

LES NAVIRES NUCLEAIRES ET LEUR SECURITE

Les navires à propulsion nucléaire n'appartiennent plus au domaine du rêve. Il est maintenant établi qu'ils sont techniquement réalisables et plusieurs projets prennent rapidement corps. Les progrès qui seront probablement accomplis au cours des années à venir auront de profondes répercussions sur les aspects économiques et technologiques de la navigation marchande et poseront certains problèmes spécifiques en matière de sécurité.

Il ne suffit pas de chercher des solutions à ces problèmes au niveau d'un groupe de techniciens ou d'industriels ni même sur le plan national; il est indispensable que l'ensemble de la question fasse l'objet d'un examen détaillé sur le plan international le plus vaste possible. De par sa nature même, la navigation est une activité internationale et les risques qu'elle comporte sont rarement limités à un seul pays ou même à une région. Cela est particulièrement vrai pour la navigation à propulsion nucléaire, en raison des risques inhérents à toutes les opérations nucléaires, quelles qu'elles soient.

Plusieurs aspects de la propulsion nucléaire des navires, notamment les questions de sécurité, ont été examinés à un colloque international qui s'est tenu à Taormina (Italie) du 14 au 18 novembre 1960. Environ 175 hommes de science, administrateurs et juristes représentant 19 pays et six organisations internationales ont participé à cette réunion, organisée par l'Agence internationale de l'énergie atomique en coopération avec l'Organisation intergouvernementale consultative de la navigation maritime (IMCO). Ils ont présenté et examiné une quarantaine de communications portant sur différents sujets répartis entre les rubriques suivantes : propulsion nucléaire des navires : aspects économiques - activité nationale; sécurité dans la propulsion nucléaire des navires : problèmes internationaux - aspects généraux; projets de navires nucléaires du point de vue de la sécurité; réacteurs marins; mouvements de la mer et leurs effets sur la coque des navires; entretien et ravitaillement en combustible; sécurité d'exploitation des navires nucléaires.

M. de Laboulaye, Directeur général adjoint chargé des opérations techniques de l'Agence, a fait ressortir que le premier navire nucléaire à usage civil - le brise-glace soviétique Lénine - était déjà entré en service, que le premier navire nucléaire marchand - le Savannah - avait été lancé quelques mois auparavant et que plusieurs prototypes viendraient probablement se joindre bientôt à ces deux navires nucléaires. Même si les navires

nucléaires qui sillonneront effectivement la mer dans quelques années doivent être très peu nombreux, leur exploitation posera plusieurs problèmes qui exigent une réponse immédiate. Parmi ceux qui ont été évoqués à Taormina, il convient de mentionner l'exploitation sans danger des réacteurs sur les navires, notamment compte tenu des mouvements de ces derniers, la manipulation des combustibles nucléaires fortement radioactifs, l'entreposage et l'élimination des déchets radioactifs en cours de navigation et la contamination radioactive possible des eaux de mer et des estuaires en cas d'accident. M. de Laboulaye a exprimé l'espoir que ce colloque permettrait "d'établir certains critères relatifs à la sécurité des navires nucléaires tant au stade de leur construction qu'après leur mise en service".

Au cours d'un autre exposé qui a été également fait à la séance d'ouverture, M. Focaccia (Italie), Vice-Président du Comité national pour l'énergie nucléaire, a demandé que de plus grands efforts soient déployés en vue de permettre à la propulsion nucléaire d'affronter la concurrence des modes de propulsion classiques, malgré les difficultés auxquelles se heurte toujours la mise en oeuvre d'une technique nouvelle à toutes ses phases expérimentales. Il a souligné les avantages spécifiques des navires nucléaires, tels que leur grand rayon d'action et leur vitesse de croisière élevée.

Considérations économiques

La rapidité de l'essor que prendra la propulsion nucléaire des navires dépendra naturellement dans une large mesure de ses aspects économiques. Cependant, on a fait valoir à Taormina que, faute d'expérience en matière d'exploitation de tels navires, le calcul des facteurs économiques aura nécessairement un caractère théorique et estimatif. Plusieurs études de ce genre ont été faites, mais il est douteux qu'elles puissent contribuer à une meilleure compréhension de la situation actuelle ou des problèmes qui restent à résoudre. Il est vrai que l'on dispose de certaines données sur l'exploitation de réacteurs terrestres; il est vrai aussi que la mise au point de réacteurs peu coûteux permettra à la propulsion nucléaire de mieux affronter la concurrence. Mais comme l'a précisé E. Norton (Royaume-Uni) dans un mémoire sur les aspects économiques de la question, les problèmes à résoudre ne se limitent pas à ceux que pose la construction d'un réacteur approprié et peu coûteux. Ce point a été également mis en évidence par J.J. Zamparo (Italie) qui a déclaré : "La simple substitution d'un réacteur de puissance à la chaudière classique ne pourra jamais se solder par un

avantage financier pour la propulsion nucléaire. Un progrès économique ne sera réalisé que le jour où des génératrices nucléaires seront installées sur des navires spécialement adaptés aux caractéristiques du réacteur considéré."

M. Zamparo a présenté une étude comparative des diverses estimations du coût des navires classiques et des navires nucléaires. Se référant aux estimations publiées pour les pétroliers nucléaires, il a déclaré : "La différence entre le coût de la propulsion classique et celui de la propulsion nucléaire a pu être sensiblement réduite par l'emploi d'un système de propulsion doté d'un réacteur à eau bouillante et circulation naturelle, fonctionnant en cycle direct." Parlant des estimations actuelles en général, il a souligné que "les réacteurs marins de puissance comportent à présent une marge de sécurité considérable"; le prix de revient voulu ne sera atteint que "lorsqu'on aura construit plusieurs génératrices identiques de manière à pouvoir diminuer la marge de sécurité et réduire les frais de construction par la production de nombreuses unités".



Le brise-glace soviétique «LENINE»

Ce qui importe donc avant tout, c'est d'acquiescer l'expérience nécessaire dans l'étude, la construction et l'exploitation de navires nucléaires. Pour y parvenir, il faudra plusieurs années, des capitaux et des efforts coordonnés; cependant, un programme rationnel de réalisations pratiques en matière de construction et d'exploitation de navires nucléaires est tout aussi impératif que les recherches et mises au point destinées à réduire le coût des réacteurs. Il se peut qu'aux premiers stades une certaine participation gouvernementale soit indispensable en raison de l'importance des investissements requis; toutefois, on a fait ressortir au cours du colloque que tous les grands progrès techniques s'accompagnent d'une réduction progressive des prix de revient et que rien ne permet de penser qu'il n'en sera pas de même en ce qui concerne la technologie des réacteurs marins.

Programmes nationaux

Il est encourageant de constater que plusieurs projets qui sont exécutés dans différents pays tiennent compte de ce besoin d'expérience pratique. Si certains ne prévoient que des études techniques préliminaires, d'autres comportent des recherches et mises au point plus avancées.

L'Agence européenne pour l'énergie nucléaire (ENEA) de l'Organisation européenne de coopération économique (OECE) a récemment effectué une étude sur les activités des pays d'Europe occidentale en matière de propulsion nucléaire des navires, dont les résultats ont été brièvement exposés par L.W. Boxer de l'OECE. En voici quelques points essentiels :

Allemagne - Plusieurs études sont actuellement effectuées par des compagnies allemandes avec l'appui du Ministère fédéral de l'énergie atomique. Une société mixte germano-américaine, "Interatom", procède à l'étude d'un réacteur marin à ralentisseur organique. Un programme de recherche et de mise au point est également en voie de réalisation; la décision au sujet de la construction du premier navire nucléaire allemand sera prise en tenant compte des résultats de ce programme.

Belgique - Trente sociétés financent conjointement l'étude d'un réacteur à eau bouillante à haute pression, pouvant être utilisé soit pour la navigation en mer soit dans une installation terrestre. Un autre groupe de travail s'efforce de déterminer quel type de navire pourrait être équipé avec un réacteur de ce genre.

Danemark - "Danatom", constitué par un groupe d'entreprises danoises qui s'intéressent aux applications de l'énergie atomique, a terminé une étude comparative sur les aspects économiques et la technologie d'un mode de propulsion avec réacteur à eau bouillante sous pression et de deux systèmes classiques, pour un pétrolier d'un tonnage et d'une puissance donnés.

France - Parmi les trois propositions reçues à la suite d'un concours, le Commissariat à l'énergie atomique a choisi un système équipé d'un réacteur à uranium enrichi, ralenti au graphite et refroidi par un gaz, afin d'entreprendre un programme de recherche et de mises au point. L'étude d'un prototype de réacteur terrestre ayant les mêmes caractéristiques est déjà fort avancée.

Italie - Un programme commun de recherche et de mise au point, entrepris par Fiat et Ansaldo, vise à élaborer différentes méthodes permettant d'utiliser sur des navires marchands des réacteurs refroidis et ralentis à l'eau légère.

Norvège - Une association d'armateurs norvégiens (Rederiatom) a financé l'étude d'un réacteur à eau légère bouillante, destiné à un pétrolier. L'Institut norvégien de l'énergie atomique (Norwegian Institutt for Atomenergi) a l'intention de prendre cette étude comme base de son propre programme de recherches et de mises au point.

Pays-Bas - Les premières études sur la propulsion nucléaire ont été faites par des entreprises industrielles. A l'heure actuelle, on envisage un programme commun de recherche et de mise au point, d'une durée de trois ans, qui serait exécuté sous les auspices du Centre nucléaire néerlandais (Reactor Centrum Nederland), de sociétés privées et des universités. Il portera principalement sur les réacteurs à eau sous pression.

Royaume-Uni - De nombreuses études ont été effectuées par des organisations bénéficiant de subventions gouvernementales et par l'industrie privée. Hormis les types de réacteur dont il est actuellement admis qu'ils conviennent à la propulsion nucléaire, on a examiné un nouveau modèle, celui d'un réacteur utilisant l'eau lourde comme ralentisseur et la vapeur comme fluide de refroidissement. Le Ministère des transports a invité les établissements industriels intéressés à soumettre des offres en vue de la construction de groupes de propulsion nucléaire équipés de réacteurs à ralentisseur organique ou de réacteurs à eau légère bouillante fonctionnant en cycle indirect.

Suède - On a étudié plusieurs modèles de réacteur en vue de déterminer s'ils peuvent être utilisés pour la propulsion nucléaire, notamment un réacteur refroidi par un gaz à haute température et un réacteur à eau bouillante. Cependant, aucun programme de recherche et de mise au point n'a encore été entrepris.

Les études et recherches effectuées au Japon ont fait l'objet de communications présentées par des spécialistes japonais. M. Yamagata, de l'Association japonaise pour la recherche sur la propulsion nucléaire des navires, a déclaré que le gouvernement et des organisations privées poursuivaient activement des études préliminaires. En outre, il a fait savoir que l'Institut japonais de recherche sur l'énergie atomique avait passé un contrat avec la Compagnie générale d'électricité pour la construction, à des fins de démonstrations, d'un réacteur à eau bouillante de 10 MW.

Le Savannah

La construction aux Etats-Unis du premier navire marchand nucléaire, le Savannah, a naturellement retenu l'attention du colloque; plusieurs mémoires ont traité des différents aspects du projet.

M. Ford (Etats-Unis) a dit que le navire était au stade des mises au point, étant donné que les essais avaient commencé en mai 1960. Ces essais comprennent six phases : i) essais des éléments constitutifs pour déterminer si les machines, les installations et les instruments sont satisfaisants; ii) essai du réacteur et de ses éléments dans des conditions de fonctionnement simulées avant le chargement du combustible; iii) chargement effectif du combustible et mesure des caractéristiques physiques à puissance nulle; iv) fonctionnement de la génératrice nucléaire en bassin (la production

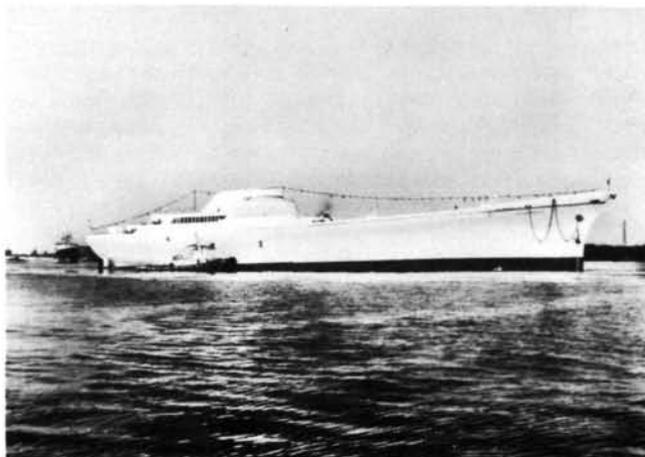
d'énergie étant portée progressivement jusqu'à 40 % de la puissance nominale); v) essais en mer : endurance, génératrices de secours, diverses vitesses, manoeuvrabilité et machines; vi) essais en mer, plus longs et plus rigoureux que les premiers : endurance, comportement du coeur du réacteur, évaluation des méthodes d'entretien et d'exploitation et entraînement de l'équipage.

L'auteur a souligné qu'aucun travail de recherche et de mise au point, au sens habituel de ce terme, ne permettrait d'éviter les difficultés et les dépenses que comporte la construction du premier navire nucléaire, dont les essais doivent en fait être considérés comme faisant partie intégrante du programme de développement. Ce n'est qu'après avoir annulé les dépenses initiales de capital qu'un pays peut envisager de construire des navires nucléaires qui soient réellement à même de soutenir la concurrence des navires classiques.

Le problème du coût initial a été également évoqué dans un mémoire portant sur l'étude effectuée par l'ENEA; L. W. Boxer, qui l'a présenté, a suggéré qu'il serait peut-être utile de lancer un projet multinational pour réduire les frais imputables à chaque pays. En ce qui concerne l'ENEA, un projet de ce genre doit être financé par ses Etats Membres maritimes; il serait analogue aux autres projets multinationaux de l'ENEA, tel le projet "Dragon". La construction d'un navire nucléaire européen faciliterait aussi l'établissement d'une politique commune en ce qui concerne l'admission de ces navires dans les ports d'Europe.

Les mémoires consacrés au "Savannah" ont souligné l'importance attachée aux questions de sécurité. C. K. Beck (Etats-Unis) a montré qu'en raison de ses qualités intrinsèques, le réacteur à eau sous pression qui a été choisi est le plus stable et le plus sûr d'après l'expérience des Etats-Unis. Le système de contrôle a été conçu pour assurer le maximum de sécurité; on a prévu des sources d'énergie supplémentaires et de secours. Tous les déchets radioactifs provenant du réacteur seront

Le cargo mixte américain «SAVANNAH»



isolés; aucune évacuation n'aura lieu en service normal du navire. Les constructeurs ont prévu un système étendu de surveillance dosimétrique et le cœur du réacteur a été enfermé dans des enceintes à double paroi. Le navire est doté d'un dispositif spécial contre les collisions. En fournissant d'autres précisions, M. Beck a déclaré que la même prudence a été observée pour tous les travaux de construction et pour l'élaboration des règles d'exploitation.

Au sujet du chargement du combustible et de l'élimination des déchets du "Savannah", D. F. Bollender (Etats-Unis) a souligné que le cœur du réacteur avait été conçu pour une vie de trois ans et demi, mais qu'il était prévu de le changer après 18 mois afin d'acquérir de l'expérience. Le rechargement du combustible pose des problèmes techniques délicats; par exemple, une opération consiste à enlever la calotte du réacteur et le mécanisme des barres de contrôle, soit un poids total de 75 tonnes. Tous les déchets liquides et solides seront isolés jusqu'au retour du navire dans son port d'attache, où ils seront transbordés dans une péniche spécialement construite et aménagée à cet effet. Les déchets liquides seront traités à bord de la péniche; les déchets solides seront enfermés dans un réservoir pour combustible usé et envoyés ensuite à des usines de traitement aux fins d'élimination.

C. P. Murphy (Etats-Unis) a déclaré que le "Savannah" pouvait se conformer à toutes les dispositions de la Convention sur la sauvegarde de la vie humaine en mer, qui a été révisée à Londres en mai 1960 et contient à présent un chapitre consacré aux navires nucléaires. Cependant, toutes les fois que le "Savannah" sollicitera le droit d'entrer dans un port, un dossier de sécurité très détaillé sera remis aux autorités compétentes pour leur permettre de procéder à une évaluation indépendante. Parfois, ces autorités devront demander des avis à divers experts appartenant à des sociétés de classification des navires. M. Murphy a suggéré que toutes les décisions soient régulièrement communiquées à l'AIEA et à l'IMCO pour leur permettre d'établir un registre international qui serait tenu à la disposition de toutes les autorités intéressées.

Sécurité des réacteurs

Le colloque a examiné plusieurs types de réacteurs pouvant être utilisés pour la propulsion des navires, notamment du point de vue de leur sécurité.

L'étude de Fiat-Ansaldo pour la construction d'un navire nucléaire a fait l'objet d'un mémoire présenté par L. Chinaglia (Italie). Le réacteur choisi pour ce projet est du type à circulation d'eau en circuit fermé, d'une puissance nominale de 75 MW. Sa mise au point a déjà fait de grands progrès, mais il est possible de le perfectionner; le réacteur offre une sécurité et une régularité de fonctionnement éprouvées. L'étude de son utilisation éventuelle

sur un navire nucléaire a été entreprise en 1957 par Fiat, et peu après Ansaldo est venu participer à ce projet. M. Chinaglia a déclaré que l'expérience du "Savannah" permettrait probablement d'apporter des améliorations à cette étude; les Etats-Unis ont fourni des renseignements détaillés sur le "Savannah", et plusieurs ingénieurs d'Ansaldo et de Fiat ont suivi les travaux de construction sur les chantiers navals américains. Le navire envisagé serait un pétrolier de 50 000 tonnes, devant être exploité conformément aux pratiques commerciales courantes; il ne s'agit donc pas, en l'occurrence, d'un navire de démonstration comme c'est le cas du "Savannah". M. Chinaglia a fait observer que, faute d'expérience pratique, on a fait preuve d'une grande prudence dans l'étude des dispositifs de sécurité prévus pour la génératrice; les dépenses y afférentes représentent une part importante du coût estimatif total. Cependant, toutes les mesures de sécurité seront réévaluées de manière à assurer un maximum de sécurité, de simplicité et d'économies.

La sécurité des réacteurs marins refroidis par un gaz a été examinée dans deux mémoires présentés, l'un par la General Electric Company (Royaume-Uni) et l'autre par la General Dynamics (Etats-Unis). Les auteurs du premier mémoire, T. J. O'Neill et M. C. Hartnell-Bevis, ont exposé les problèmes de sécurité que pose un réacteur ralenti au graphite, destiné à actionner des machines d'une puissance à l'arbre de 20 000 CV. Ce modèle est essentiellement stable et les turbines à vapeur fournissent un flux de gaz suffisant pour répondre pratiquement à toutes les situations; le réacteur est équipé d'un dispositif d'arrêt multiple afin d'assurer qu'aucune avarie n'entraîne la fusion des parties métalliques. Le projet des Etats-Unis, décrit dans un mémoire présenté par W. C. Moore, a pour objet la mise au point d'un réacteur marin à haute température associé à une turbine à gaz fonctionnant en circuit fermé.

Maquette du pétrolier nucléaire « Fiat Ansaldo » qui sera propulsé par un réacteur à eau sous pression



Quelques problèmes particuliers

Certains aspects de la sécurité de la propulsion nucléaire exigent une série de mesures techniques qui sont propres aux réacteurs marins. Ainsi, les manoeuvres peuvent entraîner de brusques variations d'énergie; la génératrice utilisée pour la propulsion doit être étudiée en tenant compte de ce facteur.

Un autre problème spécifique est posé par les mouvements de la mer; des recherches sont en cours en vue de déterminer les forces extérieures qui agissent sur un réacteur marin en mer houleuse. Un mémoire présenté par I. Uchida (Japon) a rendu compte d'une étude de ces forces, qui a été faite à bord d'un cargo de 10 000 tonnes, le "Hodakasan Maru", à l'occasion de trois longs voyages. On a constaté, par exemple, que dans le mouvement de tangage l'accélération la plus faible se produisait vers le milieu de la coque. Un autre mémoire japonais a décrit des expériences destinées à l'élaboration de méthodes permettant de réduire au minimum le dommage qu'un réacteur marin peut subir par suite d'une collision. Ces expériences ont montré qu'il était sage de prévoir un espace entre l'enceinte du réacteur et la coque du navire, de renforcer celle-ci à l'aide de poutres et traverses horizontales et d'en accroître l'épaisseur.

Les problèmes d'isolement sont plus importants pour les réacteurs marins que pour les centrales terrestres, non seulement en vue de collisions éventuelles, mais aussi en raison du fait que l'équipage d'un navire risque de se trouver à proximité du réacteur, même pendant ses heures de repos. J. C. Brown (Royaume-Uni) a fait observer qu'il n'existait pas encore de normes universellement agréées sur lesquelles on pourrait fonder l'étude d'un écran de protection, mais qu'il serait souhaitable de suivre les recommandations formulées par la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) au sujet des doses de rayonnements maximums admissibles. Tous les membres de l'équipage d'un navire pourraient être considérés comme des "travailleurs professionnellement exposés", pour lesquels la CIPR admet une dose maximum de 5 rems par an. L'exposition des passagers à bord d'un navire nucléaire ne devra pas dépasser un demi-rem par an; cependant, de l'avis de M. Brown, il n'y a là aucun problème particulier étant donné que les cabines des passagers sont normalement installées loin de la salle des machines et qu'en tout cas il serait impossible d'accumuler plus d'un demi-rem au cours d'un voyage inférieur à quatre mois.

En examinant les problèmes du ravitaillement en combustible, R. Anscomb (Royaume-Uni) a montré par quels procédés il serait possible de maintenir la réactivité du coeur d'un réacteur marin pendant de longues périodes en fournissant dès le début un fort excédent de radioactivité. Une autre méthode consisterait à ne fournir qu'une radioactivité légèrement excédentaire, mais à prévoir à bord des moyens de rechargement. Ce procédé impliquerait des arrêts périodiques du réacteur à des intervalles de un à trois mois. Une troisième méthode serait semblable à celle qui est souvent utilisée pour les réacteurs terrestres; elle consisterait

S. G. Bauer et M. H. Kendon (Royaume-Uni) ont étudié en détail la sécurité d'un réacteur marin refroidi à la vapeur, soit d'un réacteur du type à eau sous pression, ralenti à l'eau lourde et utilisant la vapeur sèche comme refroidisseur. Ils ont souligné qu'une analyse de la sécurité faisait partie intégrante de la mise au point de tout modèle de réacteur en précisant cependant qu'il ne faudrait adopter aucune règle générale pouvant entraver les progrès; chaque réacteur devrait être étudié comme un projet distinct. Un autre mémoire rédigé par W. Smith et E. A. Ryder (Royaume-Uni) a porté sur les appareils de commande et instruments d'un réacteur marin à ralentisseur-refroidisseur organique. Cette installation est conçue pour un pétrolier de 65 000 tonnes.

Deux experts allemands, O. Knecht et H. Mausbeck, ont également décrit un mode de propulsion utilisant un réacteur à ralentisseur organique. Ils ont examiné plusieurs types d'accidents pouvant entraîner la libération d'importantes quantités de substances radioactives, en montrant comment les caractéristiques du réacteur proposé de 30 MW permettent d'y faire face; ils sont parvenus à la conclusion que les plans prévoient des dispositifs de sécurité suffisants pour permettre d'installer le réacteur en question sur un navire. Un autre mémoire, présenté par H. J. Brüchner (Allemagne), a exposé les mesures de sécurité qu'il convient d'adopter lorsqu'un système de propulsion équipé d'un réacteur à eau bouillante fonctionne en cycle direct; ces mesures seront nécessaires pour assurer la sécurité du navire et de l'équipage, étant donné que lors d'un fonctionnement en cycle direct la vapeur radioactive est transmise directement du réacteur à la turbine de propulsion. M. Brüchner est d'avis que, même si l'on tient compte des dispositifs de sécurité complexes et coûteux, le modèle à cycle direct serait plus économique que celui à cycle indirect.

J. Wilhelmsen (Norvège) a examiné l'effet des mouvements du navire sur un réacteur à eau bouillante, en étudiant plus spécialement les caractéristiques d'une installation atomique du type "rock-'n-roll". Cette installation est destinée à l'étude du comportement d'un réacteur marin dans les conditions de navigation simulées, par exemple sous l'effet du roulis et du tangage qu'il peut subir en mer. En vue de cette expérience, le réacteur est enfermé dans une sphère flottante de 24 mètres de diamètre, à laquelle on peut imprimer le mouvement voulu à l'aide de deux hélices fixées au bas de la sphère. Les premiers résultats obtenus indiquent que les conditions existant en mer peuvent imposer des limitations rigoureuses à la construction de la génératrice à eau bouillante, ce qui aurait des incidences sur les possibilités économiques des réacteurs de ce type pour la propulsion des navires. Cependant, M. Wilhelmsen conseille vivement d'intensifier les expériences dans des conditions simulées afin de mieux connaître le comportement du réacteur.

Y. Fujise (Japon) a décrit un projet de petit réacteur marin expérimental, à eau sous pression, ayant une puissance de 30 MW. Les études portent notamment sur les caractéristiques de sécurité.

à prévoir les dispositifs nécessaires pour remplacer les cartouches de combustible ou modifier leur disposition pendant le fonctionnement du réacteur. Cependant, les avantages de cette méthode sont partiellement annulés par les difficultés d'aménagement technique et de fonctionnement.

Parmi les problèmes de sécurité qui se posent en temps normal, il convient de mentionner ceux qui ont trait à l'élimination des déchets radioactifs et à la libération accidentelle de radioactivité. Dans un mémoire sur les problèmes d'élimination des déchets, C. Roberts (AIEA) a rappelé que l'Agence internationale de l'énergie atomique a fait une étude spécialisée sur l'évacuation des déchets dans la mer; un autre groupe d'experts examinera la possibilité de normaliser les techniques employées pour le contrôle dosimétrique de la mer, afin d'établir des règlements uniformes. M. Roberts a souligné que l'expérience en matière de sécurité des navires nucléaires était d'une grande importance, surtout au cours des premières années; en effet, "une attitude hostile de la part du public ne tarderait pas à réduire les possibilités d'utilisation des navires nucléaires".

W. B. Cottrell et trois autres spécialistes du Laboratoire national d'Oak Ridge (Etats-Unis) ont exposé dans leur communication les résultats d'une étude détaillée que le Laboratoire a faite sur les conséquences théoriques des accidents nucléaires qui pourraient être attribués au Savannah. D'autres mémoires ont traité des problèmes de sécurité que pose la manoeuvre des navires nucléaires dans les ports ou les rades. Un mémoire sur les questions générales de sécurité a été présenté par J. H. Pawlikiewicz (Pologne).

Des communications sur la classification des navires nucléaires ont été lues par des représentants de Veritas, société internationale de classification, et du Lloyds Register of Shipping. B. Hilldrew a fait savoir que le Lloyds a élaboré des règles provisoires régissant la classification des navires nucléaires, qui peuvent servir de guide aux bureaux d'études des navires nucléaires. Il a déclaré que le réacteur le mieux adapté à la navigation serait un réacteur éprouvé sur terre et modifié pour répondre aux exigences particulières à la propulsion des navires.

H. N. E. Whiteside (IMCO) a parlé de la Conférence sur la sauvegarde de la vie humaine en mer qui s'est tenue à Londres en 1960 et a adopté plusieurs nouveaux articles concernant les navires nucléaires. Un autre mémoire, présenté par A. Raspi (IMCO), traitait de certains problèmes juridiques que pose l'exploitation de ces navires.

M. Krarup (Danemark), se référant aux divers règlements qui ont été formulés ou proposés, a déclaré que ceux-ci devraient surtout établir des principes généraux plutôt que des procédures détaillées. Il a ajouté: "Les progrès futurs du génie nucléaire ne doivent pas être entravés par des soucis de sécurité inspirés par le manque d'expérience actuel".

Résumé

A la séance de clôture, H. N. E. Whiteside (IMCO) a passé brièvement en revue les travaux du colloque, en résumant ses conclusions générales. Il ressort de la discussion que les premiers navires nucléaires marchands seront vraisemblablement des cargos, mais il s'écoulera beaucoup de temps avant qu'ils puissent soutenir la concurrence des cargos classiques. D'importants travaux de recherche et de mise au point seront nécessaires; il faudra acquérir une certaine expérience par l'exploitation de navires nucléaires dans des conditions normales de navigation.

A propos de la sécurité, M. Whiteside a déclaré que celle des réacteurs marins ne fait pas de doute à condition que certaines précautions soient prises. De très nombreux spécialistes étaient opposés à l'établissement de règlements détaillés qui risquent d'entraver les progrès. L'attention des participants a été tout spécialement retenue par les problèmes particuliers à divers types de réacteurs marins. Il semble ressortir des discussions que l'on n'a pas encore pu mettre au point de protection optimum. Les participants se sont également accordés à reconnaître qu'un navire nucléaire doit être capable de manoeuvrer pour le moins aussi bien qu'un navire classique; il serait particulièrement souhaitable de disposer d'un réacteur qui permettrait d'assurer une manoeuvrabilité sûre avec un minimum de matériel auxiliaire. On ne connaît pas suffisamment les forces qui agissent sur un navire dans une tempête et, partant, les effets des mouvements de la mer sur les réacteurs marins.

M. Whiteside a tiré des travaux du colloque les conclusions suivantes :

Il est possible de construire des navires nucléaires en assurant un degré de sécurité assez élevé pour que les risques soient acceptables.

Il est fort probable qu'aucun des navires marchands nucléaires qui seront construits au cours des prochaines années ne pourra soutenir la concurrence des navires de type classique.

Néanmoins, il est indispensable de construire des navires marchands nucléaires afin d'acquérir l'expérience nécessaire pour en construire de meilleurs.

Une grande partie de cette expérience ne pourra être obtenue que si ces navires sont utilisés effectivement sur les mers.

Tous les règlements élaborés au présent stade de développement doivent être souples et ne pas entraver les progrès.

Il reste encore beaucoup à faire, notamment dans le domaine de l'élimination des déchets, de la protection, des doses d'exposition, des normes de construction acceptables pour tous les pays et des effets des mouvements de la mer sur les navires nucléaires.