence, sous toutes les formes traditionnelles, telles que missions de consultation, services d'experts, bourses et cours de formation, est et restera la principale source de fonds. Mais une part croissante du budget ordinaire de la Division de l'énergie d'origine nucléaire sert aussi à appuyer les activités de coopération technique. Depuis 1970, le personnel de la Division a fourni au total quelque 100 années-hommes d'assistance directe aux pays en développement pour la préparation et la mise en œuvre de leurs programmes nucléaires. En 1983, 70% du temps du personnel et plus de 50% du budget de la Division ont été directement ou indirectement consacrés au programme d'assistance. La Division exécute chaque année environ 40 projets d'assistance technique et quatre cours de formation ayant directement trait à des éléments spécifiques du programme, soit, en 1983, plus de 1 million de dollars de fonds d'assistance technique.

La planification de l'énergie d'origine nucléaire

Le nucléaire n'est qu'un des nombreux moyens qu'on peut employer pour produire de l'énergie ou de la chaleur, et les planificateurs nationaux de l'énergie doivent inventorier les divers types et formes de la demande d'énergie et évaluer tous les moyens de la satisfaire. Ils doivent aussi tenir compte des plans généraux de développement économique du pays, et c'est là une entreprise de longue haleine qui nécessite constamment des révisions, des additions et des perfectionnements.

L'assistance de l'Agence aux Etats Membres en développement a pour but de les aider à augmenter leurs propres capacités de préparation d'un programme nucléaire. L'Agence est en mesure de mettre à leur disposition des méthodes éprouvées qui leur serviront à planifier leurs futurs systèmes électriques et à déterminer en particulier la part devant revenir au nucléaire. L'Agence ne peut cependant pas se mettre à la place des spécialistes nationaux de l'énergie auxquels incombe la responsabilité finale de planifier la mise en valeur des ressources énergétiques du pays.

L'Agence fournit une assistance individuelle aux Etats Membres en développement, sur demande, pour les aider à analyser leurs besoins futurs d'énergie et d'électricité, et à déterminer le rôle économiquement optimal que doit jouer le nucléaire dans le plan de production énergétique. L'Agence fournit aussi des conseils pour les tâches complexes et interdépendantes de la planification nucléaire, sous forme de manuels, de méthodes, de cours, de documentation et de données qui rendent service à tous les pays en développement désireux de renforcer leurs capacités.

Assistance directe. Un Etat Membre peut demander l'exécution, conjointement avec l'Agence, d'une étude de planification de l'énergie et de l'électricité d'origine nucléaire (ENPP) [2]. Une étude de ce genre a pour but d'aider l'Etat Membre à faire des analyses économiques détaillées et à déterminer les besoins d'énergie nucléaire et le rôle approprié de celle-ci dans le plan énergétique

national. On utilise les systèmes d'analyse de l'Agence MAED et WASP [3] — améliorés ou modifiés selon les besoins — ces outils étant mis à la disposition du pays intéressé pendant la durée de l'étude.

Une étude ENPP pour l'Algérie, commencée en avril 1980 et achevée en avril 1982, fournit un exemple caractéristique. Cette étude, qui a exigé de sept à huit années-hommes de travail fourni par l'Agence et par des spécialistes algériens, a abouti à un rapport détaillé [4] sur les besoins futurs d'énergie et d'électricité du pays et sur le rôle économiquement optimal du nucléaire. Elle a aussi eu pour résultat l'établissement d'une base de données très complètes sur l'énergie en Algérie, et la constitution, au sein de la compagnie nationale d'électricité (SONELGAZ), d'un groupe hautement qualifié de spécialistes de la planification énergétique et électrique qui sont maintenant en mesure d'utiliser les méthodes de l'Agence pour la planification de l'énergie d'origine nucléaire.

L'étude algérienne illustre les deux objectifs qui caractérisent l'assistance de l'Agence en matière d'ENPP. Le premier consiste à travailler avec l'Etat Membre demandeur à quantifier les besoins d'énergie futurs, compte tenu du plan national de développement économique et de la part prévue de l'électricité dans l'ensemble des besoins d'énergie, et de définir un plan d'expansion du système électrique économiquement optimal, comprenant l'évaluation des besoins en nucléaire et du rôle de celui-ci. Deuxièmement, l'exécution de l'étude fournit à une équipe d'ingénieurs et d'économistes locaux une formation sur le tas, et le pays reçoit les modèles informatisés de l'Agence, ce qui permet à ses experts nationaux d'utiliser des méthodes éprouvées pour faire d'autres études de planification énergétique.

L'expérience et les moyens importants de l'Agence ont été reconnus, non seulement par ses Etats Membres mais aussi à l'intérieur du système des Nations Unies et par d'autres organisations internationales. C'est ainsi par exemple que l'Agence et la Banque internationale pour la reconstruction et le développement (BIRD) coordonnent leurs activités d'assistance dans le secteur de l'énergie électrique. L'Agence a participé à plusieurs missions d'évaluation de la BIRD concernant le secteur électrique dans des pays en développement (par exemple en Jordanie en octobre 1982 et en Turquie en février 1983). Les résultats de ces missions servent de base à des activités ultérieures d'assistance technique coordonnée.

Formation à la planification de l'électricité d'origine nucléaire. L'Agence organise chaque année deux cours interrégionaux à l'intention de spécialistes des Etats Membres pour renforcer leur capacité d'établir leurs propres projections de l'offre et de la demande et de planifier l'expansion de leur système électrique.

Le principal objectif du cours de formation de quatre semaines intitulé: «Planification de l'énergie, notamment de l'énergie nucléaire, dans les pays en développement» est de familiariser les spécialistes de l'énergie des pays en développement avec les éléments fondamentaux d'une planification nationale d'ensemble de l'énergie, y compris le rôle approprié du nucléaire. Il s'agit de mettre un pays mieux à même de choisir soigneusement et objectivement entre les diverses options

énergétiques possibles. L'Agence a publié pour ce cours un manuel [5] qui contient d'abondants renseignements sur les concepts et les méthodes de base de la planification, et sur les principales options technologiques en matière d'énergie.

Entre 1978 et 1983 plus de 170 ingénieurs-économistes occupant des postes de responsabilité dans 55 pays ont reçu une formation à la planification énergétique. Ce cours a eu beaucoup de succès, surtout parce que les Etats Membres ont toujours désigné des participants hautement qualifiés et aussi parce que les pays et organisations qui le soutiennent financièrement lui ont accordé un appui important.

Le deuxième cours de formation, sur la «Planification de l'expansion des systèmes de production d'électricité» (ESEP), a pour objectif de former des spécialistes de cette discipline. Le cours insiste sur l'expérience pratique en faisant faire des études de cas par les stagiaires au moyen du système de l'Agence WASP qu'ils utilisent pour analyser la situation dans leur pays. Après ce cours de neuf semaines, le stagiaire doit être pleinement capable d'établir des programmes d'expansion économiquement optimaux établissant notamment la part économiquement optimale qui doit revenir au nucléaire.

Un guide de l'Agence intitulé «Planification de l'expansion des systèmes de production d'électricité» [6] sert de manuel pour ce cours et de guide général pour les pays en développement.

Plus de 160 ingénieurs et spécialistes de la planification énergétique de haut niveau, venus de 50 pays, ont été formés aux diverses versions du programme WASP, soit au Siège de l'AIEA de 1975 à 1977, soit lors des cinq sessions du cours ESEP organisées de 1978 à 1983.

Le système WASP est considéré par les Etats Membres et les organismes de financement comme offrant une base solide pour l'optimisation des investissements requis par l'expansion des systèmes de production d'électricité. A fin juin 1983, l'Agence avait communiqué le programme WASP à 45 pays demandeurs et cinq organisations internationales. A l'heure actuelle ces pays ont utilisé WASP pour quelque 60 études ESEP, et en projettent au moins une trentaine de plus.

Adoption de l'énergie d'origine nucléaire

L'adoption de l'énergie d'origine nucléaire impose toutefois en pratique à l'infrastructure nationale des conditions et des charges qui dépassent celles que comporte la planification du développement général industriel et énergétique. L'AIEA, comprenant que les difficultés qui se présentent dans ce domaine risquent de peser gravement sur le développement du nucléaire, a depuis le milieu des années 1970 élaboré une approche systématique de l'évaluation et du développement des infrastructures comportant les quatre éléments principaux suivants:

- personnel qualifié
- structures d'organisation
- appui industriel
- dimension et structure du réseau électrique.

Un objectif commun du renforcement de ces structures est d'obtenir un niveau qualitatif garantissant un

maximum de sûreté et de fiabilité dans toutes les phases de la réalisation et de l'exploitation d'une centrale.

Personnel qualifié. La technologie nucléaire est d'ordinaire fournie par un pays plus évolué. Pour que le transfert donne de bons résultats, le pays bénéficiaire doit être capable d'absorber la technologie, ce qui exige la présence d'un personnel qualifié.

Dans de nombreux pays en développement, on a souvent surestimé le besoin de personnel scientifique et de chercheurs, et sous-estimé gravement le besoin d'ingénieurs praticiens très expérimentés, de techniciens, et d'ouvriers qualifiés. Dans la plupart des cas, c'est l'embauche d'ingénieurs et de techniciens de tous les niveaux possédant l'expérience pratique nécessaire pour la construction et l'exploitation des centrales qui a présenté le plus de difficultés.

L'assistance de l'Agence commence d'ordinaire par une évaluation des besoins en ce qui concerne la formation du personnel. Cette évaluation passe en revue l'expérience des organisations existantes ainsi que les établissements d'enseignement du pays à tous les niveaux, et tient compte du nombre des diplômés, de leurs disciplines et du niveau de qualification atteint. Pour évaluer les disponibilités et les besoins en matière de formation du personnel, l'Agence a envoyé des missions en République de Corée, en Egypte, en Jamahiriya arabe libyenne, au Mexique, aux Philippines et en Yougoslavie.

A la suite de ces évaluations, des programmes complets concernant la formation du personnel ont été établis avec l'assistance de l'Agence en République de Corée et aux Philippines, ainsi que dans des secteurs déterminés de l'enseignement en Argentine, au Brésil et en Egypte. De plus, d'importants projets du Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD) (figurant au tableau 1) ont été ou sont en train d'être exécutés en Argentine, au Brésil, aux Philippines et en Yougoslavie. Au Brésil, un grand projet représentant une dépense de plus de trois millions de dollars en cinq ans a aidé à former du personnel et à créer un centre d'entraînement sur simulateur. Il est certainement désirable que les programmes de formation du personnel prennent la forme de projets de coopération technique pluriannuels (Yougoslavie) ou de projets du PNUD car ils exigent de la continuité et nécessitent davantage de fonds que ne peut en offrir normalement le programme ordinaire de coopération technique de l'Agence.

La formation de techniciens pour l'énergie d'origine nucléaire reste un problème difficile, qui n'est pas simplement un problème de formation mais aussi de tradition sociale et de reconnaissance de la qualification de technicien. Quelques rares pays, notamment le Brésil, ont abordé méthodiquement ce problème à la faveur d'un projet du PNUD et plus récemment d'un projet du programme ordinaire de l'Agence.

Outre l'assistance directe qu'elle fournit aux Etats Membres, l'Agence aide indirectement la formation de personnel pour l'industrie nucléaire par suite de deux importantes décisions prises il y a quelques années. La première a été le démarrage d'un programme de cours sur l'énergie d'origine nucléaire en 1975. La première

Tableau 1. Projets du PNUD ayant trait à l'énergie d'origine nucléaire 1973-1983

	Dollars	
Argentine	Centre national d'essais non-destructifs et de contrôle de la qualité	1 024 000
	Enseignement du génie nucléaire	2 316 000
Brésil	Qualification et formation du personnel nucléaire	2 671 000
Chili	Soutien au programme d'énergie d'origine nucléaire	998 000
Pérou	Energie d'origine nucléaire (Phases 1 et 2)	3 611 000
Philippines	Etude de faisabilité d'une centrale nucléaire à Luzon	122 000
	Programme philippin de formation du personnel du nucléaire	1 114 000
Roumanie	Création d'un institut de technologie nucléaire	2 075 000
	Assistance aux centrales nucléaires	700 000

série de cours, de caractère général, a porté sur les problèmes de gestion que posent la planification et l'exécution d'un projet de centrale nucléaire. Ces cours ont été organisés pour remédier au défaut d'expérience pratique au niveau des cadres constaté dans les pays en développement, et étaient axés sur le transfert d'expérience. Les cours et conférences ont été faits par des responsables de la planification et des directeurs de projets. La France, la République fédérale d'Allemagne et les Etats-Unis, plus tard rejoints par l'Espagne et l'Argentine, ont offert d'accueillir ces cours. Depuis 1978, les cours généraux sont suivis de cours plus spécialisés sur des sujets tels que l'assurance de la qualité, les instruments et les méthodes de gestion des projets, la commande et l'instrumentation, la gestion du cycle du combustible, et diverses questions relatives à la sûreté. Plus de 450 personnels au total ont suivi les cours généraux et plus de 1000 les cours spécialisés.

La deuxième décision a été celle de rédiger et de publier un guide sur la formation de personnel pour l'industrie nucléaire (Manpower development for nuclear power, TR-200, 1980). Cet ouvrage n'est pas seulement devenu un guide général, abondamment cité, à l'usage des Etats Membres; il sert aussi de manuel pour toutes les évaluations faites par les missions de l'Agence car il traite des besoins de personnel, tant quantitatifs que qualitatifs, d'une façon qui permet de l'adapter à la situation particulière de chaque pays. Il peut donc servir aussi de modèle pour d'autres guides. Les autorités de la République de Corée l'ont fait traduire en coréen pour les besoins de leur pays.

Structures d'organisation. Il n'y a pas de cadre d'organisation unique, conçu pour garantir l'indépendance de la fonction réglementaire, qu'on puisse recommander à l'usage de tous les pays. Les pays en développement ont dans le passé adopté des structures d'organisation différentes, qui ont toutes rendu des services. Dans certains pays, notamment l'Argentine, l'Inde et le

Pakistan, la planification, la construction et l'exploitation des centrales nucléaires ont été assurées par des commissions ou autorités nationales de l'énergie atomique, au sein desquelles l'autorité chargée de la réglementation constitue un service séparé. Dans d'autres pays, par exemple la République de Corée et le Mexique, et dans la plupart des pays industrialisés, c'est le producteur d'électricité qui a été chargé de la planification et de l'exécution des projets, l'autorité réglementaire étant traitée comme un organisme séparé. Au Brésil, on a créé un organisme nouveau pour établir le programme nucléaire, se charger du transfert de technologie, et construire les centrales; l'exploitation est du ressort des producteurs d'électricité et c'est la commission nationale de l'énergie atomique qui assure la réglementation.

Les besoins en matière d'organisation sont exposés en termes généraux dans le Guide sur l'adoption de l'énergie d'origine nucléaire (Guidebook on the introduction of nuclear power, TR-217) publié en 1982 (tableau 2). On a à plusieurs reprises demandé l'aide de l'Agence pour résoudre certaines questions de détail, par exemple pour la gestion et l'exécution des projets et pour l'établissement et l'organisation des programmes d'assurance de la qualité. En 1983 on a, afin de donner des informations d'ordre plus général sur ces questions, fait un cours international sur les instruments et les méthodes de gestion des projets. Ce cours sera répété, et l'on doit publier en 1984 un guide sur ce sujet. Un premier cours national sur la gestion des projets doit être donné en Egypte en 1984. Un programme et l'organisation de l'assurance de la qualité, toujours indispensables tant au stade du projet qu'à celui de l'exploitation, sont aussi normalement exigés par les autorités réglementaires et contrôlés par elles. On s'efforce actuellement de faire mieux comprendre l'importance de l'assurance de la qualité dans l'exécution et l'exploitation des projets, et la responsabilité qui incombe à l'exploitant de la centrale de créer l'organisation nécessaire à cet effet.

Tableau 2. Guides sur l'énergie d'origine nucléaire*Publiés*

Economic evaluation of bids for nuclear power plants (TR-175, 1976, en révision)

Manpower development for nuclear power (TR-200, 1980)

Technical evaluation of bids for nuclear power plants (TR-204, 1981)

Guidebook on the introduction of nuclear power (TR-217, 1982)

Interaction of grid characteristics with design and performance of nuclear power plants (TR-224, 1983)

En préparation

Nuclear power project management (1984)

Expansion planning for electrical generation systems (1984)

Qualification and training of operations personnel (1984)

Electricity grid requirements for nuclear power (1985)

Industrial support for nuclear power (1985)

Nuclear engineering education (1985)

Appui industriel. Un pays qui veut adopter l'énergie d'origine nucléaire doit absolument disposer de compétences en matière de construction et de montage d'installations industrielles ainsi que d'exploitation et d'entretien. L'infrastructure industrielle existante ne fournira généralement pas la technologie ni le savoir faire nécessaires et ne sera pas d'une qualité suffisante pour appuyer un programme nucléaire; l'exigence de haute qualité sera vraisemblablement une exigence nouvelle. Des accords bilatéraux et des contrats de transfert de technologie ont joué un rôle décisif pour l'établissement d'industries d'appui. L'Argentine, le Brésil et la République de Corée offrent l'exemple de pays où la participation à des programmes nucléaires a rendu service aux industries locales en leur faisant adopter des systèmes améliorés d'assurance de la qualité pour leurs produits et des techniques de production plus évoluées.

Il reste toutefois nécessaire d'évaluer avec précaution la possibilité de participation de l'industrie nationale à un projet nucléaire, et d'assigner clairement des priorités aux efforts nécessaires pour accroître cette participation. La première priorité doit être donnée aux industries pouvant produire le matériel nécessaire sans effort supplémentaire ou moyennant un supplément d'effort raisonnable, ainsi qu'au développement de la capacité technique indispensable à une expansion future de la participation. Il importe d'avoir présents à l'esprit non seulement le rapport coût-bénéfice de la création d'une nouvelle capacité industrielle, qui, pour certains des composants principaux, risque d'être faible, mais aussi la dimension du marché futur qui serait assuré à la production nouvelle.

Dans plusieurs cas, l'Agence a donné des conseils sur certains problèmes industriels particuliers, et aidé des établissements de recherche et réalisations, par exemple en ce qui concerne la soudure et le contrôle de la qualité. Un guide sur les besoins en matière d'appui industriel, qui doit paraître en 1985, est en cours de rédaction. L'assistance fournie au moyen de cours et stages de formation ainsi que de missions d'experts détachés sur place auprès de projets nucléaires a surtout porté sur l'établissement des niveaux requis d'assurance de la qualité dans l'industrie.

On prévoit que les avis de l'Agence seront de plus en plus demandés. L'expérience a montré que les difficultés qui surgissent au cours d'un projet découlent souvent de la déficience des programmes d'assurance de la qualité. Celui de l'Agence a été établi au début des années 1970. Le Code et les Guides sur l'assurance de la qualité qui font partie du programme de normes de sûreté nucléaire de l'Agence (programme NUSS) sont pratiquement achevés et il s'agit maintenant d'aider à leur application. 150 ingénieurs ont reçu une formation à l'assurance de la qualité en matière de conception, de construction et d'exploitation. Plusieurs missions de consultation se sont rendues dans des pays en développement et l'on a donné des cours à l'échelon national (en République de Corée en 1980 et 1982, et en Egypte en 1983) afin d'apprendre à des équipes locales les

besoins et les pratiques de l'assurance de la qualité. L'Agence se prépare actuellement à élargir son assistance aux Etats Membres dans ce domaine, avant tout en diffusant des conseils pour l'application sur place du Code et des Guides sur l'assurance de la qualité à la fois au moyen d'une série de manuels et d'une formation locale de personnel d'inspection, et en effectuant sur demande des enquêtes et inspections sur les programmes d'assurance de la qualité.

Dimension et structure du réseau électrique. C'est là, dans de nombreux pays en développement, un obstacle important qui limite l'adoption du nucléaire: le réseau est souvent trop petit et trop fragmenté pour permettre l'adoption des centrales nucléaires relativement grandes qui existent sur le marché. La stabilité et la fiabilité du réseau et l'interaction avec des centrales nucléaires posent aussi des problèmes spécifiques qui ne sont bien compris que depuis peu. Dans les cas graves, le réseau peut imposer à la centrale un cyclage qui en limite la durée de vie dans de bonnes conditions de sûreté.

Un guide de l'Agence sur les problèmes de l'interaction réseau-centrale (TR-224, 1983) a été le premier ouvrage récapitulant les aspects techniques de ce domaine qui peut présenter d'importantes difficultés. On n'a toutefois pas mis au point de méthode normalisée permettant d'évaluer la capacité d'un réseau électrique à accepter une centrale nucléaire, et personne n'a encore demandé l'assistance de l'Agence sur ce point. L'évaluation technique de la capacité d'un réseau à accepter une centrale nucléaire donnée sera une opération très complexe.

On peut citer à ce sujet le cas de l'Inde. La dimension des réseaux de ce pays convenait aux premières centrales nucléaires, mais ils ne répondaient pas aux exigences de fiabilité et ne permettaient pas non plus une utilisation optimale de la centrale. On a obtenu des améliorations sensibles après avoir analysé à fond les interfaces entre les centrales et le réseau, et tenu compte, dans le dispatching central du système, des exigences imposées à la centrale pendant les transitoires du réseau. Il faut s'attendre qu'à l'avenir on demande les conseils de l'Agence sur les améliorations possibles dans de telles situations.

Références

- [1] Bulgarie, Hongrie, Pologne, République démocratique allemande, Roumanie, Tchécoslovaquie, URSS.
- [2] Voir aussi: «Le rôle de l'énergie nucléaire dans l'économie des pays en développement: comment l'Agence peut aider à l'évaluer», Bulletin de l'AIEA, Vol.24, n° 3, septembre 1982, p. 3.
- [3] MAED = Model for Analysis of Energy Demand (Modèle pour l'analyse de la demande d'énergie); WASP = Wien Automatic System Planning (Système automatique de planification de Vienne).
- [4] En cours d'impression.
- [5] A paraître en 1984.
- [6] A paraître en 1984.