

l'atome ouvre de nouveaux horizons

M. Tasaburo Yamada, membre de la Commission japonaise de l'énergie atomique, a fait un exposé aux délégués à la quatorzième Conférence générale sur la contribution croissante que l'énergie atomique apporte à la solution des divers problèmes qu'affronte son pays. Le texte qui suit est une version abrégée de cet exposé.

M. Yamada rappelle d'abord une vérité première, en déclarant que «le développement et l'utilisation de l'énergie atomique ouvriront de nouveaux horizons à l'homme.» Les rayonnements trouvent des applications toujours plus nombreuses et le développement de l'énergie nucléaire électrique progresse tant dans les pays industrialisés que dans les pays en voie de développement.

«En outre, à côté des applications déjà réalisées dans la marine marchande, la chimie radioactive, l'irradiation des denrées, etc., de nouveaux emplois de l'énergie atomique s'annoncent dans le dessalement de l'eau de mer, la production de fer et d'acier et l'industrie chimique», a ajouté l'orateur. Dans l'ensemble de ces activités, il est indispensable de fixer des objectifs à long terme fondés sur une évaluation du développement économique et social, d'établir des programmes à longue échéance pour la formation et la spécialisation du personnel scientifique et pour les réalisations technologiques indispensables à la réalisation des projets — et, à mesure que le programme s'élabore, de modifier ses objectifs afin de faire face aux nouvelles conditions dans le pays et à l'étranger.

M. Yamada,
membre de la Commission de
l'énergie atomique du Japon,
à la tribune lors de la quatorzième
session de la Conférence générale.



Photo: AIEA/Preuschl

Le Japon a entrepris sérieusement d'exploiter l'énergie atomique vers le milieu des années 1950, lorsque fut établie la loi fondamentale sur l'énergie atomique visant à promouvoir le développement et l'utilisation de celle-ci uniquement à des fins pacifiques. Une commission de l'énergie atomique fut créée et chargée de l'exécution du plan national. Le premier programme à long terme fut élaboré en 1961 et révisé en 1967.

Le thème de M. Yamada était «les programmes coordonnés d'énergie atomique», mais, comme il l'a rappelé, chaque pays diffère par ses conditions politiques, économiques, technologiques et géographiques. Il est donc naturel que chaque pays développe l'énergie atomique selon ses besoins propres. «Il n'en reste pas moins que nous devons affronter des nombreux problèmes communs au cours de la mise en valeur de l'énergie atomique», a-t-il ajouté. «De ce point de vue, j'espère que ma conférence n'aura pas été inutile...».

Le programme révisé du Japon fixe les objectifs et les plans à long terme pour l'utilisation de l'énergie nucléaire dans les années à venir. Le budget du gouvernement est établi en fonction de ce programme. «Mais ce programme oriente aussi l'industrie privée, les milieux universitaires et la nation dans son ensemble», a dit M. Yamada. «Le facteur privé s'oriente spontanément vers l'industrialisation de l'énergie atomique, conformément au programme à long terme, et le gouvernement prend les mesures nécessaires pour lui venir en aide.»

Révision des plans

M. Yamada a fait ressortir que le taux de développement économique du Japon au cours de la décennie écoulée a été en moyenne de 12% par an. Cette activité économique ne peut se maintenir que grâce à un approvisionnement stable en énergie à bon marché. La consommation d'énergie au Japon suit une croissance semblable — 11,6% en moyenne par an, entre 1955 et 1967.

«Les prévisions de la demande globale d'énergie, faites en 1967, lors de l'élaboration du programme à long terme actuel de développement et d'utilisation de l'énergie atomique, indiquaient que celle-ci atteindrait 3 400 trillions de kilocalories en 1975 et 5 980 trillions de Kcal en 1985, or, si l'on se fonde sur les prévisions les plus récentes, on peut estimer que cette demande sera de 4 640 trillions de Kcal en 1975,

soit une augmentation de 36%, et de 9 980 à 10 940 trillions de Kcal en 1985, soit une augmentation de 67 à 83%.

«La conséquence directe de l'accroissement de la demande estimative globale d'énergie est un élargissement considérable des possibilités ouvertes à l'énergie atomique. Conformément au programme à long terme actuel, la puissance nucléaire installée serait de 6 000 MW en 1975, et de 30 000 — 40 000 MW en 1985; on s'attend néanmoins à présent que l'augmentation sera considérablement plus rapide, et les prévisions sont de 8 660 MW pour 1975 et de 60 000 MW pour 1985. A la lumière de ces nouvelles estimations, on admet qu'en 1975 l'énergie atomique couvrira 2% des besoins énergétiques globaux et environ 10% en 1985, alors qu'en 1968 la proportion n'était que de 0,1%.

«En outre, le pourcentage d'électricité d'origine nucléaire sera de 8,3% en 1975, et de 33—36% en 1985, alors qu'il n'était que de 0,3% en 1969.»

Comme pour le pétrole, le Japon doit importer de l'étranger la plupart de son combustible nucléaire. «Il y a cependant des avantages relatifs aux stocks en pile et hors pile, et une facilité de transport et de stockage, par rapport au pétrole. On peut s'attendre en outre à une utilisation plus efficace du combustible avec la mise au point de types poussés de réacteurs de puissance, notamment le réacteur surgénérateur rapide qui transforme en plutonium l'uranium 238 contenu dans la plupart des sources d'uranium, créant ainsi une nouvelle source de combustible nucléaire. L'énergie atomique est considérée comme une source d'énergie semi-nationale. De plus, à mesure que les progrès de la recherche et les réalisations rendent l'énergie d'origine nucléaire plus économique que l'énergie produite à partir de sources classiques, le développement de celle-là sera poussé toujours plus loin.»

M. Yamada se rapporte ensuite au sentiment d'inquiétude qui se fait jour dans le public du monde entier devant la pollution de l'air que nous respirons, due peut-être aux centrales électriques du type classique, entre autres. «Je suis certain», a-t-il dit, «que l'introduction des centrales nucléaires sera une mesure très efficace de prévention de la pollution atmosphérique.»

Il rappelle que jusqu'à présent le développement de l'énergie atomique a surtout été étudié du point de vue de la production d'électricité. Cependant, avec l'expérience des utilisations pratiques de l'énergie atomique et la meilleure compréhension de ses avantages économiques ses applications aux industries grandes consommatrices d'énergie ont fait l'objet d'études de rentabilité. La conséquence en est que la demande concernant les applications aux procédés industriels augmente.

«La prévision des besoins énergétiques ne tient pas compte des incidences des innovations techniques futures,» a déclaré M. Yamada. «Aussi, le pourcentage de l'énergie fournie par l'atome devra-t-il croître rapidement.

«L'introduction massive de l'énergie atomique dans les réseaux de production d'électricité et son utilisation dans d'autres domaines ont franchi un nouveau cap. Il devient donc essentiel pour le développement et l'utilisation de l'énergie atomique de mettre au point un cycle du combustible qui permet d'intensifier l'exploitation de l'énergie atomique et d'accélérer les recherches et les réalisations visant aux applications pratiques dans de nouveaux domaines. Je pense que le programme de développement et d'utilisation à long terme devrait être revu en fonction de données plus récentes, compte tenu de nouvelles prévisions de la demande d'énergie en augmentation sur les précédentes, des pro-

grès actuels de la production d'énergie d'origine nucléaire et de la demande dont elle est l'objet dans de nouveaux domaines.»

Le présent, le futur

Le Japon possède actuellement la centrale nucléaire de Tokai, de la filière Magnox, produisant 166 MW et mise en service en 1967, ainsi que la centrale nucléaire de Tsuruga, à eau bouillante, produisant 331 MW et mise en service comme prévu en mars de cette année. M. Yamada déclare que l'on s'attend que la centrale nucléaire de Fukushima, également à eau bouillante, de 460 MW, ainsi que la centrale nucléaire de Mihama, à eau sous pression, de 340 MW, seront mises en service dans les délais prévus, vers la fin de cette année. Sont en outre en construction cinq centrales nucléaires équipées de réacteurs à eau légère, devant produire en tout 3 350 MW.

Avec l'augmentation prévue de la production d'énergie nucléo-électrique — jusqu'à 60 000 MW en 1985 — «la quantité requise d'uranium naturel et le travail de séparation indispensable pour obtenir l'uranium enrichi sont considérables», a-t-il dit. «En conséquence, la mise en service de convertisseurs thermiques poussés et de réacteurs surgénérateurs rapides devient-elle particulièrement souhaitable et leur réalisation fait l'objet d'un projet national.» Les plans actuels prévoient la mise en service des surgénérateurs rapides vers la fin des années 1980. On étudie actuellement un réacteur thermique modéré à l'eau lourde et refroidi à l'eau bouillante, alimenté en uranium naturel, avec recyclage du plutonium produit — filière que l'on espère pouvoir mettre rapidement au point et qui permettra, pense-t-on, de faire un meilleur emploi du combustible nucléaire, et de réduire ainsi les besoins nationaux en uranium enrichi. On prévoit la mise en service de ce réacteur dans la seconde moitié de la décennie en cours.

En cas d'adoption de ces deux types de réacteur par le réseau de production d'énergie, on prévoit que la quantité totale d'uranium naturel requise jusqu'à l'an 2000, qui est de 450 000 tonnes pour la filière à eau légère, pourrait être réduite dans les proportions suivantes: de 20 à 40% pour un réacteur convertisseur poussé, de 30% pour un réacteur surgénérateur rapide, et de 40 à 50% par l'utilisation simultanée de l'un et l'autre. L'incidence de l'emploi du réacteur convertisseur poussé sur les besoins en uranium serait prédominante jusqu'à l'an 2000 environ, date à partir de laquelle c'est le surgénérateur rapide qui l'emporterait. On prévoit que l'utilisation de tels types de réacteurs poussés permettrait de réduire les opérations de séparation nécessaire à l'enrichissement de l'uranium dans la même proportion que les besoins en uranium.

Le problème de l'approvisionnement

Le Japon aurait besoin d'ici 1975 de 18 000 tonnes d'uranium naturel et de 116 000 tonnes d'ici 1985. Or, les réserves actuellement connues de minerais d'uranium au Japon ne sont que de 7 000 tonnes (d'uranium). L'acquisition de l'uranium nécessaire pose donc un grave problème. Pour le résoudre, on combine des contrats d'approvisionnement à long terme et à court terme avec des contrats de prospection, ce qui garantit des approvisionnements stables et durables en provenance de l'étranger. Les compagnies privées d'électricité se sont assurées par des contrats à

long terme la livraison d'environ 32 000 tonnes sous contrats à long terme et d'environ 2 000 tonnes sous contrats à court terme. Quant à la prospection dans les pays étrangers, elle est en cours, en coopération avec des entreprises étrangères. Il reste cependant encore beaucoup d'uranium à trouver pour que l'approvisionnement en soit assuré.

Néanmoins, «vu la considérable augmentation de la demande future d'uranium enrichi, il n'est pas souhaitable, du point de vue de la stabilité de l'approvisionnement, de dépendre entièrement de l'étranger pendant de nombreuses années à venir,» a poursuivi M. Yamada. «Il est nécessaire de mener activement les études et les réalisations en matière d'enrichissement de l'uranium parallèlement au développement des réacteurs thermiques poussés et des réacteurs surgénérateurs rapides, qui ne requièrent pas d'uranium enrichi.»

M. Yamada a fait ressortir que si la technologie de l'enrichissement reste secrète, il n'en est pas moins vrai que dans plusieurs pays on a opéré des enrichissements par le procédé de diffusion en phase gazeuse. «En 1969, nous avons décidé de faire des recherches sur l'enrichissement dans le cadre d'un programme de recherches coordonnées pour l'énergie atomique, en étudiant à la fois le procédé de diffusion en phase gazeuse et le procédé par centrifugation et en s'efforçant de résoudre certains problèmes technologiques au cours des 12 ou 24 mois suivants. Lorsque l'enrichissement de l'uranium sera effectué industriellement, dans l'avenir, le problème se posera de savoir si la taille des usines devra être limitée, pour ne couvrir qu'une partie des besoins nationaux en uranium enrichi, ou assez grande pour couvrir la totalité, ou encore s'il convient d'envisager la possibilité de livrer de l'uranium enrichi à l'étranger.»

Solution du problème des déchets

Un deuxième élément du cycle du combustible auquel le Japon attache de l'importance depuis quelques années est le traitement chimique des combustibles irradiés, qui nécessite la construction d'une usine «afin de faire face à l'utilisation croissante de l'énergie atomique. La construction de l'usine No 1, d'une capacité annuelle de 210 tonnes, sera entreprise cette année par la société Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation, la mise en service étant prévue vers 1973,» a-t-il précisé. «Conformément aux prévisions de développement de l'énergie atomique dont mention a été faite plus haut, la quantité de combustible irradié atteindra 660 tonnes en 1980 et 1 500 tonnes en 1985. Il en découle qu'il sera nécessaire de construire une deuxième usine dès la mise en service de l'usine No 1...»

«Vu l'exiguïté territoriale du Japon et la densité de sa population, les problèmes de l'environnement se posent avec acuité lors du choix du procédé de traitement du combustible irradié. On comprend donc la nécessité de bien étudier le procédé par voie sèche, qui permettrait de réduire la quantité de déchets liquides.

Comme tous les pays dotés de programmes nucléaires en expansion, le Japon doit résoudre le problème de l'évacuation des déchets. M. Yamada a décrit l'importance que revêt ce problème dans son pays. «Si l'on se base sur les perspectives de développement de la production d'énergie nucléo-électrique au Japon, les déchets de faible et moyenne activité, liquides ou solides, des centrales nucléaires s'élèveront en 1980 à 5 000 mètres cubes, représentant 28 kilocuries de radioactivité. La

radioactivité associée à l'usine de traitement s'élèvera à 3 000 mètres cubes de déchets liquides et solides d'activité moyenne, représentant 1 kilocurie, et à 700 mètres cubes de déchets d'activité haute ou très haute, représentant 270 000 kilocuries.

«Le choix des méthodes de traitement et d'évacuation de tels volumes de déchets radioactifs est une question très importante. Nous avons commencé l'étude du problème de la manipulation et de l'évacuation des déchets, et poursuivons la mise au point de techniques permettant d'y faire face.»

M. Yamada a rappelé que l'évacuation des déchets d'activité faible et moyenne dans les grands fonds océaniques devra être examinée à l'échelon international, en relation avec la conservation du milieu marin et avec le développement et l'utilisation des ressources marines dans l'avenir. Pour ce qui est du stockage des déchets de haute activité, il est indispensable d'établir un système satisfaisant de traitement et de stockage pour des périodes excédant mille ans.

Encouragement de l'industrie nationale

«Notre industrie de construction nucléaire est loin derrière celle de pays comme les Etats-Unis et le Royaume-Uni, du fait que nous nous sommes lancés plus tard dans l'exploitation de l'énergie atomique», a admis M. Yamada. «Notre gouvernement se doit par conséquent de séconder les efforts des entreprises qui se livrent elles-mêmes à des travaux de recherche et de mise au point sur les réacteurs de puissance ou bien introduisent des techniques de fabrication importées de l'étranger en vue d'accélérer leur production japonaise ... Cinq groupes industriels nucléaires exercent des activités dans notre pays; ils comportent des fabricants de combustibles nucléaires, d'instruments, et de matériaux, des entreprises et banques d'affaires, et possèdent chacun comme noyau des usines de construction électrique. Les fabricants de produits électriques ou de combustible nucléaire importent la technique requise de l'étranger, et coopèrent dans le domaine de la recherche et des réalisations, tout en coordonnant leurs activités en vue de promouvoir l'industrie nucléaire au Japon.

«Afin d'encourager la création d'une industrie nucléaire vigoureuse et d'améliorer l'infrastructure technique des entreprises privées, nous avons pris quelques mesures financières et fiscales, touchant aux activités de ces dernières, et nous divulguons les résultats des recherches effectuées dans les établissements de l'Etat.

M. Yamada a fait observer que des pays techniquement avancés comme les Etats-Unis et le Royaume-Uni ont fait un énorme travail de recherche et de mise au point sur l'utilisation de l'énergie nucléaire à des fins militaires, et ont été en mesure d'employer à des fins pacifiques certains des résultats de leurs travaux. «Un tel transfert ne peut naturellement pas s'opérer dans notre cas. Les conditions requises pour la fabrication locale de réacteurs de puissance ont été créées par les entreprises privées, avec l'aide des mesures d'encouragement prises par l'Etat.»

Au début, l'entrepreneur principal a toujours été un fabricant étranger, les fabricants japonais se limitant au rôle de sous-traitants. Actuellement, trois fabricants japonais sont à même d'être entrepreneurs principaux pour les réacteurs à eau légère. Ainsi, le pourcentage des équipements

localement produits utilisés dans l'installation des réacteurs de puissance s'élève dans certains cas à 90%.

La construction d'une fabrique de combustible nucléaire a été achevée cette année, grâce à l'effort conjoint d'entreprises privées, étrangères et japonaises. De plus, grâce à l'adoption de techniques étrangères, deux nouvelles fabriques de combustible sont en construction. «Notre capacité de fabrication locale de combustible nucléaire se développe... Notre industrie nucléaire est actuellement capable de produire elle-même la plupart des composants des réacteurs nucléaires, tout en dépendant encore de l'étranger pour certains types de composants. D'autre part, le Japon est même en mesure d'exporter des composants, notamment des caissons étanches. Nous étudions actuellement les moyens qui devront nous permettre d'entrer en concurrence avec les industries nucléaires de pays comme les Etats-Unis et le Royaume-Uni, qui ont une grande expérience de la construction des centrales nucléaires, et cherchons à développer parallèlement l'industrie d'exportation.»

Choix des sites et sûreté

«Notre gouvernement a déclaré dans le programme à long terme qu'il cherchera à promouvoir l'établissement de normes de sûreté, la recherche sur la sûreté et des études sur le choix de sites pour les centrales nucléaires, ainsi que la mise en oeuvre de règlements raisonnables permettant d'arrêter des mesures appropriées qui garantissent la sûreté d'exploitation des centrales nucléaires,» a dit M. Yamada. Des principes directeurs ont été rédigés pour l'évaluation des sites pour réacteurs nucléaires d'au moins 10 MW(th), et pour l'examen des aspects des plans des installations nucléaires relatifs à la sûreté.

Conformément à ces principes directeurs, «nos réacteurs nucléaires ont été implantés sur des sites éloignés des centres consommateurs d'électricité, au bord de la mer et sur des sols fermes et solides vu la fréquence des séismes sans notre pays¹⁾. Les estimations de la superficie des sites des centrales nucléaires, qui seront construites d'ici 1985 et totaliseront une puissance installée de 60 000 MW, donnent un chiffre d'environ 42 kilomètres carrés. Le choix de sites d'une telle importance dans un pays comme le nôtre, au territoire exigu et densément peuplé, aux côtes et eaux côtières intensément exploitées, devient un problème difficile. En plus des difficultés dues aux conditions naturelles interviennent des facteurs sociaux, comme le malaise ressenti par le peuple japonais envers tout ce qui concerne l'énergie atomique et la réticence des pêcheurs, qui craignent une réduction des lieux de pêche par la pollution thermique et radioactive due aux centrales nucléaires... La tendance est au groupement de plusieurs réacteurs sur un seul site, ou dans seule zone, et il existe déjà un plan de construction de plusieurs réacteurs, totalisant 8 000 MW, sur un seul site.

«Nous devons donc trouver de nouveaux sites, plus grands encore, convenant à l'implantation de centrales nucléaires, et intensifier les études et réalisations technologiques en vue de l'utilisation de sites au large, de sites souterrains, etc. En outre, il faut rendre le choix des sites plus facile en améliorant la sûreté et les techniques de protection.

1) Un article examinant quelques aspects de l'évaluation des sites pour réacteurs, dans lequel les travaux effectués au Japon sont passés en revue — a été publié dans ce Bulletin, vol. 12, N° 4.

Coopération

«Dans un pays au territoire intensivement utilisé, comme le nôtre, l'harmonisation des installations nucléaires et du milieu prend une importance particulière. Il est essentiel de prévenir la radioexposition de la population de la région. Il faut donc appliquer des normes scientifiques de sûreté et surmonter la grande méfiance des habitants. La radioactivité aux alentours des centrales nucléaires est évaluée et examinée avec la participation des représentants de la région intéressée, et les résultats de l'étude sont publiés. Cette façon de procéder est devenue pratique normale.

«Nous avons également mené à bien des recherches approfondies sur le comportement des matières radioactives dans la mer et sur leur incidence sur la vie marine; ces recherches ont également porté sur la zone de Tokai-mura où l'on compte construire une usine de traitement de combustibles irradiés, toutes dispositions étant prises pour garantir la sûreté. En outre, la pêche en eau douce étant très développée au Japon, la nécessité de coordonner le rejet de la chaleur résiduelle des centrales nucléaires avec les conditions du milieu est prise en considération et une étude visant à utiliser cette chaleur pour la pisciculture est en cours. De nombreuses études sont faites dans notre pays en vue d'augmenter le nombre de sites, d'améliorer les dispositifs de sûreté et d'assurer l'intégrité du milieu; nous estimons cependant que nous devons encore redoubler d'efforts. Les problèmes étudiés sont communs à tous les Etats nucléaires et ne varient que par leur taille ou leur intensité. Aussi pensons-nous qu'il serait souhaitable d'établir un système international de coopération.»

La coopération est un thème sur lequel M. Yamada est constamment revenu, soulignant le besoin d'un travail individuel à l'intérieur du cadre international. Comme il l'a dit lui-même, «ne dépendre que de la technologie importée pourrait compromettre à la longue l'élaboration de solutions originales et l'évolution de notre technologie de l'exploitation de l'énergie atomique. En outre, l'adoption de l'énergie atomique peut contribuer dans de nombreux domaines, à élever le niveau de la science et de la technique, à renforcer l'infrastructure industrielle et à organiser une industrie moderne et vigoureuse. En deux mots, l'idée forte du programme à long terme est d'assurer autant que possible un développement indépendant et original.»

Cela n'exclut évidemment pas la coopération internationale dans le domaines des études et des réalisations. Le programme japonais à long terme, affirme le Japon, s'efforcera d'intensifier encore la recherche fondamentale, tout en la coordonnant dans chaque domaine avec l'effort continu de recherche appliquée. Les études et réalisations concernant l'énergie atomique couvrent plusieurs domaines des sciences et des techniques, jouent un rôle de premier plan dans leur développement et exercent une grande influence sur l'industrie et l'économie; ces travaux exigent de gros investissements à long terme. De ce point de vue, le rôle joué par l'Etat est considérable, et les investissements devraient provenir le plus possible de sources nationales.»

Le plan

M. Yamada a expliqué que les sujets particulièrement importants, urgents et avantageux pour le pays, qui exigent l'établissement de pro-

grammes nationaux systématiques et énergiques et de grands investissements, la coopération de divers secteurs et un effort d'étude et de réalisation à long terme, sont choisis comme «Projets spéciaux d'études et réalisations dans le domaine de l'énergie atomique (projets nationaux)». Les objectifs et la durée de tels projets sont spécifiés par les autorités nationales. Une fois arrêtés, les projets sont menés à bien avec la plus grande efficacité, chaque organisation coopérant à l'accomplissement de la tâche qui lui revient, rationalisant le cas échéant les opérations et les menant à bien conformément au plan général. Actuellement, le Japon poursuit des projets nationaux comme le réacteur surgénérateur rapide et le réacteur thermique poussé (ATR), ainsi qu'un projet de construction du premier navire japonais à propulsion nucléaire, grâce à la coopération entre le Gouvernement et des entreprises privées, avec l'apport de capitaux privés.

Pour ce qui est des réacteurs convertisseurs poussés, «nous avons décidé, pour accélérer leur mise en service pratique, d'importer de l'étranger la technologie au stade du réacteur expérimental et de commencer la construction d'un réacteur prototype d'une puissance d'environ 200 MW(e). Les travaux commenceront pendant l'exercice en cours et l'on pense que le réacteur divergera en 1974. A la suite de l'évaluation de ce projet, on est parvenu à la conclusion que le coût de l'énergie produite par la filière ATR devrait être égal ou même inférieur à celui de l'énergie produite par le réacteur à eau légère, que le choix du réacteur ATR au lieu du réacteur à eau lourde construit à l'étranger est pertinent, que la réalisation de l'ATR est d'une grande importance pour notre effort en vue d'obtenir une source stable d'énergie, qu'il n'y a pas de difficultés technologiques sérieuses associées au projet de réalisation de réacteurs nucléaires par la Power Reactor and Nuclear Fuel Corporation, et que la réalisation autonome du réacteur ATR contribuera à nous rendre indépendants de la technologie étrangère.»

«En ce qui concerne le réacteur surgénérateur rapide, il a été décidé d'entreprendre la construction d'un réacteur expérimental d'une puissance initiale de 50 MW(th) (avec un objectif de 100 MW), la divergence étant prévue pour la fin de 1973. Pour ce qui est du réacteur prototype, un projet de 300 MW est en cours de réalisation et la divergence est prévue pour 1977.»

Des navires à propulsion nucléaire et recherche sur la fusion

Le Japon a aussi entrepris la construction de son premier navire à propulsion nucléaire, qui sera un cargo spécial jaugeant 8 350 tonnes brutes, «afin d'aborder l'ère des navires marchands de l'avenir et d'acquérir l'expérience de la construction et de l'exploitation des navires nucléaires, le Japon étant un des premiers pays du monde dans le domaine de la construction navale et du transport maritime.»

M. Yamada a déclaré aux délégués de la Conférence générale que ce premier navire a été lancé en 1969. La construction de la coque est achevée et le réacteur est en voie de montage. «Nous espérons que le deuxième navire sera construit et exploité par le secteur privé; pour sa part, le gouvernement prendra les mesures nécessaires pour favoriser l'entreprise,» a-t-il dit. «Néanmoins, l'économie des navires à propulsion nucléaire n'étant pas encore bien connue, nous étudierons d'une manière plus approfondie le projet de construction d'un deuxième navire à la lumière des résultats des travaux actuels sur les réacteurs marins, de la performance du premier navire, des tendances qui s'exprimeront dans

les milieux du transport maritime au Japon et à l'étranger, et des progrès des réacteurs marins à l'étranger. Pour que le navire nucléaire puisse être réellement utilisé, nous devons avoir la certitude qu'il pourra faire escale dans tous les ports et bénéficier de la liberté de navigation selon un code essentiellement semblable à celui qui est appliqué aux navires du type classique. De nombreux et difficiles problèmes restent à résoudre et il est impossible de donner une telle assurance à l'heure actuelle; aussi pensons-nous qu'on devrait s'efforcer de résoudre ces problèmes tant sur le plan national que sur le plan international.»

«Ces projets nationaux, qui sont les premiers grands projets d'études et réalisations au Japon, progressent à mesure que nous trouvons la solution des diverses difficultés rencontrées. De ces projets, nous attendons non seulement des résultats directs mais également des avantages indirects, tels que l'élargissement de la technologie et l'expérience de la gestion et de la mise en oeuvre des projets.»

Les sujets de recherche dont on attend de grands avantages et les sujets de mise en oeuvre pouvant donner un nouvel élan aux études et réalisations dans le domaine de l'énergie atomique au Japon, sont choisis dans le cadre d'un «Programme de recherches coordonnées sur l'énergie atomique,» a dit M. Yamada. Ces projets sont lancés en collaboration par des organismes gouvernementaux d'études et réalisations, chacun ayant une tâche clairement définie, conformément au programme du gouvernement, qui joue un rôle de coordination. Les recherches actuelles portent sur l'enrichissement de l'uranium, la fusion nucléaire et l'application de l'énergie atomique à l'irradiation industrielle des denrées.

Les travaux sur la fusion nucléaire ont été inscrits au programme de recherches coordonnées pour l'énergie atomique en 1968, et ils visent à réaliser la fusion nucléaire et à construire des réacteurs à fusion; un plan fondamental d'études et réalisations a été élaboré. Ce dernier comporte une première tranche de six ans commençant avec l'exercice 1969, puis la phase principale — le projet Torus. L'Institut japonais de recherches sur l'énergie atomique (JAERI) a achevé en 1969 la construction d'un tore à facteur bêta faible et à symétrie axiale, et étudie actuellement les plans d'une machine à facteur bêta moyen, du type Tokamak.

M. Yamada rappelle que le Japon a signé en février de cette année le Traité sur la non-prolifération des armes nucléaires. «En nous inspirant de l'idée que les modalités d'application des garanties par l'AIEA en exécution du Traité devraient être aussi simples que possible, des études dans le domaine des garanties sont menées activement, et nous pensons que la coopération internationale dans ce domaine devrait être accrue».

«En outre, nombre de problèmes restent à résoudre avant que soit réalisée l'utilisation de l'énergie nucléaire à fins multiples — par exemple en sidérurgie, dans l'industrie chimique, pour le dessalement de l'eau de mer, l'établissement de systèmes intégrés de climatisation des zones urbaines, et la nucléarisation des industries grandes consommatrices d'énergie ... Nous sommes en train d'examiner la possibilité technique de réalisation d'un réacteur à haute température refroidi par un gaz, dont le fluide caloporteur serait à des températures directement utilisables en sidérurgie, et nous étudions les problèmes techniques de ce projet et leurs solutions.»

«Le programme à long terme définit les rôles des universités, de JAERI, PNC, JNSDA, IPCR, NIRS et d'autres laboratoires de recherche nationaux ou publics, et fait appel aux entreprises privées pour qu'elles

procèdent à l'industrialisation de la technologie ayant atteint le stade de l'application pratique et en étudient les améliorations possibles; il les incite également à participer d'une manière positive aux projets nationaux et au Programme coordonné de recherches sur l'énergie atomique, et à prendre les mesures qui s'imposent pour mettre en place et améliorer leur propre infrastructure technologique.

Maintenant que la production massive d'énergie d'origine nucléaire est devenue une quasi-certitude, et qu'augmente la demande pour les applications des procédés atomiques dans les industries grandes consommatrices d'énergie à base de réacteurs à haute température refroidis par un gaz, sans oublier l'énergie nucléoélectrique et les navires à propulsion nucléaire, on pense que le moment est venu de revoir le programme à long terme actuel; il faut pour cela prévoir l'évolution de l'utilisation de l'énergie atomique jusque vers 1990, dégager les nouveaux et importants problèmes à étudier et élaborer les mesures permettant d'en trouver la solution dans le cadre du programme.»