



3

CONCEPTION



CONCEPTION

ÉVOLUTION DE LA CONCEPTION DES UNITÉS MOBILES DE FORAGE EN MER

(1) *L'évolution de la conception des unités mobiles de forage en mer*

(2) *Essai sur la conception des unités mobiles de forage en mer*

Earl and Wright Consulting Engineers,
San Francisco (Californie), É.-U.
mai/juin 1984

Pour retracer l'évolution des installations mobiles de forage en mer (MODU), il faut remonter à la fin des années 1940, à l'époque où l'on utilisait du matériel de forage terrestre sur des barges mouillées en eau peu profonde. Aujourd'hui, les unités de forage de classe internationale peuvent être exploitées pendant de longues périodes par des profondeurs de 100 à 460 mètres et dans des conditions climatiques et météorologiques extrêmement rigoureuses. Les facteurs qui présidaient à la conception des premières installations mobiles de forage en mer dictent toujours les concepts et les techniques mis en application de nos jours; fondamentalement, il s'agit de concevoir une plate-forme de forage stable mais d'une grande mobilité, qui puisse être exploitée au large, en eau profonde, selon un ensemble de conditions prescrites. Pour répondre à ces exigences modernes, les concepteurs modifient les plans existants jusqu'à la limite de l'extrapolation ou élaborent des solutions de rechange. L'élément clé dans l'évolution des installations mobiles de forage est la modification de la configuration qu'ont apportée des exigences fonctionnelles accrues et un environnement plus contraignant.

Les MODU peuvent être réparties en deux grandes catégories: les installations appuyées sur le fond et les installations flottantes. Les unités submersibles et les unités auto-élevatrices se classent dans le premier groupe, tandis que les navires et les barges de forage ainsi que les unités semi-submersibles constituent le second. Les installations flottantes se maintiennent en position sur les lieux de forage grâce à un système d'amarrage caténaire ou à un système de positionnement dynamique, ou encore grâce à un système combinant les deux principes. L'évolution des installations mobiles de forage a donné lieu à certains chevauchements entre ces deux grandes catégories; par exemple, les premières unités semi-submersibles pouvaient, dans certains cas, être exploitées comme des installations submersibles en eau très peu profonde.

En réalité, les premières unités de forage en mer étaient des barges dotées d'installations de forage terrestres et exploitées habituellement dans des endroits marécageux où la profondeur de l'eau était de moins de trois mètres. L'équipement de forage était installé sur un pont érigé au-dessus de la coque et supporté par des poteaux ou des piliers. On conduisait la barge à l'endroit voulu et on l'immergeait, ne laissant dépasser que l'équipement de forage au-dessus de la surface des eaux. Le problème de l'instabilité constaté au cours du processus d'immersion a entraîné certaines améliorations qui ont donné naissance aux premières installations submersibles comme telles.

La première unité de forage submersible, *Breton Rig 20*, conçue par Barns-

dall-Hayward, a été construite en 1949. Cette installation comportait des caractéristiques lui assurant une stabilité accrue pendant l'immersion de la barge. Une fois que cette dernière avait touché le fond, on laissait l'eau envahir les pontons, qui s'enfonçaient, minimisant ainsi les effets de la houle. D'autres améliorations apportées à ce concept initial ont entraîné l'apparition des unités submersibles de type «bouteille», dont la première, *Rig 46*, appartient aujourd'hui à la Trans World Drilling Company. Cette unité, construite en 1956, pouvait être exploitée par 21 mètres de profondeur. Elle comporte notamment des colonnes à grand diamètre lui assurant une stabilité pendant le remorquage comme au cours de la manoeuvre d'immersion. La plus grande installation submersible, *Rig 54*, qui appartient également à la Trans World Drilling Company, a été construite en 1962 et peut être exploitée jusqu'à une profondeur de 53 mètres, soit la limite de rentabilité pour ce type de plate-forme de forage.

Les premières unités de forage auto-élévatrices ont été conçues au milieu des années 50 pour repousser les limites imposées par l'utilisation des installations submersibles. Afin de maintenir la plate-forme de forage au-dessus des vagues, là où la profondeur des eaux interdisait l'utilisation des installations submersibles, les concepteurs des unités auto-élévatrices ont repris bon nombre des éléments caractérisant les premières plates-formes de construction maritime, qui étaient remorquées jusqu'à un endroit donné puis montées au-dessus de l'eau sur des piliers ou des jambes d'acier. Étant donné la capacité restreinte des dispositifs d'élévation utilisés sur les premières plates-formes auto-élévatrices, certaines installations comportaient jusqu'à dix ou douze jambes. Les progrès réalisés sur le plan de la conception ont permis de réduire ce nombre et d'en arriver à une coque triangulaire, apparentée à la barge et reposant sur trois jambes tubulaires ou poutres en treillis. À l'origine, les unités auto-élévatrices étaient destinées aux opérations en eau peu profonde dans le golfe du Mexique et au Moyen-Orient. Ces installations étaient exploitées en des endroits où les profondeurs étaient inférieures à 30 mètres et où les conditions climatiques et météorologiques étaient plutôt clémentes (exception faite des ouragans). Toutefois, le déplacement des opérations de forage d'exploration vers des régions au climat plus rigoureux a forcé les concepteurs à continuer d'améliorer les dispositifs d'élévation, le raccordement des jambes à la coque et les jambes elles-mêmes. L'enfoncement excessif des jambes dans le fond de la mer était un autre problème que présentaient les premières installations auto-élévatrices; cela a conduit à la conception de caissons de support destinés à augmenter la surface portante des jambes. On a également conçu l'installation auto-élévatrice à treillis sur semelle pour remédier au problème de l'enfoncement.

À mesure que les opérations de forage se déplaçaient vers des régions plus éloignées et des eaux de plus en plus profondes, les concepteurs ont dû abandonner l'idée des installations appuyées sur le fond pour se tourner vers le concept des unités flottantes. À l'origine, on procédait à la conversion de bâtiments de forme classique (c'est-à-dire, analogue à celle d'un navire) pour les doter de tout l'équipement de forage nécessaire. Les navires de forage spécialisés sont apparus au cours des années 1960 et, bien qu'on en ait amélioré la stabilité en élargissant la coque et en les dotant de quilles latérales et de systèmes anti-roulis, leur utilité est toujours limitée en raison de leur comportement médiocre lorsqu'il y a mouvements. À l'exception de l'avènement du système de positionnement dynamique grâce auquel le bâtiment peut rester sous le vent et s'adapter à l'état de la mer pour minimiser ses mouvements, le concept de base du navire de forage n'a pas beaucoup évolué.

À partir de l'expérience acquise avec les installations submersibles et devant les limites inhérentes aux unités de forage de forme analogue à celle d'un navire, les concepteurs se sont tournés vers les semi-submersibles. Comparativement aux

navires de forage, les installations de ce genre se sont révélées, en général, plus stables. C'est pourquoi les unités semi-submersibles sont devenues les installations les plus couramment utilisées pour le forage en eau profonde et dans des conditions naturelles difficiles. Les premières plates-formes semi-submersibles comportaient de multiples coques inférieures (quatre ou plus) et jusqu'à vingt colonnes de stabilisation. Les principaux éléments de flottaison étaient situés sous la ligne des eaux – étant donné que l'action des vagues diminue avec la profondeur – ce qui améliorait la stabilité de l'unité. Malgré cela, les premières installations semi-submersibles présentaient des problèmes de stabilité, de résistance et de maintenance en raison de la complexité de leur structure. Le désir de simplifier la disposition des éléments de la charpente et d'accroître la vitesse de transit et la mobilité a favorisé la mise au point de l'installation de forage semi-submersibles à coques jumelles telle que nous la connaissons aujourd'hui.

■ **CONCEPTION DES MODU** La conception des MODU relève d'un processus itératif et évolutif d'une incroyable complexité. Les contraintes de rendement opérationnel et des exigences réglementaires, auxquelles s'ajoutent des facteurs économiques, techniques et humains, forcent les concepteurs à rechercher une solution optimale sur le plan de l'ingénierie en ayant recours à la fois à des principes, à des techniques et à des matériaux nouveaux et classiques. Le degré d'interaction du processus de conception et de la construction ainsi que de l'exploitation ultérieure de l'unité varie considérablement. Dans certains cas, le concepteur est appelé à assurer un certain contrôle pendant toute la période où la plate-forme est en service; dans d'autres, son engagement prend fin avant même le début de la construction. Tout au long du processus, le concepteur fait appel à son jugement pour déterminer le degré de sécurité de l'unité de forage, en particulier dans les domaines où les méthodes analytiques sont contestables. Le produit final – une installation de forage «optimisée» dans certaines conditions d'opération données – est normalement le résultat de quatre étapes ou phases: l'élaboration d'un modèle conceptuel, la préparation d'un plan d'ébauche, le plan préliminaire et le plan définitif.

La phase du modèle conceptuel suppose l'élaboration et la définition des qualités ou capacités de l'unité de forage et est un bon point de départ pour la conception d'une installation qui réponde aux exigences d'un client ou d'un projet. S'il y a un client, ses exigences constituent un élément important. Toutefois, on élabore aussi des modèles conceptuels par spéculation ou en prévision de projets éventuels.

Pour déterminer l'envergure et la capacité de l'unité de forage, il faut définir certains paramètres de base, dont les suivants: la région géographique où l'installation doit être exploitée; les forces du milieu; les limites des mouvements; la charge utile requise; un système d'amarrage/un système de positionnement dynamique; les exigences en transit; le nombre approximatif de membres d'équipage; et la réglementation en vigueur. À partir de ces paramètres, les études faites à la phase du modèle conceptuel devraient permettre de déterminer, à 10 pour cent près, quelles seront les dimensions finales de l'unité de forage. Une fois qu'il connaît ces données, le concepteur calcule le poids lège brut prévu, d'après son estimation, par expérience, du poids de l'équipement de forage, de l'équipement de service et des éléments de la structure. Il analyse ensuite la stabilité et les mouvements du modèle conceptuel et compare ses résultats aux caractéristiques des unités de forage actuelles.

À la fin de cette phase, le concepteur rédige un bref rapport sur le conclusions auxquelles il est arrivé; il revoit les résultats en fonction des paramètres établis et en discute avec le client, s'il y a lieu. Souvent, il est possible d'établir une estimation des coûts à partir du modèle conceptuel, estimation qui servira à calculer les frais d'exploitation quotidiens. Si la configuration proposée s'écarte nette-

ment de la norme, on peut demander une «approbation de concept» à une société de classification afin de parer à toute éventualité.

Une fois le modèle conceptuel approuvé, le concepteur intègre aux paramètres et critères opérationnels déjà élaborés les aspects plus détaillés, afin de s'assurer que le produit final répondra véritablement aux besoins du client. Le concepteur met au point les exigences opérationnelles détaillées, dont les critères de base en ce qui concerne l'équipement de service et l'équipement de forage, ainsi que les aspects touchant la structure, par exemple, la durée de la résistance à la fatigue. On détermine ensuite à quelle société de classification sera adressée la demande et quel sera le pays d'immatriculation, afin de s'assurer que l'unité de forage est conforme aux règlements applicables. Il faut, en outre, établir quels sont les organismes de réglementation qui régissent les régions où l'installation sera exploitée, afin de tenir compte de leurs divers règlements dans l'élaboration d'un plan approprié et économique. La phase du plan d'ébauche conduit à l'élaboration d'un premier schéma de principe, qui aborde les aspects techniques relevant de l'architecture navale, du génie mécanique, du génie électrique et autres disciplines connexes.

Une fois que le modèle conceptuel est établi et que le plan d'ébauche est défini et accepté, on entre dans la phase du plan préliminaire. Le concepteur détermine la disposition des installations du pont, confirmant ou modifiant la répartition des espaces prévue à la phase du modèle conceptuel. On établit les plans et devis de la charpente et les estimations du poids de la structure en procédant par analyse mathématique et par expérience. Il s'agit avant tout de mettre au point une charpente simple et nette, dotée d'éléments en double en cas d'avarie. Des dessins techniques montrant la configuration de base et l'envergure de l'installation sont produits. À partir de la configuration et des dimensions du modèle conceptuel, l'architecte naval estime le poids léger et détermine le centre de gravité vertical de l'unité de forage, en analyse la stabilité et le compartimentage requis. Une analyse mathématique permet d'évaluer les mouvements de l'unité; à cet égard, on peut optimiser les mouvements en reprenant de nombreux éléments du modèle conceptuel et de la configuration initiale. À la suite de ces étapes, il est possible que le client concessionnaire ou le propriétaire demande une analyse du rendement de l'unité en exploitation ou en période d'interruption des opérations.

La phase du plan préliminaire donne lieu également à l'élaboration de bon nombre des devis de base ayant trait à la mécanique et aux systèmes électriques. On détermine les exigences relatives aux systèmes de pompage de l'eau de cale, de l'eau de ballast et de l'eau de refroidissement et on exécute les dessins techniques. Afin de vérifier la répartition des espaces et les exigences qui s'y rattachent, on réalise des schémas de base de l'équipement mécanique, y compris les chambres des pompes. Une première analyse de charge de l'alimentation et des circuits électriques permet de déterminer la capacité requise du groupe électrogène et d'exécuter un plan simple d'un système électrique à une seule ligne. On calcule ensuite le poids de l'équipement électrique pour l'ajouter à l'estimation du poids léger. À ce stade, on effectue souvent des essais de modèles, en particulier lorsque l'unité de forage présente une nouvelle configuration qui diffère sensiblement des autres installations. Des essais en bassin à l'échelle et en soufflerie permettent de vérifier les exigences relatives au comportement lorsqu'il y a mouvements, à l'hydro-dynamisme, au remorquage et à la propulsion, ainsi que les effets des forces du milieu. C'est à ce stade qu'on détermine s'il y a lieu de soumettre l'ensemble du plan préliminaire à l'examen des organismes de réglementation afin d'obtenir une «approbation de principe». Le cas échéant, cette approbation est de nature à régler des questions fondamentales et à ouvrir la voie à l'établissement du plan définitif.

Au stade du plan définitif, on élabore un ensemble de dessins et devis de

construction qui seront soumis à l'approbation d'une société de classification et des organismes de réglementation appropriés. Ces dessins et devis fournissent des précisions sur l'installation à construire et constituent les documents de base pour les soumissions des chantiers navals. Le plan définitif inclura des détails sur l'aménagement de la plate-forme, une analyse et un plan détaillés de la structure, l'analyse de la stabilité de l'amarrage effectuée par l'architecte naval, un plan détaillé de l'équipement mécanique et électrique ainsi qu'un devis de construction faisant état des matériaux, de l'outillage et des travaux requis.

Lorsque le plan définitif est soumis à l'approbation de la société de classification et des organismes de réglementation, il fait l'objet de l'examen de nombreux groupes au sein de cette société et de chacun des organismes. C'est pourquoi le processus d'approbation peut s'avérer passablement long et il est très rare qu'il soit terminé au moment des demandes de soumissions. Il se poursuit donc après le début des travaux et porte non seulement sur les documents relatifs à la construction, mais également sur les aspects touchant la conception. Afin de minimiser les modifications en cours de construction, surtout après que les commandes d'acier sont passées, les concepteurs s'efforcent de soumettre par «tranches» le fruit de leur travail aux organismes de réglementation.

■ *TENDANCES DE LA CONCEPTION* La conception des trois principaux types de MODU exploités dans les eaux de la côte est du Canada - soit les plates-formes auto-élevatrices, les navires de forage et les installations semi-submersibles - a évolué au point où les tendances actuelles et futures consistent et consisteront surtout à perfectionner les systèmes individuels, à réduire les coûts et à accélérer la construction. Des progrès sensibles ont été réalisés dans les domaines de la stabilité et de l'étanchéité à l'eau, des systèmes d'amarrage et de positionnement dynamique, des systèmes de ballast et des servitudes de bord. Une meilleure compréhension du comportement du métal à la fatigue a amené des changements dans les procédés de soudage employés dans la construction des MODU. On s'est efforcé également d'améliorer les aspects touchant les opérations des plates-formes en milieu hostile.

Lorsqu'on a conçu les tout premiers modèles de plates-formes mobiles, les considérations relatives à la stabilité se limitaient à prévoir une hauteur métacentrique et une aire de flottaison suffisantes pour que l'unité de forage puisse résister aux effets de vents de 35 à 50 mètres/seconde. Peu à peu, d'autres préoccupations sont venues s'ajouter et on a adopté le critère de l'inondation accidentelle pour permettre à l'installation de forage de se maintenir à flot en dépit des dommages résultant d'une éventuelle collision. À l'époque, les concepteurs n'avaient à peu près pas de point de repère, car la plupart des règlements relatifs à la stabilité s'appliquaient aux navires de forme classique. Le concept de la stabilité s'inspirait des principes généraux de l'architecture navale. Afin que la stabilité à l'état intact soit assurée, il fallait avant tout que la hauteur métacentrique reste positive, quel que fût le tirant d'eau, et qu'elle soit suffisante, au tirant d'eau en exploitation, pour faciliter les opérations de forage. Dans le cas des unités dotées d'une tour de forage «décentrée», cela pouvait entraîner de sérieux problèmes en raison du déséquilibre causé par la variation et l'importance des charges s'exerçant sur le crochet et le mât de forage. Quant à la stabilité des semi-submersibles à l'état intact, elle ne posait pas de problème particulier, une fois les exigences opérationnelles remplies. Il en allait de même des unités auto-élevatrices et des navires de forage; cependant, dans les deux cas, le franc-bord s'avérait un facteur important. Par ailleurs, les pertes relativement élevées pendant le remorquage des unités auto-élevatrices peuvent être attribuées en partie à la coque, moins apte à tenir la mer en raison de son faible franc-bord, et à la hauteur considérable des jambes en position élevée, qui amplifie l'effet du roulis.

De nos jours, les règles s'appliquant à la stabilité des MODU à l'état intact

veulent que l'unité possède une force de redressement suffisante pour contrer la force de chavirement du vent. Tous les facteurs pris en considération visent à faire entrer en ligne de compte les effets dynamiques par l'application de l'analyse empirique. Bien que ces règles se soient avérées satisfaisantes, on consacre actuellement des efforts considérables à la recherche afin de mieux comprendre les répercussions des conditions du milieu sur la stabilité à l'état intact.

Pour leur assurer une certaine stabilité en cas d'avarie, on a doté les premières MODU du type « barge » de quelques cloisons ou subdivisions internes étanches; mais, dans la plupart des cas, il n'existait aucun critère explicite quant à la limite de tolérance en cas d'inondation. En général, les concepteurs supposaient l'envahissement d'un compartiment par l'eau puis appliquaient une certaine contrainte, soit au franc-bord, soit à l'angle d'inclinaison. Les premières règles officielles en matière de conception d'unités de forage, publiées en 1968 par l'*American Bureau of Shipping*, prévoyaient une situation où un seul compartiment serait inondé et où le franc-bord serait positif après avarie, tout en tenant compte de l'effet statique d'un vent de 50 noeuds. Par ailleurs, on se perdait en conjectures quant à savoir si cette norme s'appliquait à n'importe quel compartiment ou seulement aux compartiments situés au niveau de la ligne de flottaison. L'édition de 1973 des Règles de conception est venue clarifier cette question en précisant que la norme ne s'appliquait qu'aux compartiments endommagés se situant près de la ligne de flottaison.

De nos jours, les règles de stabilité après avarie édictées par les sociétés de classification prévoient l'inondation d'un compartiment ou font appel à des exigences plus strictes. Elles tiennent compte de l'effet statique d'un vent de 50 noeuds mais non des vagues et des mouvements, qu'il s'agisse de la conception du franc-bord ou des ouvertures d'envahissement par les hauts. De nombreuses pertes par suite d'inondation sont imputables à l'envahissement des vagues par les multiples ouvertures situées au-dessus de la ligne de flottaison statique à l'état intact. Pour s'assurer d'une marge de sécurité en cas d'erreur de ballastage ou autre pendant les opérations, beaucoup de concepteurs estiment qu'il faut établir une norme prévoyant l'inondation d'un seul compartiment sans référence à la ligne de flottaison.

Depuis l'apparition des premières installations de forage, l'attention accordée à la stabilité des MODU s'est accrue, passant des méthodes empiriques à une réglementation stricte. Bien que subsiste le désir d'adopter des critères de stabilité à l'état intact qui soient de plus en plus rationnels, il n'y a aucun argument prouvant hors de tout doute que les règles actuelles sont insatisfaisantes. Toutefois, on peut se poser certaines questions quant à la possibilité d'appliquer les règles actuelles dans les régions au climat rigoureux.

Le système d'amarrage ou de positionnement dynamique doit permettre un contrôle précis de la plate-forme au-dessus de la tête du puits et engendrer une résistance suffisante pour le maintien en place dans des conditions d'exploitation normales. Ces considérations ont entraîné la mise au point de systèmes plus complexes que ceux qui sont utilisés habituellement dans le cas des navires. Les systèmes d'amarrage classiques sont actuellement limités aux unités de forage exploitées par des profondeurs d'environ 460 mètres. Au-delà de cette limite, le poids des éléments du système d'amarrage réduit la charge utile de l'installation. En outre, plus la profondeur est grande moins les systèmes d'amarrage caténaire sont efficaces sur le plan du positionnement et il devient impossible de maintenir l'unité de forage en place par grosse mer.

L'évolution des systèmes de positionnement dynamique remonte à l'apparition des systèmes d'amarrage classiques dotés de propulseurs. Des systèmes de contrôle ont été mis au point pour régler la poussée et l'orientation de chaque propulseur, ce qui a permis l'élaboration des systèmes de positionnement dynamique comme tels. Bien que ces systèmes rendent superflue aujourd'hui l'utilisation des

ancres en guise de système auxiliaire, cela n'est pas rentable dans des profondeurs moyennes et s'avère impossible sur les hauts-fonds. Dans les eaux de l'est du Canada, les MODU dotées d'un système de positionnement dynamique utilisent également le système d'amarrage ordinaire.

Les derniers perfectionnements apportés aux systèmes de positionnement dynamique concernent l'équipement de détection et de contrôle de la position ainsi que la conception des propulseurs. Les systèmes d'amarrage classiques se sont améliorés grâce aux innovations suivantes: chaînes extrêmement résistantes, dispositifs de décrochage d'urgence, systèmes automatiques de contrôle de la tension et de répartition des charges et lignes de déplacement des chaînes. De plus, les ordinateurs de bord permettent maintenant au personnel d'évaluer les mouvements du bâtiment et les forces dynamiques exercées par les câbles d'amarrage pour déterminer la disposition idéale des ancres, prévoir les tensions et analyser l'incidence des changements survenant dans les opérations.

Jusqu'à l'avènement des installations submersibles et semi-submersibles, les MODU, en particulier les unités auto-élévatrices, n'avaient pas de systèmes de ballasts spécialisés. Au mieux, la plupart des unités étaient dotées d'un type quelconque de pompe de cale ou d'un dispositif d'évacuation de l'eau, conformément aux règles de classification établies à l'égard des navires. Mais, avec l'apparition des installations semi-submersibles, on a élaboré une nouvelle série d'exigences concernant le système de ballasts. Sur les premières unités semi-submersibles, le ballastage consistait à inonder les réservoirs des pontons par gravité, tandis que le délestage se faisait en expulsant l'eau du réservoir de ballast inférieur par pompage. S'il fallait ballaster ou délester d'autres réservoirs, on les reliait à un réservoir central communiquant avec un réservoir de ballast inférieur. Même si les opérateurs pouvaient commander ce système en toute sécurité, on souhaitait, en général, exercer un contrôle un peu plus concret et direct sur chacun des réservoirs de ballast. C'est pourquoi on a mis au point le collecteur de ballast central, qui permettait un accès plus direct aux vannes et un contrôle individuel des réservoirs. Dans les systèmes dotés de collecteurs ordinaires, on a introduit des vannes de coupure afin de diviser le collecteur et de prévenir tout transfert accidentel de ballast à partir des réservoirs situés à l'extrémité des pontons. De façon générale, le perfectionnement des systèmes de ballasts a conduit à une disposition plus centralisée et plus accessible.

En ce qui concerne les unités auto-élévatrices, plusieurs méthodes sont employées pour les équilibrer à flot. Lorsque la coque est élevée à faible hauteur au-dessus de l'eau, il faut recourir à un système de charge d'étalonnage afin de transférer aux jambes un poids suffisant pour qu'elles s'enfoncent. Une fois les jambes bien ancrées dans le fond marin, il ne reste plus qu'à délester les réservoirs. Dans le cas des installations auto-élévatrices à treillis sur semelle, on peut remplir la «semelle» d'eau afin d'obtenir la pression d'appui nécessaire, une fois la plate-forme sur les lieux de forage. Avant un long déplacement, toutefois, on déleste parfois la semelle en y injectant de l'air sous pression.

Peu à peu, les systèmes de ballasts des plates-formes semi-submersibles sont devenus plus complexes. Pour que ces unités de forage soient en mesure de se maintenir à flot en dépit de dommages plus considérables, on leur a ajouté d'autres réservoirs de ballast. Dans certains cas, on a également prévu des pompes et des installations de pompage supplémentaires afin d'assurer la sécurité des opérations à angle d'inclinaison prononcé et, dans une certaine mesure, le redoublement du système. La nature de plus en plus complexe de ces systèmes entraînera la conception de dispositifs de contrôle de plus en plus perfectionnés. Toutefois, si l'on veut accroître la sécurité des opérations de forage en mer, ou tout au moins la maintenir, il faudra inciter les concepteurs à mettre l'accent sur la fiabilité et la simplicité des systèmes de ballasts.

Les règles de classification dans ce domaine s'appliquent surtout aux composants des systèmes de ballasts ainsi qu'aux systèmes de pompage. Néanmoins, on reconnaît la nécessité d'élaborer des critères relatifs à l'opération des systèmes de ballasts et les propriétaires comme les organismes de réglementation y consacrent des efforts considérables.

Avec l'évolution des MODU, l'équipement de service est devenu de plus en plus complexe. Les besoins relatifs aux systèmes de refroidissement, d'alimentation en mazout, de compression d'air, d'injection de boue liquide et de boue sèche, ainsi que les besoins relatifs à la production d'énergie électrique ont tous connu une augmentation importante. Les progrès réalisés dans le domaine de l'informatique ont permis d'accroître l'utilisation de systèmes de commande et de contrôle à distance. Sur le plan de la conception, la tendance la plus importante a consisté à mettre l'accent sur le redoublement ou la redondance des systèmes et sur leur utilité en cas d'urgence.

L'exploration pétrolière dans des régions froides où l'on rencontre des glaces et des icebergs a amené les concepteurs à doter les installations de forage de caractéristiques particulières. Bon nombre d'unités de forage de classe internationale, en particulier celles qui sont destinées aux régions nordiques, comportent des canalisations chauffées et des zones de travail en majeure partie abritées, notamment le plancher de forage. On a également établi des procédures d'exploitation précises en ce qui a trait aux charges de glace et de neige, au danger de rencontrer un iceberg ou une banquise et au décrochage des chaînes d'ancre en cas d'urgence. Les plans les plus récents, en ce qui concerne les MODU de classe internationale destinées aux opérations en région arctique, font appel aux derniers progrès survenus dans le domaine de la technologie des matériaux, notamment à l'utilisation d'un acier à haute résistance conçu en fonction de basses températures.

Les règles appliquées actuellement par les sociétés de classification ne prévoient qu'un renforcement limité des unités de forage en guise de protection contre les glaces. Cette protection est confinée, en effet, aux éléments situés près de la ligne de flottaison, et ce, au tirant d'eau normal en transit; le renforcement de ces éléments ne vise qu'à protéger la coque de la glace morcelée, lorsque la MODU est en transit dans des eaux en grande partie dégagées. Très peu d'installations de forage sont dotées d'une protection supérieure à celle qu'exigent les sociétés de classification, bien qu'on ait construit plusieurs unités semi-submersibles renforcées en vue de leur exploitation dans des eaux partiellement recouvertes de glace.

CONTINUITÉ DE L'ÉCHANGE DES INFORMATIONS DANS LA CONCEPTION ET L'EXPLOITATION

Continuité de l'échange des informations
Noble, Denton and Associates, Inc.,
Houston, Texas,
décembre 1984

Chacune des parties engagées dans la conception, la construction et l'exploitation d'une installation de forage assume certaines responsabilités fondamentales à l'égard de la sécurité. Le propriétaire doit assurer la sécurité et la bonne marche des opérations; par conséquent, il lui incombe de veiller à ce que l'unité de forage soit conçue et construite en fonction des conditions du milieu où elle sera exploitée, à ce qu'elle fasse l'objet d'une maintenance appropriée et à ce qu'elle satisfasse à la réglementation applicable à la région où se déroulent les opérations. Le concepteur est chargé de dresser les plans de l'unité en fonction de la sécurité des opérations et de critères spécifiques quant au milieu naturel, à la charge utile, à la capacité de forage et aux limites d'exploitation. La conception de la plate-forme de forage est également assujettie aux règles de classification et aux règlements applicables. Le constructeur doit respecter les stipulations du contrat et se conformer aux règles de classification, aux exigences réglementaires et aux dessins et devis fournis par le concepteur. Pour sa part, l'exploitant est tenu d'utiliser une unité apte à résister aux conditions du milieu en deça d'une marge de risque acceptable et de s'assurer que cette unité satisfait à tous les règlements applicables. Il assume également la responsabilité des opérations de forage et, notamment, des mesures destinées à prévenir les éruptions et les déversements de pétrole.

La société de classification procède, en tant que tierce partie, à l'évaluation de la conception, de la construction et de la maintenance en exploitation des MODU, afin de s'assurer que les règles applicables à la classe de l'unité de forage sont observées. Dans une certaine mesure, l'évaluation des plans se fonde sur les critères établis par le concepteur et acceptés par le propriétaire. Cependant, le rôle des organismes de réglementation des états côtiers varie d'un territoire à un autre et il en va de même de leurs exigences. Là où des organismes gouvernementaux ont pour mandat de promulguer des règlements concernant la sécurité des MODU, l'exploitant est tenu de démontrer que les opérations de l'unité de forage peuvent se dérouler en toute sécurité. Ces organismes peuvent également établir des règlements en ce qui a trait au matériel de sécurité et exiger un certain degré de compétence et de formation chez les membres d'équipage. Dans certains cas, le propriétaire ou l'exploitant peut embaucher un vérificateur ou un expert maritime pour se conformer aux exigences des assureurs. Il incombe alors à ce dernier de fournir une évaluation impartiale des risques inhérents au déplacement et à l'exploitation de l'unité de forage.

Quoi qu'il en soit, un examen plus approfondi du rôle de chacune des parties au cours de la conception, de la construction et de l'exploitation des MODU s'impose, afin de faire ressortir, s'il y a lieu, les lacunes sur le plan de l'échange d'informations. Le rôle des diverses parties ne peut jamais être défini avec exactitude car il varie en fonction de chaque projet et de la perception de chacun des groupes concernés.

■ **LE PROPRIÉTAIRE** Lorsqu'une compagnie décide de se faire construire une plate-forme de forage, elle étudie les plans ou concepts disponibles et susceptibles de répondre aux exigences d'une zone d'exploitation. Si elle ne trouve pas de plan ou de concept qui convienne, la compagnie peut, soit engager un concepteur pour élaborer de nouveaux plans ou modifier des plans existants, soit affecter son propre personnel à cette tâche.

Si l'on veut que l'unité de forage remplisse bien sa fonction, il faut qu'elle réponde à un ensemble d'exigences. On doit déterminer quelles sont les conditions du milieu dans la région où se dérouleront les opérations, particulièrement en ce qui concerne la force du vent, des vagues et du courant au cours d'une tempête dont la période de récurrence est de 50 ou de 100 ans. L'incidence des conditions environnementales sur la conception de l'installation de forage est considérable. Toutefois, l'étude des conditions extrêmes n'est pas une science exacte et les données fournies relativement à une même région peuvent varier sensiblement d'un expert à l'autre. En outre, les conditions extrêmes prévues tendent à augmenter au fil des ans, à mesure que les données météorologiques d'une zone d'exploitation s'accumulent. Bien que leur justesse puisse parfois être mise en doute, les données relatives aux conditions extrêmes revêtent une importance capitale dans le processus de la conception et justifient souvent l'approbation ou le rejet d'un modèle.

Les sociétés de classification approuvent les plans en fonction des conditions environnementales spécifiées par le concepteur; elles n'ont pas à juger du bien-fondé de ces conditions au regard de la zone d'exploitation éventuelle. Il se peut, par conséquent, que le propriétaire ait à assumer des responsabilités supplémentaires et à fixer des limites plus raisonnables quant à l'exploitation, au transit et à la sécurité de l'unité de forage dans la zone en question. Les sociétés de classification offrent maintes garanties facultatives, qui doivent être spécifiées par le propriétaire dans le contrat de construction. Le choix de la société de classification repose souvent sur des considérations d'ordre économique; si le propriétaire veut faire appel à une société autre que celle qui est proposée par le concepteur ou le constructeur, le prix du contrat peut augmenter en fonction de l'estimation des coûts qu'entraînera le respect des nouvelles normes. En réalité, le propriétaire n'est pas tout à fait libre de choisir la société de classification, à moins qu'il ne le fasse au tout début de la phase de la conception ou qu'il n'accepte de payer des frais supplémentaires. C'est également le propriétaire qui choisira le port d'attache de l'unité de forage et, par conséquent, le pays d'immatriculation, ce qui déterminera la réglementation gouvernementale qui s'appliquera. Si l'installation doit être exploitée dans la mer du Nord ou au large des côtes canadiennes, il est fort probable que sa classification et les autres certificats obtenus ne seront pas suffisants, puisque les gouvernements exigent l'examen des plans par un organisme indépendant afin de déterminer si leurs règlements sont observés. Il est donc extrêmement important pour le propriétaire de préciser, au début du processus de conception, dans quelle région l'unité de forage sera exploitée, s'il veut éviter les frais élevés qu'entraîne toute modification.

Habituellement, c'est le propriétaire qui fournit l'équipement de forage de l'unité et, souvent, l'équipement d'amarrage, le matériel de sécurité, de même que l'équipement de service en général. Lorsque tel est le cas, le propriétaire doit collaborer étroitement avec le concepteur et le constructeur afin que toutes les infor-

mations relatives à l'équipement soient fournies à temps et que le matériel soit conforme aux règlements qui s'appliquent. En fait, le propriétaire assume une certaine part de responsabilité dans le processus de conception. Il est admis que certains concepteurs ont une expérience limitée des opérations de forage en mer; aussi, la qualité des plans peut dépendre en grande partie de l'apport du propriétaire. Ce dernier doit suivre de très près le processus de la conception et faire appel à toutes ses connaissances et à toute son expérience pour s'assurer que les hypothèses envisagées sont réalistes. Si le propriétaire peut détacher auprès du concepteur et du constructeur des employés compétents et expérimentés pour travailler avec eux, on pourra combler de nombreuses lacunes inhérentes au processus de la conception, de la classification et de la certification. Le fait que beaucoup de modèles soient vendus et réalisés avant qu'on n'ait trouvé un propriétaire peut limiter ou éliminer la participation de ce dernier à l'étape de la conception.

S'il veut restreindre au minimum les modifications en cours de réalisation, le constructeur a intérêt à limiter l'information transmise au propriétaire de la plateforme. Il peut le faire en faisant valoir son droit de propriété sur la plupart des plans et en limitant le droit de regard du propriétaire de l'unité de forage. Par ailleurs, on considère que le concepteur et le constructeur ont rempli leurs obligations contractuelles lorsque l'unité de forage reçoit l'approbation et la certification de la société de classification et des organismes de réglementation. Toutefois, il se peut que la classification n'ait pas touché tous les aspects de la conception et que, par conséquent, des éléments importants aient été négligés à la vérification ou n'aient pas fait l'objet d'essais concluants. Bien que les représentants du propriétaire puissent inspecter l'unité en construction parallèlement à la vérification de la société de classification, c'est normalement l'évaluation du vérificateur de cette société qui prévaudra en cas de désaccord sur la qualité de la construction.

Comme les manuels d'exploitation ne sont généralement publiés qu'à la fin de la phase de la construction ou qu'au moment de la livraison, le propriétaire peut difficilement se familiariser avec les divers aspects du fonctionnement de l'unité de forage et se voit presque dans l'impossibilité de proposer des modifications lorsque les procédures s'avèrent inapplicables. Souvent, ces manuels sont insuffisants et n'apportent aucune solution à de nombreux problèmes susceptibles de se poser au cours des opérations. Il est possible que les restrictions formulées dans le manuel d'exploitation soient inutilement contraignantes et que le propriétaire décide d'y passer outre. En pareil cas, il sera entièrement responsable de toute initiative prise en dépit des restrictions du manuel et l'expérience, les connaissances et le jugement de son personnel clé détermineront le risque encouru par l'installation et son équipage. Le propriétaire peut aussi entreprendre la révision de certaines parties du manuel ou y ajouter de nouvelles parties traitant des aspects qui ont été négligés. Dans ce cas, il devra peut-être soumettre de nouveau le manuel à l'approbation des autorités compétentes. Cependant, on ne sait pas si cette pratique existe dans les faits et si toutes les autorités gouvernementales ont prévu des procédures relatives à la modification des manuels.

■ **LE CONCEPTEUR** Le rôle du concepteur peut varier en fonction du projet, des obligations qu'il a contractées envers le propriétaire et de sa propre perception. S'il travaille à son compte, il doit d'abord définir certains critères, dont les conditions du milieu où l'unité de forage sera exploitée. Ensuite, il élaborera un plan approprié en vue de le proposer à d'éventuels clients. Incidemment, la plupart des installations de forage auto-élevatrices ont été, et sont encore, l'oeuvre de concepteurs indépendants. D'autre part, le concepteur peut être appelé à élaborer ou à adapter un concept en étroite collaboration avec le propriétaire. Il va sans dire que le risque de lacunes sur le plan de l'échange des informations est plus grand dans le premier cas, en particulier entre le concepteur et le propriétaire éventuel.

Pour réussir, le concepteur doit offrir un produit à un prix concurrentiel sur le

marché. Il s'efforcera donc de concevoir un plan moins coûteux à réaliser que d'autres plans similaires répondant aux mêmes critères. Aussi tente-t-il souvent de réduire au minimum tous les systèmes et l'équipement qui représentent une bonne part des coûts de construction. À cette fin, le concepteur peut utiliser les méthodes d'analyse les plus poussées et les plus complexes pour démontrer que les charges imputables aux conditions du milieu peuvent être réduites et qu'en dépit d'un allègement, la structure peut supporter ces charges. Il est possible que ces plans axés sur un meilleur rendement prévoient une réduction du nombre d'éléments en double dans la structure et imposent des restrictions dans l'exploitation de l'unité de forage. Idéalement, le concepteur devrait trouver un équilibre entre les exigences de la concurrence et la sécurité ainsi que l'efficacité des opérations de forage.

Le degré d'avancement du processus de conception, au moment de la vente, dépend largement de l'aide financière sur laquelle le concepteur peut compter, de l'importance qu'il attache au concept et des conditions du marché. Il y a plusieurs années, quand il était difficile de trouver un chantier de construction disponible, beaucoup de plans étaient vendus avant d'avoir été approuvés par une société de classification. Avec le ralentissement actuel dans l'industrie de la construction des plates-formes de forage, les propriétaires éventuels exigent des preuves de conformité des plans avant d'entamer la négociation d'un contrat. Aussi, le volume des informations échangées entre le concepteur et la société de classification, les organismes de réglementation et les vérificateurs maritimes, au début du processus de conception, peut varier considérablement.

Lorsque les plans ne sont pas terminés au moment de la vente, le concepteur et le constructeur ont tendance à limiter la quantité de détails fournis dans les stipulations du contrat. Habituellement, ils se contenteront de définir les critères de conception en termes plutôt généraux, puis d'assujettir le plus grand nombre possible d'éléments à l'approbation de la société de classification et des organismes de réglementation, limitant ainsi au minimum le droit de regard du propriétaire sur le processus de conception.

Même si les règles de classification et les exigences réglementaires ne sont pas destinées, en principe, à établir un code rigide de conception et de construction, elle le deviendront dans les faits si le propriétaire ne se réserve pas, dans le contrat, un droit de regard sur le processus de conception. Les exigences minimales prévues dans les règles de classification et dans les exigences réglementaires pourraient représenter la limite des possibilités de l'unité de forage, tandis que les aspects mal définis dans ces règles et règlements constitueraient les points faibles de l'unité. Toutefois, cette éventualité est assujettie aux conditions du marché ainsi qu'à l'expérience, à la compétence technique et aux qualités de négociateur du propriétaire quand vient le temps de rédiger les clauses du contrat.

Outre les considérations relatives à la concurrence et les considérations d'ordre technique, la date de livraison est un élément important, puisque l'installation peut avoir été commandée en vue de réaliser un contrat de forage donné. Souvent, le concepteur devra remettre au constructeur des dessins techniques non approuvés afin que ce dernier puisse commencer à planifier les travaux et commander les matériaux nécessaires. Toute modification survenant pendant ou après la construction est onéreuse.

En général, le concepteur et le constructeur acceptent de procéder aux modifications exigées par les sociétés de classification ou les organismes de réglementation. Ces contraintes les amènent toutefois à interpréter de façon plus stricte les clauses, les prescriptions et les dessins inclus dans le contrat, afin de limiter leurs responsabilités, tandis que le propriétaire aura tendance à favoriser une interprétation plus large pour restreindre au minimum les limites imposées à l'unité de forage.

Les livraisons à court terme peuvent avoir un effet néfaste sur l'élaboration et l'évaluation d'un plan. Pour accélérer les travaux de construction, il est possible, effectivement, que le concepteur et le constructeur essaient de restreindre la participation du propriétaire au processus d'approbation. De toute évidence, la meilleure façon de réduire les contraintes qu'impose le délai de livraison consiste à utiliser ou à modifier un plan déjà existant. Le projet peut exiger néanmoins un travail considérable de la part du concepteur, car il faut souvent adapter ce plan aux exigences particulières du propriétaire. Dans presque tous les cas, on doit soumettre à la société de classification et aux organismes de réglementation l'ensemble des renseignements relatifs à chaque MODU. La seule exception à cette règle concerne les plates-formes identiques construites au même chantier; on considère alors que les renseignements relatifs à l'une s'appliquent également aux autres.

Comme une bonne partie du travail de conception peut se trouver encore sur les planches à dessin après le début de la construction, la plupart des concepteurs apportent une aide soutenue au constructeur. Le concepteur peut exécuter tous les dessins de construction détaillés ou être chargé de réaliser les dessins de conception tandis que le constructeur fera les dessins de construction. Il se peut également qu'en vertu du contrat conclu entre le concepteur et le constructeur, ce dernier doive soumettre ses dessins à l'approbation du concepteur ou l'informer de toute modification importante. On discutera des modifications à apporter, on évaluera l'effet de différentes marges de tolérance et on déterminera quelles seraient les conséquences d'une substitution d'équipement ou de matériaux. À cet égard, la transmission tardive des renseignements relatifs à l'équipement fourni par le propriétaire peut retarder la conception des divers systèmes et leur soumission à l'approbation des sociétés de classification et des organismes de réglementation.

À moins que le concepteur ne figure dans l'organigramme de l'entreprise du propriétaire, il est peu probable qu'il obtienne en retour des renseignements importants sur le rendement opérationnel de l'unité de forage. C'est pourquoi de nombreux concepteurs souhaitent jouer un rôle plus important dans l'exploitation des plates-formes, ce qui leur permettrait de concevoir des installations aux caractéristiques opérationnelles améliorées.

■ **LE CONSTRUCTEUR** Il est souvent difficile de départager les responsabilités du constructeur et du concepteur. En général, lorsque le constructeur obtient d'un concepteur établi à son propre compte un permis pour la réalisation d'un plan donné, ce concepteur lui fournit des dessins de conception approuvés, des suggestions de calendriers, des données techniques, des procédures à suivre, ainsi que des renseignements sur d'autres unités de forage de conception identique. Certains concepteurs indépendants fournissent des renseignements détaillés; d'autres présentent des dessins et devis généraux qui, parfois, ne font pas ressortir suffisamment les contradictions existant entre les structures, les systèmes et l'équipement. Notons qu'il est difficile de préciser dans un contrat la qualité des renseignements que le concepteur doit fournir au constructeur. Dans certains cas, cependant, l'élaboration des plans est confiée à un groupe de concepteurs employés au sein de l'entreprise du constructeur, ce qui facilite l'échange d'informations. Chose certaine, ce dernier a tout intérêt à évaluer, avant de s'engager par contrat, la qualité de l'information et de l'aide que le concepteur indépendant lui fournira. Maintes fois, on a constaté que des modifications onéreuses survenaient au cours des phases préliminaires de la construction. Comme les ressources financières du concepteur sont, en général, restreintes, il arrive souvent que le constructeur ait à assumer les coûts supplémentaires.

Lorsqu'il évalue un plan, le constructeur tient compte de ses propres services d'ingénierie ou de conception, ainsi que de la capacité de son entreprise. Beaucoup de plans font appel à des facteurs de tolérance, à des compétences de sou-

dage, à des installations de transformation des matériaux et à des méthodes de construction que seul un constructeur expérimenté peut offrir. Il n'est pas rare que certains plans exigent des facteurs de tolérance et des méthodes que les chantiers navals ordinaires ne sont peut-être pas en mesure d'appliquer.

Il incombe habituellement au constructeur de dresser les plans détaillés, de convertir les mesures du système impérial au système métrique et, s'il y a lieu, de trouver des matériaux équivalents. Aussi, il est possible qu'il lui faille obtenir l'approbation d'une société de classification pour ces données techniques, ces procédures et ces plans plus perfectionnés. Quoi qu'il en soit, il est toujours prudent de soumettre les dessins détaillés à l'examen du concepteur avant d'entreprendre les travaux de construction. Dans les faits, toutefois, cela est rarement le cas, étant donné les restrictions qu'imposent le calendrier des travaux, les considérations d'ordre économique et la main-d'oeuvre. Sans la contribution du concepteur, il se peut que le constructeur et le vérificateur de la société de classification négligent certains détails importants.

Il est clair que le constructeur assume la responsabilité principale à l'étape de la construction; mais la qualité des travaux exécutés repose également sur l'apport du concepteur. Par ailleurs, s'il est prévu que le propriétaire fournit une bonne partie de l'équipement, le constructeur doit s'en remettre à lui pour obtenir de l'information et de l'aide. Étant donné que les délais de livraison sont souvent serrés et que les préparatifs en vue de la construction exigent beaucoup de temps, le constructeur a intérêt à restreindre au minimum les modifications de dernière minute. Comme il importe par-dessus tout que le plan et les dessins techniques soient soumis à l'approbation de la société de classification et des organismes de réglementation, l'examen du propriétaire sera restreint au minimum. D'autre part, même si les représentants du constructeur et du propriétaire arrivent à la conclusion que certaines modifications pourraient améliorer sensiblement l'installation de forage, il se peut que l'incidence de ces modifications sur le prix et le délai de livraison en interdisent l'exécution.

Normalement, le constructeur confie le contrôle de la qualité de la construction à un service interne distinct. La plupart des constructeurs ont un excellent service de contrôle de la qualité; il n'en reste pas moins que certains chantiers ne peuvent appliquer les normes du contrôle de la qualité que jusqu'à un certain point. Bien que ce soit le constructeur qui soit responsable des divers essais menés en vue de la certification de la plate-forme, beaucoup de tests de fonctionnement supposent la participation du propriétaire. Il se peut même que certains essais, pourtant nécessaires, ne soient pas effectués du fait qu'ils ne constituent pas une exigence de classification et qu'ils ne sont pas mentionnés explicitement dans le contrat de construction.

Dans le cadre du processus de certification, le constructeur est souvent tenu de fournir des dessins conformes à l'exécution, les manuels définitifs d'exploitation de l'équipement et des systèmes, ainsi que divers certificats exigés dans le contrat. Certains concepteurs sont très jaloux de leur droit de propriété à l'égard des plans et omettent de fournir au propriétaire de l'unité de forage des dessins relatifs à la structure, en dépit du fait que divers règlements exigent qu'on conserve en tout temps à bord de la plate-forme un jeu complet de dessins techniques.

Il se peut qu'à l'instar du concepteur, le constructeur n'obtienne en retour du propriétaire aucun renseignement révélateur, à moins qu'il n'existe un lien étroit entre les deux ou que des problèmes importants ne surviennent. Le rôle du constructeur peut être limité aux recours en garantie, au déplacement de l'unité de forage et à la fourniture de pièces de rechange au cours des premières années d'exploitation.

■ *L'EXPLOITANT* À moins que l'unité de forage ne soit conçue pour une opération précise, la participation directe de l'exploitant au processus de conception est

limitée. En pareil cas, ses exigences sont transmises au concepteur par le propriétaire. Dans les cas extrêmes où il n'y a pas de concept éprouvé, beaucoup d'exploitants s'engagent dans l'élaboration des plans en commandant des études de conception ou en collaborant activement avec les propriétaires. Par conséquent, l'exploitant peut assumer une certaine part de responsabilité en ce qui a trait à la qualité générale d'un plan. Il lui appartient, en effet, de préciser les conditions environnementales dans lesquelles l'unité de forage sera exploitée et de s'assurer que celle-ci répond aux critères qui en découlent. Les critères relatifs à la survie peuvent provenir de source indépendante ou être définis par les organismes de réglementation. Si ces critères ne peuvent être appliqués directement à la conception de l'installation de forage, il se peut que l'exploitant ait à commander des études privées pour prouver que cette installation peut résister aux conditions environnementales les plus rigoureuses. Dans certains cas, l'exploitant exigera que des inspections de sécurité complètes soient effectuées et que des programmes exhaustifs d'essais non destructifs soient réalisés.

Comme les manuels d'exploitation des MODU ne traitent que de l'aspect maritime des préparatifs de sauvetage, l'exploitant doit veiller à ce que les procédures d'interruption des opérations de forage s'intègrent logiquement dans ces préparatifs. Beaucoup de ces procédures peuvent être établies en collaboration étroite avec le propriétaire et doivent être bien comprises par les deux parties. Cela signifie que les représentants de l'exploitant à bord de la plate-forme doivent posséder une bonne connaissance des facteurs maritimes comme des facteurs environnementaux et bien connaître les limites de l'installation.

■ **LA SOCIÉTÉ DE CLASSIFICATION** Au cours de la phase de la conception, la société de classification effectue une évaluation indépendante de l'unité de forage, c'est-à-dire la conception de la structure, la stabilité, les systèmes critiques et tout équipement ou tout système supplémentaire que le propriétaire souhaite assujettir aux règles de la société. Toutefois, les limites de la participation de la société de classification ne sont pas toujours bien comprises par le propriétaire. Dans son évaluation de la structure de l'unité, la société de classification s'en tient aux critères énoncés dans le contrat de construction ou se fonde sur les critères découlant de ses propres règles. L'approbation de la conception ne signifie pas nécessairement que l'unité de forage peut être exploitée dans toutes les régions auxquelles cette approbation s'applique.

Toutes les sociétés de classification se livrent à des analyses indépendantes de la stabilité des MODU. Cependant, elles n'ont pas toutes la même façon d'aborder l'examen de la conception de la structure. Ainsi, une société procédera à la révision des calculs et des postulats utilisés par le concepteur, tandis qu'une autre effectuera une analyse tout à fait distincte à partir de ses propres hypothèses, établies d'après les limites opérationnelles définies par le concepteur.

Au cours des dernières années, des sociétés de classification ont accru leur participation à l'évaluation des MODU par le biais de protocoles d'entente conclus avec plusieurs organismes de réglementation nationaux et internationaux. Cela signifie qu'elles procèdent simultanément à l'examen de la stabilité de la plate-forme et à l'examen en vue de sa classification. Elles étendent ensuite leur examen aux exigences prévues dans la réglementation et effectuent toute analyse supplémentaire qui s'impose. Ces sociétés de classification sont finalement en mesure d'examiner le manuel d'exploitation à la lumière des règlements applicables.

Les experts de la société de classification se rendront sur le chantier pour s'assurer que l'unité de forage est construite en conformité avec les règles de la société et selon les plans approuvés. En raison de leur nombre limité, ces experts peuvent rarement assurer de façon permanente le contrôle de toutes les phases de la construction. Aussi, leur efficacité dépendra du service de contrôle de la qualité fourni par le constructeur et de leurs rapports avec ce service. D'autre part,

beaucoup de propriétaires délèguent leurs propres représentants pour exercer un contrôle de la qualité au chantier de construction. Toutefois, il se peut que l'efficacité de ces derniers soit restreinte, à moins que le contrat de construction ne stipule clairement que leur approbation est également requise. Normalement, à l'étape de la construction, les représentants du propriétaire et les inspecteurs communiquent régulièrement entre eux, même s'il n'existe aucune clause contractuelle liant directement le propriétaire et la société de classification.

■ *LES ORGANISMES DE RÉGLEMENTATION* Comme beaucoup d'États côtiers exigent que les installations de forage aient été certifiées avant d'en permettre l'exploitation, la conception des MODU est largement tributaire des règlements gouvernementaux. Si ces règlements correspondent à peu près à la norme reconnue en matière de conception de plates-formes de forage, peu de modifications seront nécessaires. Par contre, si les règlements sont plus stricts, il est possible qu'il faille changer complètement les plans ou apporter des modifications onéreuses aux unités de forage existantes. Comme les règlements gouvernementaux s'appliquent à des régions précises, il se peut qu'on se retrouve avec deux normes, car ce n'est pas tous les propriétaires qui acceptent de payer le prix de normes plus élevées. En général, la plupart des règlements ne créent aucun problème au concepteur, pourvu qu'ils soient bien définis et qu'ils ne fassent pas l'objet de modifications répétées ou d'interprétations personnelles de la part des inspecteurs; malheureusement, ce n'est pas toujours le cas et, comme beaucoup de contrats de construction indiquent simplement que le concepteur et le constructeur acceptent la pleine responsabilité quant au respect de certains règlements, il est fort possible que, dans les faits, ils s'engagent à assumer une responsabilité qui n'est pas clairement définie.

Une fois qu'on a accordé à l'installation de forage les certificats nécessaires, l'État côtier envoie des inspecteurs pour s'assurer que les règlements ont été respectés. Leur inspection peut porter surtout sur les éléments relatifs à la sécurité de l'unité de forage, par exemple, sa stabilité, son matériel de sauvetage, son système de lutte contre les incendies, ainsi que ses systèmes de prévention des éruptions et de lutte contre la pollution.

■ *LE VÉRIFICATEUR* Dès l'origine des activités de forage en mer aux É.-U., les compagnies d'assurance ont accepté d'assumer le risque des opérations des MODU. Avec le développement de l'industrie à l'échelle internationale, les assureurs en sont venus à offrir une protection à l'égard des remorquages en eaux internationales. Toutefois, cette protection est assujettie à la recommandation et à l'approbation d'un vérificateur ou d'un expert maritime indépendant et reconnu.

À l'étape de la conception, le rôle du vérificateur maritime est plutôt restreint et entièrement soumis au gré du propriétaire, du concepteur et du constructeur; toutefois, il arrive souvent que les recommandations d'un vérificateur maritime indépendant et réputé, en ce qui a trait au remorquage sur terre et en mer, soient incluses dans le contrat de construction. Certains propriétaires demandent aux mêmes vérificateurs maritimes d'effectuer des études de faisabilité à l'étape de la conception, afin de s'assurer que l'installation puisse être exploitée et déplacée en toute sécurité dans la région prévue. Les concepteurs ont également recours à ce genre d'études pour démontrer aux propriétaires éventuels qu'on a tenu compte des aspects relevant du domaine maritime et que le vérificateur maritime reconnaît les qualités de l'unité de forage. Au cours de la construction, le propriétaire peut faire appel à ce dernier pour évaluer les modifications apportées aux plans et collaborer à la préparation de l'unité en vue de son «lancement».

Avant le début des opérations en mer, le vérificateur maritime peut effectuer des études de faisabilité si les conditions régnant dans la zone d'exploitation ne correspondent pas directement aux critères de conception de la plate-forme. Ces études peuvent être faites pour le compte du propriétaire ou de l'exploitant. De

même, le vérificateur peut étudier la question du transport ou du remorquage de l'unité sur de longues distances. Il veillera alors aux préparatifs en vue du déplacement, assistera au chargement et au déchargement et émettra un certificat d'approbation. Le vérificateur peut également monter à bord de la plate-forme pendant le transit pour veiller à ce que les recommandations de l'étude de faisabilité soient suivies.

La plupart des bureaux de vérification maritime s'occupent également de l'évaluation des sinistres et des demandes de dédommagement; aussi ont-ils acquis une vaste expérience en ce qui concerne les problèmes des MODU qui relèvent du domaine maritime. La qualité de leurs services dépend largement du rôle que leur reconnaît l'industrie, de leurs politiques en matière d'examen et d'approbation, ainsi que des connaissances et de l'expérience de leur personnel.

■ *LACUNES DANS L'ÉCHANGE DES INFORMATIONS* Les diverses parties engagées dans la conception, la construction et l'exploitation des MODU sont toutes liées entre elles par un phénomène complexe d'interaction qui tient à leur compétence, à leur interprétation des informations fournies, à leur perception de leur propre rôle, à leur esprit de collaboration et, dans une certaine mesure, aux conditions du marché.

On est parvenu à cerner certaines préoccupations en ce qui concerne la continuité de l'échange des informations. Il se peut, notamment, que la portée de l'examen des plans aux fins de classification et de l'inspection de la construction soient trop limitées. De toute évidence, les organismes de réglementation peuvent influencer le champ d'application de ces deux fonctions et, dans les faits, c'est ce qui se produit de plus en plus. Les contrats et devis de construction comportent souvent d'importantes lacunes dans la description des qualités et des caractéristiques de l'unité de forage et des erreurs se glissent dans la conversion des données de conception en données de construction détaillées. Une fois que l'installation de forage est en exploitation, les renseignements relatifs à son rendement pourraient servir de données à partir desquelles améliorer les plans à venir. Toutefois, on remarque une lacune en ce sens qu'aucun renseignement d'importance quant aux vices de conception découverts à l'étape de l'exploitation n'est fourni en retour au concepteur et au constructeur et qu'il n'y a pas de tribune libre où l'on puisse échanger les informations importantes recueillies à la suite d'accidents.

La possibilité que surviennent des failles et des problèmes graves dans l'échange des informations entre les diverses parties existe, certes, et peut entraîner des vices de conception et accroître le degré de risque. Dans quelle mesure ces failles et problèmes occasionneront-ils des risques importants? Cela dépend surtout de l'engagement et de la compétence des parties en cause. Si leur engagement, leur expérience et leur compétence sont élevés, il est probable que l'installation de forage pourra être exploitée de façon efficace et en toute sécurité.

Mais, même si toutes les précautions sont prises, que tous les règlements sont observés et que tout le personnel est compétent, on ne pourra jamais éliminer complètement les possibilités d'accidents graves. La conception des MODU n'est pas une science exacte et l'erreur de jugement humaine est un facteur qui entre toujours en ligne de compte. Quoi qu'il en soit, le processus de l'échange des informations entre les diverses parties en cause peut, bien souvent, être amélioré.

L'utilisation des plates-formes auto-élévatrices sur la côte est du Canada
Noble, Denton & Associates, Inc.
Houston, Texas,
novembre 1984

CONCEPTION DES PLATES-FORMES AUTO-ÉLÉVATRICES

Les unités mobiles de forage auto-élévatrices ont commencé à être utilisées pour l'exploration pétrolière au début des années 1950, surtout dans le golfe du Mexique. La plate-forme auto-élévatrice est une structure à coques de type chaland possédant un certain nombre de jambes tubulaires ou à treillis ouvert et munie d'un système de vérins permettant de soulever la barge au-dessus de l'eau à une hauteur suffisante pour la soustraire à l'effet des vagues. Destinées à servir dans les eaux peu profondes du golfe sur la côte des États-Unis, les premières plates-formes auto-élévatrices étaient spécifiquement conçues pour affronter des vagues de 7 à 10 m et des vents de 70 noeuds.

Même si la zone côtière du golfe est exposée à des ouragans dont l'intensité dépasse les normes de conception des plates-formes, le simple fait qu'elles étaient situées tout près de la côte permettait aux membres d'équipage de disposer de suffisamment de temps pour évacuer l'installation et même, parfois, pour remorquer les plates-formes à l'abri. Par conséquent, même si plusieurs plates-formes ont été perdues, on n'a connu que peu de pertes de vies. L'évacuation rapide sert encore de moyen de défense contre des conditions environnementales extrêmes, et les plates-formes auto-élévatrices qui sont exploitées dans le golfe du Mexique aujourd'hui ne sont souvent construites que pour résister à des ouragans n'ayant qu'une période de récurrence de dix ans. De nouvelles installations en porte-à-faux ont été conçues pour résister à des tempêtes de 50 ou 100 ans étant donné que les plates-formes auto-élévatrices font souvent des travaux de reprise à partir de plates-formes fixes qui sont conçues pour résister à des ouragans d'une période de récurrence de 100 ans. Dans de telles conditions environnementales, l'effondrement de la plate-forme auto-élévatrice pourrait entraîner celui de la plate-forme fixe et de l'installation de forage.

Dans les parties du monde où le climat est plus rébarbatif, comme la mer du Nord, l'Alaska, l'Australie et la zone située au large de la côte est du Canada, les tempêtes sont généralement plus fréquentes et les alertes météorologiques ne laissent pas suffisamment de temps à l'équipage pour évacuer la plate-forme. Par conséquent, les plates-formes auto-élévatrices exploitées dans ces régions doivent être construites pour résister à des tempêtes de 50 ou 100 ans.

Le degré de risque que comporte l'exploitation d'une plate-forme auto-élévatrice à un endroit donné varie selon les conditions locales du vent, de la houle, du courant et du sol. Les entrepreneurs de forage et les exploitants désirent souvent forer à des degrés de risque différents, en fonction de divers facteurs tels que la connaissance préalable qu'ils ont de l'endroit, la durée prévue d'exploitation de

l'installation et les conséquences que pourrait entraîner le bris de la structure. Dans certaines régions, ce sont les autorités gouvernementales qui fixent le degré de risque.

■ *CERTIFICATION ET CLASSIFICATION* Les plates-formes auto-élévatrices sont normalement conçues et construites selon les règlements établis par une société de classification. La société de classification approuvera le plan en fonction des critères de résistance aux tempêtes fixés par le concepteur, surveillera les différentes étapes de la construction et procédera régulièrement à des inspections pendant toute la vie utile de l'unité pour veiller à ce qu'elle demeure à la hauteur de sa classe. En général, ce n'est pas à la société de classification qu'il revient de déterminer si les critères de conception conviennent aux différentes régions dans lesquelles l'unité pourra être exploitée, sauf si elle agit au nom de l'autorité gouvernementale qui est aussi chargée de délivrer un certificat, et, même dans ce cas, elle n'exercera ce contrôle que si l'autorité en question a établi certains critères ou déterminé certaines périodes de récurrence des tempêtes.

Dans de nombreux cas, les souscripteurs d'assurance exigent un autre certificat d'approbation délivré par une compagnie d'inspection de garantie. L'inspecteur de garantie doit s'assurer que l'installation demeurera en place à l'endroit désigné et pourra être remorquée en toute sécurité d'un endroit à un autre, que la plate-forme possède ou non ses certificats. Pour garantir aux souscripteurs que la plate-forme est conforme aux exigences, il est nécessaire d'obtenir des données précises sur la météorologie et le fond marin des lieux du forage, de les examiner par rapport aux normes de conception et de s'assurer que, de façon générale, l'installation peut être exploitée sur les lieux du forage avec une marge de sécurité suffisante. On doit toujours se rappeler que la plate-forme auto-élévatrice doit d'abord être exploitée en position élevée, la plate-forme n'étant pas soumise aux effets de la houle. Lorsqu'elle flotte sur l'eau, les jambes s'élevant haut dans les airs, l'installation possède une navigabilité suffisante pour être déplacée; toutefois, une plate-forme auto-élévatrice qui a été mise à l'eau dispose d'une navigabilité passablement limitée si elle n'a pas préalablement fait l'objet d'une préparation intensive. Dans la plupart des cas, les accidents se produisent au moment où la plate-forme va d'un emplacement à un autre ou est remorquée. Environ 70 pour cent de tous les accidents sont directement attribuables au milieu marin plutôt qu'aux opérations de forage. Pour cette raison et parce qu'il est fréquent que les équipages ne soient pas composés de marins, les souscripteurs d'assurance exigent souvent qu'un expert maritime soit présent pendant les opérations d'élévation, de remorquage, d'abaissement et de pré-chargement de l'installation.

■ *DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES* Les plates-formes auto-élévatrices sont conçues pour résister aux contraintes provoquées par les conditions environnementales les plus rudes qui puissent se manifester au cours d'une période donnée. Les météorologues et les océanographes font appel à plusieurs méthodes différentes pour prévoir les hauteurs de houle, la vitesse des vents et les courants provoqués par les tempêtes les plus fortes. Souvent, le manque de données historiques satisfaisantes réduit la fiabilité des calculs. Même pour des régions comme le golfe du Mexique, les experts divergent d'opinion au sujet des différentes profondeurs d'eau. Comme les forces sont approximativement proportionnelles au carré de la vitesse du vent, du courant et de l'amplitude de la houle, les différences sont très importantes. Une fois que les «données générales» ont été déterminées, il peut être nécessaire d'obtenir un «rapport précis de l'emplacement» qui soit détaillé et qui tienne compte des variations locales, surtout si l'installation est appelée à fonctionner à la limite de ses capacités de survie. Il importe que l'autorité responsable de la réglementation, à partir des meilleures données disponibles, élabore un ensemble de cartes montrant les profils des extrêmes pour la région en question.

L'emploi de plates-formes auto-élévatrices dans des régions exposées aux glaces de mer, aux icebergs et aux accumulations de glace exige des précautions particulières étant donné que les plates-formes qui ont été construites jusqu'à maintenant ne pourraient pas résister à la puissance de l'impact d'un iceberg. Il faut donc tenir compte des conditions météorologiques qui permettent d'abaisser les jambes d'une installation et de la déplacer à l'approche d'un iceberg. Il faut pouvoir disposer d'une période au cours de laquelle la hauteur moyenne des vagues ne dépasse pas 1,5 m, bien que dans certains cas, il soit possible d'effectuer des manoeuvres d'élévation et d'abaissement dans des vagues de plus de 3 m. Certaines régions côtières de l'est du Canada sont exposées à différentes conditions de givrage comme la pluie verglaçante, les embruns marins et les chutes de neige. L'accumulation de neige et de glace augmente le poids de la plate-forme, ce qui nuit au fonctionnement. La charge de glace accumulée a déjà contribué à la perte de l'hélisurface d'une plate-forme auto-élévatrice en cours de remorquage. La conception des systèmes critiques et des parties composantes en vue d'un fonctionnement fiable dans des régions climatiques froides revêt une importance capitale pour les installations appelées à être exploitées sur les côtes de l'est du Canada.

■ **DONNÉES SUR L'EMPLACEMENT** La prudence exige une connaissance approfondie des conditions du fond de la mer et du fond sous-marin avant la mise en place de toute installation sur semelle. L'exploitant devrait désigner clairement les gisements qu'il se propose de forer avant qu'on procède aux études de reconnaissance et ne devrait pas faire de changements de dernière minute sur les lieux de l'emplacement une fois que l'étude de reconnaissance est terminée. Certains accidents ont été causés par le fait que l'exploitant a décidé à la dernière minute de déplacer son installation à un endroit situé «tout près» de celui prévu à l'origine, sur lequel on ne possédait aucune donnée, et qui était tout à fait différent du premier. Il faut posséder du matériel de navigation de haute qualité pour être sûr que la plate-forme auto-élévatrice sera installée exactement à l'endroit ayant fait l'objet de l'étude de reconnaissance.

Il existe un certain nombre de méthodes pour faire des relevés géophysiques d'un emplacement éventuel. On doit faire un tracé bathymétrique à grillage serré portant habituellement sur un carré dont les côtés mesurent 1 km et dont le centre constitue l'emplacement prévu. En outre, ce tracé est complété par une étude en plongée effectuée sur une superficie dépassant d'au moins 30 m la limite du paramètre du socle afin de s'assurer qu'il n'y a pas d'épaves ou d'autres dangers sous-marins. Si la zone ne peut faire l'objet d'un relevé par des plongeurs, elle doit être draguée efficacement à l'aide d'un câble suspendu entre deux remorqueurs, ou elle doit être inspectée à l'aide d'un sonar à balayage latéral.

Pour vérifier la lithologie sous-jacente au fond marin de l'emplacement, une étude sismique à haute définition devrait être effectuée à une profondeur d'au moins 60 m, sur toute la superficie couverte par l'étude bathymétrique. Ces profils acoustiques à haute résolution peuvent avertir les exploitants de la présence d'hydrocarbures en eau peu profonde, ce qui représente une menace sérieuse à la sécurité pendant les opérations de forage. Ces données peuvent aussi fournir des renseignements utiles, même indirectement, sur les conditions des fondations en servant de base à l'extrapolation des données relatives à l'indice portant du sol, en déterminant des caractéristiques sédimentaires à trois dimensions sur une grande superficie qui ne peut être analysée par des sondages géotechniques classiques et en repérant les failles et les modifications lithologiques ayant trait aux croûtes et aux soufflures. Il serait bon de procéder à un carottage ou à un essai pressiométrique sur place, afin de bien connaître le type de sol et la résistance au cisaillement à différents niveaux du fond sous-marin. Ces résultats, mis en corrélation avec ceux de l'étude sismique en eau peu profonde, sont utiles pour mieux déterminer

les pénétrations prévues et pour prévoir les zones où il y a risque de défoncement.

■ *MÉTHODES D'ANALYSE* Les équations employées pour déterminer les contraintes statiques et dynamiques auxquelles sera exposée une plate-forme auto-élévatrice n'ont été vérifiées sur le plan expérimental que dans quelques cas simplifiés et pourraient donner des résultats différents si l'on menait l'expérience avec une structure complexe entretoisée qui serait soumise aux effets d'un train de vagues. Ces méthodes sont particulièrement incompatibles lorsque vient le temps de calculer la puissance maximale des vagues déferlantes. En outre, le calcul des coefficients de traînée des montants des plates-formes auto-élévatrices et la prévision de la force du vent sur les montants lorsque l'installation est sur l'eau soulèvent certains problèmes. Même si l'opinion des experts diverge encore sur ces questions et quant à l'évaluation de la sécurité d'une plate-forme, ou la sécurité d'une plate-forme par rapport à une autre, il est absolument nécessaire d'employer une méthode de calcul qui soit uniforme. Le fait de comparer des plates-formes de forage en se fondant sur les caractéristiques nominales affichées par le concepteur signifie peu de choses si les concepteurs ont employé des méthodes de calcul différentes.

Les niveaux réels de pénétration qui ont été prévus pour l'emplacement du forage peuvent aussi modifier les résultats. En général, les concepteurs de plates-formes à jambes indépendantes supposent que les jambes sont enfoncées à 3 m au-dessous du fond et que cette pénétration dans le fond de la mer n'augmentera pas la stabilité de l'unité. Aux endroits où la pénétration est importante, cette hypothèse peut sembler trop prudente, mais aux endroits où la pénétration est faible, il peut être dangereux de se fier à la stabilité que procure le fond de la mer, à moins qu'une étude détaillée de l'emplacement ne démontre que cette hypothèse est valable. D'autres problèmes peuvent surgir lorsque la capacité de tenue des vérins ne suffit pas à soutenir le poids de pré-chargement nécessaire pour assurer que les jambes de la plate-forme ne défonceront pas le fond de la mer au cours d'une tempête. Dans le cas de ces installations, il serait nécessaire d'examiner très attentivement les données pédologiques afin d'éviter une pénétration ultérieure.

Une des difficultés rencontrées fréquemment dans le classement d'une plate-forme qui n'affiche que les conditions d'opération en fonction de la profondeur d'eau maximale, sans précision sur les conditions d'exploitation en eau moins profonde, est que la plate-forme peut convenir moins bien pour l'exploitation en eau moins profonde. Certaines installations sont conçues avec un échantillonnage qui convient aux charges spécifiées au sommet des jambes et suffisamment solide aux extrémités des jambes pour supporter les contraintes du remorquage. Le centre comprend un échantillonnage plus faible qui est susceptible de nuire à la constance du rendement. Cela pourrait signifier que l'installation peut fonctionner en eau profonde mais non à un emplacement dans la même zone où l'eau est moins profonde.

■ *FACTEURS RELATIFS AU TRANSPORT* Le déplacement d'une plate-forme auto-élévatrice est une tâche importante qui exige une expérience acquise dans le milieu de la marine et des compétences que ne possèdent pas nécessairement les équipes du forage. Le transport en haute mer exige énormément d'étude, de planification, de travail et de coopération entre le propriétaire, l'expert maritime et l'entrepreneur en transport pour que l'opération se déroule bien. Pendant de nombreuses années, la seule méthode qu'on pouvait employer était le remorquage océanique en flottaison, par laquelle la plate-forme est remorquée par un ou plusieurs remorqueurs de haute mer, en flottant sur ses propres coques. Étant donné la forme courte et peu profilée des coques des plates-formes auto-élévatrices et leur navigabilité limitée, les remorquages en flottaison sont des opérations longues et difficiles. Les deux principales causes des accidents qui se produisent pendant les remorquages en flottaison sont l'erreur humaine et le mauvais temps. Le mau-

vais temps à lui seul constitue rarement une cause d'accidents graves pour les plates-formes auto-élévatrices; lorsqu'il est combiné à l'erreur humaine, il peut provoquer des avaries importantes.

En 1973, le premier remorquage à sec d'une plate-forme de forage auto-élévatrice s'est fait de l'Italie jusqu'à Dar es Salaam, en passant par le cap de Bonne-Espérance, sur une distance de 15 932 km. Au cours d'un remorquage à sec, toute la plate-forme est embarquée sur une barge de transport submersible adaptée et remorquée par un remorqueur de haute mer. Comme la configuration de la barge est plus adéquate, elle permet d'atteindre une vitesse plus élevée et d'assurer une meilleure navigabilité de l'ensemble. Une des plus récentes améliorations qui a été apportée au remorquage à sec des plates-formes est la mise au point de vaisseaux de transport submersibles spéciaux auto-propulsés, qui constituent un moyen de transport encore plus rapide et plus sûr.

Un déplacement sur champ est un déplacement d'un lieu de forage à un autre, à l'intérieur d'une même zone d'exploitation. Ce genre de transport doit être fait au cours d'une période de beau temps assuré; normalement, la plate-forme peut être déplacée sur un champ, les montants complètement relevés ou partiellement abaissés. Le parcours du remorquage doit être soigneusement planifié et il faut prévoir une profondeur d'eau suffisante aux endroits moins creux, surtout si la plate-forme doit être remorquée les montants partiellement abaissés.

Pour bien préparer le déplacement sur champ d'une plate-forme auto-élévatrice, il faut tenir compte de plusieurs facteurs. Les jambes, l'arrimage du matériel, les porte-à-faux, les sub-structures, les structures de forage, la charge en pontée, la tige de forage et le tubage, tous ces éléments doivent être en mesure de résister au roulis et au tangage de l'installation pendant le remorquage. Comme le manque d'étanchéité à l'eau a été un important facteur de causalité dans bon nombre d'accidents de plates-formes auto-élévatrices, la plate-forme doit être bien protégée contre toute pénétration d'eau dans les espaces vides, les espaces de pré-chargement et les autres compartiments. Étant donné que l'installation auto-élévatrice ne passe qu'une faible partie de sa vie utile en flottaison, il importe d'accorder une attention particulière à toutes les fermetures. Un des facteurs primordiaux à prendre en considération pour quelque déplacement que ce soit est le choix d'un équipage possédant une expérience appropriée dans le remorquage. Idéalement, le remorqueur devrait affecter un ou deux marins d'expérience à la plate-forme, de façon à ce qu'il y ait une bonne communication et à ce qu'on dispose de personnel expérimenté au cas où il serait nécessaire de rattacher le câble de remorquage.

Dans le golfe du Mexique, les risques que présentent les déplacements sur champ sont beaucoup moins élevés que dans les eaux canadiennes parce que l'entrepreneur en remorquage peut souvent appeler un remorqueur supplémentaire pour lui venir en aide ou envoyer rapidement par la voie des airs des câbles de remorquage de rechange ou d'autres pièces lorsque le problème se présente. Les conditions d'exploitation d'une plate-forme de forage en eaux canadiennes ressemblent davantage à celles qui ont cours dans la mer du Nord, où il n'est pas aussi facile d'obtenir de tels services à court délai.

■ **PRÉCAUTIONS CONTRE LES TEMPÊTES** Toutes les plates-formes auto-élévatrices sont conçues en fonction de certains critères de survie basés sur des facteurs tels que la vitesse maximale du vent, la hauteur des vagues et le courant. Parfois, la plate-forme n'est en mesure d'affronter une tempête qu'après divers préparatifs spéciaux. Pour éviter d'imposer une contrainte excessive aux jambes, il est presque toujours nécessaire que les centres de gravité longitudinal et transversal de la plate-forme, de la structure de forage et des charges variables soient situés près du centre géométrique des jambes. Cela permet à chacune des jambes de supporter une part égale du poids de la plate-forme et au facteur de sécurité anti-cha-

virement d'être optimal pour toutes les directions. Dans certains cas de charge extrême, il peut être nécessaire d'ajouter de l'eau de ballast à la plate-forme pour accroître le degré de sécurité. Pour certains types de plates-formes, le guide de fonctionnement peut exiger que le porte-à-faux soit escamoté à l'annonce d'une forte tempête. Il faut prendre en considération l'importance du travail nécessaire à l'escamotage du porte-à-faux et les conséquences que le manœuvre peut avoir sur l'opération de forage et le contrôle du puits. Dans d'autres cas, il faudra limiter les charges variables à bord de la plate-forme de façon à ne pas exercer de contrainte excessive sur les jambes au cours d'une tempête; cela signifie qu'il pourrait être nécessaire d'évacuer les produits liquides consommables tels que l'eau et la boue de forage chaque fois que l'installation est préparée pour des conditions de survie.

Dans les régions où les tempêtes sont fréquentes, il est souvent très difficile d'effectuer ces préparatifs dans un délai raisonnable, surtout quand la force de la tempête ne peut être connue en détail que quelques heures avant qu'elle atteigne la plate-forme. Il serait peut-être sage de ne pas permettre aux plates-formes de forer à ces endroits, à moins qu'elles ne soient conçues pour affronter les tempêtes sans avoir à escamoter leur porte-à-faux.

■ **ACCIDENTS** Parmi tous les genres d'installations mobiles de forage offshore (mobile offshore drilling unit – MODU), les plates-formes auto-élévatrices sont les plus exposées aux pertes et aux avaries; elles représentent environ 68 pour cent de tous les accidents. Un grand nombre des accidents qui se sont produits au cours de l'élévation ou de l'abaissement d'une plate-forme, ou de son remorquage d'un endroit à un autre, ont eu lieu par beau temps. De fait, on remarque que davantage d'accidents se sont produits par beau temps que par mauvais temps. La majorité des accidents dus aux manœuvres d'élévation ou d'abaissement ont été provoqués par le défoncement, qui se manifeste par la pénétration rapide et inégale d'une jambe au cours de l'élévation initiale d'une plate-forme et de son pré-chargement. On ne compte pas moins de 10 incidents graves attribuables au phénomène de défoncement entre 1980 et 1984; il est très probable que ce nombre ne reflète pas la réalité, car bien des incidents ne sont pas signalés. Le défoncement est habituellement causé par des couches de sols irrégulières ou par des reliefs inhabituels du sol. Une inspection complète et soignée des lieux peut réduire sensiblement les risques de défoncement.

■ **CONCLUSIONS** Les plates-formes auto-élévatrices sont des outils extrêmement utiles à l'exploration des ressources offshore de l'est du Canada. Contrairement aux installations flottantes, la structure dépend beaucoup, sur le plan de l'intégrité, de l'endroit précis où elle est mise en exploitation. Il est indispensable de procéder à une évaluation précise du milieu océanographique. Les modèles dont la conception est en cours actuellement visent à satisfaire aux conditions extrêmes des eaux canadiennes. Pour assurer la sécurité des opérations, il est essentiel que des organismes indépendants évaluent la sûreté des installations en fonction d'emplacements et de milieux précis. C'est au constructeur et au concepteur qu'il revient de produire des installations adaptées aux difficultés des opérations et du remorquage, mais c'est au propriétaire d'exploiter l'installation sans dépasser les limites imposées par sa conception. L'ingénieur de barge et les autres membres du personnel responsable doivent connaître à fond les limites prescrites et implicites. Ils doivent faire preuve d'une bonne compréhension des manœuvres et d'une bonne connaissance de la mer afin de prévenir les accidents. La meilleure garantie de sécurité, pour toute plate-forme, est une gestion compétente et éclairée de l'installation de forage.

Résumé du séminaire sur les essais sur modèles

La Commission Royale a entrepris une série d'essais sur modèles de la semi-submersible *Ocean Ranger* au cours de la première partie de son mandat. Ces essais, qui ont été effectués dans des laboratoires d'hydraulique du Canada et de la Norvège, se sont avérés valables pour déterminer la réaction de l'installation de forage face aux forces environnementales et aux charges opérationnelles en présence la nuit du désastre. Le 14 décembre 1983, la Commission royale a tenu un séminaire d'une journée afin d'étudier la valeur que pourrait avoir les essais de modèles hydrauliques et aérodynamiques pour évaluer la sécurité des MODU. Les participants, qui ont été choisis de façon à fournir différents points de vue sur le sujet, comprenaient des théoriciens, des praticiens et des techniciens d'essais sur modèles.

Les participants ont abordé de deux façons différentes le sujet des essais sur modèles des installations de forage en mer. Pour les concepteurs, les essais sur modèles constituent un outil, combiné à des méthodes de calcul et autres, qui sert à évaluer certains genres d'installations; le coût et la précision du modelage numérique se sont considérablement améliorés au cours des dernières années avec les progrès de la technologie informatique, ce qui a rendu l'utilisation étendue des essais sur modèles hydrodynamiques et aérodynamiques relativement coûteuse. Quant aux théoriciens et aux modélistes, les mêmes progrès dans le traitement des données leur ont permis d'analyser plus en détail les résultats des essais et de simuler avec plus de précision les effets du vent et de la houle et l'évaluation des données en temps réel. Bref, la technique des essais sur modèles a été améliorée par la même technologie qui, auparavant, avait menacé de restreindre son utilisation.

Il a été fait mention, à plusieurs reprises, des nombreux écarts qui ont été relevés entre les résultats obtenus à partir de techniques numériques et physiques, qu'il s'agisse des calculs de prévision des espaces d'air dans les semi-submersibles ou de la difficulté de déterminer les forces de vent auxquelles sont soumises les installations flottantes en mer. D'autres problèmes se sont posés lorsqu'on a fait des comparaisons avec les mesures réelles de l'installation et, de façon générale, on a reconnu qu'il y a très peu d'informations concernant ces mesures réelles qui sont retournées au modéliste ou au concepteur. Un des participants a fait remarquer que la nature répétitive du processus de conception exige qu'on aborde le phénomène dans son ensemble, soit la partie théorique, la mise au point de modèles expérimentaux, la simulation numérique et les dimensions réelles de l'installation. C'est en comparant les points faibles et les avantages relatifs de chacune des méthodes que le concepteur peut tirer profit des résultats.

Un des points les plus importants de la discussion a été l'application des essais sur modèles à l'établissement des critères réglementaires de conception, surtout en ce qui a trait à la stabilité. Le fait que les critères actuels sont basés sur des méthodes empiriques et non sur un fondement théorique rationnel a semblé moins important pour les concepteurs que pour les véritables réalisateurs des essais. On a laissé entendre que les critères théoriques de stabilité des semi-submersibles, bien qu'ils soient entièrement satisfaisants, ne seraient probablement pas disponibles dans un avenir prévisible, et que tout devrait être mis en oeuvre pour en arriver à une meilleure compréhension des principes de dynamiques en cause. Cette partie du débat a mis en relief les efforts importants qui sont consacrés aux programmes de mise au point de modèles physiques, comme le fait de traiter de facteurs dynamiques dans des situations où l'on ne dispose que de méthodes numériques statiques ou quasi-statiques. C'est dans l'étude des mouve-

ments des installations, des forces d'amarrage et de la résistance au remorquage que les essais sur modèles effectués pour la conception des MODU trouvent leur meilleur champ d'application.

Les essais sur modèles de l'*Ocean Ranger* ont constitué un défi pour la fine pointe de la technologie et ont favorisé le raffinement des techniques les plus récentes. Par exemple, la simulation de charges dues au vent, en tenant compte des rafales, a été basée sur une série d'essais aérodynamiques menés par le Conseil national de recherches (CNR) à Ottawa. Le laboratoire d'hydraulique du CNR a conçu le modèle des forces résultantes dues au vent en se servant de filaments élastiques tressés et rattachés au modèle de façon à exercer différentes charges en fonction de la position de l'installation à des moments précis, de l'espace d'air qu'elle contient et de la vitesse moyenne du vent et des rafales. Le *Norwegian Hydrodynamics Laboratories* (NHL) de Trondheim a employé des ventilateurs commandés par ordinateur pour procéder à la simulation. Les représentants des deux laboratoires ont acquis une expérience importante par la mise en application de ces techniques et, même si aucun des deux groupes n'était prêt à recommander l'emploi d'une méthode plutôt qu'une autre, les données qui en sont ressorties constituent une base en vue d'une analyse. Le programme d'essais a aussi mis en relief les points faibles de certaines techniques et méthodes de mesure. Ceux qui ont participé au programme d'essais mis en oeuvre pour la Commission royale ont fait remarquer que les essais et l'ensemble des données qui vont être soumis à l'attention du public dès que la rédaction de la première partie du rapport sera terminée, serviront de base à partir de laquelle d'autres analyses devraient être entreprises.

Il est apparu évident, d'après les commentaires de tous les participants, que les essais sur modèles continueront à être une méthode de vérification intégrale dans la conception des MODU, et que l'échange d'information amorcé par les parties en cause sera d'une grande importance.



4

GESTION DE LA SÉCURITÉ



GESTION DE LA SÉCURITÉ

GESTION DE LA SÉCURITÉ DE L'INDUSTRIE

Évaluation des programmes de gestion de la sécurité pour le forage en mer dans l'est du Canada
Manadrill Drilling Management Inc.,
Calgary, Alberta,
juin 1984

Ces dernières années, la sécurité des opérations de forage offshore dans les eaux du Canada s'est accrue notablement. L'industrie et le gouvernement ont uni leurs efforts pour développer plusieurs secteurs névralgiques du domaine du forage en mer et des idées nouvelles ont été mises en application; de même, des équipements et des programmes de formation nouveaux ont fait leur apparition. Le changement le plus important a été le fait que les employés, le personnel de maîtrise et les cadres supérieurs sont devenus plus sensibles à la question de la sécurité.

Depuis sa création, l'Administration du pétrole et du gaz des terres du Canada (APGTC) s'est développée d'une façon appréciable. L'industrie reconnaît aujourd'hui que cette organisme peut être un très bon instrument de contrôle, et elle collabore avec ses bureaux régionaux et avec son administration centrale. L'industrie, en outre, observe à la satisfaction des organismes gouvernementaux, les règlements, lignes directrices et exigences décrétés entre 1982 et 1985. La situation a beaucoup progressé aussi du côté des exploitants qui se sont dotés d'un outil efficace: la Division des exploitants offshore de l'Association pétrolière du Canada née de la fusion de l'Association pétrolière du Canada (APC) et de l'*East Coast Petroleum Operators Association*; ce groupe, qui est axé sur les opérations de forage, jouit de l'appui des cadres de l'industrie et du respect des organismes gouvernementaux. On a aussi assisté, au cours des dernières années, à une atténuation indéniable des tensions liées à certaines questions controversées (comme celles de l'engagement de travailleurs locaux et de l'achat sur place de biens et de services) qui avaient entaché les relations de travail entre le gouvernement et l'industrie.

Les questions sur lesquelles il faut encore se pencher et qui préoccupent avec plus ou moins d'acuité les personnes et les groupes intéressés concernent généralement les activités maritimes proprement dites, les activités autres que les opérations de forage. On se préoccupe aussi bien de questions générales (par exemple, la gestion du forage pétrolier sur le plateau continental du Canada, à l'extérieur de la zone de 12 milles) que de questions très précises ayant trait aux méthodes et aux règles de base de l'industrie du forage en mer. Les préoccupations de l'industrie et du gouvernement sont souvent les mêmes.

L'une des préoccupations majeures de l'industrie et des organismes gouvernementaux est l'absence d'une politique cohérente concernant la gestion des travaux exécutés dans les eaux du plateau continental du Canada. Tant qu'on n'aura pas réglé cette importante question d'ordre juridique, la confusion demeurera grande, il y aura un doublement des efforts, les règlements ne seront pas interpré-

tés de façon uniforme et on devra craindre qu'une omission ne cause un accident grave. Pour avoir un système de sécurité efficace, il est essentiel que les relations de travail entre les entrepreneurs de forage, les propriétaires et les constructeurs des installations de forage, la Garde côtière canadienne (GCC) et l'APGTC soient très étroites, ce qu'elles ne sauraient devenir sans qu'on produise une définition élémentaire des responsabilités et des fonctions de la GCC, qui sont directement liées à la gestion de l'ensemble des eaux du pays.

■ *ÉQUIPEMENTS ET SERVICES* Les principes et la technologie liés aux moyens et aux méthodes de sauvetage ne sont pas aussi avancés que ceux qui concernent le forage et le contrôle des puits. Les moyens et méthodes d'évacuation des installations mobiles de forage en mer menacées par des conditions climatiques difficiles ne sont pas satisfaisants. De grands efforts sont déployés pour améliorer la situation; leurs seuls auteurs ne sont toutefois que les fabricants d'équipements maritimes classiques. L'industrie et le gouvernement devraient jouer un plus grand rôle dans la conception de moyens et de méthodes destinés à la satisfaction des besoins des organisations de forage en mer.

L'un des équipements de sauvetage qu'il faut modifier est le vêtement de survie ou d'immersion qui se trouve à bord des hélicoptères. Cette tenue est moins encombrante que celle qu'on utilise généralement dans les installations de forage en mer parce qu'on la porte journalièrement et parce qu'il ne faut pas que son port retarde l'évacuation d'un aéronef en détresse. Le vêtement de survie d'hélicoptère n'offre toutefois pas la même protection thermique que les combinaisons de survie ordinaires; c'est un désavantage, d'autant plus que les accidents d'hélicoptères sont beaucoup plus fréquents que les abandons d'installation de forage.

Les risques de collision entre les navires de service et les MODU devraient diminuer grâce à l'amélioration du système d'amarrage et du système de contrôle de la propulsion des navires de service. On fait ressortir l'importance d'utiliser des navires de service conçus et construits comme des navires de soutien des MODU plutôt que des navires modifiés destinés à l'origine à des activités de plongée ou de construction. On s'est aussi montré préoccupé par la question des qualités exigées des personnes occupant un poste de commandement supérieur à bord des navires circulant dans les eaux canadiennes. Avant de pouvoir manoeuvrer des navires perfectionnés et spécialisés qui sont appelés à se déplacer le long de MODU, les travailleurs provenant de la marine marchande ou de l'industrie de la pêche devraient recevoir une formation particulière et acquérir sur le tas une expérience assez grande.

Certains entrepreneurs ont exprimé des craintes au sujet de l'utilisation de navires de service comme navires de soutien. Dans la majorité des opérations exécutées sur la côte est, les navires de service jouent aussi ce rôle. Les entrepreneurs sont d'avis que les navires de service peuvent ne pas être toujours en mesure de servir de navire de soutien, en particulier, lorsqu'ils se trouvent le long d'une installation de forage pour le déchargement. S'il survenait une urgence à ce moment, le navire de service pourrait être dans l'impossibilité d'accomplir sur-le-champ sa mission de navire de soutien.

On se préoccupe aussi de l'efficacité des équipements et des techniques de récupération des navires de service jouant le rôle de navire de soutien. L'industrie utilise les équipements les plus avancés; elle craint cependant, comme les organismes gouvernementaux, que la formation du personnel des navires de service ne suive pas l'évolution des équipements. On devrait fixer des normes de formation et fournir les installations permettant de rendre le personnel apte à bien utiliser les équipements. L'industrie devrait aussi étudier la question de l'établissement de règles destinées à guider les équipages des navires de service au cours des exercices de sauvetage.

■ *MESURE DE SÉCURITÉ* Il existe un désaccord entre l'industrie et le gouverne-

ment au sujet de la façon de tenir les exercices de sauvetage dans les installations de forage. Les uns voudraient que les entrepreneurs soient obligés de tenir des exercices de sauvetage inopinés parce que les travailleurs agiraient comme si tout allait pour le mieux dans le meilleur des mondes et qu'il n'y avait rien à craindre au cours des exercices annoncés d'avance. Les autres, dont tous les entrepreneurs de forage et la plupart des exploitants, croient que le fait que les exercices soient tenus inopinément ne change rien à l'état d'esprit de ceux qui y participent, qui peuvent même être exposés inutilement à des dangers. Il est essentiel que l'accord se réalise, dans l'industrie, sur cet aspect capital de la prévention des accidents avant que les exploitants ou le gouvernement adoptent ou imposent des méthodes inacceptables.

L'idée d'évacuer les MODU avant des intempéries imminentes devra être examinée sérieusement par l'industrie et le gouvernement. C'est à la suite de pressions du monde politique et de la population que l'industrie a adopté les politiques et méthodes en vigueur aujourd'hui. Ces méthodes varient et l'idée d'évacuation préventive n'est pas acceptée par tous les entrepreneurs et exploitants.

■ *FORMATION ET PERFECTIONNEMENT* Il est une autre question qui intéresse l'industrie et le gouvernement: c'est celle de la hiérarchie de commandement dans les MODU. À la fin de 1983, l'APGTC a publié des lignes directrices stipulant qu'on doit trouver à bord des installations flottantes de forage un responsable de la sécurité possédant les connaissances maritimes requises et détenant un brevet de capitaine. Même si l'industrie s'est conformée à cette exigence, la question demeure très controversée.

Beaucoup d'entrepreneurs et certains membres du personnel des exploitants comprennent difficilement comment l'insertion forcée d'un capitaine dans la hiérarchie d'une organisation qui est basée dans le golfe du Mexique ou qui est avant tout une entreprise de forage, améliorera la sécurité. En fait, des mesures semblables pourraient créer assez de confusion et de malentendus pour mettre en danger toute installation. Il faudra qu'on se penche sérieusement sur cette question et qu'on trouve une solution rationnelle le plus vite possible.

Aux yeux des exploitants, des entrepreneurs et du gouvernement, la formation et le perfectionnement du personnel offshore revêtent une importance particulière. L'aspect le plus controversé de cette question est la pression qu'exerce le gouvernement sur l'industrie pour qu'elle emploie des travailleurs locaux. Ce sont les exploitants qui subissent cette pression pendant la négociation des accords d'exploitation. Ils portent ensuite la pression sur les entrepreneurs, qui, de fait, emploient la majorité des travailleurs offshore. On admet généralement que l'industrie et le gouvernement ont accompli des progrès considérables en choisissant les meilleurs équipements, moyens et méthodes pour l'exploitation offshore. Ceux-ci ne peuvent toutefois être supérieurs aux personnes qui les utilisent. Si les travailleurs manquent de compétence, s'ils ne sont pas familiers avec les méthodes et politiques de leur employeur, s'ils ne visent pas à atteindre les objectifs de rendement fixés et s'ils sont incapables de travailler en équipe suffisamment bien, il ne servira pas à grand-chose de les munir des meilleurs outils. L'immixtion des centres de main-d'oeuvre – dont les objectifs sont, au mieux, à courte vue ou, en mettant les choses au pire, trop influencés par la politique – dans les méthodes éprouvées, logiques et acceptables, de formation de l'industrie, peut créer des situations dangereuses, voire catastrophiques.

Il faut que les centres de main-d'oeuvre et de placement gouvernementaux aient une connaissance approfondie des principales questions qui se posent dans le domaine de l'utilisation de travailleurs par l'industrie du forage pour pouvoir être en mesure de concevoir des lignes directrices et des règlements réalistes. Il leur faut notamment savoir que c'est pendant la phase de production en territoire offshore, et non pendant la phase d'exploration, que la main-d'oeuvre est la plus nom-

breuse, que les entrepreneurs de forage – comme ils l'ont prouvé au cours de la dernière décennie – engagent des travailleurs locaux selon les règles simples de l'offre et de la demande et en se pliant aux réalités économiques de base, sans qu'il soit nécessaire de les soumettre à des pressions du monde politique.

L'élaboration d'une méthode de formation aux mesures d'urgence en mer adaptée à l'industrie canadienne et à l'environnement dans lequel celle-ci travaille a été une expérience particulièrement éprouvante pour toutes les parties. Le gouvernement et l'industrie profiteraient tous les deux de l'existence d'un programme universel qui préparerait les travailleurs offshore à remplir leurs fonctions en leur faisant connaître les équipements utilisés et le milieu de travail, et en les familiarisant avec les mesures d'urgence. Après quelques faux départs, les organismes gouvernementaux ont fini par conclure une entente avec l'industrie; cette entente devrait aboutir à l'établissement d'un programme adapté à l'environnement canadien et aux équipements, moyens et méthodes utilisés par l'industrie du forage en mer.

■ **EFFICACITÉ GLOBALE** La source d'un bon nombre des préoccupations susmentionnées se trouve dans le système de contrôle global et dans l'isolement dans lequel le système tient les entrepreneurs de forage. C'est généralement dans le secteur des équipements maritimes et de son fonctionnement et dans celui de l'embauchage et du perfectionnement que se situent les faiblesses du système, ainsi qu'au niveau des programmes de sécurité relatifs à ces deux secteurs. Ces problèmes relèvent des entrepreneurs qui possèdent et utilisent les équipements maritimes et qui emploient et forment les travailleurs. Les deux secteurs sont hautement spécialisés et sont, dans une grande mesure, propres à l'industrie du forage en mer en général et aux entrepreneurs de forage en particulier.

Le problème auquel sont confrontés l'industrie et le gouvernement est le suivant: les entrepreneurs de forage sont officiellement isolés des organismes de contrôle qui sont responsables des questions relatives aux activités maritimes et à la main-d'oeuvre. La hiérarchie du contrôle réglementaire veut que deux éléments majeurs: l'APGTC et l'exploitant (le client de l'entrepreneur) se trouvent placés entre l'entrepreneur de forage et la GCC en ce qui concerne les questions maritimes et Emploi et Immigration Canada pour ce qui est des questions de main-d'oeuvre et de formation. Ni l'APGTC ni l'exploitant n'ont la compétence voulue pour s'occuper de ces questions très spécialisées; mais à cause de l'approche adoptée, ils doivent prendre des décisions et mettre au point des mécanismes de contrôle sans la participation formelle et effective des entrepreneurs.

On peut régler ces problèmes sans modifier la structure de base du système de contrôle. La première mesure à prendre est d'établir une liaison directe entre l'entrepreneur de forage et les organismes spécialisés dans les questions maritimes et les questions relatives à l'emploi. La création d'un système qui définirait clairement les rôles et les responsabilités de ces organismes secondaires éliminerait une grande partie de la confusion qui existe dans l'industrie et dans beaucoup d'organismes. Une telle mesure nous donnerait les moyens de contrôle et le lien de communication nécessaire pour relier directement entre eux les principaux acteurs du système de contrôle tout en laissant subsister le contact fondamental entre l'APGTC et l'exploitant.

L'industrie et le gouvernement devraient aussi étudier la possibilité de faire des échanges d'employés; ces derniers pourraient, pendant un an ou deux, acquérir une connaissance solide de l'autre côté du système de contrôle. Ces échanges pourraient faire partie intégrante du programme de perfectionnement des employés du gouvernement et de l'industrie.

Évaluation de la hiérarchie du commandement s'appliquant en temps normal et en cas d'urgence aux opérations de forage en mer dans l'est du Canada
Currie, Coopers & Lybrand,
Calgary, Alberta/Halifax, Nouvelle-Écosse
juillet 1984

HIÉRARCHIE DE COMMANDEMENT

La hiérarchie de commandement varie selon les exigences posées ainsi que selon la nature et le mode d'exploitation des installations de forage. Sur les plates-formes auto-élévatrices, un chef supérieur de chantier de forage (ou un chef d'installation de forage) commande pendant les opérations de forage, pendant que le chef de barge est responsable devant le chef de chantier de forage de la protection des personnes et des biens, des opérations de logistique et de l'utilisation des embarcations de sauvetage. Le commandement des plates-formes auto-élévatrices est formellement cédé par écrit à un transporteur agréé de plates-formes au moment du déplacement ou du remorquage de la plate-forme. Tous les navires de forage, qu'ils soient ancrés ou en ancrage dynamique, doivent avoir un capitaine à bord, qui assume le commandement intégral; à bord des navires de forage ancrés, toutefois, le commandement peut être exercé, pendant les opérations de forage, par l'employé de forage supérieur.

À bord des semi-submersibles, il doit y avoir un capitaine de marine, sauf aux États-Unis d'Amérique où le rôle du capitaine de navire peut être joué par une personne détenant un brevet restreint de capitaine (stabilisation par colonnes). La hiérarchie de commandement n'est pas toujours claire, cependant, étant donné qu'elle varie selon que des opérations de forage sont en cours ou que l'installation est en déplacement, et aussi, selon les exigences auxquelles l'installation est soumise. Comme les capitaines des plates-formes auto-élévatrices, qui n'exercent pas le commandement en tout temps, les capitaines des semi-submersibles n'ont, dans la plupart des cas, le commandement intégral de l'unité que pendant son déplacement ou en cas d'urgence. Pendant des opérations de forage, c'est habituellement l'employé de forage supérieur qui y exerce le commandement. Ce n'est pas le cas en Norvège où le capitaine de marine, qui a aussi de la compétence en matière de forage, commande seul son semi-submersible en tout temps.

■ **LES QUALIFICATIONS DU COMMANDEMENT** Bien qu'on ait amélioré grandement la situation en reconnaissant l'importance de la hiérarchie de commandement dans l'industrie du forage en mer, il y a encore des points qui demeurent confus et qui nécessitent des changements. Le commandement partagé ou divisé pourrait être une source de confusion et diminuer l'efficacité en cas d'urgence. Il semble que, au Canada, c'est un commandement puissant et unifié, exercé par des personnes possédant la compétence et l'expérience nécessaires dans le domaine de la marine et de la gestion, qui conviendrait le mieux; mais il y a très peu de personnes compétentes qui sont disponibles pour assumer un poste de commandement de ce genre. On pourrait changer cette situation en faisant du forage en mer, l'une

des spécialités au programme de formation des gens de mer canadiens, et en permettant à ces derniers d'acquérir des connaissances théoriques et pratiques sur les navires de forage et les installations de forage semi-submersibles. L'industrie a déjà entamé des discussions avec la GCC pour voir si on pourrait donner l'occasion au personnel de forage de se familiariser avec les opérations maritimes à bord des navires de la GCC, et aux capitaines de la GCC de se familiariser avec les opérations de forage à bord des installations de forage. Les échanges de ce genre permettraient d'accroître la compétence des travailleurs de l'industrie; ils permettraient aussi à la GCC d'augmenter sensiblement sa connaissance du fonctionnement et de la conception des installations de forage.

En même temps qu'on s'intéresse à la question des qualifications nécessaires à l'exercice du commandement à bord d'une MODU, on devrait établir des normes et un processus de titularisation applicables à toute l'industrie. Il faudrait aussi prévoir des programmes de formation et de titularisation pour d'autres postes clés (personnel de forage supérieur, seconds, capitaines, opérateurs de commandes des ballasts, capitaines d'embarcation de sauvetage).

Jusqu'à ce qu'on parvienne à un accord sur les qualités et les normes relatives au poste de commandant des semi-submersibles et des navires de forage, qu'on ait mis au point des programmes de titularisation et qu'on ait fait en sorte que le nombre de commandants compétents réponde aux besoins, on continuera d'utiliser une structure hiérarchique incomplètement unifiée. Entre-temps, on doit indiquer clairement, dans les documents relatifs à la hiérarchie de commandement, les tâches que les personnes sont appelées à se déléguer dans la chaîne de commandement, ainsi que des limites de pouvoir qui s'appliquent dans chaque cas.

■ *LES CAS D'URGENCE* Il est aussi important que la hiérarchie de commandement utilisée en temps normal puisse soutenir celle qui servira en cas d'urgence. Même si le capitaine a délégué des responsabilités importantes à l'ingénieur en chef de forage pendant l'exécution d'opérations de forage, il doit demeurer actif et coordonner le programme général de sécurité, surveiller l'exécution des tâches de soutien telles que l'entretien, et tenir des exercices d'alerte. De cette façon, le capitaine sera perçu comme le «commandant de sécurité» et l'autorité suprême pour ce qui concerne les questions maritimes et la sécurité générale de l'installation. Dans les plans d'opérations d'urgence, il devrait être indiqué clairement quelles sont les situations d'alerte qui exigent que le capitaine exerce seul le commandement. L'industrie devrait établir, pour les différentes hiérarchies de commandement, des lignes directrices concernant l'élaboration d'organigrammes clairs. Le fait d'utiliser, dans les documents, les mêmes règles et méthodes pour illustrer les voies hiérarchiques, les rapports fonctionnels et les rapports des personnes ou groupes exerçant des attributions consultatives, dans l'industrie du forage, contribuerait à rendre uniforme la compréhension du programme d'opérations d'urgence et des textes portant sur la hiérarchie de commandement.

On devrait poursuivre les travaux permettant de déterminer les situations qui déclenchent une phase d'alerte, et les tâches qui doivent être accomplies à chaque étape par les différents éléments de la hiérarchie de commandement. Dans les plans d'opérations d'urgence de l'industrie, les phases d'alerte ne sont pas assez bien définies pour ce qui concerne le personnel à terre, et on n'indique pas clairement quelles sont les conditions climatiques qui doivent provoquer le déclenchement d'une alerte dans une installation. On ne dit pas non plus quand les services de recherche et de sauvetage du gouvernement doivent intervenir directement. Face à un cas d'urgence, c'est sur les lieux mêmes du danger que les prises de décision de l'industrie sont le plus efficace. On devrait l'énoncer clairement dans les plans d'opérations d'urgence des entreprises, lesquels à l'heure actuelle laissent entendre que c'est le personnel de gestion à terre qui doit prendre les déci-

sions capitales. Même si l'industrie s'est dotée d'un système formel d'«aide mutuelle» qui augmente grandement l'efficacité de toute opération de sauvetage, on doit s'assurer que les services maritimes et aériens de recherche et de sauvetage du Canada connaissent les plans d'opérations d'urgence de l'industrie et qu'on tienne régulièrement, dans les installations de forage, des exercices d'alerte efficaces.

Selon des membres de l'industrie, les exercices d'alerte, dans la plupart des installations de forage, permettent aux employés d'apprendre à accomplir leurs tâches normales en situation d'urgence. Il faut toutefois tenir ces exercices périodiquement pour que les employés appelés à remplacer un supérieur blessé ou non disponible pour une autre raison pendant une situation dangereuse, sachent comment accomplir les tâches de ce dernier. Cette exigence est très importante étant donné qu'il a été démontré que la formation et l'expérience des employés susceptibles de remplacer un supérieur sont beaucoup moins imposantes que celles de leurs supérieurs.

Des exercices réunissant Recherche et Sauvetage, la GCC et d'autres organismes gouvernementaux de réglementation ont été tenus. Il est particulièrement important de mettre à essai les procédures et les systèmes de communication utilisés pendant de tels exercices étant donné qu'il faudra que soient fournis aux différentes unités indépendantes, pendant des opérations d'urgence, des services de soutien logistique rigoureux. À ce sujet, il pourrait être utile de tenir à intervalles réguliers des exercices à tous les niveaux de commandement, et de demander que Recherche et Sauvetage, le Centre de coordination de sauvetage et la GCC participent, au moins une fois par année, à un exercice d'alerte dans chaque installation de forage. On devrait aussi tenir, à intervalles déterminés, des exercices destinés à vérifier l'efficacité du plan conjoint d'intervention des exploitants en cas d'alerte. Ces exercices serviraient à tester les systèmes de communication reliant les exploitants et à s'assurer que les hélicoptères, les autres navires de service des exploitants et les autres éléments du système (île de Sable jouant le rôle de base de secours, etc.), sont prêts à intervenir efficacement en cas d'urgence.

*Évaluation des moyens de communication
par rapport aux installations de forage
d'exploration en mer de l'est du Canada*
NORDCO Limited,
Saint-Jean, Terre-Neuve,
juillet 1984

COMMUNICATIONS

Les installations de forage établissent de longues et fréquentes communications avec leur base terrestre; pour ce faire, elles utilisent les communications radiotéléphoniques, le télex, le téléimprimeur, le télécopieur ou appareil de fac-similé et la transmission de données. Les installations et leur base terrestre doivent aussi pouvoir établir des communications radiotéléphoniques avec les hélicoptères de transport et les navires de service. Les stations des navires, installations terrestres et hélicoptères doivent se conformer à un ensemble assez complet et détaillé de lois et de règlements découlant de conventions internationales, canadiennes ou étrangères. Mentionnons le Règlement des radiocommunications, la Loi sur la radio (ministère des Communications du Canada), les règlements découlant de la Convention internationale pour la sauvegarde de la vie humaine en mer (safety of life at sea – SOLAS), la Loi sur la marine marchande du Canada (LMMC) et les règlements y afférents, la Loi sur l'aéronautique (Canada) et les articles pertinents des règlements concernant le forage des puits de pétrole et de gaz naturel au Canada.

■ *LES CRITÈRES DE RÉGLEMENTATION* Un litige subsiste sur le point suivant: les systèmes de communication des installations de forage doivent-ils se conformer aux règlements visant les navires à passagers ou ceux qui visent les cargos? La GCC est en train d'établir des critères en vue de régler ce problème et de déterminer si les règlements canadiens s'appliquent aux navires et aux MODU qui se trouvent à plus de 12 milles des côtes canadiennes, mais à l'intérieur de la zone de 200 milles.

Les navires qui naviguent sous le pavillon d'un pays signataire de la SOLAS doivent observer les règlements découlant de ladite convention. Avant d'inspecter les navires et les MODU utilisés dans la haute mer canadienne et d'émettre à leur égard, en vertu de la LMMC, un certificat de radio, il faut recevoir une demande en ce sens du pays d'immatriculation du navire ou de l'installation. Les navires dont le pays d'immatriculation n'a pas signé la SOLAS doivent être inspectés conformément à cette convention et à la LMMC pour le dédouanement; on ne leur délivre toutefois pas un certificat de radio. La LMMC s'applique à tous les navires circulant dans les eaux du Canada; les règlements découlant de cette loi sont plus rigoureux que ceux qui découlent de la SOLAS. Les équipements dont doivent être munis les navires en vertu de la LMMC varient selon la zone de fréquences dans laquelle les navires se trouvent.

■ *DESCRIPTION DES SYSTÈMES ACTUELS* Les communications des hélicoptères sont soumises à la Loi sur l'aéronautique qui stipule qu'une communication bilatérale en phonie doit être maintenue pendant le vol entre les hélicoptères et leur cen-

tre de direction. Les hélicoptères doivent en outre être munis d'une radiobalise de détresse et utiliser, quand ils doivent observer les règles de vol aux instruments (instrument flight rules – IFR), un radiogoniomètre. La loi est muette au sujet des spécifications des équipements.

La majorité des installations de forage utilisées dans l'est du Canada en 1984 étaient équipées de terminaux de communication par satellite (la plupart des installations étaient reliées à l'INMARSAT), ce qui leur offrait des services de téléphonie, de communication télex, de transmission de fac-similés et de communication de données. On se sert des services de télécommunication par satellite même si aucun règlement ne l'ordonne. Les terminaux, et les satellites géostationnaires auxquels ils sont reliés, constituent un moyen de liaison très sûr avec les bases terrestres; ils possèdent un canal prioritaire qui leur donne accès immédiatement et automatiquement à la base terrestre quand on l'actionne. Les dimensions, le pointage et la stabilisation des antennes sont importantes pour la fiabilité du système, comme elles le sont dans tout système (excepté dans le cas des liaisons par câbles). Il faut assurer la stabilisation de l'antenne du navire ou de l'installation de forage par rapport à la position du satellite quel que soit le tangage et le roulis.

En raison du coût d'utilisation élevé des satellites, les éléments des «réseaux de forage» se servent d'abord de liaisons en fréquences moyennes (MF), hautes fréquences (HF) ou hyperfréquences (VHF) pour communiquer entre eux. Les liaisons en hyperfréquences (VHF) sont plus sûres que les premières mais ne peuvent être utilisées qu'à l'intérieur de la portée optique (environ 80 kilomètres). On se sert de ces moyens dans la zone d'exploration côtière où se trouvent l'île de Sable et le plateau Scotian. Les liaisons MF-HF font appel à la propagation par le sol et (ou) la propagation dans l'ionosphère. La portée effective du mode de propagation par le sol – le plus sûr – est de quelque 350 kilomètres; on se sert principalement de ce mode pour les opérations de forage dans la zone d'exploration centrale (où se trouve le gisement Hibernia). Quant au mode de propagation dans l'ionosphère, dont la portée est supérieure mais qui est moins sûr, on l'utilise pour les opérations exécutées dans les endroits plus éloignés (comme la zone offshore du Labrador).

La portée et la qualité des liaisons susmentionnées peuvent être diminuées par des phénomènes naturels tels que les éclairs, la pluie, la neige, le vent et l'action de la glace de mer. Les liaisons VHF sont celles que ces phénomènes touchent le moins. Une tempête, par contre, peut influencer grandement sur le mode de propagation par le sol. Quant au mode de propagation dans l'ionosphère, sa fiabilité peut être amoindrie par la modification des conditions ionosphériques, qui peut être la cause de bruits importants, la nuit.

La liaison avec les hélicoptères est assurée principalement au moyen de la bande aéronautique VHF. Les hélicoptères et les navires de service sont munis d'équipements de communication MF/HF. Ces liaisons sont un peu plus faibles que les liaisons que peuvent établir les installations de forage et leur base terrestre, parce que ces dernières sont renforcées par un satellite. Toutes les liaisons dont on vient de parler peuvent se faire sur plusieurs voies, d'où la redondance de fréquence à la transmission et à la réception. Les installations de forage et les bases terrestres, notamment, sont équipées d'antennes et de récepteurs multifréquences et d'émetteurs de réserve, permettant la sélection et la commutation automatiques. Des accumulateurs au plomb fournissent au besoin un courant de secours suffisant.

Deux éléments appartenant à des réseaux rapprochés et n'utilisant pas la même fréquence privée peuvent communiquer sur un certain nombre de fréquences disponibles sur les bandes VHF, MF et HF pour les communications publiques. Des fréquences d'appel spéciales peuvent être utilisées pour établir une liaison de travail temporaire, par l'intermédiaire d'une station de la GCC. Ces stations sont

tenues d'assurer un service d'écoute permanent sur les fréquences de détresse et d'appel (500 kHz en radiotélégraphie en vertu de SOLAS, 2182 kHz et 156,8 MHz); cela vaut pour la plupart des stations de navire.

■ *RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT* Les recherches visant à améliorer les systèmes de communication par satellites et d'autres moyens de communication se poursuivent. On étudie notamment les systèmes de propagation par impulsions météoriques, dans lesquels les très hautes fréquences et les fréquences ultra-hautes se propagent par réflexion à partir de colonnes d'ionisation. On a aussi mis à l'essai des moyens de communication radiotéléphonique unidirectionnels et par facsimilé, ainsi que des voies de communication télégraphique bilatérale qui fonctionnent sur des distances de 800 à 2 000 kilomètres. Il y a également la possibilité de recourir à la radiotéléphonie et à sa technique d'évaluation automatique de voie (radio telephone with automatic channel evaluation – RACE), qui font appel à un réseau téléphonique interconnecté, ainsi qu'au système mobile de communication par satellites (M-SAT) qui permet de transmettre des messages sur de très grandes distances. La technique RACE, cependant, ne semble pas permettre d'obtenir des voies téléphoniques et des circuits de transmission de données de grande qualité; quant au système M-SAT, on n'en est rendu qu'à la phase de l'étude de faisabilité et de la conception, ce qui veut dire qu'il devrait être en service, à titre d'essai, entre 1986 et 1994.

■ *CONCLUSIONS* Les systèmes de communication utilisés en mer aujourd'hui sont fiables et semblent satisfaire les besoins des entreprises d'exploration. On pourrait toutefois augmenter la sécurité, en particulier quand il se produit un cas d'urgence, en munissant les hélicoptères d'un équipement VHF servant aux radiocommunications maritimes et les navires de service d'un équipement VHF utilisé pour les radiocommunications aéronautiques, pour que les deux services de soutien puissent communiquer directement l'un avec l'autre. Il faudrait aussi équiper les installations de forage, en particulier celles qui se trouvent à plus de 80 kilomètres ou à peu près des côtes (et qui pourraient être à l'extérieur de la zone VHF couverte par la station de la GCC), de terminaux reliés à un satellite. Le coût d'établissement de telles liaisons pourrait être payé par une mise en commun des ressources des exploitants permettant d'obtenir les meilleures antennes possibles dans une région donnée. On peut augmenter la fiabilité des systèmes de communication grâce à un programme d'entretien préventif suivi et à la présence du matériel nécessaire (pièces de rechange) et d'un technicien compétent à bord des MODU. Il faudrait aussi établir et transmettre aux opérateurs radio un plan de communication d'urgence expliquant comment utiliser les équipements de communication quand les liaisons sont rompues. Enfin, il faudrait clarifier la question de l'applicabilité des règlements canadiens aux installations de forage en mer, en particulier à celles qui sont propriétés étrangères.

Il serait profitable, à long terme, d'établir une base de données sur la fiabilité des équipements de communication d'une région donnée et d'effectuer des recherches destinées à augmenter la fiabilité des équipements de communication MF/HF et VHF en améliorant les antennes et en utilisant mieux les possibilités qu'offrent l'espace, la diversité des trajets et des fréquences et la polarisation.

Résumé du séminaire sur la gestion de la sécurité

Les méthodes de prévention des accidents qu'emploient les organisations pour contrôler et augmenter la sécurité des travailleurs et des lieux de travail varient selon les conceptions des organisations en matière de gestion et la mesure dans laquelle les industries sont réglementées. Le 17 septembre 1984, la Commission royale a tenu un séminaire portant sur la gestion de la sécurité. Des représentants de l'industrie, des entrepreneurs de forage et des propriétaires de navire de service avaient été invités à décrire les méthodes de prévention des accidents ou de gestion de la sécurité qu'on utilise dans leur milieu. Pour alimenter davantage la discussion et obtenir des points de vue différents, on avait aussi demandé à des représentants de Du Pont Canada de participer à cette rencontre. Du Pont Canada, chez qui les risques d'accidents pourraient être élevés et qui possède, en matière de sécurité, un dossier impressionnant, est un chef de file dans le domaine de la prévention des accidents.

Les programmes de prévention des accidents de Du Pont se sont avérés efficaces dans l'industrie minière et ailleurs. Les employés comptent des représentants au sein de la plupart des comités de Du Pont et la direction choisit les membres des comités de sécurité en fonction d'un seul critère: réunir les meilleurs intervenants possibles, qu'importe le groupe auxquels ils appartiennent. Dans certaines usines de Du Pont, des programmes de prévention ont été mis au point par des travailleurs avec l'aide d'un surveillant. Les travailleurs se sentent les maîtres de ces programmes et ils s'y engagent à fond, ce qui a d'heureux effets sur les résultats obtenus. Du Pont n'a pas cru nécessaire de se doter d'une politique concernant le refus de travailler parce que la direction se penche aussi bien sur les situations appréhendées par les travailleurs que sur les dangers réels qui ont été repérés.

Selon les exploitants et les entrepreneurs de forage, la responsabilité de la sécurité appartient à tous les paliers de la gestion. Si l'administrateur en chef est considéré comme étant celui qui, en dernier ressort, est responsable de la sécurité de son entreprise, chaque employé a le devoir de remplir ses fonctions de manière à ne pas provoquer de situations dangereuses pour lui et ses compagnons de travail.

En ayant surtout en vue de prévenir les accidents, l'industrie met en évidence la question de la sécurité:

- en faisant une partie intégrante de chaque opération par le biais des réunions sur la sécurité,
- en s'assurant que le milieu de travail est sans danger et qu'il existe des normes de travail appropriées et qu'on s'y conforme,
- en fournissant des fonds pour l'amélioration des équipements,
- en assurant de façon permanente la formation du personnel sur les questions de sécurité,
- en participant à la mise au point de programmes conjoints d'opérations d'urgence et d'exercices d'alerte.

Dans la plupart des entreprises, des programmes institutionnalisés de vérification de la sécurité permettent de s'assurer du succès des efforts déployés. Les programmes de prévention ne sauraient être efficaces si les dirigeants ne démontrent pas une volonté de s'engager à fond dans le domaine de la sécurité. Il semble qu'il soit courant, dans l'industrie, que les travailleurs participent à la gestion des programmes de prévention des accidents, notamment par le biais des réu-

nions des comités de sécurité et des programmes de primes destinés à prévenir les accidents. Les réunions des comités de sécurité permettent aux employés de signaler les sources de dangers possibles ainsi que de discuter des mesures prises pour éliminer des sources de dangers déjà signalées.

En vertu des règlements, les exploitants sont responsables de l'exécution sûre du programme de forage; ceux-ci, pour leur part, demandent aux entrepreneurs d'observer des normes de sécurité, et ils se permettent de contrôler les programmes de prévention de ces derniers. Selon un représentant du gouvernement, les programmes de prévention des accidents des exploitants et des entrepreneurs de forage sont les instruments qui permettent le mieux de promouvoir la prévention des accidents et l'efficacité des opérations d'urgence. Selon tous les participants, les mesures que renferment les règlements gouvernementaux ne constituent, au mieux, que le minimum exigible.

Un entrepreneur de forage a avancé que les organismes de réglementation devraient jouer le rôle d'un jury de titularisation pour ce qui concerne les cours de formation nécessaires pour assurer le fonctionnement sûr et efficace des MODU. C'est l'industrie qui devrait être le principal responsable des programmes de formation et des examens s'y rapportant; les organismes de réglementation devraient veiller à ce que les programmes soient appropriés, à ce que les examens soient assez rigoureux pour vérifier le degré de compétence des candidats et à ce que les établissements de formation soient agréés. L'Association pétrolière du Canada (APC) exprime l'avis que les postes qui, parmi les 34 décrits dans le rapport «*Guidelines for Minimum Training Qualifications/Standards (Floating Units Only) MODU Crew Personnel for Operation on Canada's East Coast*», comportent des fonctions chevauchant des spécialités de la marine et du forage, devraient faire l'objet de l'établissement par l'industrie d'un certificat de compétence. Depuis longtemps, il est accepté que la GCC s'assure de la compétence de ses employés dans le domaine maritime. Les exploitants admettent qu'il faut vérifier périodiquement si les employés sont suffisamment compétents pour accomplir certaines tâches. On a laissé entendre que, sans réglementation excessive, l'industrie continuerait d'élaborer des cours de formation à la faveur des activités de titularisation et de retitularisation.

Les représentants de l'industrie et ceux du gouvernement se sont dits d'avis qu'il faut rendre plus efficaces l'établissement et l'analyse des statistiques sur les accidents. L'APC a entrepris de recueillir des données sur les opérations de forage sur la côte est, et le comité médical consultatif de l'APGTC a commencé une étude destinée à déterminer quels sont les paramètres appropriés pour un système de collecte de données. Actuellement, l'APGTC communique à l'industrie ses commentaires sur l'analyse gouvernementale des accidents, quand elle juge approprié de le faire et si cette action ne met pas en danger le caractère confidentiel d'une opération.

Des représentants de Du Pont, qui a des usines dans plus de 30 pays, ont signalé que les règlements n'avaient pas eu de répercussions sur les programmes de sécurité de leur entreprise étant donné que celle-ci s'impose des normes de sécurité plus rigoureuses que les règlements ne l'exigent. Un représentant de Du Pont a proposé que les gouvernements réorientent leur action visant à améliorer la sécurité au travail de manière à définir clairement des objectifs précis à atteindre en matière de sécurité et à se doter d'un outil statistique cohérent destiné à mesurer les résultats des programmes. Des représentants de Du Pont ont suggéré de tenir compte, lors du calcul de la rémunération des employés, de la notation relative à la sécurité.

Il a été reconnu que les services de santé et les services de sécurité des

exploitants remplissent des missions complémentaires mais que les services de sécurité sont bien établis comparativement aux premiers pour lesquels ce n'est que récemment qu'on a défini des lignes directrices et des attributions générales relatives à leur gestion et à leur organisation. L'industrie sait que l'usage de l'alcool et de drogues peut être une cause de problèmes importants dans l'industrie du forage en mer. Pour lutter contre l'usage interdit de drogues, on effectue un tri préalable des candidats et on soumet les employés à un contrôle rigoureux avant le départ vers une installation de forage. Des exploitants ont mis sur pied un programme destiné aux travailleurs aux prises avec un problème chronique de consommation abusive d'alcool ou de drogues. L'APC, pour sa part, se penche régulièrement sur les problèmes liés à l'usage de l'alcool et de drogues, dans ses différents comités.

Un entrepreneur de navire de service s'est dit d'avis que la formation est l'un des meilleurs moyens de rendre plus sûr l'accomplissement de tâches comme celles des équipages d'embarcations rapides de sauvetage. Selon un exploitant, il faudrait évaluer la capacité des équipements de sécurité de remplir les fonctions auxquelles ils sont destinés avant de rendre obligatoire leur utilisation.

5

FORMATION



FORMATION

FORMATION RELATIVE AU MILIEU MARIN ET À LA SÉCURITÉ

La formation relative au milieu marin et à la sécurité dans l'industrie du pétrole au large de la côte est

College of Fisheries, Navigation, Marine Engineering & Electronics,
Saint-Jean, Terre-Neuve,
mai 1984

L'efficience opérationnelle et le rendement de toute activité industrielle repose sur un système industriel bien conçu combiné à un personnel bien entraîné. À moins qu'une activité ne soit entièrement automatisée, il faut que le personnel engagé possède certaines compétences professionnelles spécifiques ou qu'il soit en mesure de les acquérir par la formation et l'expérience. Ce qui singularise l'industrie du forage offshore, c'est qu'elle se situe en milieu marin. Par conséquent, le système industriel que l'on trouve à bord d'une installation mobile de forage offshore (mobile offshore drilling unit ou MODU) est conçu de façon à faire face à des contraintes opérationnelles particulières, inconnues à terre. De même, les personnes qui travaillent en mer doivent posséder des compétences professionnelles qui exigent parfois des connaissances, une formation et de l'expérience dans deux domaines distincts: les opérations navales et les opérations de forage. Étant donné que le forage en mer est une activité industrielle relativement nouvelle, le nombre de travailleurs possédant toutes les compétences requises est assez restreint. L'industrie et le gouvernement doivent donc collaborer en vue d'élaborer des programmes de formation qui permettront aux travailleurs de remplir leurs tâches efficacement en toute sécurité.

La question de la formation en mer est abordée de différentes façons aux États-Unis, au Royaume-Uni, en Norvège et au Canada, et le mode de financement des activités de formation est également très différent dans chacun de ces pays. En Norvège, on croit que la société doit prendre ses responsabilités. Le gouvernement joue donc un rôle actif dans la réglementation de la formation relative au milieu marin et de la formation industrielle chez les travailleurs des installations mobiles de forage offshore, ainsi qu'en ce qui a trait à la formation en matière de sécurité. En général, ces programmes de formation sont financés par le gouvernement. Aux États-Unis, par contre, le gouvernement n'exerce qu'un contrôle limité dans ce domaine. S'il existe une certaine réglementation à l'égard des cadres de l'industrie et du milieu marin, la formation et le financement des activités de formation sont entièrement du ressort de l'industrie. Au Royaume-Uni, les modes d'administration et de financement des activités de formation en mer ont subi des transformations au fil des ans. À l'origine, le gouvernement mettait sur pied et finançait des commissions de formation chargées d'organiser et d'administrer des programmes de formation pour le compte de l'industrie. Les sommes servant à financer les opérations de ces commissions et leurs programmes de formation provenaient des impôts prélevés dans l'industrie. Les associations industrielles assument maintenant le contrôle des commissions de formation, et des programmes

sont élaborés à la demande des membres des diverses associations industrielles. Plusieurs établissements de formation du personnel commercial fournissent une grande variété de cours spécialisés, notamment dans les domaines de la sécurité et de la survie.

Au Canada, la réglementation en matière de formation en mer paraît plutôt générale dans ses applications. Avant la perte de l'*Ocean Ranger*, certaines normes spécifiques régissaient la formation des cadres employés au contrôle des puits de forage, mais aucun programme de perfectionnement ou de formation relatif au milieu marin (lié à la survie et à la sécurité) n'était obligatoire. Depuis 1982, les organismes de réglementation et l'industrie se sont penchés plus à fond sur les besoins en formation des travailleurs en mer. Certains programmes de formation industrielle, financés par l'industrie, ont été élaborés à l'intention des travailleurs en mer par le *Petroleum Industry Training Service (PITS)*. Des établissements publics de formation et des établissements de formation du personnel commercial ont aussi élaboré des programmes de spécialisation. Il s'agit de programmes élémentaires sur les mesures d'urgence et la survie, qui sont financés par les participants. Aucune norme gouvernementale impérative ne s'applique à ces programmes.

Pour assurer la sécurité et l'efficacité des opérations en mer, il faut que le gouvernement collabore avec l'industrie et les établissements de formation pour élaborer des normes applicables au personnel des MODU, des bâtiments de soutien et des aéronefs. Il faudrait aussi tenter de faire accepter ces normes à l'échelle internationale.

■ **OPÉRATIONS D'URGENCE – FORMATION DE NIVEAU ÉLÉMENTAIRE** Dans l'exécution des tâches qui leur sont assignées, les travailleurs en mer doivent chercher à éviter de susciter des dangers, avoir la réaction initiale voulue face à une situation donnée et, le cas échéant, assurer leur propre survie et celles des autres. La formation élémentaire en matière de sécurité vise à préparer le personnel à assumer ses responsabilités. Toutefois, le contenu des cours offerts dans ce domaine varie considérablement selon le pays.

Au Royaume-Uni, le ministère de l'Énergie exige que toute personne employée à bord d'une installation mobile de forage offshore sur le plateau continental du Royaume-Uni reçoive la formation nécessaire pour assurer sa propre sécurité. La *Health Mineral Workings (Offshore Installations) Act* de 1971 et la *Health and Safety at Work Act* de 1974 sur l'hygiène et la sécurité du travail posent certaines exigences en la matière, sans toutefois préciser de normes. La *United Kingdom Offshore Operators Association (UKOOA)* et l'*Offshore Petroleum Industry Training Board (OPITB)* ont préparé des lignes directrices en vue de répondre aux exigences des lois et recommandent différents niveaux de formation en matière de sécurité pour différentes catégories de travailleurs. Cette formation est assurée par des institutions britanniques mais étant donné que ces lignes directrices n'ont pas force de loi, les exploitants ont du mal à obliger les entrepreneurs à les suivre.

En Norvège, tous les travailleurs en mer doivent suivre un cours élémentaire en matière de sécurité, conformément aux normes énoncées dans le document LEIRO II. Ce cours comprend une période de formation à terre de deux semaines suivie d'une semaine d'apprentissage, à la discrétion de l'employeur. Comme tous les travailleurs en mer de Norvège sont obligés de suivre ce cours, on s'est aperçu qu'on ne possédait pas assez d'établissements pour répondre aux besoins d'une main-d'oeuvre nombreuse. La Norvège a donc autorisé au moins un établissement britannique à offrir le cours LEIRO, puisque les normes britanniques sont très semblables aux normes norvégiennes.

Les États-Unis ont une attitude très différente de celle du Royaume-Uni et de la Norvège pour ce qui est de la formation élémentaire en matière de sécurité. Aucune loi ni aucun règlement ne portent sur la formation élémentaire de sécurité

pour le personnel travaillant à bord de MODU immatriculées aux États-Unis. En fait, la plupart des compagnies américaines ne voient pas la nécessité d'offrir des cours de survie en mer à tous les travailleurs offshore et préfèrent organiser sur place leurs propres programmes d'apprentissage et d'exercices en vue d'obtenir le niveau de compétence voulu. L'un des facteurs qui sert à justifier cette attitude est le taux relativement élevé du roulement chez les préposés au forage.

Au Canada, les règlements exigent que toute personne employée en mer reçoive une certaine formation élémentaire en matière de sécurité, mais aucune norme nationale n'a encore été édictée à ce sujet. Le certificat de capacité d'exercer des fonctions d'urgence en mer (*Marine Emergency Duties* ou MED) décerné par le ministère des Transports constitue une première étape importante, mais l'industrie considère que ce programme n'est pas tout à fait approprié aux installations mobiles de forage offshore étant donné qu'il a été conçu en fonction des opérations navales. Pour combler cette lacune, l'industrie propose un cours élémentaire de formation en milieu marin (*Basic Offshore Training* ou BOT) d'une durée de cinq jours comportant quatre niveaux de formation pour répondre aux besoins des différentes catégories de visiteurs et des travailleurs réguliers. Le cours élémentaire de survie en mer offert par Terre-Neuve et le Labrador (*Basic Offshore Survival Training* ou BOST), semblable aux cours offerts au Royaume-Uni et en Norvège, dure deux semaines et tient également compte des besoins différents des travailleurs réguliers et des surnuméraires.

Le contenu des cours BOT et BOST se ressemble beaucoup; l'industrie et le gouvernement cherchent actuellement à établir une norme nationale unique qui devra englober deux types de sujets: les dangers du milieu marin et la prévention et le contrôle des incendies; et l'abandon des installations, le sauvetage et la survie. Les cours qui en découleront devront comporter différents niveaux correspondant aux différentes catégories de personnes qui doivent passer plus ou moins de temps en mer, et certains pourront recevoir des cours supplémentaires dans certains domaines comme les procédures applicables aux hélicoptères et les opérations radio.

■ **OPÉRATIONS D'URGENCE – SPÉCIALISATION** À bord des installations mobiles de forage offshore, les opérations d'urgence relèvent principalement des spécialistes qui reçoivent l'aide du personnel possédant une formation élémentaire en la matière. Il n'est donc pas nécessaire que tous possèdent une haute compétence dans tous les domaines liés à la sécurité. De plus, pour régler certaines situations il est parfois préférable, voire essentiel, de compter sur une équipe capable de coordination. Aucun pays ne s'est toutefois intéressé suffisamment à la spécialisation du personnel en matière d'urgence, et il y a peu de règles ou de règlements officiels sur le sujet, bien qu'en Norvège et au Royaume-Uni de nombreux cours soient offerts et suivis par les travailleurs. Les cours de spécialisation permettent par exemple de faire partie de l'équipe d'intervention en cas d'avarie, de l'équipe de lutte contre les incendies, de l'équipage d'une embarcation de sauvetage (une personne à la mer), d'être le patron d'une embarcation de survie et de donner les soins d'urgence.

Seul le Canada exige la formation d'une équipe d'intervention en cas d'avarie conformément à une directive de l'APGTC qui observe ces équipes à l'oeuvre pour vérifier leur efficacité. Aux États-Unis et en Norvège, le personnel de marine cadre des MODU suit un cours élémentaire d'intervention en cas d'avarie à bord d'un navire. Cette formation fait partie de la formation régulière. De plus, en Norvège, le cours élémentaire de sécurité du LEIRO comporte aussi une certaine formation en la matière.

Les équipes (chef et membres) de lutte contre les incendies sont généralement constituées de la même façon qu'à bord des navires, sauf que sur les MODU on peut y inclure des membres du personnel de forage. En Norvège et au

Royaume-Uni, de nombreuses écoles offrent des cours avancés de lutte contre les incendies. Toutefois, aux États-Unis, où la loi n'exige pas d'autre formation en la matière que celle qui est offerte dans le cadre de la formation régulière relative au milieu marin, on peut néanmoins suivre des cours supplémentaires dans des écoles habituellement affiliées à des universités. Le Canada n'offre aucun cours de spécialisation pour les équipes de lutte contre les incendies sur les MODU, et le personnel doit se rendre aux États-Unis ou outremer pour en suivre. Tous les organismes de réglementation exigent cependant une formation en matière de lutte contre les incendies à bord des hélicoptères. Cette formation est offerte au Royaume-Uni et aux Pays-Bas.

À bord de chaque MODU, une équipe de sauvetage désignée est chargée de manoeuvrer les canots gonflables de type «Zodiac» ou les embarcations rapides de sauvetage (ERS) lorsqu'une personne tombe à la mer. La formation de ces équipes se déroule le plus souvent à bord des installations mêmes, car il n'existe aucun cours de spécialisation en la matière, à part les cours destinés aux équipes ERS des bâtiments de soutien. Au Royaume-Uni, les exercices de sauvetage (une personne à la mer) à bord des bâtiments de soutien font l'objet des lignes directrices de l'UKOOA, mais aux États-Unis et au Canada, il n'existe aucune règle sur la façon d'effectuer ces manoeuvres, et les compagnies peuvent établir leurs propres normes en la matière.

Au Canada et aux États-Unis, certains membres du personnel doivent avoir suivi un cours de patron d'embarcation de survie, et cette exigence s'applique aussi aux exploitants offshore dans la mer du Nord. Après avoir suivi un cours élémentaire en matière de sécurité, un cours d'un ou de deux jours permet généralement de devenir canotier, sauf aux États-Unis où le cours dure de cinq à huit jours. Il s'agit essentiellement de cours pratiques portant sur toutes les étapes de la manoeuvre des embarcations de survie.

Au large de la côte est du Canada, les plans d'urgence exigent la présence de spécialistes capables de venir en aide au personnel médical de l'installation en cas d'urgence. Ces spécialistes ont généralement suivi un simple cours de premiers soins.

La formation générale en matière de sécurité ne répond pas adéquatement aux besoins particuliers liés à la nature des activités de l'industrie offshore dans l'est du Canada, lesquelles sont menées dans des endroits éloignés et isolés. Le Canada a besoin d'établissements de perfectionnement et les établissements offrant actuellement des cours de niveau élémentaire en matière de sécurité pourront sans doute faire l'affaire. Étant donné que les normes relatives au perfectionnement sont peu nombreuses, les nouvelles devront insister sur la nécessité pour les spécialistes de participer à des exercices réguliers et de suivre périodiquement des cours de perfectionnement.

La composition et la structure du personnel à bord des MODU varient selon le type d'installation, ses activités (forage ou déplacement vers ou sur un lieu de forage ou en provenance d'un lieu de forage), son pavillon d'immatriculation et la politique d'exploitation des propriétaires. En général, on peut diviser le personnel en trois groupes: les employés de marine, les travailleurs industriels ou de forage et les employés de soutien. À bord des installations de forage offshore, la structure du groupe des employés de marine peut varier bien davantage que celle du groupe de forage. Toutes les équipes de forage ont la même structure, quel que soit le type d'installation ou le pavillon arboré; cependant, celle de l'équipage de marine peut varier en fonction de ces mêmes éléments.

■ **ÉQUIPAGE MARIN** Les normes relatives au personnel de marine à bord des bâtiments de forage sont assez semblables d'un pays à l'autre. Chaque bâtiment compte des officiers brevetés et des marins entraînés. Durant les opérations, on trouve habituellement un noyau de personnel de marine à bord des plates-formes

de forage auto-élévatrices, mais au moment du déplacement vers un nouveau lieu de forage, la plate-forme est confiée à une équipe spéciale de marins qui s'est d'ailleurs chargée de la préparer. La composition du personnel de marine des semi-submersibles est différente d'un pays à l'autre. Ainsi, les installations norvégiennes, britanniques et canadiennes doivent avoir des officiers et des matelots brevetés à bord en tout temps, tandis que les installations américaines n'ont besoin de personnel breveté que pour les longs déplacements, et seulement s'il s'agit d'une installation automotrice.

La formation et la certification des équipages marins des MODU varient également beaucoup selon le pays, non seulement à cause de philosophies différentes dans le domaine de la réglementation, mais aussi en raison de structures de commandement différentes. En Norvège, au Canada et au Royaume-Uni, on considère généralement les installations mobiles de forage offshore comme étant des navires engagés dans des activités industrielles pour lesquels il faut donc des officiers et des marins brevetés. Aux États-Unis cependant, les MODU sont considérées comme étant des aires industrielles, aussi les équipages peuvent-ils se contenter de posséder des brevets «industriels» au lieu des brevets de «navigation» traditionnels.

En Norvège, le responsable est toujours un capitaine possédant une ou deux années d'expérience de travail à bord d'une installation mobile de forage dans un poste clef. Il doit suivre un cours de gestionnaire de plate-forme d'une durée de six semaines portant entre autres sur la technologie du forage et la manoeuvre de l'installation. Ce cours fournit la plus grande partie des connaissances nécessaires à un navigateur pour gérer une MODU. Le capitaine est cependant tenu de consulter le chef de la section de forage et le chef de la section de la stabilité chaque fois que l'installation de forage est en danger.

À bord des MODU immatriculées au Canada et au Royaume-Uni, le responsable doit détenir un brevet de capitaine. Au Royaume-Uni, les capitaines doivent suivre un cours de gestion d'installation offshore d'une durée de deux ou trois jours destiné à les informer sur leurs obligations juridiques plutôt que sur les aspects opérationnels des installations. Au Canada, depuis septembre 1983, les capitaines des installations de forage offshore doivent suivre le cours MED III de cinq jours qui porte sur le leadership dans différentes situations d'urgence. Les exploitants de MODU immatriculées à l'étranger mais en exploitation sur le plateau continental du Canada ou du Royaume-Uni doivent nommer un responsable, mais c'est le propriétaire qui doit veiller à ce que la personne choisie soit qualifiée, et il n'existe aucune norme relativement à sa formation.

Aux États-Unis, les capitaines des navires de forage et des semi-submersibles automotrices de passage n'ont pas à suivre de cours particuliers relativement aux MODU. À bord des installations où un capitaine breveté n'est pas requis, le responsable doit posséder un brevet «industriel» spécial de capitaine. Le plus souvent, ces capitaines détenant un brevet «industriel» possèdent quatre années d'expérience à bord d'une installation de forage, y compris deux années à un poste de responsabilité auprès du personnel de marine ou du personnel de forage, ou encore un baccalauréat ès sciences et trois années d'expérience, y compris une année à un poste de surveillance. En outre, le capitaine doit posséder un certificat de radariste et un certificat de contrôle de puits. Le brevet industriel spécial de capitaine demande 15 à 20 jours de formation. Si ce type de brevet s'avère apparemment approprié pour les opérations dans le golfe du Mexique, il ne permet pas d'acquérir les connaissances suffisantes en vue des opérations offshore de l'est du Canada.

Le responsable doit bien comprendre les rapports qui existent entre les activités de forage et les opérations de navigation, ainsi que les capacités et les limites de son installation. Un capitaine ou un chef de chantier de forage ne possédant

pas la formation requise en vue de l'exploitation d'un type précis de MODU ne peut posséder toutes les connaissances voulues pour commander une installation offshore. À l'heure actuelle, le Canada ne possède aucun système de conduite, d'autorisation ou d'attestation des cours sur les installations offshore destinés aux capitaines ou des cours de formation liés au milieu marin destinés aux chefs de chantier de forage. Il faudrait élaborer un cours permettant aux capitaines brevetés de se familiariser avec les opérations de forage et avec les caractéristiques particulières des MODU, et leur donner par la suite le statut de «capitaine de MODU». À bord des installations auto-élevatrices, le chef de chantier de forage peut devenir le responsable à condition de suivre un cours pour se familiariser avec les conditions qui ont cours au large de la côte est du Canada et avec les mesures à prendre en cas d'urgence maritime.

À bord d'une MODU, le second doit généralement posséder un brevet de navigation approprié. La Norvège seule oblige les seconds à suivre des cours additionnels sur la stabilité et sur les opérations des installations mobiles de forage offshore. Sur une MODU immatriculée aux États-Unis, tout employé possédant un brevet «industriel» fait l'affaire, à moins d'exigences contraires de la *U.S. Coast Guard*. Le Canada n'exige aucune formation additionnelle de la part des seconds qui ont suivi le cours régulier en vue d'obtenir un brevet de navigation. Bien que la formation généralement dispensée aux seconds constitue une base solide, elle ne tient pas compte des particularités des MODU. Les seconds devraient suivre des cours additionnels en matière de stabilité, d'opérations à bord d'installations mobiles de forage offshore, de lutte contre les incendies, d'intervention en cas d'avarie, de sauvetage (une personne à la mer) et de déploiement des embarcations de survie.

Aucune norme universelle n'a encore été élaborée en vue de la formation des opérateurs de ballasts (personnel de quart). Au niveau international, on s'affaire depuis quelque temps à élaborer de nouveaux cours, dont beaucoup portent sur la stabilité des semi-submersibles. Cela ne suffit pas. Aux États-Unis, aucune loi ni aucun règlement n'oblige les opérateurs de ballasts à suivre des cours, bien qu'un établissement au moins offre un cours intensif faisant appel à un simulateur et à des manuels d'instruction individuelle. Au Royaume-Uni, il n'existe pas non plus de normes quant à la formation et à l'accréditation de ce type de travailleurs. Les propriétaires sont supposés fournir le personnel compétent capable d'assurer la sécurité des opérations.

La Norvège seule offre un programme officiel de formation aux opérateurs de ballasts. Ce programme couvre les opérations dans la salle de contrôle et les opérations de ballastage, ainsi que la formation élémentaire relative au milieu marin ou à la technique. L'Administration du pétrole et du gaz des terres du Canada (APGTC) exige que les opérateurs de ballasts à bord des installations au large de la côte est du Canada aient suivi un cours approuvé en matière de contrôle des ballasts sur les installations flottantes. Aucune norme n'a toutefois été publiée à ce sujet. Les qualifications minimales varient, de même que les programmes d'instruction offerts par les entrepreneurs en forage. La formation devrait porter au moins sur la stabilité des MODU multi-coques à l'état intact et après avarie, le ballastage en cas d'avarie ou de perte du système de contrôle principal et sur l'évaluation des effets de la tension de l'ancre sur la stabilité et l'assiette, ainsi que sur le système lui-même. Le Certificat d'officier de quart pourrait servir de base à l'élaboration de ce type de cours.

En Norvège, l'ingénieur en chef est le chef de la section technique. En plus de détenir un certificat de qualification d'officier mécanicien de marine classe 1 (machinerie ou automatisation électronique) ou un certificat d'ingénieur en chef, et de posséder au moins une année d'expérience à titre d'adjoint technique à bord d'une installation mobile de forage offshore, il doit suivre un cours approuvé en vue

de devenir chef de la section technique. Dans le cas des bâtiments immatriculés au Royaume-Uni, les ingénieurs n'ont pas à suivre de cours spéciaux pour travailler sur une MODU. Le niveau de formation requis pour assurer la compétence voulue est laissé à la discrétion du propriétaire.

Les installations mobiles de forage offshore ont généralement un ingénieur en chef à bord en tout temps, et celui-ci est habituellement responsable du fonctionnement et de la maintenance du matériel électrique, mécanique et de levage. La *U.S. Coast Guard* accorde des brevets d'ingénieur en chef de «bâtiments de forage automoteurs stabilisés par colonnes ou auto-élévateurs de toute puissance.» Les candidats au poste d'ingénieur en chef doivent posséder quatre années d'expérience en matière d'opération, de construction ou de maintenance de moteurs diesel, dont au moins deux années à titre de huileur, d'ingénieur, de mécanicien, d'électricien ou autre à bord d'une MODU. Aux États-Unis, la plupart des compagnies assurent la formation des ingénieurs sur place à l'aide de bandes magnétoscopiques, de diapositives, d'enregistrements et de cours. Certaines compagnies font suivre une série de petits cours à leurs candidats, dans leurs services ou à l'extérieur.

Les MODU immatriculées au Canada ont à leur bord des ingénieurs possédant des certificats classiques d'ingénieur de première et de deuxième classe de la marine marchande. Peu de personnes possèdent toutefois un certificat d'ingénieur de première classe au Canada. Il n'existe par ailleurs aucune exigence particulière relativement à la formation et à l'accréditation des ingénieurs appelés à travailler à bord d'installations offshore. Il faut étudier la possibilité d'élaborer un cours permettant aux ingénieurs qualifiés (pas nécessairement des mécaniciens de marine) de comprendre toutes les exigences liées à la machinerie et aux systèmes des installations offshore. Ce cours pourrait permettre d'obtenir un «certificat d'ingénieur de MODU». À l'heure actuelle, les normes canadiennes régissant l'octroi des certificats de navigation de première et de deuxième classe, ou l'équivalent, semblent adéquates. Aux États-Unis, l'examen que la *Coast Guard* fait subir aux ingénieurs des MODU n'est pas soumis à des normes aussi sévères et n'est peut-être pas approprié aux opérations effectuées au large de la côte est du Canada.

Aux États-Unis, en Norvège et au Royaume-Uni, les opérateurs radio à bord de MODU en exploitation à «l'étranger» qui sont dotées d'un radio-télégraphe possèdent généralement un certificat d'opérateur radio de deuxième classe. Il arrive cependant que des exemptions soient accordées, étant donné que les voyages transocéaniques ne sont guère fréquents dans le cas de la plupart des semi-submersibles et des installations de forage auto-élévatrices qui sont alors presque toujours accompagnés d'autres bâtiments. Les installations offshore norvégiennes sont tenues d'avoir à leur bord deux opérateurs radio détenant un certificat de navigation de deuxième classe. Les cours donnant droit à ces certificats durent généralement de six mois à deux ans, sauf dans le cas du certificat restreint du radiotéléphone, et abordent la plupart des technologies associées à la radio (MF, HF, VHF). La plupart présentent cependant des lacunes en ce qui a trait aux nouveaux systèmes télex, de télémétrie et de transmission par satellite. Le Certificat restreint d'opérateur de radiotéléphone que délivre actuellement le Canada ne donne pas aux opérateurs radio la compétence voulue pour travailler à bord d'une MODU, à moins qu'ils n'aient reçu de leur employeur une formation supplémentaire adéquate concernant le fonctionnement du matériel spécial et les mesures d'urgence. Quand une MODU a des opérateurs possédant un certificat de navigation d'un niveau plus élevé que le Certificat restreint d'opérateur de radiotéléphone, elle a à sa disposition des opérateurs qui ont reçu une formation adéquate. La mention «station terrienne» proposée par un groupe de travail du ministère des Communications et de la Garde côtière canadienne serait une bonne chose lorsque les installations mobiles de forage offshore sont équipées d'un sys-

tème de communication par satellite.

Aux États-Unis et au Royaume-Uni, il n'existe aucune exigence particulière relativement à la formation des opérateurs de grues. Dans l'industrie, on envoie parfois les opérateurs de grue recevoir une certaine formation dans une école à terre, mais le plus souvent, celle-ci prend la forme d'un apprentissage sur place sous surveillance. En Norvège, les règlements exigent que les opérateurs de grue aient déjà travaillé à bord d'une installation de forage offshore ou d'une plateforme pendant six mois à titre d'ouvriers sondeurs ou de manoeuvres, qu'ils aient réussi un cours approuvé par le *Maritime Directorate*, et qu'ils aient acquis une certaine expérience dans l'opération des grues à bord d'une installation de forage offshore sous la surveillance d'un opérateur de grue breveté. Les brevets d'opérateur terrestre de grue sont acceptés, mais leurs titulaires doivent parfois recevoir une formation supplémentaire. Au Canada, aucun règlement ne traite de la formation ou de la certification des opérateurs de grues en mer, et il n'existe aucun cours particulier qui leur soit destiné. Les propriétaires canadiens d'installations mobiles de forage offshore font actuellement appel aux établissements scolaires américains. Il faudrait songer à se doter d'un établissement pour dispenser une bonne formation d'opérateur de grue en mer dans l'est du Canada.

Au Royaume-Uni, il n'existe aucune norme précise sur la formation des préposés à l'atterrissage des hélicoptères, mais la plupart des compagnies offrent le cours de deux jours de *Petroleum Training Association North Sea* (PETANS) et *Scottish Offshore Training Association* (SCOTA). Ce cours a été élaboré conjointement par toutes les parties en cause et, bien qu'il ne soit pas reconnu de façon officielle, il constitue en fait un «cours approuvé». Les exigences relatives à la formation à bord des installations mobiles de forage dans les eaux norvégiennes sont semblables à celles qui ont cours au Royaume-Uni. Le poste de préposé à l'atterrissage des hélicoptères n'est pas reconnu officiellement à bord de la plupart des installations au large du Canada et n'est pas confié à une catégorie particulière de travailleurs. Il n'existe aucun cours officiel à ce sujet aux États-Unis ni au Canada: l'apprentissage se fait sur place. Dans une situation complexe pouvant comporter des dangers, la présence de personnes bien entraînées, capables de comprendre le déroulement des événements et de réagir en conséquence est essentielle. Il faudrait former un comité composé de pilotes d'hélicoptères, de propriétaires de MODU et de représentants du gouvernement afin d'étudier les cours offerts en la matière en Europe en vue d'exiger une formation similaire au Canada.

Seule la Norvège impose des normes officielles quant au métier d'opérateur de positionnement dynamique et exige des candidats un brevet de second. La formation additionnelle nécessaire s'acquiert habituellement par l'apprentissage. Les manufacturiers offrent des cours de base que suivent généralement les préposés au positionnement dynamique des nouvelles installations qui assurent ensuite la formation de leurs successeurs. Le U.K. Nautical Institute a fait des propositions au *Department of Transport* en vue de rendre officielle la formation des opérateurs de positionnement dynamique, et ces propositions sont à l'étude. Au Canada, il faudrait penser à élaborer un cours approprié d'opérateur de positionnement dynamique et à installer les simulateurs requis. Cela ne serait peut-être pas nécessaire si les fabricants de matériel de positionnement dynamique étaient en mesure de fournir une formation adéquate aux opérateurs. L'emploi de simulateurs constitue la seule façon de s'exercer à faire face aux situations d'urgence.

Le Canada est le seul pays qui pose des exigences particulières concernant la formation des observateurs météorologiques et des observateurs de la glace; ceux-ci sont tenus de passer les examens du Service de l'environnement atmosphérique (SEA) sur l'observation météorologique aéronautique et maritime. Les compagnies peuvent organiser leurs propres cours à condition que le SEA approuve les instructeurs choisis. Les examens donnant droit au certificat supplé-

mentaire en météorologie aéronautique sont administrés par le personnel du SEA. La plupart des nouveaux observateurs mettent de huit à dix jours pour apprendre à se servir du matériel météorologique, à observer et à remplir les formules normalisées. De plus, les compagnies donnent un cours de deux jours sur les procédures qui leur sont propres, sur le matériel océanographique et sur l'observation. À bord des installations susceptibles de se trouver sur la trajectoire des icebergs, les observateurs doivent suivre un cours supplémentaire sur le tracé des glaces, organisé par la compagnie. La formation en matière d'observation radar se fait sur place ou dans un établissement de formation local. Les observateurs semblent bien entraînés en vue de remplir leurs fonctions, surtout qu'il est de règle que les nouveaux observateurs soient accompagnés d'observateurs d'expérience pendant un certain temps.

■ **PERSONNEL DE FORAGE** La composition du personnel ou de l'équipe de forage est la même à bord de toutes les installations mobiles de forage offshore, quel que soit le pays d'origine. Le personnel de forage est divisé en deux équipes de douze heures et appuyé par divers spécialistes. Il est généralement sous les ordres d'un représentant de l'exploitant. Seule la Norvège propose un programme complet de formation du personnel de forage adapté au travail en mer. Le Canada et le Royaume-Uni exigent que les membres du personnel de forage occupant des postes clés suivent un cours sur la prévention des éruptions (contrôle des puits), et ce cours est obligatoire pour l'ensemble du personnel de forage aux États-Unis. La formation en matière de contrôle des puits s'adresse à tout le personnel cadre et doit porter entre autres sur la prévention des éruptions sous-marines (blowout preventer ou BOP), sauf dans le cas des plates-formes de forage auto-élevatrices où le matériel BOP n'est pas employé. Les ingénieurs sous-marins, notamment, doivent bien connaître l'emploi et la maintenance de ce matériel. Le Canada possède des installations adéquates quant à la formation en matière de forage, mais il faudra que le gouvernement, l'industrie et les responsables de l'enseignement se concertent afin d'assurer le meilleur usage de ces installations en vue de la formation de spécialistes en opérations offshore. Il faudra également chercher à faire accepter les brevets canadiens en matière de contrôle des puits dans les autres pays ce qui, étant donné le caractère itinérant des opérations offshore, serait un grand avantage pour le personnel de forage qui n'aurait pas toujours à obtenir de nouveaux certificats.

■ **PERSONNEL DE SOUTIEN** Toute installation de forage offshore reçoit, de divers bâtiments et aéronefs, des services de soutien logistique, d'approvisionnement et de transport. Les bâtiments de soutien offshore remplissent un certain nombre de fonctions: ils approvisionnent les MODU, ils transportent du matériel de support de plongée, ils s'occupent de la manoeuvre des ancres et ils remorquent les icebergs. Ils peuvent être aussi assignés à une installation donnée, et sont par conséquent dotés d'embarcations rapides de sauvetage (ERS) et d'autres matériels de sauvetage et d'urgence. La formation normale des officiers de marine et des marins, si elle est adéquate pour l'ensemble des tâches, ne couvre pas certains aspects du soutien en mer, et notamment le transbordement de marchandises. Pour que le personnel puisse remplir ces fonctions avec assurance, il faut des cours supplémentaires en la matière. À bord des navires de soutien, l'équipage doit avoir une grande expérience de la mer mais aussi recevoir une formation en matière de sauvetage et d'urgence. À l'heure actuelle, les matelots de pont des navires de soutien ne reçoivent pas une formation adéquate dans l'utilisation du matériel spécial de sauvetage et des nouvelles techniques de sauvetage ainsi que dans le traitement d'un grand nombre de victimes. Il faudra donc élaborer un cours qui leur donnera une bonne formation de base pour l'exécution des tâches de soutien et de sauvetage. Les équipages des embarcations rapides de sauvetage ont besoin d'une formation spéciale et d'exercices réguliers, mais tout l'équipage du navire

doit apprendre à mettre une embarcation de sauvetage à la mer et à la récupérer, à retirer les survivants de l'eau et à donner les soins d'urgence en cas d'hypothermie et de noyade. L'équipage régulier d'un navire de soutien doit recevoir la même formation que le personnel des MODU en ce qui concerne la sécurité et la survie, y compris en ce qui a trait au matériel de sauvetage spécialisé dont il n'est pas fait mention dans le cadre du cours MED II. Il faut aussi prévoir des exercices réguliers et des cours de perfectionnement afin d'assurer le maintien des compétences.

Au Canada, le gouvernement contrôle les opérations aériennes de façon très stricte, tant en ce qui a trait à l'équipement et au personnel qu'aux opérations elles-mêmes. Les hélicoptères offshore locaux sont équipés pour transporter des treuils et d'autres appareils de sauvetage conservés à terre, mais les opérateurs d'hélicoptères ne font pas appel à du personnel spécialisé en vue de l'utilisation de ce matériel de sauvetage. Au Canada, les hélicoptères commerciaux peuvent, du moins le jour, dans des conditions de vol à vue, effectuer des opérations de recherche et sauvetage (SAR) à condition que leur équipage ait reçu la formation adéquate. Celui-ci devrait avoir suivi des cours d'abandon d'aéronef en mer (*Helicopter Underwater Escape Training* ou HUET), de lutte contre l'incendie en vol et de soins d'urgence. Le fait de suivre des cours de survie et de soins d'urgence permettrait également aux équipages des hélicoptères de faire face aux urgences en attendant l'aide extérieure. On pourrait aussi obliger les passagers des hélicoptères à suivre le cours HUET. À l'heure actuelle, il n'existe aucun cours officiel de sauvetage lié aux hélicoptères à l'exception de ceux qui sont donnés par le ministère de la Défense nationale, bien que certaines compagnies aient un programme en ce sens. Il faudrait envisager d'offrir le cours de technicien en recherche et sauvetage (SARTECH) au personnel civil, si on ne peut augmenter les ressources SAR chez le personnel militaire.

Résumé du séminaire sur la formation offshore

Le naufrage de l'*Ocean Ranger* en février 1982 a révélé de graves lacunes dans la formation donnée aux travailleurs de l'industrie du forage au large des côtes canadiennes. Depuis, l'industrie, le gouvernement et les établissements de formation ont pris diverses mesures en vue d'élaborer et d'appliquer un certain nombre de programmes visant à améliorer le niveau de la formation de base des travailleurs en mer en égard aux situations d'urgence et à la survie. De même, des programmes de spécialisation ont été élaborés à l'intention du personnel cadre des installations mobiles de forage offshore (MODU). Le 24 septembre 1984, la Commission royale a parrainé un séminaire afin de mettre à jour sa base de données sur les programmes de formation offerts aux travailleurs offshore; des représentants de l'industrie, du gouvernement et des établissements de formation ont participé à ce séminaire.

Tous se sont entendus sur la nécessité d'offrir aux travailleurs des cours de base en matière d'opérations d'urgence et de survie pour les préparer à faire face aux situations d'urgence qui peuvent se présenter à bord d'une installation mobile de forage offshore ou à son abandon éventuel. Cependant, la durée de cette formation et le moment où il convient de l'offrir ont fait l'objet de nombreuses discussions. Les exploitants et l'Association pétrolière du Canada (APC) croient fermement que cette formation de base ne doit pas devenir un préalable à l'emploi en mer étant donné que l'industrie s'est engagée à former tous les travailleurs offshore à tour de rôle et que 90 pour cent d'entre eux ont déjà suivi les cours prévus. L'APGTC a appuyé la suggestion de l'APC, mais a signalé que le problème de la durée de la formation offerte au personnel de service et aux travailleurs qui se rendent en mer pour une courte période n'a pas été réglée. Tous se sont dits d'accord sur la nécessité de reprendre la formation de base en opérations d'urgence et de survie tous les deux ou trois ans.

L'industrie cherche à établir une norme nationale relativement à la formation en matière d'opérations d'urgence et de survie par l'entremise du *Petroleum Industry Training Service* (PITS), lequel fournira les attestations nécessaires. L'APGTC appuie l'idée d'une norme nationale qui faciliterait les déplacements des travailleurs canadiens à l'intérieur de l'industrie pétrolière canadienne, mais n'a pas encore pris de décision quant au rôle qu'elle entend jouer dans le cadre du processus d'attestation. L'APGTC a souligné la nécessité d'une meilleure formation en matière de contrôle des éruptions, vu les problèmes récents survenus à bord des installations *Vinland* et *Zapata Scotian*.

L'industrie et les organismes de réglementation ne s'entendent pas quant au niveau de la formation que les travailleurs en mer devraient recevoir en matière d'opérations d'urgence. L'industrie préconise la formation de spécialistes capables de lutter contre les incendies, de contrôler les éruptions et de donner des soins au besoin. L'APGTC et la Garde côtière canadienne semblent d'accord avec l'industrie, mais la Newfoundland and Labrador Petroleum Directorate souhaite que tous les travailleurs offshore reçoivent une formation plus poussée dans certains domaines.

L'industrie a indiqué qu'il faudra peut-être modifier le contenu des cours de perfectionnement de façon à dépasser le niveau de la formation de base et celui de la spécialisation. Le Comité d'accréditation du PITS étudie actuellement la question.

Un pilote d'hélicoptère a suggéré d'obliger les équipages d'aéronefs survolant la mer à suivre en cours de survie et d'établir les mesures à prendre en cas d'urgence à bord des installations offshore lorsque les hélicoptères ne peuvent s'y

rendre. Les représentants des établissements de formation ont révélé qu'un cours d'abandon d'aéronef en mer (HUET) sera bientôt offert aux équipages. Les opérateurs ont suggéré que le PITS étudie les besoins en formation des préposés aux hélicoptères afin d'établir leur niveau actuel de formation et d'établir des normes. Selon un pilote d'hélicoptère, les équipages des aéronefs ne possèdent pas la formation requise en techniques de recherche, et les installations et services de recherche et sauvetage de l'industrie pourraient venir en aide aux autres industries et au public en général. Les organismes de réglementation ont tous indiqué que les entrepreneurs en services d'hélicoptères sont entièrement libres d'aider ou non le public en matière de recherche et de sauvetage.

Les exploitants disent avoir atteint un niveau acceptable d'autosuffisance en sauvetage compte tenu des ressources en recherches et sauvetage (SAR) auxquelles ils ont accès. Des compagnies privées s'affairent à mettre au point des cours de recherches et sauvetage et le gouvernement a offert son aide en vue de former des civils en la matière. Un représentant du gouvernement de Terre-Neuve a prétendu que les services aériens de sauvetage actuellement disponibles ne sont pas suffisants en regard des opérations offshore et que d'ici à ce que les gouvernements apportent des ressources supplémentaires, c'est à l'industrie qu'il revient d'offrir les services nécessaires.

En réponse aux inquiétudes exprimées par les capitaines des bâtiments de service et de soutien en ce qui a trait aux opérations d'urgence et au sauvetage, l'Association pétrolière du Canada a organisé, par l'entremise du PITS, un débat sur la gestion des situations d'urgence, destiné aux officiers supérieurs de marine. Les représentants des établissements de formation ont indiqué que le mode actuel de sélection des équipages d'embarcations rapides de sauvetage pose un problème en ce sens que c'est le capitaine du bâtiment de soutien qui choisit les membres de ces équipages. On pense que la participation des capitaines à un cours sur les embarcations rapides de sauvetage pourrait améliorer le processus de sélection des équipages, en plus de leur faire mieux comprendre les exigences opérationnelles liées à ces embarcations. D'après un représentant d'un établissement de formation, les cours sur les embarcations rapides de sauvetage devraient insister davantage sur le transport des victimes à bord du bâtiment de soutien plutôt que sur la récupération des embarcations de sauvetage. Un autre souhaite une approche globale, portant notamment sur les responsabilités du capitaine et du second quant à la manoeuvre du bâtiment de soutien en vue de récupérer l'embarcation rapide de sauvetage et ses occupants. Un représentant du PITS s'est dit d'avis que les exercices en mer constituent la meilleure façon de procéder à cet égard. Le cours sur les embarcations rapides de sauvetage a été préparé en consultation avec la Garde côtière canadienne et d'autres organismes gouvernementaux, mais c'est le PITS qui décerne les certificats appropriés.

Tous se sont entendus pour dire que les capitaines des MODU devaient posséder une certaine connaissance du forage et que les chefs de chantier de forage devaient pour leur part posséder une certaine connaissance des choses de la mer. Les exploitants et les entrepreneurs en forage ont soutenu que les décisions à prendre en cas d'urgence devaient être le résultat de consultations entre le capitaine et le chef du chantier de forage. Les représentants de l'APGTC et de la Garde côtière ont indiqué qu'à bord d'une semi-submersible, c'est toujours le capitaine qui a le dernier mot.

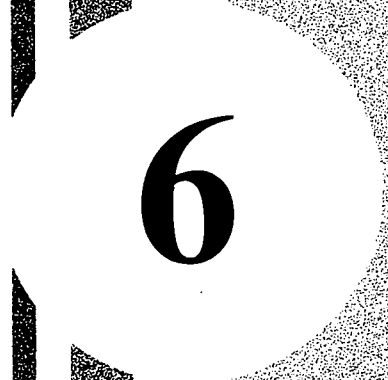
L'Association pétrolière du Canada a dit souhaiter vivement que le processus d'accréditation dans le domaine du forage demeure confié à l'industrie qui pos-

sède tous les experts voulus, et a indiqué que seuls certains postes des secteurs de la marine et du forage devraient faire l'objet d'une accréditation. Les exploitants croient que la formation des opérateurs de positionnement dynamique ne devrait pas faire l'objet de règlements, étant donné le petit nombre de ces opérateurs dans le monde. Les exploitants et les entrepreneurs en forage ont proposé un cours à l'intention des opérateurs des commandes des ballasts et ce cours fait actuellement l'objet d'une étude par un comité composé de représentants de l'industrie et du gouvernement. La Garde côtière pourra attester le contenu du cours et les organismes qui l'offriront.

Les établissements de formation se sont dits d'avis que les mécanismes officiels de rétroaction actuellement en place pour informer les concepteurs et les manufacturiers sur le rendement du matériel en cours de formation sont adéquats.

Les établissements de formation ont déploré l'absence de mécanismes pouvant leur permettre de participer à l'identification des besoins en formation et à l'élaboration des programmes de formation. Le PITS a soutenu que l'industrie était responsable de l'élaboration de programmes de formation fondés sur son évaluation des besoins en formation, mais qu'il pouvait demander l'avis des organismes gouvernementaux et des établissements de formation. L'Association pétrolière du Canada croit que les normes sur la formation en matière de sécurité relèvent du gouvernement mais que la formation professionnelle est du ressort de l'industrie. Il semble que les établissements de formation ne reçoivent pas suffisamment d'information au sujet d'expériences vécues, comme l'abandon d'installations mobiles de forage offshore; l'industrie a semblé au courant du problème et a dit avoir l'intention d'y remédier.

Tous ont semblé s'entendre sur le fait que la principale lacune en matière de formation est le peu de temps alloué par les organismes de réglementation pour l'élaboration, l'organisation et l'application de programmes de formation. Les entrepreneurs en forage ont dit que l'industrie n'avait pas suffisamment fait connaître toutes les améliorations importantes qu'elle a apportées à la formation des travailleurs en mer. Les exploitants considèrent que la prochaine étape en matière de formation sera de parfaire les programmes existants, comme les cours sur les embarcations rapides de sauvetage.



6

SANTÉ



La santé au travail
 Center for Offshore & Remote Medicine
 (MEDICOR),
 Saint-Jean, Terre-Neuve,
 février 1984

SANTÉ

SANTÉ ET SÉCURITÉ AU TRAVAIL

Les aspects juridictionnels et légaux de la santé et de la sécurité en mer sont à l'heure actuelle plus complexes au Canada qu'ils ne le sont aux États-Unis, au Royaume-Uni ou en Norvège. En vertu de lois et de décrets royaux, la Norvège a élaboré toute une série de règlements touchant presque tous les aspects de la santé et de la sécurité, mettant en cause bon nombre de ministères et de grands services gouvernementaux. En vertu de ces règlements, on est autorisé à inspecter les installations sans préavis; en outre les inspecteurs ont priorité pour l'utilisation des services d'hélicoptères de l'exploitant.

Aux États-Unis, un certain nombre d'organismes gouvernementaux échangent avec l'industrie pétrolière offshore, mais la responsabilité relativement à la santé et à la sécurité incombe généralement à l'exploitant. Cela s'applique particulièrement aux études, à la formation et à l'attestation du personnel affecté à la santé et à la sécurité. Dans l'industrie pétrolière, il n'existe ni norme ni ligne directrice universelle concernant les études et la formation du personnel chargé de la santé et de la sécurité ou applicable aux soins de santé. Par conséquent, chaque entreprise assure le niveau de soins qu'elle juge pertinent, en faisant appel à ses propres ressources ou à celles d'organismes de santé privés.

Tout comme la Norvège, les États-Unis répartissent la responsabilité des questions de santé et de sécurité entre plus d'une demi-douzaine d'agences fédérales relativement autonomes (malgré certains chevauchements importants). De plus, il existe entre les états des différences dans les codes applicables à la santé et à la sécurité; en outre, il y a parfois conflit entre les règlements des états et les règlements fédéraux. De façon générale, le domaine est beaucoup moins réglementé aux États-Unis qu'il ne l'est en Norvège et au Royaume-Uni.

Au Royaume-Uni, la responsabilité des questions de santé et de sécurité et de bien-être repose sur les exploitants. Le gouvernement applique des lignes directrices plutôt que des règlements détaillés; en outre l'inspection des plates-formes et des installations se fait à des moments qui conviennent à l'entreprise. Il n'est pas nécessaire d'autoriser les professionnels de la santé qui travaillent en mer; leur formation et leur qualification sont la responsabilité de l'industrie. La *United Kingdom Offshore Operators Association (UKOOA)* a établi des normes applicables à la santé et à la sécurité supérieures à celles qui ont été proposées par le gouvernement. Le *Department of Energy* est le principal organisme de réglementation.

Au Canada, les exigences de réglementation existent tant à l'échelon fédéral qu'à l'échelon provincial. La mise en application des règlements portant sur la

santé et la sécurité est entravée par le fait que bon nombre des navires qui participent aux opérations offshore sont immatriculés à l'étranger et que les normes relatives aux soins de santé, à l'entraînement du personnel, à l'équipement et aux fournitures reposent sur les règlements du pays d'immatriculation. L'attestation de toutes les MODU conformément à une norme canadienne minimale améliorerait grandement la planification d'urgence et faciliterait l'application des soins de santé. Il faudrait des lois aux deux échelons de gouvernement pour faire respecter la norme canadienne minimale; d'un autre côté, on pourrait assurer le respect de la norme avec le système actuel d'attestation, le directeur médical de l'exploitant devant assumer l'entière responsabilité du respect des règlements sur la santé et la sécurité pour tous les travailleurs de la plate-forme, y compris le personnel des entrepreneurs et des sous-traitants.

L'apparition de l'Administration du pétrole et du gaz des terres du Canada (APGTC) à titre de principal organisme fédéral de réglementation pourrait avoir l'avantage de centraliser les efforts, pourvu que l'on parvienne à résoudre les ambiguïtés et les problèmes de chevauchement des responsabilités avec d'autres organismes fédéraux. À cette fin, l'APGTC a entrepris des consultations avec les provinces et avec le ministère fédéral de la Santé et du Bien-être.

À Terre-Neuve, les questions de santé et de sécurité au travail sont en général placées sous la juridiction du ministère du Travail et de la Main-d'oeuvre (de la santé et de la sécurité), du ministère de la Santé et de la Commission des accidents du travail. La Direction générale du pétrole de Terre-Neuve et du Labrador assume la responsabilité de la santé et de la sécurité en mer. En Nouvelle-Écosse, l'application des mesures de contrôle et la formulation de règlements est l'affaire du gouvernement fédéral alors que la Commission des accidents du travail effectuée au nom du gouvernement fédéral des inspections portant sur les questions de santé et de sécurité et assure la formation relative à la prévention des accidents pour l'industrie offshore et d'autres industries.

Bien que l'enregistrement et l'attestation des professionnels de la santé soient pratique courante, il s'agit d'une forme de contrôle qui se trouve limitée par la juridiction offshore. Les médecins et les infirmiers et infirmières qui travaillent au-delà de la limite des douze milles ne sont pas protégés par les polices d'assurance contre les fautes professionnelles de leurs organisations professionnelles respectives. Ils doivent obtenir cette protection en souscrivant à des régimes privés parce que, s'ils prodiguent des soins sur une installation immatriculée à l'étranger, ils peuvent être poursuivis pour négligence d'après les lois du pays d'immatriculation. Les infirmiers et infirmières et le personnel médical non autorisés, comme le personnel des Forces armées canadiennes possédant la classification QM 6B ne sont pas admissibles à l'enregistrement ou à l'attestation conformément aux lois provinciales en vigueur. C'est pourquoi, il faudrait rationaliser l'enregistrement et l'attestation du personnel de la santé travaillant en mer. La reconnaissance des qualifications du personnel médical QM 6B des FC à la retraite pose des difficultés pratiques.

Dans l'industrie pétrolière canadienne, les rôles des médecins sur le plan de la haute direction sont limités comparativement à ceux que l'on accorde à leurs collègues en Norvège et au Royaume-Uni. Le personnel médical d'une plate-forme est responsable sur le plan administratif auprès du directeur de la plate-forme; sur le plan médical, il peut également être comptable aux médecins de deux entreprises distinctes, l'exploitant et l'entrepreneur. Il faudrait des lignes directrices pour définir le rôle du médecin au sein de l'entreprise de même que les rapports qui doivent exister entre le personnel médical et les médecins. Le directeur médical de l'exploitant devrait avoir l'ultime responsabilité pour toutes les questions touchant les soins de santé dans un programme de forage en mer.

Pour assurer l'uniformité des soins de santé et l'existence de structures de

réglementation claires, les organismes des gouvernements fédéral et provinciaux doivent coordonner leur approche respective. Il n'y a eu jusqu'à récemment que bien peu de communication entre les médecins du gouvernement et ceux de l'industrie. Au fur et à mesure que se forment des spécialistes de la médecine en mer, cette lacune devrait être corrigée et on devrait voir la mise sur pied d'un système amélioré de soins de santé en mer.

■ *L'EXAMEN MÉDICAL PRÉALABLE À L'EMPLOI* L'examen médical préalable à l'embauchage devrait permettre de déterminer si un travailleur peut, sur le plan médical, effectuer son travail de façon satisfaisante et réagir de façon satisfaisante en situation d'urgence sans constituer un danger pour lui-même ou ses camarades de travail, en prenant en considération sa capacité à s'adapter à un milieu rude, aux longues heures de travail, au stress psychologique et à l'incertitude quant à l'organisation d'une évacuation médicale ou même à la présence de personnel médical provenant du continent. Un médecin qui connaît bien les exigences que l'on impose aux travailleurs en mer, devrait faire les examens préalables à l'embauchage avant que le travailleur ne reçoive sa formation en mer, étant donné que certaines parties de cette formation sont vraiment sources de stress.

Au Royaume-Uni, l'industrie (l'UKOOA) a élaboré des lignes directrices concernant les normes médicales de capacité physique pour les travailleurs en mer. En Norvège, la loi prévoit des critères détaillés à satisfaire avant l'embauchage sur une installation fixe. L'évaluation médicale des travailleurs des MODU est cependant régie par des règlements moins sévères. Il y a également un mécanisme par lequel un travailleur peut interjeter appel suite à la décision du médecin concernant sa capacité sur le plan médical. Au Canada, les examens médicaux préalables à l'emploi ne sont pas uniformisés. Chaque exploitant et chaque entrepreneur élabore ses propres critères; ceux-ci peuvent varier de façon significative d'une entreprise à l'autre. Les organismes de réglementation devraient être chargés de l'élaboration de critères minimums acceptables, pour tous les travailleurs en mer, qui définiraient les cas interdisant l'embauchage mais laisseraient place au jugement du médecin.

En mer du Nord tout comme au Canada, on s'entend de plus en plus sur la nécessité d'élaborer une série de lignes directrices communes concernant les questions régionales et nationales. Ces lignes directrices faciliteront l'implantation d'une norme internationale sur l'état de santé, applicable à toute l'industrie. Bien que l'on ait discuté de la possibilité de créer un passeport médical, en particulier en Norvège, l'idée n'a pas reçu beaucoup d'appuis.

Les examens médicaux devraient être menés avec de plus en plus de régularité une fois que les travailleurs ont atteint 40 ans; il faudrait en outre des examens spéciaux pour les travailleurs qui font partie de certaines catégories comme ceux qui font de la plongée.

■ *LA MAIN-D'ŒUVRE EN MER ET LE MILIEU DE TRAVAIL* La main d'oeuvre que l'on retrouve au large de la côte est du Canada se compose principalement de jeunes hommes célibataires ou séparés, qui ont fait des études post-secondaires. Ces personnes courent un certain nombre de dangers relativement à la santé, certains étant vraiment spécifiques, d'autres étant communs aux milieux de travail en industrie. Étant donné qu'une unité de forage fonctionne 24 heures par jour, les travailleurs se trouvent exposés au bruit de façon continue. Le bruit peut constituer une menace pour la sécurité, parce qu'il empêche les travailleurs d'entendre les instructions d'exploitation, ou peut les agacer ou leur faire perdre leur attention, ce qui peut entraîner un nombre plus élevé d'accidents. Le travailleur qui est exposé de façon excessive à des niveaux élevés de bruits risque d'être atteint de surdité industrielle. Le gaz sulphurique constitue une menace importante pour la santé et les boues de forage peuvent être cause d'irritation de la peau et des yeux.

Bien que l'on ait signalé des troubles psychiatriques importants et des névro-

ses graves chez la main-d'oeuvre offshore de la côte est du Canada, il n'y a pas de données fiables qui permettent de déterminer si l'incidence est plus élevée chez les travailleurs en mer que chez des groupes comparables de personnes qui travaillent dans un milieu conventionnel. L'instabilité ou la réaction excessive au stress est une question de santé et de sécurité. On s'attend à ce qu'une personne qui a de la difficulté à faire face au stress dans la vie de tous les jours, ne soit pas capable de faire face à un stress accru et constitue par le fait même un risque en raison de la diminution de son efficacité. Comme c'est le cas en mer du Nord, l'alcoolisme constitue le trouble psychiatrique le plus important chez les travailleurs au large de la côte est du Canada. Les données sur les effets des troubles du sommeil ne permettent pas de tirer des conclusions.

L'examen médical préalable à l'emploi devrait permettre de déceler les travailleurs qui ont eu des réactions négatives au stress et qui ont souffert de troubles psychiatriques. Il nous faut des données fiables sur les effets négatifs du bruit, de la présence d'hydrocarbures et du stress lié au milieu de travail en mer.

■ *L'INCIDENCE DE LA MALADIE SUR LES OPÉRATIONS PÉTROLIÈRES AU LARGE DE LA CÔTE EST DU CANADA* En raison de la nature de la main-d'oeuvre employée au large de la côte est du Canada et du filtrage assuré par l'examen préalable à l'emploi, le nombre de cas de maladies graves ne risque pas d'être très élevé. La majorité des maladies en mer peuvent être diagnostiquées et traitées par le personnel médical en poste sur la plate-forme sans qu'il soit nécessaire de faire appel à un médecin à terre. Dans le cas des troubles graves moins fréquents, les patients sont dirigés vers les services médicaux sur le continent.

Il est ressorti de l'analyse du journal médical d'une MODU installée au large de la côte est du Canada qu'il y avait quatre fois plus de maladies que d'accidents mais que celles-ci étaient moins graves et ne nécessitaient pas l'évacuation du patient ni la consultation d'un médecin superviseur sur le continent. Les maladies signalées sont en majorité des infections légères des voies respiratoires supérieures, des maux de tête et des irritations superficielles de la peau. Il s'agit de maladies semblables à celles qui sont signalées ailleurs par d'autres exploitants offshore.

■ *LA COLLECTE DE DONNÉES SUR LES ACCIDENTS* Il est essentiel de recueillir des données sur les blessures personnelles afin de déterminer l'état de santé et le comportement des travailleurs en mer face à la sécurité. L'utilisation des données existantes sur les accidents est cependant limitée. On utilise en effet divers critères pour définir ce que sont les blessures graves et les blessures bénignes; en outre, les rapports d'accidents ne sont pas fiables. Les données sur les accidents peuvent se révéler non fiables dès lorsqu'existe sur la plate-forme un système de primes à la sécurité. En connaissant les limites des méthodes de collecte des données, il nous faudrait rassembler des statistiques qui nous permettent de déterminer l'incidence et également la cause de tous les accidents en mer.

Les accidents ne résultent pas seulement de problèmes liés à l'équipement et aux installations mais s'expliquent également par les caractéristiques des travailleurs, soit le manque d'expérience, la connaissance insuffisante des méthodes de travail, l'insouciance, la maladresse ou les manquements au port des vêtements de protection. L'équipe de travail doit coordonner ses efforts pour la plupart des opérations des unités de forage. Elle peut être composée d'individus qui possèdent des niveaux de compétence et d'expérience fort différents; ainsi, les accidents peuvent se produire lorsqu'il y a absence de coordination au sein de l'équipe. En dernière analyse, l'employé doit être encouragé à assumer la responsabilité de sa propre sécurité.

De nombreuses études ont été faites sur le rapport qui pouvait exister entre le travail par rotation et les accidents, mais on n'a pu tirer de conclusion valable. Environ 20 pour cent de la main-d'oeuvre est incapable de tolérer la rotation des

équipes de travail mais ces individus s'élimineront d'eux-mêmes. Le nombre des accidents est beaucoup plus élevé chez les nouveaux employés. Pour certaines opérations en mer, la rotation se fait pour toute la main-d'oeuvre, ce qui implique une mobilité ascendante dans l'organisation; il s'ensuit une nouvelle période d'apprentissage et, par voie de conséquence, une nouvelle période de vulnérabilité face aux accidents.

L'analyse des données sur les accidents qui se produisent sur les unités de forage au large du Labrador et de Terre-Neuve nous a permis de constater que les accidents bénins sont douze fois plus fréquents que les accidents graves. Il s'agit le plus souvent de coups reçus aux mains et aux poignets qui occasionnent des blessures. Les accidents graves se produisent chez les manoeuvres, les ouvriers sondeurs et les maîtres-sondeurs; ce sont le plus souvent des contusions. Ces conclusions sont en accord avec celles de rapports provenant d'autres administrations.

Il nous faut un profil plus détaillé de la santé des travailleurs en mer; il faudrait à cet effet mettre sur pied un système adéquat de collecte des données, qui nous permettrait de faire des comparaisons significatives avec les données valables pour les opérations pétrolières offshore effectuées à l'étranger et avec celles d'autres industries canadiennes.

■ **LES SOINS DE SANTÉ EN MER** Bien que les médecins et le personnel médical en général aient tous leur préférence, il faudrait normaliser l'équipement médical et les fournitures de l'infirmerie d'une MODU, afin de faciliter la planification d'urgence. Il faudrait indiquer clairement sur l'équipement qu'il est réservé à l'usage du médecin, de l'aide médical ou de l'équipe médicale d'urgence. Les organismes de réglementation devraient élaborer des normes minimales applicables à l'équipement et aux fournitures qui devraient se trouver à bord de toute unité autorisée à faire de l'exploitation au large de la côte est du Canada. Cette norme devrait se fonder sur le nombre et le type des blessures que l'on peut raisonnablement prévoir, bien qu'il soit difficile d'évaluer ce nombre.

Il faudra consulter le personnel médical pour préciser quel doit être l'équipement que l'on doit retrouver sur les plates-formes de forage et déterminer comment on doit aménager les services médicaux sur ces dernières. La sécurité et l'efficacité des appareils à radiographier utilisés en mer dépendent grandement de la formation qu'a reçue le personnel qui doit s'en servir; en outre, il n'y a pas consensus à l'heure actuelle quant à la nécessité de posséder ces appareils. On pourrait prévoir un électrocardiographe et un défibrillateur si l'aide médical sait les utiliser.

Les principaux facteurs qui ont une incidence sur la survie des naufragés à bord de radeaux de sauvetage sont les blessures subies au cours de l'abandon, les traumatismes, l'hypothermie, la soif, le mal de mer, l'épuisement et la faim de même que la perte du moral, de façon générale. Il faut moderniser les exigences actuelles de la Garde côtière canadienne relativement aux fournitures médicales et à l'équipement qui doit se trouver dans les embarcations de sauvetage. Il faudrait ajouter un médicament destiné à prévenir le mal de mer. En outre, les doses de médicaments devraient être exprimées en milligrammes plutôt qu'en grains. Les rations d'eau et de nourriture prévues à l'heure actuelle semblent satisfaisantes. Il faudrait améliorer les vêtements de survie.

■ **LES FONCTIONS, LES QUALIFICATIONS ET LA FORMATION** On peut engager sur la plate-forme un aide médical qui tient lieu de médecin ou qui sera le prolongement du médecin de l'entreprise, qui exerce à terre. Ses fonctions vont de la simple consultation à la prise en charge de nombreux blessés. Dans certaines circonstances, il arrive qu'un patient nécessite des soins pendant une période prolongée. En cas d'urgence, l'aide médical devrait être secondé d'une équipe compétente capable de donner tous les premiers soins.

L'aide médical doit posséder toute une gamme de connaissances et de compétences. Par exemple:

- connaissances élémentaires en anatomie, en physiologie, en pharmacologie et en pathologie;
- aptitude à constituer un dossier médical et à faire l'examen physique de tous les systèmes anatomiques;
- aptitude à diagnostiquer les problèmes et à communiquer ses conclusions au médecin d'une manière rationnelle, axée sur les problèmes en cause;
- connaissance pratique étendue de la pharmacologie;
- capacité de réanimation de travailleurs grièvement blessés ou gravement malades, y compris réanimation cardiaque, le déblocage des voies respiratoires, le traitement des hémorragies et des chocs;
- bonne compréhension de la pathophysiologie de la noyade et de l'hypothermie et aptitude à les traiter;
- compréhension des notions de santé publique et de médecine du travail et de contrôle des maladies infectieuses;
- habiletés chirurgicales;
- communications entre l'équipe de plongée et un médecin qui se trouve à terre et capacité de conseiller le superviseur de l'opération de plongée de façon intelligente;
- aptitudes en counselling et connaissances en psychiatrie.

L'aide médical peut se voir attribuer d'autres fonctions, celles-ci ne doivent toutefois pas nuire à ses fonctions médicales. En raison de la structure organisationnelle de l'entreprise et celle des entrepreneurs, il est bien possible que surgissent des conflits en matière de responsabilité.

Le caractère de confidentialité de la relation qui existe entre le médecin et son patient se retrouve dans la relation qui existe entre l'aide médical et le patient; il peut être à l'origine de conflits pour l'aide médical, celui-ci étant un employé de l'entrepreneur chargé du forage. Ces tiraillements peuvent se trouver exacerbés par sa double relation hiérarchique, à savoir face au chef de chantier ou au capitaine pour les questions administratives et face au médecin superviseur, pour les questions médicales et professionnelles.

La violation du secret professionnel rattaché au dossier médical devrait être empêchée par l'attribution d'une cote de confidentialité. Si un employé révèle un problème médical qui amène l'aide médical à douter de la capacité physique de l'employé à effectuer son travail ou qui implique un danger pour l'employé lui-même ou ses camarades, il est du devoir de l'aide médical de conseiller à l'employé de démissionner. Si l'employé refuse de démissionner, l'aide médical doit alors signaler le cas à l'employeur qui peut renvoyer l'employé. Il faut évidemment faire preuve d'un jugement sûr, qui s'acquiert grâce à l'expérience, pour résoudre les problèmes que pose la distinction entre les responsabilités administratives et professionnelles. Ce besoin de maturité dans le jugement, de même que les exigences techniques d'une vaste expérience dans la façon d'aborder les problèmes médicaux, peuvent rendre le médecin nouvellement reçu moins apte à occuper le poste d'aide médical sur une plate-forme que des infirmiers ou infirmières expérimenté(e)s ou d'anciens aides médicaux de classe QM 6B.

Les qualifications du personnel médical affecté aux plates-formes peuvent différer dans les diverses parties du monde. Aux États-Unis, elles varient d'une entreprise à l'autre. Les personnes que l'on engage le plus souvent sont les anciens aides médicaux militaires (les sauveteurs paramédicaux), les techniciens médicaux d'urgence (qui auront suivi des programmes de formation de durées diverses, pouvant aller jusqu'à deux ans) et des personnes aptes à dispenser les

premiers soins. Étant donné qu'aux États-Unis les unités de forage sont plus près des côtes et qu'il y a un service régulier de transport par hélicoptère, nous estimons que ces qualifications sont adéquates.

Au Royaume-Uni, la loi prévoit que seuls les anciens militaires, les aides médicaux indépendants de catégorie I et les infirmiers ou infirmières autorisé(e)s puissent être engagés comme aides médicaux en mer. À l'heure actuelle, au Canada, les militaires canadiens à la retraite qui possédaient la qualification QM 6A ou QM 6B d'aide médical, les infirmiers et infirmières autorisé(e)s, les techniciens militaires et les techniciens médicaux d'urgence à la retraite des Forces armées des États-Unis, peuvent être engagés comme aides médicaux sur les unités de forage en mer. Les règlements fédéraux et provinciaux autorisent une personne détenant un certificat provincial de premiers soins à s'engager comme aide médical.¹ Cependant, il y a également une ligne directrice du gouvernement fédéral qui précise que l'aide médical doit pouvoir exercer un certain nombre de fonctions qui dépassent les compétences d'une telle personne. Ces divergences entre les lignes directrices et les règlements officiels montrent bien la nécessité de la participation d'un spécialiste médical à l'élaboration de la réglementation. L'infirmier autorisé et l'ancien QM 6B des Forces canadiennes peuvent très bien être employés comme aide médical sur une plate-forme de forage compte tenu de la formation qu'ils ont reçue. La formation du technicien médical d'urgence ne convient pas pour l'exercice des fonctions exigées de l'aide médical à bord d'une plate-forme offshore. Il faudrait si possible trouver un mécanisme qui permette la reconnaissance professionnelle des anciens militaires qualifiés QM 6B. L'absence d'un tel mécanisme pose des difficultés médico-légales qui ne touchent pas les infirmiers autorisés. Tout le personnel de la santé travaillant en mer, y compris les médecins et les aides médicaux, doivent recevoir une certaine formation avant d'entrer en fonction. On exige du médecin environ 80 heures de formation et de l'aide médical, un cours de six mois. On pourrait réduire la durée de la formation en mettant sur pied un cours «modulaire» qui permettrait de personnaliser la formation selon les besoins de chaque infirmier ou ancien aide médical militaire. On pourrait également prévoir dans certaines maisons d'enseignement des cours d'éducation permanente qui seraient offerts à intervalle régulier, afin de mettre à jour les connaissances auxquelles on ne fait pas souvent appel.

■ **LA FORMATION EN PREMIERS SOINS POUR LES TRAVAILLEURS EN MER** Nous préconisons une formation élémentaire en premiers soins pour tous les travailleurs offshore. Cette formation devrait inclure des cours axés sur la sécurité et faire une plus large place à l'hypothermie et à l'état de quasi-noyade. Il faudrait également prévoir des cours sur la réanimation cardio-pulmonaire et le gaz sulfurique. Étant donné que certaines parties des cours traditionnels de premiers soins peuvent ne pas s'appliquer, les organismes de réglementation devraient en approuver le contenu, surveiller la procédure d'examen et attester la qualité de l'instruction offerte. Afin d'éviter de perdre certaines compétences acquises, les candidats devraient suivre régulièrement des cours de recyclage.

Sur chaque unité de forage, il faudrait qu'une équipe ait reçu une formation avancée en premiers soins pour pouvoir intervenir dans les embarcations de sauvetage lors d'une évacuation, pour aider l'aide médical à répartir et soigner des patients souffrant de blessures multiples et pour accompagner les patients à terre.

L'aide médical devrait tenir des exercices de premiers soins et donner à l'équipe la formation nécessaire sur des sujets comme le transport des patients, la réanimation et l'utilisation de l'équipement de l'infirmier. Il faudrait tenir à jour un registre des exercices. Il faudrait aussi s'assurer qu'il n'y a pas conflit dans les tâches confiées aux membres de l'équipe avancée de premiers soins en cas d'urgence.

■ **LES COMMUNICATIONS ET LE TRANSPORT** En raison de l'importance vitale des

communications en cas d'urgence médicale, il faut mettre sur pied des systèmes fiables de communication et les soumettre à des essais. Il faudrait pouvoir communiquer avec d'autres parties de la plate-forme et avec des bases se trouvant à terre, à partir de l'infirmierie. En outre, l'infirmierie doit avoir accès à une ligne téléphonique exclusive.

Les premiers résultats d'un projet pilote mené par l'Université Memorial de Terre-Neuve, le ministère fédéral des Communications, la Newfoundland Telephone Company et Mobil Oil, à l'aide des bandes de télécommunication sur 14 et 12 GHz du satellite Anik B, indiquent que les techniques de télémédecine (transmission d'images à balayage lent et d'électrocardiogrammes) peuvent faciliter grandement le travail du médecin qui se trouve à terre, appelé à conseiller l'aide médical. La technologie des satellites peut offrir des solutions de rechange rentables aux systèmes actuels de communication.

Malgré le bruit et les vibrations, le manque d'espace, les effets de l'altitude sur le patient et les contraintes imposées par le mauvais temps, l'évacuation médicale par hélicoptère est préférable à l'évacuation par mer. L'évacuation par hélicoptère nécessite la présence d'une personne auprès du patient, de même qu'une certaine planification afin de pouvoir prendre à bord l'équipement de soutien.

■ *LA PLONGÉE* L'Association canadienne de normalisation (ACNOR) et l'APGTC viennent respectivement de formuler une norme et d'ébaucher le règlement applicable aux techniques modernes de plongée. Cependant, il y a des divergences sur certains points entre la norme et l'ébauche du règlement. Bien qu'il se compare avantageusement à ceux d'autres pays, le projet de règlement de l'APGTC ne traite pas de plongée avec décompression en surface et n'aborde que brièvement la formation des techniciens en réanimation.

Les plans d'urgence de l'entreprise devraient prévoir l'évacuation de plongeurs en saturation en cas d'abandon de la MODU et assurer également que les opérations de sauvetage peuvent être menées pour récupérer une tourelle de plongée accrochée au fond marin.

Les communications nécessaires en plongée sont d'une importance vitale en cas d'urgence. Lorsqu'on doit traiter une victime dans un caisson de compression, il est souhaitable que la personne qui prend les décisions se trouve à l'extérieur du caisson et puisse être en communication directe avec la personne qui se trouve à l'intérieur, pour faire le traitement. La station de plongée doit en outre avoir un lien direct fiable de communication avec le poste qui se trouve à terre, de préférence, par satellite.

Des accidents de plongée se sont produits lorsque cette activité s'est déroulée à partir de navires à positionnement dynamique. Ce mode de plongée devrait constamment faire l'objet d'un examen rigoureux. Il faut poursuivre les travaux de recherche et développement afin d'allonger le temps de survie du plongeur si l'approvisionnement en gaz à la surface devait manquer, particulièrement en plongée profonde.

Le traitement d'un plongeur malade ou blessé peut s'avérer une opération complexe. Il faudra peut-être des jours pour amener un plongeur en saturation à la pression de surface et des heures pour amener un aide au même palier de compression afin qu'il puisse entrer dans le caisson. Tous les plongeurs devraient donc recevoir une formation très poussée en premiers soins, y compris une formation pour les cas d'urgence en plongée. En effet, ni l'aide médical ni le superviseur de la plongée ne peut apporter son aide dans le caisson; les équipes de plongée devraient donc inclure des plongeurs qui ont reçu la formation qui leur permettra de donner des soins immédiats.

En cas d'accident de plongée en mer, il faut placer le plongeur dans le caisson de recompression qui se trouve sur les lieux puis commencer le traitement, en consultation avec les experts médicaux se trouvant à terre. Dans certains cas, le

médecin spécialiste de la plongée pourra se rendre sur les lieux, accompagné peut-être de membres de l'équipe médicale d'intervention d'urgence, apportant avec lui les fournitures et l'équipement de surveillance nécessaires. Si on envisage de transférer la victime dans un caisson de compression se trouvant à terre, il faudra d'abord que son état soit stabilisé; on pourra par la suite assurer l'évacuation par hélicoptère à l'aide d'un caisson de compression transportable.

L'évacuation d'une installation en raison du mauvais temps ou du danger de collision avec un iceberg présente des problèmes pour les plongeurs en saturation. On peut envisager de transférer les plongeurs sur un navire de soutien, à l'aide d'un caisson hyperbare qu'on peut prendre à bord d'un hélicoptère, ou d'un radeau de sauvetage hyperbare. Or, il n'y a ni caisson hyperbare transportable ni canot de sauvetage hyperbare sur la côte est du Canada. Il faut prévoir l'aménagement d'une installation médicale hyperbare adéquate, à Terre-Neuve. Il faut également résoudre les problèmes que pose l'utilisation de ces systèmes seuls ou en combinaison avec d'autres.

Nous préconisons une formation spéciale en médecine hyperbare pour les techniciens médicaux qui pratiquent la plongée, les techniciens en réanimation, les superviseurs de plongée, les aides médicaux et les médecins. Les qualifications des techniciens médicaux de plongée n'étant pas reconnues au Canada, il est possible que se posent des problèmes médico-légaux. Ces qualifications pourraient être reconnues si la formation était assurée conformément au programme de formation des aides paramédicaux d'urgence de l'Association médicale canadienne (AMC).

Les superviseurs de plongée devraient être familiers avec les notions de médecine et de physiologie de la plongée et connaître en outre la procédure de plongée. Les médecins devraient recevoir une formation spéciale leur permettant de déterminer grâce à un examen médical, la capacité d'un individu à plonger; d'autres encore devraient se spécialiser en médecine de la plongée. Les cours à cet effet ne sont pas encore offerts au Canada. On pourrait offrir des cours de recyclage aux spécialistes qui ont déjà reçu la formation.

Au chapitre de la recherche, au nombre des besoins identifiés en médecine et en physiologie de la plongée, mentionnons la mise au point d'un système auxiliaire amélioré d'approvisionnement en gaz pour la plongée en eau profonde, l'étude de la physiologie et de la pathophysiologie de la maladie des caissons, la protection thermique et la toxicité de l'oxygène.

■ **LES RESSOURCES MÉDICALES SUR LE CONTINENT** Les pétrolières et les entrepreneurs de forage en activité au large de la côte est du Canada ont signé des ententes avec des groupes de médecins locaux afin que le personnel médical se trouvant en mer dispose en permanence d'un service de consultation et d'assistance médicale. En cas d'urgence médicale au large de Terre-Neuve, le médecin peut choisir de se rendre sur les lieux ou d'appeler l'équipe d'intervention en cas d'urgence médicale du *General Hospital*. Cette équipe comprend des médecins spécialistes, des infirmières et des techniciens en réanimation. L'équipe apporte alors l'équipement médical spécialisé qui lui permettra de procéder à la réanimation malgré les mauvaises conditions. Elle ramènera le patient à l'hôpital désigné par le chef de l'équipe, compte tenu du genre de soins que le cas nécessite. En Nouvelle-Écosse, on devrait envisager la création officielle d'une équipe d'intervention en cas d'urgence médicale, pour répondre aux urgences en mer et à terre. Il faudrait en outre mettre sur pied une procédure officielle d'évacuation par la voie des airs, pour le champ Venture.

Les médecins des services publics de santé devraient recevoir une formation en soins de santé en mer et participer à toutes les étapes des opérations offshore afin de s'assurer que les intérêts des travailleurs, de l'industrie et du gouvernement sont bien servis grâce à une collaboration entre les ministères fédéraux et

provinciaux.

■ **LA PLANIFICATION EN CAS D'URGENCE** En cas d'urgence, il faut qu'on ait déjà prévu un plan qui permettra de s'assurer que le patient reçoit les meilleurs soins à toutes les étapes, à partir des premiers soins jusqu'à l'éventuel traitement à terre, dans une unité de soins intensifs par exemple. L'exploitant peut faire face à la majorité des problèmes à l'aide de ses propres ressources, mais il doit à l'occasion chercher ailleurs l'aide nécessaire.

Les plans d'urgence ne précisent généralement pas les paliers de responsabilité ni les rapports qui doivent exister entre le personnel médical de plate-forme, les médecins et les administrateurs.

L'APGTC a délégué aux organismes provinciaux la responsabilité des soins de santé en cas d'urgence et a élaboré des normes pour les plans d'urgence présentés par les entreprises, normes qui exigent que soient précisés les rôles des principaux intervenants. La Direction générale du pétrole de Terre-Neuve et du Labrador assure la coordination en cas d'urgence, mais il reste à préciser la nature des relations qui doivent exister avec les autres organismes.

À la suite de rencontres entre des représentants des divers organismes intéressés aux services de santé en cas d'urgence en mer, on s'est entendu sur la procédure générale à suivre. Certaines incertitudes demeurent quant au rôle de certains organismes. Afin de préciser ces rôles et d'assurer la continuité, nous proposons la création d'un comité permanent de liaison auquel on attribuerait toute une gamme de fonctions allant de l'analyse globale de la capacité d'intervention de chaque organisme en cas d'urgence, à l'organisation d'exercices de simulation d'accidents.

[N.D.L.R. Les lignes directrices et procédures de forage de l'Administration du pétrole et du gaz des terres du Canada (septembre 1984) précisent que les exigences de qualification des aides médicaux des plates-formes sont présentement en révision et que pour le moment, l'exploitant doit présenter une déclaration d'un médecin qualifié attestant qu'il a examiné les compétences de chaque aide médical et qu'il les estime satisfaisantes. Les qualifications ou compétences minimales sont un diplôme d'infirmier et un minimum de deux années d'expérience, avec accent sur les soins intensifs ou les soins d'urgence; ou une formation paramédicale reconnue de niveau collégial, avec trois années d'expérience clinique; ou l'obtention récente de la qualification militaire paramédicale de classe VIB. Les aides médicaux potentiels doivent posséder un certificat valide délivré par un organisme professionnel compétent.]

Résumé du séminaire sur la santé au travail

En février 1984, le *Centre for Offshore Remote Medicine* (MEDICOR) de la faculté de médecine de l'Université Memorial de Terre-Neuve présentait à la Commission royale, un rapport sur la santé et la sécurité au travail. Bien que la Commission royale ne fût pas encore parvenue au stade qui lui aurait permis d'évaluer la contribution de ce rapport, les commissaires ont encouragé la tenue d'un atelier réunissant un certain nombre d'experts invités, pour discuter du contenu du rapport. Les 26 et 27 juin 1984, des représentants de l'industrie, du gouvernement, des organismes de formation et des institutions de santé participaient à cet atelier.

Au début de l'atelier, le Dr A.M. House, directeur de MEDICOR, a précisé certains des problèmes actuels de santé au travail ayant une incidence sur l'organisation et les activités de l'industrie au large de la côte est du Canada. Les liens hiérarchiques, depuis le directeur médical de l'exploitant jusqu'à l'entrepreneur et jusqu'aux navires de soutien et de service, en passant par les entreprises de plongée et autres sous-traitants, doivent être précisés et soigneusement évalués, pour s'assurer que l'exploitant s'acquitte bien de ses responsabilités quant aux services de santé. Par exemple, la pratique qui consiste actuellement à engager du personnel médical pour les plates-formes, par l'intermédiaire de sous-traitants, empêche le directeur médical de l'exploitant, qui détient la responsabilité ultime des services de santé, d'exercer un pouvoir administratif et médical net et efficace sur l'aide médicale qui assure les soins de santé sur les lieux, au jour le jour. En outre, certaines catégories d'aides médicaux, par exemple, les anciens QM 6B des Forces armées canadiennes, n'ont pas de statut professionnel parce qu'ils ne détiennent ni autorisation ni attestation délivrée par une association de santé reconnue. Cela a des répercussions graves sur les relations professionnelles qui doivent exister entre le médecin et l'aide médical.

Dans l'ensemble, les participants se sont entendus pour dire que les ressources médicales dont disposent Terre-Neuve et la Nouvelle-Écosse permettent de faire face aux problèmes de santé d'urgence qui surviennent en mer et que les plans d'urgence s'améliorent; il y a lieu toutefois de tenir des exercices régulièrement afin de vérifier l'efficacité de ces plans. Le projet de télémédecine mené à l'Université Memorial a permis de démontrer que le recours à des liens de communication vocale par satellite et à la télévision à balayage lent peut améliorer la qualité du soutien médical offert au personnel médical en mer et améliorer également les communications à des fins générales.

On accorde de plus en plus d'attention aux programmes d'études et de formation destinés aux médecins engagés par contrat et au personnel médical des plates-formes grâce à l'amélioration des communications entre les divers organismes gouvernementaux et le milieu médical, par l'intermédiaire de comités consultatifs. Les récentes tendances dans les pratiques de recrutement de l'industrie montrent bien que l'on accepte la recommandation de l'étude sur la santé au travail, voulant que la qualification d'infirmier ou d'infirmière autorisé(e) soit celle qui convienne le mieux pour le poste d'aide médical sur une plate-forme de forage. On s'est entendu sur le fait que l'expérience de travail de l'infirmier autorisé aurait une incidence sur la durée et le genre de formation additionnelle qu'il faudrait pour pouvoir exercer avec compétence les fonctions d'aide médical à bord. On a également été d'accord pour dire qu'outre leur formation dans les techniques de pointe en assistance cardio-respiratoire et en réanimation suite à un traumatisme et leurs connaissances du milieu de travail en mer et des tâches de l'emploi, les médecins de première ligne qui dispensent des services médicaux à l'industrie offshore devraient posséder une certaine connaissance de la santé au travail et s'y connaî-

tre en médecine d'urgence. En outre, les médecins rattachés à un hôpital et les médecins nouvellement reçus ne conviennent pas pour ce poste.

Autre domaine de consensus: les infirmeries de certaines MODU en exploitation au large de la côte est du Canada ne sont pas aménagées au meilleur endroit pour en faciliter l'accès aux brancardiers ou pouvoir passer facilement à l'hélicoptère. Il faudrait que les professionnels de la santé puissent conseiller les concepteurs des plates-formes quant à l'emplacement et à l'aménagement de l'infirmerie.

La discussion a par la suite porté sur le stress psychologique qu'imposent le travail et la vie sur une MODU. Bien que les facteurs de stress en mer aient été l'objet de beaucoup d'attention, ils ne sont pas aussi importants que l'on veut généralement le croire. On a cependant affirmé que plusieurs personnes ayant déjà souffert de troubles psychiatriques importants avaient été embauchées sur des MODU. Il est important de faire un examen préalable à l'emploi afin de déceler les maladies psychiatriques; à cet effet, on a proposé que la formation accordée aux superviseurs mette l'accent sur la nécessité de repérer les personnes qui affichent un comportement anormal, pour la sécurité de ces personnes mêmes et celle de l'équipage, bien que l'on reconnaisse que ce soit là une tâche difficile. On a convenu que les grands troubles psychiatriques devaient constituer un empêchement à l'emploi en mer. On a cité des cas où la mauvaise pré-sélection du personnel d'un sous-traitant avait entraîné des évacuations pour raisons médicales qui auraient pu être évitées.

Bien que l'on ne dispose pas de données complètes sur les accidents pour les opérations au large de la côte est du Canada, on a reconnu que l'analyse des données sur les blessures et la maladie présentée dans l'étude sur la santé au travail, fournissait des renseignements valables pour les professionnels de la santé de l'industrie. Un professionnel de la santé du gouvernement a reconnu que l'absence de données pertinentes sur la santé au travail n'est pas propre à l'industrie de l'exploitation pétrolière offshore, mais qu'elle est caractéristique de la médecine du travail en général. On a été unanime pour dire qu'il fallait des données fiables, présentées de préférence sous une forme qui permettrait la comparaison avec les données sur les accidents recueillies par d'autres administrations. On a supposé que le gouvernement ou un organisme central mettant à contribution toutes les entreprises mettrait sur pied un système normalisé de collecte des données en assurant bien sûr le respect du principe de la confidentialité. Des représentants de l'industrie ont clamé bien haut pour qu'ils acceptent de collaborer pleinement à un projet central de collecte de données, il faudrait qu'on leur démontre que les objectifs du projet sont bien définis et que les données qui en résulteront seront fiables et valides. En se fondant sur l'expérience d'autres projets de collecte de données sur la santé au travail, un représentant du gouvernement a laissé entendre qu'il fallait mettre sur pied un dictionnaire uniforme de professions et recueillir des données sur les situations où on a frôlé l'accident. On a indiqué que pour qu'il soit crédible, le projet de collecte de données devait s'étendre sur deux ou trois ans. Un participant a précisé que le Système d'information de gestion sur les pertes (LOMIS) servait déjà à recueillir les données sur la santé et la sécurité au travail.

Les participants étaient tous d'accord pour attribuer à l'exploitant la responsabilité de la santé et de la sécurité de tout le personnel d'une MODU. Cependant, l'aide médicale est soit un employé de l'entrepreneur de forage ou un sous-traitant qui peut rendre compte au médecin de l'entrepreneur ou du sous-traitant plutôt qu'à celui de l'exploitant. Cela pour effet de créer une situation confuse qui peut

se révéler dangereuse. Il se peut aussi que l'exploitant ne soit pas en mesure de s'acquitter de ses responsabilités quant aux services de santé offerts en mer étant donné qu'ils peuvent ne pas être organisés conformément à sa politique ni offerts par le médecin qui détient le pouvoir d'agir en son nom. En plus d'exiger des entrepreneurs qu'ils respectent les normes établies de santé et de sécurité, l'exploitant doit surveiller de près et vérifier les activités de l'entrepreneur, afin de s'acquitter de façon raisonnable de ses responsabilités quant à la santé et à la sécurité de tout le personnel.

On a également soulevé le fait qu'il y a des problèmes entre le groupe de la direction et celui de l'exploitation, pour la santé et la sécurité au travail, parce que le groupe de la direction définit la politique et la procédure de l'entreprise et surveille également les activités du groupe de l'exploitation. Bien que la structure des directions diffère, il est courant de constater que là où les services de santé et de sécurité ne fonctionnent pas ensemble, la communication et la coordination sont inadéquates. On a donc laissé entendre que ces services devraient idéalement être intégrés. On a en outre parlé du rôle des hygiénistes industriels et des ingénieurs de la sécurité dans les opérations au large des côtes. Un représentant de la sécurité a indiqué qu'il était courant de remplacer le terme «sécurité» par l'expression «gestion du risque» qui consiste à déterminer la méthode la plus efficace et la meilleure pour accomplir une tâche. Les dirigeants d'entreprises devraient s'attacher à repérer et si possible, à éliminer ou à atténuer les risques pour leurs employés en élaborant des normes de conception, de construction, d'exploitation et de formation applicables à toutes les circonstances.

On était d'accord pour dire que l'évacuation par les airs était préférable à l'évacuation par la mer; il faudrait faire plus de recherches en ce sens. On a parlé de l'utilisation par l'industrie d'équipement de sauvetage à la fine pointe de la technologie. On a par la suite longuement comparé les méthodes de réchauffement lent et rapide des victimes d'hypothermie. On n'a pu résoudre le problème, mais on a insisté sur le fait qu'on ne devait pas s'attendre que l'équipage des navires de soutien dispensent des services de médecine mais bien des premiers soins.
