



INTERACTION DE L'HOMME ET DE LA MACHINE

INTRODUCTION

Les principaux aspects de l'interaction de l'homme et de la machine qui ont été étudiés sont la formation du personnel et la conception du matériel; le but visé était de réduire le nombre des erreurs des opérateurs. On s'est notamment penché sur les moyens dont peuvent se servir les opérateurs et les utilisateurs du matériel pour transmettre aux fabricants leurs observations, dont il pourra être tenu compte pour améliorer les appareils, machines et dispositifs. On a aussi examiné la question de la sélection du personnel en vue de déterminer quelles sont les qualités fondamentales que doivent posséder les opérateurs qui, dans une installation mobile de forage en mer, occupent un poste clé et remplissent des fonctions de contrôle accessoires ou d'urgence ou les deux.

La présidence de cette séance technique a été assumée par M. G.M. MacNabb, diplômé en génie civil de l'Université Queen's et détenteur de six doctorats honorifiques d'universités canadiennes. Au début de sa carrière, M. MacNabb est entré au service du gouvernement fédéral. En 1975, il a été nommé sous-ministre adjoint principal au ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources. Il préside le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie depuis 1978; il est aussi président d'Uranium Canada Limitée, vice-président honoraire de la Conférence mondiale de l'énergie et directeur d'Énergie atomique du Canada Limitée.



P. Foley
Chef, Département du génie industriel
Université de Toronto

M. Foley est très versé dans les problèmes liés aux facteurs humains. Il a d'ailleurs mis sur pied le programme d'études des facteurs humains qu'offre l'Université de Toronto où il est actuellement Chef du Département du génie industriel. Il a représenté le Canada au sein de nombreux comités internationaux et il fait actuellement partie de divers comités canadiens voués à la recherche et au développement.

DOCUMENT D

Le savoir-faire de l'opérateur devant la technologie des grands systèmes

Vu le peu de temps dont je disposais pour préparer cet exposé et l'impossibilité à ce moment-là d'examiner la question du forage offshore dans tous ses détails, j'ai opté pour l'examen du problème général de la conception de systèmes homme-machines et du rôle de l'ergonomie dans ce contexte. Mes propos et ceux d'autres conférenciers risquent donc de se recouvrir quelque peu. Toute redite doit être vue comme une amplification plutôt que comme une redondance.

La conception d'un système homme-machine représente dans l'absolu une tentative d'intégration des éléments de base d'un tel système, à savoir les ressources humaines, physiques et informationnelles pour atteindre un objectif quelconque clairement défini. Étant donné, toutefois, l'interdépendance de ces éléments, le problème de la conception devient un problème de décision là où il faut examiner non pas la simple harmonisation mais les effets éventuels des interactions très complexes de ces éléments de base. De plus, des hypothèses implicites peuvent influencer sur le processus décisionnel proprement dit. Voyons l'incidence des hypothèses suivantes sur la conception, par exemple :

1. «Si je conçois mon appareil de cette façon, à quoi dois-je m'attendre de l'opérateur et quelle sera l'efficacité de mon système?»
2. «Si l'opérateur humain doit se servir de ses facultés de cette façon, comment dois-je concevoir mon appareil pour maximiser l'efficacité du système?»

La différence entre un et deux peut paraître assez mince à première vue, mais elle est considérable, en réalité. Les répercussions sur la conception sont extrêmement profondes et l'on ne saurait trop insister sur l'importance de rendre explicite ce qui est implicite.

Examinons donc de près le problème de la conception. La figure 1 illustre les trois grands éléments du système, soit l'homme, la machine et l'information. Elle met aussi en évidence qu'un système ne vit pas en vase clos, mais qu'il s'insère dans un contexte où il est soumis, tant au stade de la conception qu'au stade de l'exploitation, à l'action de forces déterminantes dont j'indique les plus évidentes. À noter qu'elles sont présentées dans l'ordre alphabétique, ce qui permet de contourner le problème de décider de leur importance relative. Ce n'est pas chercher ainsi à se dérober à une tâche ingrate, mais

reconnaître que, pour n'importe quel système, la question de l'importance relative est une de celles qui doivent être tranchées. Le diagramme fait ressortir aussi qu'aucun élément ne vit en vase clos au sein du système. L'homme influe sur la machine, et vice versa. L'homme agit sur l'information et vice versa. L'information influe sur la machine et vice versa. Et ce qui est le plus important, c'est que le processus de conception influe sur les trois éléments et vice versa, et leurs interactions du premier et du second ordre. Ces complexités exigent une démarche hautement structurée, et l'une de ces structures (Wulfbeck et Zeitlin, 1962) est éloquentes et vaut toujours. Les activités sont nécessairement placées dans l'ordre dans lequel elles se présentent, mais certaines sont évidemment concomitantes.

1. Établissement des objectifs du système
2. Définition des exigences du système
3. Répartition des fonctions du système entre l'homme et la machine, c'est-à-dire :
 - définition des exigences en matière d'information
 - définition des exigences en matière de transfert
 - définition des exigences en matière de contrôle
 - établissement d'un système d'entretien et de logistique
4. Conception des appareils et planification du lieu de travail
5. Définition des exigences en ce qui concerne la constitution de l'effectif
6. Définition des exigences en matière de formation
7. Formation
8. Essai et évaluation du système

Si tout cela semble logique, laissez-moi vous dire, pour reprendre l'expression d'un de mes anciens professeurs, que la «logique est la plus rare des denrées», affirmation que je n'ai jamais eu à nuancer.

À quel point l'ergonomie doit-elle intervenir? Cela dépendra, évidemment, des objectifs du système. Par exemple, si l'objectif visé par le système est d'envoyer un homme sur la lune pour y recueillir des échantillons géologiques, il faut alors connaître les possibilités et limites de l'homme en milieu lunaire pour juger si cet objectif est réaliste ou non. Par contre, pour utiliser le même exemple, si l'objectif est de mettre au point un système entièrement automatisé d'exploration géologique de la surface lunaire, point n'est besoin de connaître les possibilités de l'homme tant qu'on n'a pas à établir un système d'entretien et de logistique. Soit dit en passant, il est intéressant de réfléchir à l'influence des facteurs sociaux, politiques et environnementaux dans le choix de

Homme

- Effectif
- Anthropométrique
- Biomécanique
- Sensoriel-cognitif

Formation

- Acquisition de connaissances
- Maintien de l'acquis

Fiabilité

- Erreur humaine
- Sécurité

Conception

- Objectifs
- Exigences
- Répartition des fonctions

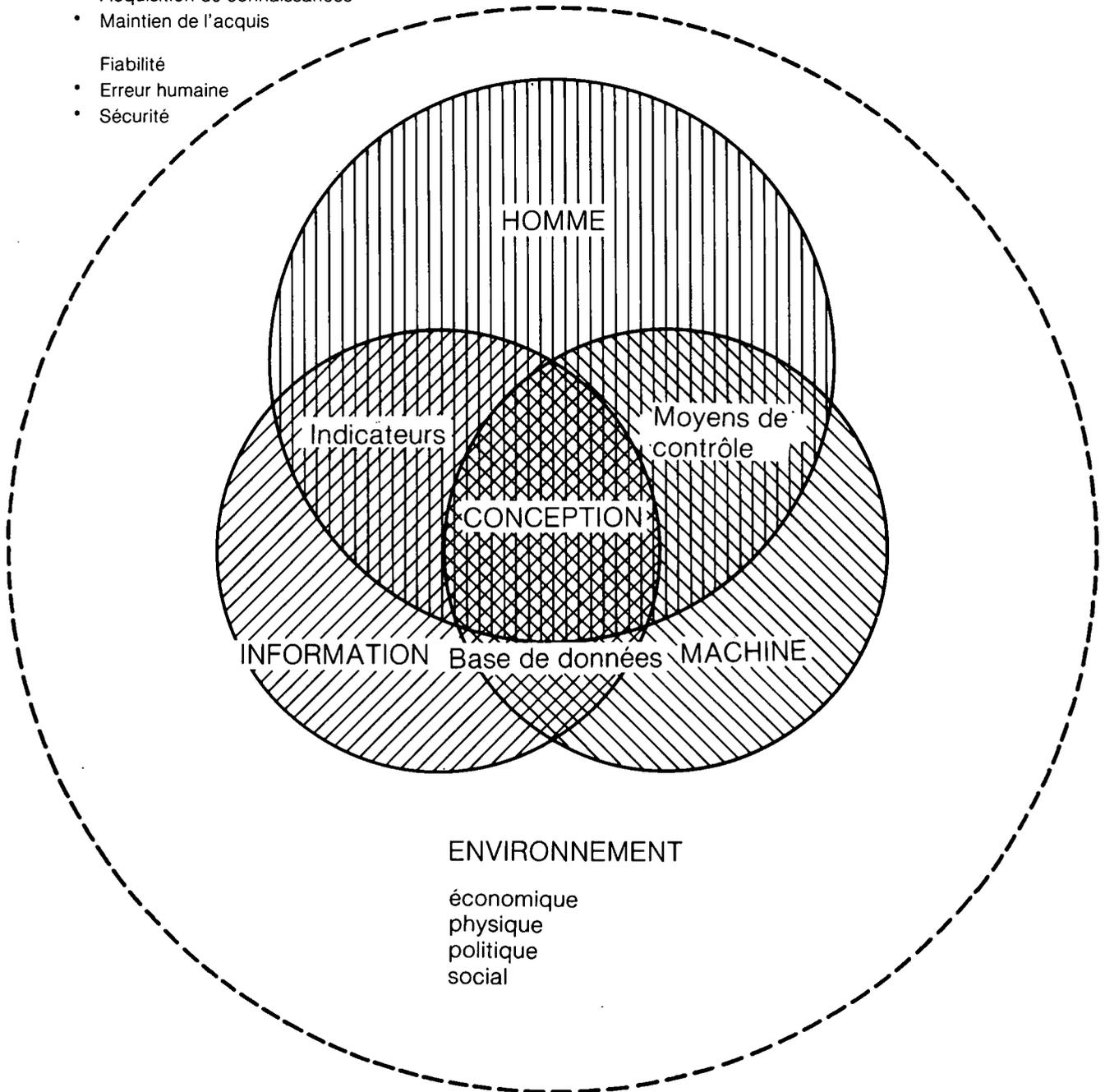


FIGURE 1 Facteurs humains intervenant dans la conception d'un système homme-machine

l'objectif des missions Apollo dont le succès d'Apollo II en 1969 a marqué l'apogée, si l'on considère Spoutnik en 1957, les missions Luna en 1959 et l'inauguration officielle de la NASA en 1958.

Quoi qu'il en soit, même s'il s'impose aux étapes un et deux, c'est à l'étape trois qui concerne la répartition des fonctions du système entre l'homme et la machine, que l'apport de l'ergonomie prend une importance extrême. Il faut posséder beaucoup plus à ce stade qu'une connaissance superficielle des possibilités et limites relatives tant de l'homme que de la machine. Les ergonomistes ont consacré beaucoup d'efforts, dans le passé, à l'étude, à la codification et à la classification des caractéristiques du rendement humain, efforts qui ont abouti à la liste des «Fitts» et à la version moderne plus complète, proposée par Geer (1981). Toutefois, comme elle est axée sur l'efficacité relative de l'homme et de la machine, cette démarche a ses limites. La question n'est jamais posée en termes aussi clairs. La question n'est pas simplement de savoir si l'homme et la machine sont interdépendants mais plutôt quelle forme doit rendre leur interaction. Les progrès rapides réalisés dans le domaine de l'informatique ont soulevé de nouvelles questions dont les réponses ne sont pas intuitivement évidentes. Voyons par exemple de la description d'interactions suivantes :

1. L'homme fait tout le travail qu'il remet à l'ordinateur pour son application.
2. L'ordinateur aide à définir les options.
3. L'ordinateur aide à définir les options et fait une suggestion que l'homme n'est pas forcé de suivre.
4. L'ordinateur retient une mesure que l'homme peut appliquer ou non.
5. L'ordinateur retient et applique une mesure, sous réserve de l'approbation de l'homme.
6. L'ordinateur retient une mesure et prévient l'homme suffisamment d'avance pour que celui-ci puisse l'arrêter.
7. L'ordinateur effectue le travail en entier et informe obligatoirement l'homme de ce qu'il a fait.
8. L'ordinateur effectue tout le travail et n'informe l'homme de ce qu'il a fait que si celui-ci le lui demande explicitement.
9. L'ordinateur effectue le travail en entier et informe l'homme de ce qu'il a fait, et c'est lui, l'ordinateur qui décide de prévenir ou non l'homme.
10. L'ordinateur exécute tout le travail et décide qu'il doit être fait, et dans l'affirmative, il prévient l'homme, s'il le juge à-propos.

Les dix possibilités énumérées ci-dessus ne sont pas les seules, loin de là. Dans cha-

cun des dix cas, la requête originale de l'homme peut être sans utilité aucune et l'ordinateur peut aussi ne pas en tenir compte. À elle seule, l'étape dix peut avoir plusieurs variantes, l'ordinateur prévenant l'homme automatiquement, ou à sa demande. L'ultime condition est constituée par l'hypothèse dynamique, là où il n'est pas décidé au départ ce que sera l'interaction au juste et où l'interaction est ensuite incorporée dans le système et fixée, mais où la forme que prend l'interaction varie selon l'état et les besoins du système et où cette faculté d'adaptation est intégrée dans celui-ci. Bref, la répartition des fonctions joue un rôle déterminant dans la conception et l'élaboration du système. Il s'agit alors de donner une forme précise aux fonctions définies préalablement; comment seront-elles accomplies au juste? Il est clair qu'il faut s'attaquer au problème de façon systématique. Chaque possibilité doit être examinée et définie par rapport à ses exigences en matière d'information, de transfert et de contrôle et, évidemment, par rapport aux besoins du système. Ce n'est qu'à ce moment-là qu'on pourra faire des choix judicieux entre les différentes options. Il doit aussi sauter aux yeux que ce n'est pas là le genre de travail à confier à des amateurs ni quelque chose qu'on peut greffer à d'autres responsabilités ou qu'on peut laisser évoluer. On a besoin à ce stade d'un ergonomiste qui doit faire partie de l'équipe de conception. Cela devrait devenir évident lorsque nous examinerons plus en détail les exigences au titre de l'information, du transfert et du contrôle.

Déterminer les exigences en matière d'information n'est pas aussi simple que cela peut en avoir l'air à première vue. Disposer de trop d'informations présente autant d'inconvénients que de ne pas en avoir assez. Où se situe alors le juste milieu? Dans quelle mesure peut-on confier à la machine le soin du prétraitement de l'information, pour réduire l'excédent d'informations et tirer avantage du même coup de la puissante faculté de reconnaissance des modèles de l'homme? Les réponses à ces questions et à d'autres du même genre dépendront du rôle que l'opérateur doit jouer. Passant en revue les études de l'activité de l'opérateur humain, Bainbridge (1984) insiste sur la nécessité de «recueillir de l'information sur la perception de la situation, les intentions et les attentes des opérateurs». Les indicateurs doivent refléter la structure du processus et être axés sur le niveau des variables du processus plutôt que sur l'état des composantes de l'unité. Ils doivent prendre une forme adaptée à la souplesse d'esprit des opérateurs. À noter, peut-être, que Bainbridge fonde ses recommandations sur une étude circonstanciée de

six incidents survenus dans des centrales nucléaires, y compris celle de Three Mile Island, en se servant de rapports offrant des analyses détaillées postérieures de chaque incident, faites avec les opérateurs. Son rapport fait ressortir la nécessité de connaître à fond les possibilités et limites cognitives humaines si l'on veut prendre des décisions judicieuses concernant le recoupement de l'information. Comme elle le fait remarquer d'un ton plutôt railleur, dans ce contexte nous avons jugé utile de donner la citation au long : «Les ingénieurs qui consultent les ergonomistes sont portés à réclamer des chiffres absolus concernant les niveaux de rendement. 'Nous n'avons que faire des processus cognitifs, donnez-nous simplement le taux d'erreur/la capacité de transmission d'information/la capacité de mémorisation/la capacité de perception de l'homme et nous concevrons le système en conséquence.'»

Malheureusement, les catégories de tâches utilisées comme fondement pour réclamer ces chiffres sont trop simples. Supposons, par exemple, que quelqu'un demande le taux d'échec humain dans le «raisonnement déductif». Hunter (1959) a constaté que le nombre de personnes en mesure d'indiquer le facteur le plus grand dans un problème «d'une série de trois termes», dans un laps de temps limité, dépend de la façon dont la tâche est présentée :

$a > b$,	$b > c$	70 %
$a > b$,	$c < b$	59 %
$b < a$,	$c < b$	43 %
$b < a$,	$b > c$	27 %

Si le taux d'échec fait plus que doubler là où l'information est mise dans un autre ordre, alors les transformations détaillées auxquelles la personne doit procéder pour mener la tâche à bien ont une incidence plus grande sur le taux d'échec que la tâche du raisonnement déductif. Toute prédiction juste sur le rendement suppose une connaissance approfondie des processus cognitifs intervenant dans l'exécution de la tâche. Comme cette connaissance précède la conception des indicateurs, j'insiste à nouveau sur le fait que ce n'est pas là une tâche à confier à des amateurs.

La définition des besoins en matière de transfert suppose un arrangement et une démarche semblables. L'accent est mis ici sur le modèle mathématique des particularités du rendement de l'opérateur humain et la possibilité de faire cadrer les particularités de l'opérateur avec les caractéristiques de la machine pour arriver à une expression quantitative de la dynamique du système.

Cette démarche comporte maints avantages; elle permet en effet de faire des comparaisons justes au niveau du plan, de prédire le rendement et d'apprécier la pertinence du plan retenu. Elle exige, par contre, des techniques passablement sophistiquées et des quantités énormes de données, l'opérateur humain n'étant pas un simple système linéaire. La démarche offre, cependant, d'énormes possibilités, en particulier dans l'appréciation de la charge mentale, problème notoirement complexe et très important. Les mesures physiologiques ordinaires n'ont donné que très peu de résultats jusqu'ici, malgré l'effort de recherche considérable. La démarche adoptée, par exemple, par Moray (1979) témoigne des courants actuels. Le domaine gagne de plus en plus de popularité, étant donné les indications selon lesquelles l'erreur de l'opérateur serait due principalement à une charge mentale excessive, et des principes utiles se dégagent.

On peut aborder les besoins en matière de contrôle de la même façon, soit en utilisant des modèles mathématiques de l'opérateur humain, et appliquer les principes généraux exposés ci-dessus.

Bref, «la répartition des tâches» est essentielle à l'élaboration du système, exige des connaissances très poussées et une compréhension des particularités de l'opérateur et suppose qu'il ait accordé une importance égale à ces connaissances au niveau de la conception. Les modifications de rattrapage sont inutiles et très coûteuses.

La conception du matériel et le plan du lieu de travail constituent un domaine où le problème se situe non pas au niveau de la complexité ou de l'insuffisance des recherches ou du manque de données pertinentes mais plutôt au niveau de ce qu'on pourrait appeler «le transfert d'informations». Les données abondent, dans les manuels, guides, rapports, offrant toutes les recommandations qu'on peut désirer en ce qui concerne les tailles corporelles et les dimensions démographiques, la dynamique du mouvement corporel, les forces qui peuvent jouer dans différentes configurations, les sensibilités sensorielles et la faculté de discernement dans la mesure où ils influent sur la lisibilité, l'intelligibilité et ainsi de suite. On dispose peut-être de trop d'informations, car beaucoup de concepteurs abandonnent simplement la partie et dessinent pour eux-mêmes. Les exemples abondent et peuvent être démontrés par quelques images: La solution réside dans l'adoption d'une approche méthodique du processus de conception, garantissant qu'au moins les données nécessaires pourront être dégagées assez tôt. Même là, il faut se montrer prudent, comme en atteste le récent incident finno-suédois au sujet de la Saab. La

conception ergonomique des lieux de travail était considérée comme très importante et le plan était parfaitement adapté aux particularités de la population. Malheureusement, les données étaient suédoises et la population visée par l'opérateur, finnoise, ce qui est assez différent. Il faut être constamment sur ses gardes.

Je traiterai des problèmes de la constitution de l'effectif et de la formation en parallèle, dans le contexte de l'erreur et de fiabilité, car ces deux éléments sont en corrélation très étroite. J'insiste ici sur le fait que la linéarité du processus d'élaboration du système dont j'ai déjà tracé les grandes lignes, tient simplement aux contraintes imposées par l'imprimé. Je répète que nous sommes en face d'un processus marqué au coin d'une haute interaction. J'insisterais aussi sur le fait que la conception d'un sous-système de formation est soumise aux mêmes règles et contraintes que la conception du système global proprement dit. Qu'est-ce que l'erreur alors? Senders (1982), en étudiant l'erreur humaine et la fiabilité humaine dans le contexte du contrôle du processus, établit une distinction entre les erreurs qui tirent leur origine d'éléments intrinsèquement liés à l'opérateur, à savoir les erreurs endogènes, et celles qui proviennent de facteurs étrangers à l'opérateur, soit les erreurs exogènes, erreurs que nous essayons de limiter par la sélection, la formation, la pratique, dans le premier cas, et par un «bon plan», dans le second. C'est que même si nous n'avons pas encore saisi parfaitement la nature fondamentale de l'erreur, nous pouvons quand même nous attaquer au problème de sa réduction. Comme le fait remarquer Senders, «il est nettement avantageux de choisir des gens qui peuvent prendre les commandes, voir les indicateurs, lire les chiffres, comprendre le langage et ainsi de suite. Il est nettement avantageux de dire à ces gens quoi faire, c'est-à-dire de les former à l'intérieur du système. Il est nettement avantageux de concevoir les indicateurs, les commandes et le tableau de manière qu'ils soient à la portée de l'une des personnes ou de l'équipe. L'hypothèse simpliste de la linéarité selon laquelle le tout sera bien conçu si les parties le sont, reste à prouver, toutefois.» Comme la formation peut réduire le nombre d'erreurs endogènes, prêtons donc une attention particulière à la formation, même si notre vision imparfaite de la nature de l'erreur nous empêche toujours de déterminer le système de formation par excellence. Rappelons-nous que le contrôle du processus n'est pas différent de n'importe quel autre genre de spécialisation; pour devenir expert, il nous faut pratiquer, pratiquer, pratiquer jusqu'à ce que le mouvement devienne automatique. Telle est certes

l'essence de toute spécialisation dont nous n'avons pas examiné les différentes composantes, même qu'il serait improductif de le faire, en réalité. Comme Schrodinger a déjà dit, «la conscience c'est devenir; l'inconscience, c'est être». Nous ne pouvons peut-être pas encore réussir parfaitement, mais nous pouvons au moins améliorer les choses. Nous pouvons améliorer le rendement en notant et en analysant tous les échanges entre l'opérateur et le système pour pouvoir déterminer les domaines où la pratique et des progrès s'imposent.

Ainsi, l'affirmation du *U.S. Maritime Transportation Research Board* (1981) selon laquelle...

«Sur le plan technologique, les causes des catastrophes maritimes sont rarement compliquées et obscures. Il est bien connu et largement admis que les collisions, abordages et échouages sont dus, presque tous sans exception, à une forme quelconque d'erreur humaine. Pourtant, les causes sous-jacentes de l'erreur humaine sont peu connues ou comprises».

... est peut-être trop pessimiste. Par contre, son affirmation selon laquelle...

«Il existe un rapport inverse entre les causes connues des accidents maritimes et les domaines où les recherches sont faites. Les catastrophes maritimes sont dues pour la plupart à une certaine forme d'erreur humaine, mais les ressources destinées aux recherches maritimes sont consacrées, dans la majorité des cas, à l'achat de matériel».

... mérite réflexion.

En conclusion, j'ai tenté, sans épuiser le sujet, d'esquisser un plan et de faire ressortir le besoin d'une approche méthodique de la conception des systèmes homme-machine. Ce plan n'écarte pas complètement le danger d'échec, mais il le réduit tout au moins: il vaut certes la peine d'améliorer les choses si nous en avons la possibilité. Le chameau est peut-être un cheval dessiné par un comité, mais pourquoi ne pas accorder au comité le mérite d'avoir au moins défini clairement ses besoins.

Bibliographie

- (1) Bainbridge, Lianne. «Diagnostic Skill in Process Operation». Travaux de la Conférence internationale sur l'ergonomie professionnelle de 1984, vol. 2 : études, H.F.A.C., Toronto, 1984.
- (2) Hunter, I.M.L. «The Solving of 3-Term Series Problems». *British Journal of Psychology*, 1957, 48, 286-298.
- (3) Moray, N.P. (Ed.). «*Mental Workload, Its Theory and Measurement*». New York, Plenum Press, 1979.
- (4) Senders, J.W. «Human Error and Human Reliability in Process Control». Dans Edgard, T.F. et D.E. Seborg (Ed.) *Chemical Process Control 2*, actes de la Engineering Foundation Conference. New York : American Institute of Chemical Engineers, 1982.
- (5) Sheridan, T.B., et Verplank, W.L. «Human and Computer Control of Undersea Teleoperators». *Man-Machine Systems Laboratory, M.I.T., projet NR 196-152*. 1978.
- (6) Wulfbeck, J.W., et Zeitlin, L.R. «Human Capabilities and Limitations». Dans Gagne R.M. (Ed.), *Psychological Principles in System Development*. New York, Holt, Rinehart et Winston, 1962.
- (7) Maritime Transportation Research Board, Commission on Sociotechnical Systems. «Research Needs to Reduce Maritime Collisions, Ramming and Groundings». National Academy Press, Washington (D.C.), 1981.

[NOTE DE LA RÉDACTION À PROPOS DU DOCUMENT D]

M. Foley a discoursé longuement sur les principes de l'ergonomie et sur les éléments de base qui composent les systèmes – sujets sur lesquels portait son exposé – plutôt que de lire son exposé aux participants. Il a donné des exemples de systèmes qu'on a conçus sans tenir compte des besoins et des capacités des opérateurs.

M. Foley a parlé des voitures nord-américaines des années 1970 que les utilisateurs moyens ne pouvaient pas faire fonctionner facilement même si elles étaient conformes aux normes. Exemple: la plupart des femmes avaient de la difficulté à freiner parce que la pédale de frein et le levier du frein à main étaient mal placés et que le freinage exigeait une force physique trop grande. L'utilisation des pédales et la visibilité que donnaient les voitures à l'utilisateur moyen de sexe masculin étaient aussi une source de difficultés parce que les concepteurs n'avaient pas assez tenu compte des dimensions physiques de la majorité des utilisateurs possibles. M. Foley a aussi parlé d'un défaut de conception architecturale de l'un des immeubles de l'Université de Toronto. Les fontaines de cet immeuble avaient été conçues particulièrement pour les personnes handicapées, mais elles étaient inaccessibles d'un fauteuil roulant; même les personnes non handicapées trouvaient difficile de les utiliser.

M. Foley a aussi traité des trois éléments dont s'occupe l'ergonome: la personne, la machine et l'information. Il a souligné l'importance de ne pas considérer ces éléments indépendamment les uns des autres. La façon dont un opérateur réagit à l'information, la façon dont l'information est présentée à l'opérateur, la façon dont l'opérateur traite l'information et contrôle ou fait fonctionner le système, sont au cœur de l'interaction homme-machine. Le conférencier a exprimé l'avis qu'un comité peut mieux qu'une seule personne concevoir un système nécessitant des interventions humaines et aussi que le spécialiste des facteurs humains devrait être consulté dès le début du processus de conception, au moment de la rédaction des spécifications. Il est essentiel d'avoir une connaissance étendue des facteurs humains pour déterminer le but et les exigences d'un système homme-machine ; il serait contre-productif de concevoir un système sans tenir compte des facteurs humains et de choisir ensuite du personnel pour le faire fonctionner. Les systèmes doivent être conçus en fonction des capacités qu'il est raisonnable d'attendre de l'opérateur humain moyen.

M. Foley a cité deux cas où les concepteurs n'ont pas assez tenu compte des fac-

teurs humains et où les buts du système n'avaient pas été définis. Le premier cas est celui d'un malaxeur de béton qu'il était si difficile de charger et de décharger que les risques d'accidents graves étaient très élevés. Le second cas est celui de véhicules que les Forces canadiennes devaient utiliser dans l'Arctique. Les opérateurs portaient des vêtements de protection lourds et épais et il leur était très difficile de faire fonctionner les véhicules parce que les commandes et l'accès étaient trop petits.

M. Foley a aussi parlé de la question suivante: déterminer l'information nécessaire au fonctionnement du système et la meilleure façon de la présenter aux opérateurs. L'affichage des informations ne doit pas dérouter les opérateurs, il ne doit pas aller à l'encontre des stéréotypes de la population; les données doivent pouvoir être lues instantanément et être interprétées avec un minimum d'erreurs quelle que soit l'intensité du stress des opérateurs, et ce, aussi bien pendant un état d'urgence que dans une situation normale. Les modifications destinées à améliorer un système d'affichage des données ne doivent pas se faire par augmentation; elles doivent être basées sur une réévaluation des besoins originaux en information.

La nécessité d'assurer la continuité dans la mise en place des systèmes est un autre élément du processus de conception que M. Foley a illustré à l'aide de l'exemple suivant: dans certains aéronefs, la marche à suivre en cas d'éjection d'urgence figurait sur une plaque fixée à la verrière; or, la première étape consistait à larguer la verrière et, par conséquent, la plaque contenant le reste des instructions.

M. Foley a déclaré que son exposé portait uniquement sur les principes de base de l'ergonomie et que ses exemples avaient pour but de bien faire voir la nécessité de tenir compte des facteurs humains dans le processus de conception des systèmes.

¹Source: Niveaux d'automatisation dans le processus décisionnel homme-ordinateur, pour une démarche décisionnelle élémentaire simple (d'après Sheridan et Verplank, 1978).

COMMENTAIRES SUR LE DOCUMENT D

D^r H. Haakonson
Directeur médical
Péto-Canada Ressources

Je ne peux qu'approuver les propos de M. Foley. Le fait que ce dernier provienne du milieu universitaire m'apparaît absolument primordial. Vouloir, aujourd'hui, construire une machine sans tenir compte des facteurs humains serait une erreur grossière, comme ce le serait de tenir compte de ces facteurs sans s'appuyer sur les principes énoncés par les chercheurs. L'exposé de M. Foley est d'une grande pertinence par rapport aux aspects pratiques dont nous traiterons, mon collègue et moi. M. Foley nous a entretenus de la première d'une série de mesures que nous essayons de prendre – ou peut-être que nous devrions essayer de prendre – afin de réduire les risques et, par la même occasion, d'augmenter la fiabilité de l'opérateur accomplissant des tâches délicates.

J'aimerais vous entretenir de trois sujets précis reliés à ma spécialité, la médecine. Je parlerai d'abord des comportements imprévus: pourquoi les gens ne font-ils pas ce qu'on attend d'eux dans des circonstances données? Je parlerai ensuite du stress associé aux événements ou accidents importants. La dernière partie de mon intervention portera sur le leadership.

COMPORTEMENTS IMPRÉVUS

Pour illustrer mes propos sur les comportements imprévus, je prendrai l'exemple d'un opérateur de grue étant donné qu'on trouve des opérateurs de grue à bord des installations de forage en mer. Imaginons une grue qui oblige le conducteur à lever un levier pour abaisser le dispositif de levage. Une grue ainsi conçue va à l'encontre des stéréotypes dont a parlé M. Foley. Il est permis de croire que le conducteur se trompera un jour parce que ses processus mentaux et l'habitude des gestes stéréotypés lui diront que pour abaisser une charge il faut abaisser le levier. Quand commettra-t-il l'erreur? Probablement au plus mauvais moment, quand la pression sera la plus forte. On voit qu'il est essentiel de tenir compte des facteurs humains quand on conçoit une machine.

Une fois la machine conçue, il faut donner à la personne qui l'utilisera une formation complète et appropriée lui permettant d'accomplir toutes les tâches prévues, et ce, quelles que soient les circonstances. Mais cela ne suffit pas. Les séances de formation doivent être suivies d'exercices, les exercices de nouvelles séances de forma-

tion, et ainsi de suite. Il ne sert à rien de préparer une personne à accomplir une tâche si on ne la soumet pas à des exercices pour voir ce qui arrivera sur le lieu de travail.

STRESS

Nous ne devons pas négliger de tenir compte de ce qu'on appelle souvent, dans le langage populaire, le stress. M. Foley, dans son exposé, déclare que «l'erreur de l'opérateur serait due principalement à une charge mentale excessive». On ne saurait trouver, pour vérifier cette affirmation, rien de mieux que les chasseurs modernes, où l'on a vraiment atteint la limite de surcharge de travail mental. Le cas des avions de chasse n'est pas unique.

Pour mieux comprendre, regardons le graphique portant sur le rendement en regard de la durée (figure 1) et imaginons une situation. Supposons que notre capacité de travail optimale est égale à environ 100 % et que, à mesure que la journée de travail avance et que la fatigue s'accroît ou que nous vieillissons et que notre corps devient de moins en moins apte à travailler, cette capacité de travail diminue.

Rapprochons la capacité de travail et la demande de rendement relative à une situation donnée. M. Foley nous donne un bon exemple, celui du pilote d'un avion commercial qui subit une augmentation de la demande de rendement à l'atterrissage et qui, pendant cette phase de son travail, voit sa fréquence cardiaque augmenter. Dans ce cas, on obtiendrait un graphique de rendement semblable à celui de la figure 2. La différence entre la capacité de travail et la demande de rendement est appelée «capacité d'être à la hauteur de la tâche» (partie de la capacité qui excède la capacité requise). Il s'agit de la capacité de faire face à une situation plus exigeante que celle à laquelle on fait face à l'instant précis.

Faisons entrer en ligne de compte d'autres facteurs, par exemple le stress. Imaginons un travailleur d'une installation de forage qui vient de prendre trois semaines de vacances, qui est de retour au travail depuis deux ou trois jours et qui a un peu mal aux cheveux (nous savons ce que les gens font souvent pendant leurs vacances, n'est-ce pas?). La capacité de travail de ce travailleur n'est pas aussi grande qu'en temps normal, peut-on croire. Supposons que ce travailleur vit une querelle de ménage et qu'en plus il est en mauvaise santé. Ce sont des possibilités bien réelles qui toutes peuvent, jusqu'à un certain point, diminuer la capacité de travail d'une personne (figure 3).

L'un de mes professeurs d'obstétrique disait que dans sa spécialité on vivait de

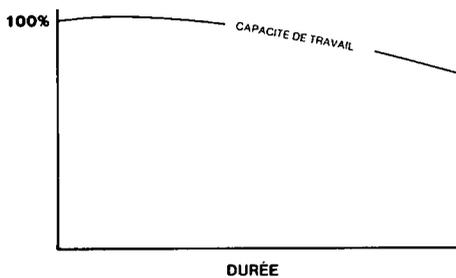


FIGURE 1

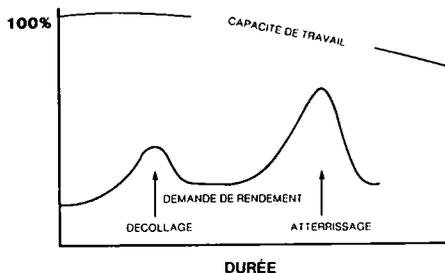


FIGURE 2

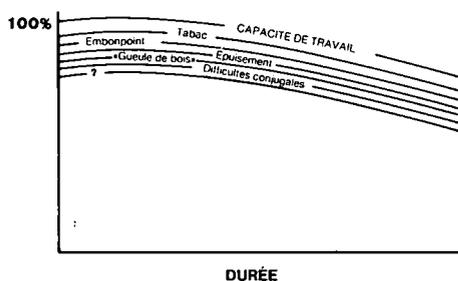


FIGURE 3

longues périodes d'ennui entrecoupées de courtes périodes de terreur absolue. Quand une complication survient pendant un accouchement, c'est un moment de terreur absolue. On dispose de très peu de temps pour prendre des décisions importantes et pour les exécuter correctement. Cette situation me fait penser aux tâches délicates qu'on doit accomplir dans l'industrie qui exploite les ressources de la mer, où de longues périodes ennuyeuses de surveillance sont entrecoupées de périodes pendant lesquelles, à cause d'un état d'urgence, des tâches décisives doivent être accomplies et où la demande de rendement augmente de façon appréciable. Cela est vrai de tout état d'urgence. Si l'état d'urgence survient la nuit, la demande de rendement sera un peu plus élevée. S'il survient quand la mer est déchaînée comme elle l'était quand l'*Ocean Ranger* a coulé, la demande de rendement sera démesurée; on court même le risque de voir la demande de rendement excéder la capacité de travail prévue (figure 4). Dans une telle situation, ce qui empêche l'événement d'avoir des conséquences désastreuses, c'est la formation et l'expérience du personnel ainsi que, je crois bien, la chance.

Pour que les opérateurs offrent un rendement maximal, il faut qu'ils soient aptes à accomplir leurs tâches à tous les points de vue, médical, physique, émotionnel et spirituel. Il est important que l'opérateur lui-même se sente apte à travailler, qu'il n'y ait pas que les autres (des médecins, par exemple) qui lui disent qu'il l'est. Quand nous parlons d'événements importants, nous devons établir clairement la différence entre un incident et un accident. Si ce qui peut faire la différence entre les deux, c'est l'expérience et la formation des travailleurs, ainsi que la chance, nous devons nous concentrer sur les facteurs que nous pouvons contrôler. Nous pouvons améliorer la situation en accordant aux incidents l'attention qu'ils méritent et en prenant les moyens qu'il faut pour qu'ils ne se transforment pas en accidents. C'est sur quoi je voudrais mettre l'accent.

Conjeturons un peu. Que pensez-vous qu'il serait arrivé si l'*Ocean Ranger* n'avait pas coulé? Je ne pense pas qu'on doute que l'accident de l'*Ocean Ranger* a eu pour effet d'augmenter la sécurité offshore. Mais que serait-il arrivé si l'*Ocean Ranger* n'avait pas coulé? On n'aurait pas accordé à l'affaire l'attention que l'on sait. Il est probable que les travailleurs de l'installation de forage se seraient contentés de dire, après la période de terreur: «On l'a échappé belle». Peut-être même ne se seraient-ils pas rendu compte de l'avoir échappé belle.

Ce n'est qu'en se préoccupant des situations dangereuses auxquelles des travailleurs ont échappé qu'on pourra prendre des

mesures pour éviter les désastres. Pourquoi attendre que l'opérateur de grue laisse tomber une palette sur quelqu'un parce qu'il a levé un levier plutôt que de l'abaisser? Pourquoi ne pas considérer comme un incident toute situation où l'opérateur déplace le levier dans la mauvaise direction, de façon à ce que chaque incident soit porté à l'attention des surveillants? Quand un certain nombre d'incidents auront été signalés, on finira par se dire: «Il y a quelque chose qui cloche».

LEADERSHIP

Le leadership est extrêmement important en matière de sécurité. Il ne sert à rien de dire aux travailleurs quoi faire si, par notre exemple, nous ne leur montrons pas quoi faire. Pour terminer, je vous rappelle que c'est l'action humaine qui est la plus grande cause d'incidents et d'accidents. M. Foley termine son exposé en disant: «Les catastrophes maritimes sont dues pour la plupart à une certaine forme d'erreur humaine, mais les ressources destinées aux recherches maritimes sont consacrées, dans la majorité des cas, à l'achat de matériel». Je pense qu'il est temps, Mesdames et Messieurs, de dresser le bilan.

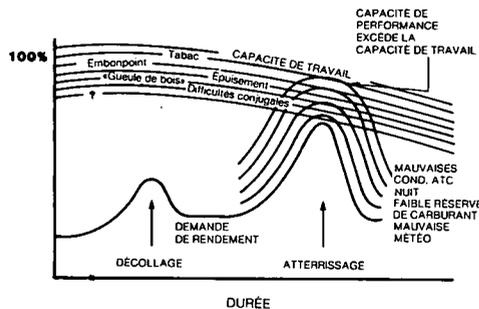


FIGURE 4

COMMENTAIRES SUR LE DOCUMENT D

H.L. Zinkgraf
Vice-président
SEDCO Inc.

Permettez-moi d'abord de dire que la notion de «compétence de l'opérateur» est une notion subjective qui doit être définie: quel est le degré de compétence nécessaire? pour quelle opération? dans quelles circonstances? La capacité d'une personne de contrôler une machine ou un système dépend de beaucoup de facteurs, dont ceux-ci:

1. aptitudes de base, instruction et, facteur très important, bon sens;
2. formation, portant sur le même système/machine ou sur un système/machine semblable;
3. expérience;
4. informations et données d'exploitation qui lui sont présentées;
5. éléments de contrôle nécessaires pour bien faire fonctionner le système/machine.

Nous devons présumer que les fonctions physiques nécessaires pour bien contrôler la machine ou le système n'excèdent pas les capacités de l'opérateur et qu'aucune qualité physique inhabituelle n'est nécessaire. Nous devons aussi présumer que la machine ou le système a été bien conçu et peut fonctionner comme il se doit. L'homme, tel que le voit l'ingénieur, est un servomécanisme complet. Il possède un ordinateur (le cerveau) capable de rationaliser (c'est-à-dire emmagasiner des données, tirer des conclusions et donner des instructions); il peut exécuter ses décisions avec ses bras, ses jambes, ses mains, ses pieds et ses doigts. Ses sens, la vue, l'ouïe, le toucher, l'odorat, et parfois le goût, lui permettent de recevoir des informations en retour. L'homme possède les mêmes qualités que le contrôleur d'une unité d'affichage d'instructions programmées; il peut fonctionner et fonctionne effectivement comme un système de contrôle à trois modes.

Présumons l'exemple d'une personne au volant d'une voiture. Son ordinateur (cerveau) reçoit continuellement des informations des yeux, des oreilles et du sens du toucher. Elle conduit la voiture, s'assure d'aller dans la bonne direction, de suivre le bon chemin, de rouler à une vitesse acceptable, et ce, tout en conversant avec un compagnon. Le conducteur, micro-seconde après micro-seconde, s'adapte aux conditions qui changent constamment, sans même en avoir conscience. Il se sert de toute sa puissance de calcul, de l'information qu'obtiennent ses capteurs et de ses servomécanismes; on dirait un système

fonctionnant en boucle fermée. Vient le temps d'utiliser la capacité la plus importante. Un enfant roule à bicyclette, s'engage dangereusement dans la rue. Des capteurs (yeux) à l'ordinateur (cerveau) de l'automobiliste circule un message d'interruption ou d'alarme. Le conducteur analyse instantanément le message, décide quoi faire pour ne pas heurter l'enfant, transmet l'ordre (de freiner, dans le cas présent), communique l'ordre à son pied, exerce sur la pédale la pression jugée nécessaire, intègre la réponse à l'aide des sens de la vue et du toucher et appuie plus ou moins fort sur la pédale de frein selon le besoin. Peut-être le conducteur juge-t-il cette mesure inutile et décide-t-il de dévier de son chemin en se servant d'autres instruments (ses bras et ses mains); puis, le processus se répète. Quelle merveilleuse machine que ce conducteur, quand ses capteurs fonctionnent bien, quand son ordinateur est fonctionnel et quand ses servomécanismes exécutent les instructions; elle peut travailler, calculer, réagir, tant et aussi longtemps qu'elle est bien programmée. Le programme, ici, est très simple: éviter l'enfant.

Voyons maintenant comment on utilise les machines de ce genre dans le monde réel qui fait l'objet de cette Conférence: la sécurité dans les installations de forage en mer. Une installation mobile moderne de forage en mer est une machine complexe, qui est composée d'un grand nombre d'autres machines et de systèmes complexes. Si le concepteur, le propriétaire et l'opérateur ont bien fait leur travail, l'installation ne compte aucune machine, aucun système non important. Le système entier a été conçu et équipé pour ne remplir qu'une seule fonction: chercher de façon sûre et efficace des hydrocarbures; pour ce faire, creuser un trou à des centaines, voire à des milliers de pieds sous la mer. Je n'aurais pas le temps de parler de façon satisfaisante ne serait-ce que d'un faible pourcentage des systèmes exigeant de l'interaction homme-machine; je me concentrerai donc sur un système qui est important, compte tenu du but de la conférence: le contrôle des ballasts.

Dans ce système, l'interaction homme-machine est concentrée sur un panneau de contrôle. Ce panneau peut être réalisé selon plusieurs configurations; il peut être aussi simple ou aussi complexe que le décide le concepteur. Les fonctions de contrôle sont les suivantes: ouvrir et fermer les valves, mettre en marche et arrêter les pompes. Quant aux informations requises, ce sont celles-ci: affichage des niveaux, tirant d'eau aux colonnes cornières, inclinaison du navire dans les deux axes, état des valves et des pompes.

Ce système ne semble pas compliqué, mais il l'est. La première chose à faire, c'est

de présenter les données et les éléments de contrôle de façon logique et compréhensible:

1. La présentation du panneau de contrôle doit être graphique; la visualisation graphique des réservoirs, des valves, des pompes et des tuyaux doit suivre l'orientation du navire, l'avant du graphique, par exemple, doit correspondre à l'avant du navire.
2. Les valves, réservoirs et pompes doivent recevoir une marque d'identification qui les rend uniques.
3. Les indicateurs des valves doivent être clairs: «Ouvert», une couleur; «Fermé», une autre couleur. Il faut utiliser un moyen pour faire savoir que les valves s'ouvrent ou se ferment (lampes clignotantes, cadran mobile, etc.); il faut aussi que la direction du mouvement soit indiquée.
4. Le contrôle des pompes doit lui aussi avoir une visualisation logique de l'état des pompes (En marche ou Arrêté); il faut aussi indiquer la dynamique du fonctionnement (charge des moteurs, écoulement).
5. Les niveaux (hauteur ou quantité en tonnes) doivent être affichés en permanence; il faut pouvoir évaluer le taux de variation et la direction des changements.
6. Le tirant d'eau doit être affiché en permanence; l'amortissement (ou moyenne) doit être suffisant pour que l'action des vagues ne rende pas les lectures inutiles.
7. L'inclinaison du navire doit être affichée d'une manière directe et non ambiguë, en suivant les coordonnées du navire.

Ce qui précède ne représente que le minimum des indicateurs de commandes nécessaires. Plus les indicateurs sont directs et simples, mieux c'est. La personne qui fait fonctionner une machine doit devenir l'une des parties du système. Elle doit instinctivement chercher l'indicateur en regardant l'affichage dans la bonne direction; elle doit être sensible aux changements de comportement de l'installation et connaître, à cette fin, le débit des réservoirs ou les variations de la hauteur ou de la masse du contenu des réservoirs. Cela n'est possible qu'aux conditions suivantes:

1. L'opérateur doit avoir été bien formé et être expérimenté. Il doit avoir reçu un enseignement sur les principes de la théorie de la stabilité appliquée à la plate-forme sur laquelle il travaille.
2. Il doit exister un plan des opérations de ballastage conçu spécialement pour la plate-forme, c'est-à-dire pour en contrôler de façon sécuritaire l'assiette et l'inclinaison seules des corrections mineures étant nécessaires pour tenir compte des variables de chargement. Ce qui précède s'applique aussi bien au remplissage qu'à la vidange des ballasts. Les instructions doivent être concises et claires.

3. L'opérateur doit avoir reçu la formation voulue et avoir assez d'expérience pour accomplir presque machinalement les tâches nécessaires à la réalisation du plan.
4. Des alarmes visuelles et sonores doivent attirer l'attention de l'opérateur quand le navire est dans un état de non équilibre qui excède un point déterminé.

Le concepteur doit veiller à donner à l'opérateur les informations nécessaires à l'exécution sûre des opérations de ballastage. Il ne doit pas encombrer le panneau de contrôle d'indicateurs ou de commandes qui risqueraient de dérouter l'opérateur. Nous avons découvert qu'il est très utile que la personne chargée des opérations de ballastage apprenne à travailler à l'aide d'un ordinateur programmé pour calculer la marge de stabilité, l'assiette et la gîte de l'installation quelle que soit sa charge et pour endommager tout compartiment, espace vide ou réservoir. Cet instrument de formation permet à l'opérateur de planifier les mesures à prendre en cas d'urgence. Nous avons installé des systèmes en ligne où les données sur la charge des réservoirs sont continuellement introduites dans l'ordinateur et où la stabilité est calculée toutes les secondes. Nous en avons aussi mis en oeuvre, qui sont exploités en autonome et où les informations sont introduites manuellement. Je ne dis pas que les installations de ce genre sont indispensables, mais elles sont utiles sur le plan des opérations et de la formation. Elles ne libèrent pas l'opérateur de l'obligation de calculer la stabilité manuellement.

Pour conclure, je vous laisse cette pensée: une personne bien formée et bien équipée peut accomplir avec compétence des tâches complexes; cette personne est indispensable et irremplaçable.

Résumé de la discussion générale

M. G.L. Hargreaves (conseiller, Royaume-Uni) a parlé de prétendues méthodes de formation utilisées pendant la Première Guerre mondiale: on divisait des tâches complexes en de nombreuses tâches simples afin de pouvoir former très rapidement les personnes chargées de les accomplir. Il en est résulté que les opérateurs trouvaient leur travail ennuyeux et que la fréquence des accidents a augmenté. Selon M. Hargreaves, des recherches ont démontré, en Suède, qu'il est probablement préférable de donner aux opérateurs une formation plus poussée qui leur permet de faire preuve de discernement et d'initiative, et d'augmenter ainsi leur efficacité.

M. P. Foley (Département du génie industriel, Université de Toronto) pense lui aussi que la formation, en tant que partie intégrante d'un système, doit viser à augmenter la fiabilité du système en réduisant le nombre des erreurs des opérateurs. L'une des méthodes prévoirait de fournir aux opérateurs un modèle interne ou une compréhension du système qu'ils feront fonctionner et de leur apprendre à contrôler les activités qui s'écartent du modèle. Une autre méthode consisterait à enseigner aux opérateurs un ensemble de règles de fonctionnement, sans leur faire connaître la totalité du système. M. Foley croit que la meilleure solution serait une synthèse de ces méthodes, et que tout programme de formation devrait permettre l'acquisition d'un modèle interne qui, joint à un système d'affichage optimal, rendra la personne moyenne capable d'accomplir la tâche. On peut aussi réduire le nombre des erreurs des opérateurs au moyen du processus de sélection du personnel étant donné que la qualification d'une personne révèle ses possibilités et le modèle interne qu'elle a acquis. Quant aux erreurs dues à des défauts de conception des machines (oubli de se conformer aux stéréotypes de la population, etc.), on peut les éliminer en modifiant les machines.

M. A.E. Collin (Énergie, Mines et Ressources Canada) a souligné trois différences entre le forage terrestre et le forage en mer, dont il faut tenir compte dans la gestion et la formation des travailleurs des installations de forage en mer: 1) ces travailleurs doivent s'habituer au mouvement constant de l'installation pendant le travail; 2) l'environnement extérieur des installations de forage en mer ne permet pas aux travailleurs de bénéficier du même soutien psychologique que les employés des installations de forage terrestres; 3) l'installation de forage en mer doit fournir aux travailleurs une bonne protection contre un environnement potentielle-

ment hostile. Les concepteurs qui voient l'installation de forage en mer comme une île doivent se montrer prudents et envisager minutieusement les situations où l'installation n'est pas une île qui se suffit à elle-même et doit se défendre contre un environnement implacable qui n'offre pas les mêmes possibilités d'échapper aux dangers qu'un environnement terrestre.

M. H.L. Zinkgraf (SEDCO Inc.) a confirmé que ces éléments sont connus de l'industrie et qu'on emploie toutes les ressources disponibles pour rendre le forage en mer plus efficace et moins dangereux pour les travailleurs.

D' O.M. Solandt a déclaré qu'il est important de tenir compte des limites des capacités humaines au cours de la conception des machines et qu'on ne devrait pas accabler les opérateurs d'informations complexes ou non pertinentes qui ne contribuent pas au fonctionnement du système. Il a aussi mentionné que même si la Conférence a porté sur les facteurs humains intervenant dans le fonctionnement des sous-systèmes d'une installation de forage, il est important d'étudier un autre aspect de l'interaction homme-machine: celui d'un équipage entier qui, en tant que partie du système complexe que constitue une installation de forage, fonctionne comme un tout.



R. McGrath
Vice-président, Forage
Petro-Canada

M. McGrath est titulaire d'un baccalauréat en génie mécanique et, de 1966 à 1977, a travaillé pour Mobil Oil Canada à divers postes techniques. En 1977, il passe au service de la Gulf Oil comme coordonnateur du forage offshore et directeur de la Division du forage. Depuis 1980, il travaille pour Petro-Canada; il y occupe le poste de vice-président (forage) et assume la responsabilité des activités de forage terrestre et sous-marin, y compris dans la région atlantique de cette société.

DOCUMENT E

Organisation et gestion

RÉSUMÉ

Le présent document traite de l'efficacité de la gestion et de l'organisation humaine des opérations au large de la côte est du Canada, en temps normal comme en cas d'imprévu. Il situe les structures d'organisation et de commandement ainsi que les méthodes de communication utilisées dans le cadre des programmes d'exploration offshore, par rapport aux dimensions historiques du forage offshore, au naufrage de l'*Ocean Ranger*, au milieu et à la nature des opérations maritimes et des travaux de forage. Le document examine les récentes mesures du gouvernement et de l'industrie visant à accroître la sécurité des travailleurs offshore, les structures d'organisation et de commandement et les éléments à la base d'une intervention efficace en cas d'urgence. Les conclusions qu'il présente sont fondées sur les pratiques actuelles. Le document conclut à l'efficacité des structures de gestion actuelles dans l'ensemble. Il y est fait aussi état de plusieurs questions connexes non réglées sur lesquelles l'industrie et le gouvernement doivent se pencher, croyons-nous, pour accroître la sécurité au large des côtes.

CONTEXTE

La perte de l'*Ocean Ranger* est un incident regrettable qui, compte tenu de la conception de l'installation de forage et de l'expérience de l'industrie, n'aurait jamais dû se produire. Mais l'*Ocean Ranger* a bel et bien été perdue et, en conséquence, la présente commission, l'industrie et le gouvernement s'emploient à déterminer les causes de l'incident et, en second lieu, envisagent et, dans certains cas, appliquent de nouvelles lignes directrices, normes et procédures dans un effort visant à rendre l'offshore plus sûr comme lieu de travail pour toutes les unités de forage, les réseaux de soutien et les personnes qui vivent de l'exploitation du pétrole et du gaz au large des côtes canadiennes.

L'exploration du pétrole et du gaz offshore date du début des années 1900 et, depuis ce temps, quelque 45 000 puits offshore ont été forés de par le monde. Au fur et à mesure de l'accroissement de la demande de pétrole, les travaux d'exploration ont gagné les eaux plus profondes et les milieux plus rudes. La technologie a dû faire des

progrès rapides pour relever le défi. Le forage offshore a évolué, l'industrie passant successivement de l'unité de forage classique installée sur une plate-forme en bois au-dessus de l'eau à l'unité installée sur des barges submergées, à l'unité de forage submersible, à la plate-forme auto-élévatrice, à la barge flottante ancrée, au navire de forage ancré, à la semi-submersible ancrée, au navire de forage au positionnement dynamique et, finalement, à la semi-submersible au positionnement dynamique. Chaque progrès a obligé l'industrie à mettre au point des procédés, du matériel et des outils nouveaux et à faire appel à des équipes mieux formées et mieux qualifiées pour assurer la sécurité et l'efficacité des travaux de forage dans les nouvelles régions pionnières.

L'évolution ne s'est pas faite sans anicroche. Entre les années 1955 et 1981, on a enregistré un total de 140 incidents dont 47 se sont soldés par la perte en mer ou la mise au rancart de l'unité de forage mobile.

Les travaux au large de la côte est du Canada ont commencé en 1966 sur les Grands bancs avec le navire de forage ancré *Glomar Sirte*. Depuis ce temps, quelque 200 puits ont été forés au large de la côte est du Canada — du plateau continental Scotian au détroit de Davis — à l'aide de 15 navires de forage, de 7 plates-formes auto-élévatrices et de 16 semi-submersibles. Les unités de forage ont été choisies en fonction de la profondeur de l'eau, de l'environnement, du programme de forage des puits, du calendrier des travaux, et dans certains cas, des unités disponibles. Deux incidents importants ont, récemment, terni la réputation que l'industrie s'était acquise sur la côte est du Canada sous les rapports de la sécurité et de l'efficacité, soit la perte de l'*Ocean Ranger* et l'éruption du puits de l'Uniacke. Ces événements ont fait prendre conscience à l'industrie et au gouvernement que le Canada n'est pas à l'abri de tels accidents.

Ce qui ne veut pas dire qu'avant l'un ou l'autre de ces incidents, le gouvernement n'obligeait pas les exploitants offshore à prouver l'existence d'un système de gestion satisfaisant ou que ceux-ci ne répondaient pas aux normes fixées par la réglementation qu'ils dépassaient, dans la majorité des cas. Tout au contraire — nous sommes persuadés que l'industrie était profondément consciente de la nécessité d'adapter les systèmes de gestion aux progrès en matière de technologie marine et de forage. Le succès des mesures prises face à l'éruption de l'Uniacke est peut-être dû en partie à l'attention portée récemment à la planification des mesures d'intervention en cas d'urgence comme conséquence directe de la perte de l'*Ocean Ranger*, principalement en ce qui a trait à la coordination des efforts

de l'exploitant, de l'entrepreneur, des services de soutien, des plans de réglementation et des ressources qui se poursuit depuis février 1982.

Mais même avec la coordination des plans, il existe quand même des éléments (limites du matériel, milieu marin) qui réduisent notre capacité à faire face à une situation d'urgence en mer. Si l'on considère la dimension marine du forage offshore, il est généralement admis que le personnel et l'équipement courent un certain danger. À mesure que les opérations offshore ont gagné des milieux plus rudes, on a prêté une attention accrue au système de soutien et de réserve à mettre en place pour assurer la sécurité et le succès des opérations, comme l'illustrent actuellement les programmes de formation et de prévention axés sur les différentes activités de tous les équipages offshore, la conception et la sélection du matériel en fonction du milieu de travail, le matériel de survie et les dispositifs sophistiqués d'intervention en cas d'urgence et l'application des techniques de communication par satellite. Le niveau de soutien important assuré aux opérations de forage offshore est sans égal si on le compare avec celui qui est offert pour les activités marines classiques telles que la navigation et la pêche.

DESCRIPTION DU MILIEU

Le milieu physique au large de la côte est du Canada est aussi varié et rude que n'importe quel autre dans les zones d'exploration et d'exploitation offshore du globe. Dans les secteurs de la mer du Labrador et du détroit de Davis, les travaux de forage s'étendent de juillet à novembre; les glaces gênent les opérations au début de la saison de forage qui prend fin avec les grosses tempêtes de l'automne. La présence d'icebergs exige une surveillance et une gestion constantes dont dépendent la sécurité et le succès des opérations. Les conditions de la glace, la profondeur de l'eau, la température et la saison de forage assez courte avantagent le navire en positionnement dynamique qui peut s'éloigner à l'approche de glaces ou d'icebergs et être réaccouplé rapidement au puits, une fois le danger passé.

Sur les Grands bancs, les icebergs et les glaces — qui peuvent être présents une année et absents l'autre — constituent également des facteurs importants. Des semi-submersibles conçues spécialement pour des milieux très rudes et pour gros temps ont été utilisées sur les Grands bancs du fait que leurs possibilités plus grandes sur le plan du mouvement permettent l'exploitation à longueur d'année. Même ces semi-submersibles ne sont pas conçues pour des

travaux dans la glace, de sorte que les travaux de forage sont temporairement suspendus lorsque la glace envahit le lieu de forage. Cela s'est produit en février et en mars 1983 lorsque la glace a recouvert des portions des secteurs d'exploration sur les Grands bancs. La glace écourte aussi la saison de forage dans le golfe Saint-Laurent. Il se forme rarement de la glace sur le plateau continental Scotian, mais les tempêtes hivernales imposent l'utilisation de semi-submersibles conçues spécialement pour des milieux rudes, lorsque la profondeur de l'eau dépasse 60 mètres et de grandes installations auto-élevatrices de la nouvelle génération dans les eaux moins profondes.

D'autres facteurs environnementaux jouent et doivent entrer en ligne de compte dans les plans d'action visant à assurer la sécurité des opérations, dont le froid et la température de la mer qui forcent l'industrie à hiverner et à protéger les machines et les lieux de travail et à prévoir des canots de sauvetage couverts, des vedettes de sauvetage et des combinaisons de survie isolantes pour les équipages qui voyagent par hélicoptère ou qui peuvent avoir à abandonner le navire; la brume qui réduit la visibilité et qui complique la gestion logistique essentielle des déplacements des équipages et le givre qui se forme sur le navire de soutien et les super-structures de l'unité de forage et qui les oblige à réduire la charge en pontée en fonction de l'accumulation de glace calculée. Les hélicoptères ne peuvent décoller lorsqu'il y a danger de givrage. Importants quoique moins déterminants, les courants océaniques doivent entrer en ligne de compte dans l'analyse du système d'amarrage de la semi-submersible, l'analyse du moment de renversement et l'étude des supports de fondation ou des effets de l'affouillement sur les plates-formes auto-élevatrices. Les marées n'ont pas gêné les opérations jusqu'ici sauf à l'embouchure du détroit d'Hudson où les marées et les mouvements consécutifs de l'eau font en sorte qu'il doit être tenu compte des courants accompagnant la marée dans les méthodes de fonctionnement.

MESURES DE PLANIFICATION DE L'INTERVENTION

Depuis le début des opérations offshore en 1966, les sociétés d'exploitation, les entrepreneurs en forage et le gouvernement ont sans cesse cherché à accroître la sécurité des travailleurs offshore. Des plans d'intervention en cas d'urgence ainsi que des règles et lignes directrices opérationnelles ont été élaborées et édictées pour permettre d'intervenir rapidement en cas d'imprévu. Elles ne valent, toutefois, que ce que valent le matériel, l'expérience et la for-

mation du personnel, le système de communications ainsi que l'organisation et la structure de commandement. La perte de l'équipage de l'*Ocean Ranger* a mis en évidence certaines lacunes du système. Depuis que l'*Ocean Ranger* a sombré, les travaux de planification des mesures à prendre en cas d'urgence ont été intensifiés et de nouveaux programmes ont été entrepris, de concert avec le gouvernement, pour accroître la sécurité des travailleurs offshore. Des améliorations ont été apportées, dont celles-ci:

1. Accords entre plusieurs exploitants. Dans les secteurs où l'on compte plus d'un exploitant, des ententes sont conclues entre les exploitants pour accroître la sécurité offshore grâce à la coordination des communications et du soutien logistique, y compris les accords suivants dans le cas des Grands bancs:

- Plan de surveillance aérienne-maritime
- Accord sur la coordination des mesures d'intervention en cas d'alerte ou d'urgence des exploitants des Grands bancs
- Accords sur la mise en commun des ressources d'intervention en cas d'urgence des exploitants des Grands bancs
- Accord d'affectation et de sous-affrètement des embarcations auxiliaires
- Plan commun de reconnaissance et de signalisation des glaces des exploitants des Grands bancs
- Comité de gestion des exploitants de la côte est.

2. Plan d'intervention en cas d'urgence. Les personnes à qui incombe la tâche d'intervenir en cas d'urgence sont ordinairement choisies en fonction de leur charge et de leur expérience. Le plan d'intervention en cas d'urgence leur sert de point de repère, mais il est destiné d'abord et avant tout aux personnes qui pourraient avoir à les seconder ou à les remplacer dans une situation critique donnée. Le plan d'intervention en cas d'urgence fournit des indications relatives aux personnes et au matériel auxquels il faut recourir pour faire face à toute situation d'urgence qui pourrait se produire. On a fait rédiger, par l'entremise du Comité de la sécurité offshore de la côte est du Canada (CSOCEC), un manuel d'intervention en cas d'urgence à l'usage des exploitants dont les entreprises pourront s'inspirer. Les situations d'urgence visées par le plan sont les suivantes:

- Code 1 — Blessures ou décès (uniquement)
- Code 2 — Puits hors de contrôle
- Code 3 — Endommagement de la plate-forme ou risque d'endommagement de la plate-forme

- Code 4 – Avions en retard ou perdus
- Code 5 – Navires perdus ou en perte
- Code 6 – Plongeurs
- Code 7 – Déversement d'hydrocarbures

Pour une action rapide, il importe de communiquer sans tarder aux personnes chargées d'intervenir tous les détails importants. Le personnel sur place doit absolument posséder la formation et l'expérience de même que le savoir-faire nécessaires. Par la tenue de fréquents exercices de communication, on peut juger si le personnel sur place et sur la côte est en mesure d'intervenir efficacement en cas d'urgence.

3. Plans d'intervention en cas d'alerte. On a élaboré et mis en application des plans d'intervention en cas d'alerte permettant de faire face à certaines situations exceptionnelles qui sans peut-être exiger une action immédiate, peuvent donner lieu à un grave accident. L'application du plan d'intervention en cas d'alerte est coordonnée avec les autres exploitants offshore du voisinage immédiat pour assurer l'optimisation de toutes les ressources disponibles.

4. Manuels d'intervention en cas d'alerte ou d'urgence. La mise au point récente de manuels combinés d'intervention en cas d'alerte/d'urgence a constitué une suite logique de la prise de conscience du fait qu'un manuel peut couvrir ces deux types d'intervention, que l'étape ALERTE est absente de certaines interventions et que, dans bien des cas, l'intervention (tout comme d'ailleurs l'équipe d'intervention) est la même, qu'il s'agisse d'une alerte ou d'une situation d'urgence.

5. Plan d'action visant les glaces et icebergs. On a élaboré et mis en application des plans d'action visant les opérations menées dans les eaux envahies par les glaces. Chacun de ces plans fournit des indications à suivre pour repérer les glaces et pour parer rapidement au danger qu'elles présentent. Si le danger ne peut être écarté, on recommande alors de quitter les lieux. Le système mixte de reconnaissance et de signalisation des glaces des exploitants des Grands bancs constitue un système coordonné de collecte d'informations par lequel toutes les observations faites sur les glaces sont compilées et des discussions conjointes interviennent sur les questions concernant les glaces.

6. Règles à suivre par gros temps. Des lignes directrices ont été mises en application afin que les mesures nécessaires soient prises pour assurer une suspension sûre et ordonnée des activités lorsqu'on annonce du mauvais temps. Pour protéger à la fois le personnel et l'équipement, on peut prendre une série de mesures préventives adaptées

à la gravité de la situation. Les mesures en question se classent comme suit:

- suspendre les opérations de forage et pendre la garniture de forage
- désaccoupler l'installation et le puits
- assurer le déballastage jusqu'au tirant d'eau de survie
- lever l'ancre et s'éloigner
- évacuer le navire de forage.

7. Surveillance aérienne et maritime. Tous les vols en partance de la côte et de l'unité de forage sont contrôlés par le centre de suivi de vol. L'entrepreneur assure la surveillance des opérations hélicoptères courantes et d'urgence et fait aussi le point en ce qui concerne l'état et la position du navire de soutien. L'avantage d'un centre de contrôle en cas d'urgence, c'est qu'il permet de déterminer tout de suite l'avion ou le navire le mieux placé pour intervenir et porter secours.

ORGANISATION ET GESTION

Nous croyons que dans leur état actuel, les structures organisationnelles des activités offshore permettent d'assurer la sécurité du personnel et du matériel en temps normal comme en cas d'urgence. Les exploitants, entrepreneurs et organismes de réglementation de la côte est font passer la sécurité d'abord, l'industrie sachant très bien qu'elle est indispensable au succès des opérations. Les exploitants à l'oeuvre sur la côte est du Canada n'ont pas tous la même expérience ni la même connaissance des opérations. L'entrepreneur de forage tout nouveau dans le secteur qui travaille pour un exploitant inexpérimenté est défavorisé dans sa capacité à s'adapter aux conditions locales et aux normes fixées par la réglementation. Cette équipe exploitant/entrepreneur compte énormément sur les connaissances des exploitants et entrepreneurs d'expérience. C'est grâce à cette mise en commun des connaissances et des expériences qu'on peut éviter des catastrophes et qu'on accélère le processus d'apprentissage.

ORGANISATION DES ACTIVITÉS COURANTES

Pour les activités courantes de forage, la structure organisationnelle est formée de deux éléments distincts, à savoir l'organisation de l'exploitant et l'organisation des principaux entrepreneurs, outre la structure de commandement à bord. Le programme d'exploration s'articule généralement autour de la compagnie pétrolière ou l'exploitant. Les responsabilités de ce dernier sont les suivantes:

1. Définir le programme d'exploration.
2. Retenir par contrat les services de l'unité

de forage, de l'hélicoptère ainsi que les éléments marins et de soutien requis par le programme.

3. Communiquer directement avec les organismes de réglementation sur tout ce qui touche au programme. Les organismes de réglementation traitent directement avec l'exploitant dans l'octroi des autorisations visant le programme.

4. Établir et maintenir une base côtière offrant les matériaux, les fournitures et le soutien administratif et technique nécessaires aux opérations.

5. Élaborer et mettre en application des plans d'intervention en cas d'urgence et faire respecter toutes les règles et consignes de sécurité.

La structure de gestion de l'exploitant comprend les éléments suivants:

1. La haute direction qui, depuis le siège social de l'exploitant, assure la liaison avec le groupe client et les associés en ce qui concerne le calendrier des travaux et les ressources financières consacrées aux travaux d'exploration en cours et à venir.
2. La direction des opérations dont les bureaux se trouvent habituellement dans les environs immédiats du lieu de forage, ex. Saint-Jean, Halifax. Le bureau des opérations suit le déroulement quotidien des travaux de forage, assure le soutien logistique et recrute le personnel de la base pour garantir que le matériel, les services et les fournitures nécessaires à l'exécution du programme de forage sont fournis à temps et sont aussi bon marché que possible. Il communique aussi chaque jour avec le représentant principal de l'exploitant à bord de l'unité de forage pour garantir qu'il est pourvu à ses besoins et que les travaux de forage progressent comme prévu, renseigne les organismes de réglementation sur la progression des travaux ainsi que sur les activités en cours et prévues, assure la liaison avec l'entrepreneur de forage et les sous-entrepreneurs quant aux exigences et besoins, voit au bon fonctionnement du système de communication en tout temps, prend avis auprès d'autres exploitants relativement aux besoins éventuels et à la mise en commun des ressources et se met en rapport avec la haute direction, s'il y a lieu.
3. La surveillance à bord est assurée par le représentant principal de l'exploitant, qui est chargé de faire en sorte que le programme de forage soit suivi et que les objectifs en la matière soient atteints tout en se préoccupant de la sécurité, de l'efficacité et de la protection de l'environnement. Le représentant principal de l'exploitant met le représentant de l'entrepreneur de forage à bord au courant des exigences de l'exploitant.

L'organisation de l'entrepreneur de forage comprend les éléments suivants:

1. La haute direction qui, depuis le siège social de l'entrepreneur de forage, négocie le contrat de forage et fixe les règles et procédures visant la conduite des opérations.
2. Le personnel de gestion et de soutien côtier installé à proximité de la base de l'exploitant à terre. Le personnel en question a pour mission de suivre l'avancement des travaux de l'unité de forage, d'acheter et d'expédier les fournitures et matériaux nécessaires à l'entretien du matériel des entrepreneurs, de veiller à ce que les équipages faisant le roulement soient bien formés et expérimentés, de prendre avis auprès de l'exploitant au sujet des activités en cours et prévues et d'assurer la liaison avec les autres entrepreneurs actifs dans le secteur. Les gestionnaires à terre doivent répondre à la haute direction de l'exploitant et de l'entrepreneur de forage, de la sécurité et de l'efficacité des opérations menées conformément aux règlements et lignes directrices applicables et aux bonnes pratiques en usage à bord.
3. L'organisation de l'entrepreneur de forage à bord comprend l'équipage et l'équipe de forage. À l'échelle internationale, l'organisation hiérarchique à bord varie en fonction du genre d'unité de forage, de son pavillon, de l'entrepreneur et de l'exploitant. Il est difficile, voire peu réaliste dans la majorité des cas de combiner ou de changer ces organisations qui ont à leur actif un certain nombre d'années d'expérience et de succès. Dans les eaux canadiennes, on privilégie la structure de commandement commune, la responsabilité de la sécurité du navire et de l'équipe incombant à une seule et même personne.

Des informations sont fournies à l'unité de forage à l'intention de l'exploitant et de l'entrepreneur, y compris des renseignements concernant les points suivants:

- le milieu, la glace et l'état de la mer
- les changements souhaités au plan approuvé en ce qui concerne le puits
- la position de l'avion, de l'hélicoptère et du navire
- le plan et la situation du ravitaillement.

L'information émanant de l'unité de forage concerne les points suivants, notamment:

- les conditions climatiques et les glaces (l'information reçue sert aux prévisions)
- l'avancement des travaux (rapport quotidien)
- les activités prévues
- l'état de l'équipement
- la situation du ravitaillement.

Le système de communications fait appel à des techniques de pointe comportant

assez d'éléments en double pour assurer des communications parfaitement fiables.

On utilise au large de la côte est du Canada trois grands types d'unités de forage dont nous traiterons séparément, à cause des différences au niveau des exigences opérationnelles. Le rôle du représentant de l'opérateur à bord est le même pour tous les cas examinés ci-dessous: il consiste à faire en sorte que les normes réglementaires et les lignes directrices de l'exploitant soient suivies ou entrent en ligne de compte dans le processus décisionnel.

Plate-forme auto-élévatrice

La responsabilité de la plate-forme auto-élévatrice qui est prise en remorque et qui est classée à ce moment-là comme navire incombe au commandant de la barge ou au transporteur. Elle est cédée en bonne et due forme par écrit au représentant officiel de l'entrepreneur une fois que la plate-forme est arrivée à destination et qu'elle est fixe. Ce dernier est alors responsable de l'exécution des travaux de forage et de la sécurité de l'équipe et du matériel. Au terme des opérations de forage, la responsabilité de la plate-forme qui est alors prête à être déménagée, est à nouveau officiellement transférée au transporteur.

Navire de forage

Assujetti à la Loi sur la marine marchande du Canada, le navire de forage requiert la présence à bord d'un maître d'équipage détenteur d'un certificat de capitaine au long cours sans restriction. Il en existe deux types: le navire de forage à positionnement dynamique et le navire de forage ancré. Le premier est maintenu au-dessus du puits par des propulseurs, de sorte qu'il faut faire appel en tout temps à des spécialistes des opérations maritimes et que, en conséquence, le capitaine est le seul maître à bord. Pour le second, toutefois, le capitaine n'exerce d'ordinaire le commandement que lorsque le navire est en mouvement. Autrement, il est responsable de la sécurité du navire et de l'équipage et de l'entretien de la station tandis que le contremaître de la plate-forme est chargé des travaux de forage et du contrôle du puits. En cas d'urgence, le capitaine prend seul le commandement.

Semi-submersible

La semi-submersible autopropulsée est classée comme navire et, comme telle, requiert la présence à bord d'un capitaine ou d'un capitaine au long cours. Toutefois, les structures à deux coques stabilisées par colonnes comme les semi-submersibles ne

fonctionnent pas comme des navires ordinaires et sont équipées de systèmes perfectionnés de balastage assurant la stabilité. L'industrie reconnaît, à notre avis, que le commandement d'une unité de forage semi-submersible doit posséder une connaissance approfondie des opérations maritimes et des travaux de forage tout à la fois.

Il existe deux structures de commandement de base pour les unités de forage semi-submersibles, soit le modèle européen et le modèle américain. Le modèle européen est calqué sur la structure de commandement maritime classique où le capitaine exerce le commandement. Normalement, le commandant doit être détenteur d'un certificat de capitaine au long cours et avoir servi d'officier subalterne sur une semi-submersible pendant au moins deux ans avant de prendre le commandement. Ce modèle comporte deux variantes:

1. Le capitaine exerce seul le commandement des opérations de forage et des opérations maritimes.
2. En temps normal, le capitaine est responsable de l'équipage tandis que le chef foreur est chargé des opérations de forage. Le capitaine prend seul le commandement lorsque le navire ou l'équipage est en danger.

Dans le modèle américain, le représentant principal de l'entrepreneur est le seul maître à bord en tout temps. Cette personne connaît parfaitement les opérations de forage, a reçu une formation en ce qui concerne les opérations maritimes et doit être détenteur d'un certificat de capitaine d'unité MODU stabilisée par colonne. Le capitaine reste responsable de la formation des équipes en matière de sécurité et reçoit le commandement de l'unité lorsqu'elle voyage.

En tant qu'exploitants, nous souscrivons au principe selon lequel il ne doit y avoir qu'un seul maître à bord en tout temps. Quelle que soit la personne qui commande, celle-ci doit avoir l'expérience de la gestion et de l'organisation, être au fait des techniques de forage et de contrôle du puits, être consciente des limites de l'unité de forage et de la complexité de la logistique de soutien et connaître parfaitement le milieu marin. Si c'est le capitaine qui commande, il doit avoir une bonne idée des opérations de forage et doit avoir servi auparavant comme officier subalterne sur une MODU. Si, par contre, le commandement est exercé par le représentant principal de l'entrepreneur à bord, celui-ci doit connaître parfaitement les semi-submersibles et être détenteur d'un certificat de capitaine d'unité MODU.

ORGANISATION D'INTERVENTION EN CAS D'URGENCE

La sécurité constitue le souci premier dans une situation d'urgence, et pour faire face de façon efficace et organisée à une telle situation, il est indispensable de savoir exactement qui commande. Les responsabilités à assumer et les mesures à prendre en cas d'urgence sont clairement définies dans les manuels de planification de l'intervention en cas d'alerte et d'urgence. La structure d'intervention en cas d'urgence varie d'un exploitant à l'autre, mais elle correspond d'habitude, à peu de choses près, à la structure d'intervention en temps normal. La différence fondamentale entre les deux tient au fait que dans une situation d'urgence, la direction à terre sert de centre de coordination et que le personnel à bord peut avoir à prendre des décisions exceptionnelles.

Dans les situations d'urgence, il est essentiel que les communications soient aussi directes que possible. L'unité de forage se met en rapport avec l'exploitant et communique directement avec le secours expédié pour tout ce qui touche les opérations. On établit au bureau de l'exploitant un centre de commandement d'urgence auquel le représentant à terre de l'entrepreneur est invité à se rendre. Toutes les communications (directes ou captées) sont transmises au centre de commandement d'urgence, ce qui permet à celui-ci de prendre les décisions qui s'imposent en toute connaissance de cause et d'éviter les communications inutiles de tiers avec l'unité de forage. Le centre de commandement d'urgence coordonne les efforts de tous les autres éléments de la structure d'intervention qui peuvent prêter main-forte. Tous les exploitants savent l'importance du système de communication dans le succès de toute intervention en cas d'urgence.

Les éléments fondamentaux des structures existantes d'intervention en cas d'urgence sont les suivants:

1. Une structure d'organisation et de commandement qui définit les voies de communication et les mesures que doit prendre le personnel clé d'intervention en cas d'urgence.
2. Insistance sur l'expérience et la formation. Dans une situation critique, l'équipage doit faire confiance à la personne qui commande pour ne pas réagir trop tard.
3. La tenue d'exercices dans des conditions contrôlées aide à évaluer l'efficacité du plan et l'état de préparation de l'organisation d'intervention et fait ressortir l'importance des programmes de sécurité et de prévention. Les exercices doivent être coordonnés de façon à y associer l'unité de forage, les navires de soutien, les hélicoptères, le personnel de soutien de la base côtière, la

Garde côtière, les services de recherche et de sauvetage et les organismes de réglementation. Ils doivent également permettre de déceler les lacunes du système de communication et du réseau de soutien logistique.

4. Comité de liaison des exploitants (CLE). Le CLE et les plans mixtes connexes de gestion et d'assistance en matière d'intervention (comme ceux qui existent entre les exploitants des Grands bancs) donnent un caractère officiel à un système d'aide supplémentaire.
5. Des voies de communication efficaces les plus courtes et directes possible.
6. La personne chargée de diriger les opérations d'intervention à bord doit pouvoir prendre des décisions qu'elle ne prendrait pas normalement sans prendre avis.

CONCLUSIONS

Les conclusions suivantes se dégagent du présent document qui traite des structures d'organisation et de gestion mises en place pour assurer la sécurité et l'efficacité des opérations offshore:

1. L'industrie pétrolière s'occupe d'exploitation en mer depuis près de 80 ans. Au large de la côte est du Canada, ses activités remontent à 18 ans. La technologie a fait des progrès rapides qui ont permis de répondre aux besoins liés à l'exécution des forages dans des contrées éloignées et des milieux rudes, mais il a été tenu compte aussi de la sécurité du personnel et de l'équipement, de l'efficacité des opérations et de la protection de l'environnement.
2. La perte de l'*Ocean Ranger* a fait prendre conscience à l'industrie et au gouvernement que des accidents graves peuvent se produire dans l'offshore canadien. Depuis cet incident, le gouvernement et l'industrie ont été à l'origine de nouvelles initiatives visant la sécurité, la formation et la planification des mesures d'intervention en cas d'urgence. L'instantanéité et le succès de l'intervention qui a suivi l'éruption de l'Uniacke sont dus peut-être en partie à ces récentes initiatives.
3. On reconnaît l'importance du volet maritime des opérations de forage offshore. L'ampleur du soutien accordé actuellement au forage offshore est considérable et sans égale dans l'industrie maritime.
4. Notre industrie et notre gouvernement font passer la sécurité des travailleurs d'abord et l'efficacité opérationnelle ensuite. L'industrie sait par expérience que sécurité et efficacité des opérations vont de pair.
5. Il existe deux éléments distincts au sein de la structure organisationnelle des présents programmes de forage, à savoir l'exploitant et l'entrepreneur de forage. Ils

ne voient pas nécessairement les choses de la même façon, mais chacun doit être conscient des préoccupations et des besoins de l'autre, d'autant plus qu'ils tendent tous deux vers le même but.

6. La structure d'organisation et de commandement à bord qui sert dans les conditions normales est identique, à peu de choses près, à celle qui est prévue en cas d'urgence.
7. La personne qui commande à bord doit avoir l'expérience de la gestion et de l'organisation, être bien au courant des méthodes de forage et de contrôle du puits, être consciente des limites de l'unité de forage et de la complexité de la logistique de soutien et connaître parfaitement le milieu marin.
8. La sécurité, l'efficacité et le succès des opérations, en temps normal comme en cas d'urgence, seront mieux assurés si le personnel possède la formation, l'expérience et les qualités nécessaires et fait confiance à la personne qui commande.
9. L'unité de forage et la base côtière doivent absolument rester en contact permanent. À cette fin, on a incorporé dans les opérations de forage offshore, des réseaux de communication perfectionnés assortis des éléments en double nécessaires.
10. L'établissement d'un centre de communication d'urgence à la base de l'exploitant réduit au minimum le risque de transmission d'informations erronées dans une situation critique et garantit l'existence d'un enregistrement intégral de toutes les communications avec l'unité de forage.
11. Il faut comprendre et reconnaître que les entreprises courent une part de risque qui est pris en toute connaissance de cause. Le gouvernement et l'industrie s'engagent à poursuivre leurs recherches en vue de trouver des moyens de réduire au minimum les risques, là où c'est possible et faisable.

Points à retenir

Le présent document conclut que les structures d'organisation et de gestion et les réseaux de communication en place permettent de faire face aux situations d'urgence au large de la côte est du Canada. Les questions qu'il reste à régler sont les suivantes, à notre avis:

1. Le Canada n'a pas de normes officielles en ce qui concerne la compétence des titulaires des postes clés à bord des unités de forage. Des normes relatives aux connaissances, à l'expérience et aux qualités que doivent posséder les titulaires de postes clés doivent être clairement définies et élaborées par l'industrie et le gouvernement tout à la fois, et on doit établir un programme d'attestation canadien compatible avec les programmes d'attestation internationaux semblables.

2. L'industrie et le gouvernement doivent examiner la question de la proportion que les stagiaires représentent par rapport au personnel d'expérience à bord des unités de forage et le plafond doit être relevé dans l'intérêt de la sécurité. L'industrie a connu un essor rapide au cours des vingt dernières années et la technologie continue d'évoluer. Selon nous, l'industrie fait face à une situation, particulièrement au Canada, où les gens possédant la formation, l'expérience et les qualités voulues pour occuper les postes clés sur les unités de forage sont en nombre insuffisant. Les entrepreneurs doivent donc recruter sur le marché mondial le personnel compétent capable d'occuper ces postes tout en donnant la chance, en même temps, aux Canadiens d'acquérir la formation nécessaire.

3. Le mouvement de canadianisation des équipages offshore doit être contrôlé et ne doit pas être accéléré au point de compromettre la sécurité.

4. Dans la mesure où ils concernent la sécurité et le forage offshore, les règlements sur les opérations maritimes et le forage ne se rapportent pas explicitement à l'industrie. Pour corriger cette situation, l'industrie et le gouvernement doivent conjuguer leurs efforts tout en tenant bien compte des vues et de l'expérience des exploitants, des entrepreneurs de forage et des organisations de prestation de services.

5. Les rôles et responsabilités de l'industrie et des organismes gouvernementaux vis-à-vis les situations d'urgence doivent être clairement définis.

6. L'industrie et le gouvernement doivent en venir à un accord concernant le niveau de soutien en recherche et sauvetage à assurer aux travaux d'exploration, d'exploitation et de production offshore.

7. L'efficacité des accessoires de sauvetage doit être reconnue et par l'industrie et par le gouvernement avant que l'on puisse s'en servir.

Bibliographie

- (1) «An Evaluation of Industry Safety Management in Eastern Canada Offshore Drilling Operations» – Document présenté à la Commission royale sur le désastre marin de l'*Ocean Ranger*. Manadrill Drilling Management Inc. – mars 1984
- (2) «Risk Assessment» Ian Burton, mars 1984
- Partie 1 – A Perspective on Risk with special reference to Eastern Canada Offshore exploratory drilling.
- Partie 2 – A Preliminary Risk Assessment of Human Safety in Exploratory Drilling Operations for Oil and Gas In the Eastern Canada Offshore Area.
- (3) «Royal Commission on the *Ocean Ranger* Marine Disaster – Assessment of the Normal and Emergency Command Structures relating to Drilling Systems for Eastern Canada Offshore Drilling Operations» (Currie, Coopers & Lybrand – 25 mai 1984).

COMMENTAIRES SUR LE DOCUMENT E

J. Hielm
Planificateur principal d'urgence
Elf Aquitaine Norge A/S

À la suite de la proposition qui m'a été faite de commenter ou de compléter le document présenté par M. McGrath, je tiens d'abord à féliciter ce dernier pour la qualité de son exposé, et je dois avouer que je me sens en bien mauvaise position pour faire quelque commentaire que ce soit. En effet, bien que le contenu du document de M. McGrath soit d'ordre général, il est évident qu'il reflète une réalité bien canadienne. N'étant pas familier avec les ententes et les arrangements pris par les exploitants canadiens, tout commentaire de ma part risquerait d'être hors de propos, de vous induire en erreur et, par conséquent, de vous faire perdre votre temps. Aussi, j'ai choisi de vous faire part de certaines considérations sur des points particuliers et je me propose de vous exposer quelques-uns des éléments fondamentaux de la planification et de la gestion d'une situation d'urgence.

J'aimerais d'abord faire quelques commentaires d'ordre général et vous montrer de quelle façon les exploitants norvégiens ont procédé pour élaborer un plan d'urgence type. Ensuite, si le temps le permet, j'exposerai ce qui a été fait dans l'entreprise pour laquelle je travaille en ce qui concerne l'organisation de mesures d'urgence à terre de même que les critères de qualification du personnel et les programmes de formation qui ont été établis. Pour un bon nombre d'entre vous, ce que je vais dire pourra sembler l'évidence même ou aller de soi. Néanmoins, je suis toujours étonné de constater que, très souvent, dans les situations d'urgence, ce qui est évident ou naturel est négligé tout simplement parce qu'on n'y a pas pensé, ou que l'on n'a pas évalué la situation. Lorsqu'on élabore un plan d'urgence général, il est impossible de prévoir toutes les circonstances qui peuvent se présenter. Si on essayait de le faire, et si on y parvenait, ce n'est pas un plan d'urgence que l'on obtiendrait, mais un plein classeur de documents. Par conséquent, on ne peut indiquer de façon définitive et détaillée ce qui devrait être fait, par qui ce devrait l'être et de quelle façon. Le plan doit donc se limiter à quelques directives opérationnelles générales sur les éléments qui pourraient s'avérer importants dans le développement d'une situation. Le plan d'action final peut donc être établi au moment de l'urgence et on peut inclure tous les éléments connus dans l'évaluation de la situation. D'une certaine façon, on peut dire que l'objectif principal doit prévoir la possi-

bilité de recourir, le cas échéant, à des solutions de rechange. C'est ce que je vais essayer de vous montrer.

Prenons une situation où nous n'avons qu'une possibilité. Si je vous présente l'équation suivante « $50 + 50 = ?$ » vous devez me répondre «100», faute de quoi vous serez dans l'erreur. En d'autres mots vous n'avez le choix d'aucune autre possibilité pour résoudre le problème. Mais si je présente le problème autrement et que je vous dis «Le total de l'équation donne 100, quelle est cette équation?» Quelqu'un pourra me dire «deux fois 50» et sa réponse sera juste. Dans un cas, il pourrait choisir comme solution deux fois cinquante, dans un autre, quatre fois vingt-cinq et dans un autre encore, dix fois dix. On dispose donc de plusieurs solutions pour résoudre le problème, selon le cas.

Maintenant, j'aimerais que nous jetions un coup d'oeil sur un des instruments dont nous disposons pour élaborer un plan d'urgence, et que nous voyions rapidement de quelle façon on peut l'adapter à l'*Ocean Ranger*. L'un des mots clés est: déterminer. En effet, dans l'élaboration d'un plan d'urgence, on doit être en mesure de déterminer les éléments suivants:

1. La situation – Qu'est-ce qui peut arriver? De quelle façon cela peut-il arriver?
2. Le problème et les secteurs prioritaires – Où cela peut-il se produire?
3. Les personnes concernées – Qui doit prendre la situation en main?
4. Les fonctions – Que faire?
5. Les systèmes et l'équipement – Quoi utiliser, et comment?
6. La marche à suivre – Quelles mesures adopter et dans quel ordre?

Voilà un instrument dont les personnes concernées peuvent se servir pour élaborer un plan d'urgence.

Nous avons parlé précédemment du rapport qui existe entre l'homme et la machine; c'est là une des principales pierres d'achoppement rencontrées dans tous les types de plans d'urgence. Il s'agit de ce rapport complexe qui s'établit entre la probabilité d'un accident, en d'autres mots le facteur de risque, la cause possible, les mesures à prendre, la ou les personnes qui décident de la stratégie à adopter et ceux qui exécutent les ordres reçus. La procédure d'urgence a pour but de prévoir l'accident qui est le plus susceptible de se produire et les mesures les plus susceptibles d'être utilisées. La principale faiblesse de tels plans est de supposer que la situation d'urgence évoluera d'une manière donnée; par exemple que l'organisation de la plate-forme restera intacte et que les personnes présentes resteront calmes et réagiront de façon ration-

nelle. Comme je l'ai mentionné précédemment, si nous essayons de prévoir toutes les situations possibles, notre plan sera si volumineux que personne ne prendra le temps de le lire. Un de mes amis m'a dit un jour «Notre plan d'urgence est la chose la plus dangereuse au monde qui soit. Il est si gros, que s'il vous tombait sur le pied, vous vous retrouveriez à l'hôpital».

Il est impossible de rencontrer deux situations rigoureusement identiques. Cela nous est apparu évident à tous et c'est ce qui nous a incité à recourir à une méthode que nous avons appelée «exercice de simulation». Un tel exercice peut ne rien coûter du tout et être utilisé comme instrument de vérification d'un plan d'urgence. Chez Elf Aquitaine, nous avons mis sur pied des cours tactiques de sécurité auxquels assistent le personnel de la plate-forme, ceux qui, à terre, sont chargés de l'intervention d'urgence, les capitaines des navires de soutien et les autres personnes qui pourraient être concernées. Chacun joue son propre rôle et il n'y a aucune limite de temps. Chaque étape est suivie d'une discussion pendant laquelle chacun peut exprimer ce qu'il ressent. Nous portons d'abord notre attention sur la plate-forme et nous demandons aux participants: sur votre plate-forme, y a-t-il quelque chose qui vous inquiète, quelque chose qui vous empêche de dormir? Nous posons cette question pour essayer de déterminer quel genre d'accident risquerait de se produire.

Nous posons ensuite une série de questions. Où l'accident pourrait-il arriver sur votre plate-forme? Comment cela se produirait-il? Combien de personnes seraient touchées par cet accident? Et nous discutons de chacun de ces points. Nous essayons ensuite d'imaginer le nombre de personnes qui risqueraient d'être blessées dans ce genre d'accident. Nous demandons ensuite aux participants ce qu'ils feraient en de telles circonstances. En cas d'incendie, procéderiez-vous à l'arrêt des activités de forage? Feriez-vous évacuer la plate-forme, et de quelle façon donnerait-on suite à votre avertissement? Nous demandons ensuite à chaque participant s'il est d'accord avec ce qui a été dit, ou s'il agirait autrement. Nous vérifions ensuite ce que propose le plan d'urgence. Si la réaction des participants est différente de celle qui est prévue dans le plan, cela indique que l'une ou l'autre est erronée et qu'il faut la corriger. Si la réaction des participants semble juste, nous corrigeons le plan, dans le cas contraire, nous faisons suivre au personnel une nouvelle formation.

Nous passons ensuite à la troisième étape au cours de laquelle nous ajoutons certaines complications à la situation. Il est étonnant de voir le nombre de solutions que l'on peut

trouver pour faire face aux circonstances présentées. En situation de crise, l'homme a la faculté d'improviser une solution. Nous avons fait un exercice au cours duquel, sur l'une de nos installations de forage, nous avons fait mourir le gestionnaire des opérations et son assistant, l'infirmière, l'opérateur de grue, et rendu l'infirmier inutilisable en raison d'un incendie, laissant le reste de l'équipage à lui-même. Les survivants ont pris les choses en main d'une façon incroyable. Sans moyens médicaux et avec un grand nombre de fractures, ils ont envahi la cuisine. Après leur passage, il ne restait plus un seul manche à balai, mais tous les membres cassés avaient été éclissés. Ils ont improvisé des mesures d'urgence vraiment étonnantes.

Malgré l'utilisation d'une telle méthode de formation d'intervention en cas d'urgence, il reste néanmoins certaines embûches. Pensons par exemple aux personnes qui devront utiliser ces systèmes, à ceux qui devront les remplacer en cas d'urgence et à ceux qui décideront des mesures à prendre. Ce sont tous des êtres humains avec leurs faiblesses propres. J'ai vu différentes personnes réagir de différentes manières ou encore, les mêmes personnes réagir différemment en différentes occasions dans des situations pourtant semblables. Le même entraînement répété sans aucune variante induit à tort chez l'individu le sentiment que tout se déroulera en réalité comme dans l'exercice. La personne prendra l'habitude, bonne ou mauvaise, d'associer certaines situations à certains résultats et si une telle situation se présente, elle essaiera de la modifier pour l'adapter à la solution prévue plutôt que d'adapter la solution à la situation. Dans le pire des cas, si l'individu ne parvient pas à garder le contrôle de la situation, il peut être pris de panique. C'est ce que l'on entend par fixation. Nous percevons chez les personnes qui exercent une profession donnée telles caractéristiques, qualifications et aptitudes et nous oublions parfois qu'ils sont avant tout des êtres humains, qu'ils ont leurs réactions et leurs sentiments propres.

Dans son exposé, M. McGrath fait le commentaire suivant, et je cite:

«L'entrepreneur de forage, tout nouveau dans le secteur, qui travaille pour un exploitant inexpérimenté, est défavorisé dans sa capacité à s'adapter aux conditions locales et aux normes fixées par la réglementation. Cette équipe exploitant/entrepreneur compte énormément sur les connaissances des exploitants et entrepreneurs d'expérience. C'est grâce à cette mise en commun des connaissances et des expériences qu'on peut éviter des catastrophes et qu'on

accélère le processus d'apprentissage.»

En Norvège nous avons essayé d'établir un plan d'urgence type. Dans ce plan, qui comprend quatre parties, nous avons essayé d'inclure toutes les activités possibles. La première partie traite de la plateforme et y demeure peu importe l'exploitant qui en retient les services. La deuxième partie est conçue par les autorités et les autres sous-entrepreneurs. Ces parties s'imbriquent les unes dans les autres. En d'autres mots, en tant qu'exploitant, je peux posséder quatre installations de forage et mes propres installations fixes, mais je dois toujours procéder de la même façon.

On note certains recoupements entre nos propres installations fixes et les plates-formes de forage des clients. Aussi nous disposons d'un index commun pour chaque document et nous pouvons définir l'organisation d'urgence appropriée à chacun de ces plans. Les seules autorités extérieures à intervenir sont le Centre principal de coordination du sauvetage et le groupe de contrôle d'intervention du gouvernement qui prend la relève. Nous avons catégorisé les situations de sorte que dans tous les plans d'urgence, le chapitre 41 traite d'une explosion consécutive à un incendie, le chapitre 42 d'un incendie dû à une fuite de gaz, le chapitre 43 de l'atterrissage sur le pont et ainsi de suite. Nous avons procédé de la sorte parce que dans certains cas (accidents de plongée et de radiation), c'est le sous-entrepreneur qui est le mieux qualifié pour effectuer le travail et qui assume la responsabilité de cette intervention d'urgence.

Je n'irais pas jusqu'à dire que vous devriez adopter cette façon d'envisager la planification d'urgence mais, en ce qui nous concerne, cette méthode nous a permis de résoudre certains des problèmes auxquels vous faites face ici. En somme, il s'agit d'un instrument utile.

COMMENTAIRES SUR LE DOCUMENT E

F. Williford
Vice-président adjoint
SEDCO, Inc.

C'est un plaisir pour moi de prendre la parole aujourd'hui, car je connais certains d'entre vous, j'ai passé quelques années à travailler dans cette région et j'ai demeuré sur la côte est du pays pendant environ cinq ans. Aussi, je vous demanderais d'écouter mes propos en ne perdant pas de vue qu'outre une certaine expérience du domaine, j'en ai une vision assez étroite. Le thème abordé c'est la sécurité, et le sujet précis, l'organisation et la gestion.

En tant qu'entrepreneur de forage je possède mon propre navire, je le dirige et j'embauche le personnel qui y travaille. Je dois, directement ou indirectement, rendre compte de mes activités à quatre organismes de réglementation fédéraux, trois organismes provinciaux et cinq sociétés exploitantes. Mes activités sont surveillées de toutes parts et je vous assure que la pression se fait sentir. En fait, ma seule prétention à la renommée en fin de journée est la profondeur à laquelle le forage est rendu et ce, sans incident. Il est peu probable qu'on m'accorde grand mérite pour le nombre de gens que j'ai embauchés ou formés. Tout ce que l'on attend de moi est que je le fasse de façon professionnelle. Heureusement, les responsabilités sont partagées en ce domaine. Je dois trouver des gens bien formés et je m'y emploie activement chaque jour. On connaît assez mal les besoins et exigences que je peux manifester à cet égard, par contre je dois bien connaître les objectifs, besoins et exigences des gouvernements hôtes et des compagnies exploitantes. Par conséquent, je suis tout à fait d'accord avec la mise en place d'un bon plan d'urgence. J'appuie entièrement une telle initiative et je m'y conforme volontiers, car je suis appelé à le faire partout où je vais travailler. Je dois, toutefois, jouir de toute la latitude et de la liberté nécessaires pour diriger mon propre navire et pour former mes employés de façon qu'ils puissent effectuer les opérations telles qu'elles doivent l'être, en fonction des caractéristiques du navire. Les gouvernements conseillent, réglementent, vérifient, inspectent et contrôlent de nombreux aspects concernant le lieu de travail et ils ont raison de le faire. Pour ma part, je désire que la compagnie exploitante et l'organisme gouvernemental concerné voient à ce que l'atmosphère et le plan de travail soient propices à l'exécution des tâches pour lesquelles on retient mes services.

J'appuie entièrement toute initiative concernant la promotion de la sécurité et j'ai de bonnes raisons pour le faire. En cela je ne crois pas être dans l'erreur car il y a trop longtemps que je travaille sur des navires de forage. Si quelque chose va mal, j'en serai sûrement tenu personnellement responsable. Je ne peux me soustraire à cette responsabilité. Je vous assure que je comprends parfaitement la situation et que j'abonde dans le sens de l'exposé présenté aujourd'hui par M. McGrath, car l'entrepreneur connaît bien les problèmes auxquels l'exploitant doit faire face, de même que le travail pour lequel il est lui-même engagé. Il sait, que pour rester en affaires, il doit exécuter le travail dans les conditions les plus sûres et les plus efficaces possibles.

Résumé de la discussion générale

M. I. Manum (Norwegian Maritime Directorate) a reconnu l'importance d'engager du personnel compétent et bien formé pour travailler en mer, mais il s'est demandé si le personnel choisi pour occuper les postes les plus importants possédaient réellement les qualités personnelles et la compétence voulues. À cet égard, il a cité l'incident de l'éruption du *Vinland* et dont l'enquête a révélé une erreur de jugement de la part du responsable pour l'obturation du puits. M. R. McGrath (Petro-Canada) s'est montré en désaccord avec M. Manum à propos de l'incident du *Vinland* et a ajouté que l'exploitant s'attend à ce que l'entrepreneur de forage engage les personnes les plus compétentes et les plus qualifiées pour occuper les postes clés sur une installation de forage. M. F. Williford de la compagnie SEDCO a dit ensuite qu'il s'agissait là en effet d'une question délicate, et que SEDCO faisait tout en son possible pour ne pas restreindre l'avancement de ses employés, et pour déterminer le plus tôt possible ceux qui, à l'aide d'une formation appropriée, pourraient atteindre les sommets et occuper des postes clés.

Le président de séance, M. G.M. MacNabb, s'est interrogé sur la compétence physique et psychologique de ceux qui occupent des postes clés. Le Dr H. Haakonson (Petro-Canada) a répondu que, en plus de déterminer les personnes les plus aptes à remplir ces postes, les compagnies devraient mettre en place une sorte de mécanisme qui permettrait au personnel d'évaluer lui-même ses propres possibilités (ou ses lacunes) sur une base quotidienne.

M. B.P.M. Sharples (Noble, Denton) s'est inquiété de la pratique actuellement en usage selon laquelle on confie à un foreur la responsabilité d'une installation de forage offshore pour la seule raison qu'il doit y avoir quelqu'un pour remplacer le directeur de l'installation en cas d'urgence. Il s'est demandé de quelle façon ce transfert de direction est communiqué à l'équipage et comment l'on détermine qu'il s'agit d'une situation d'urgence. M. McGrath a répondu que l'industrie était consciente du caractère perfectible de la présente pratique et qu'elle cherchait une meilleure solution au problème. Il décrit ensuite les structures de direction actuelles: 1) sur un navire de forage en positionnement dynamique, c'est le capitaine qui demeure en tout temps le premier responsable; 2) sur un navire de forage à l'ancre, le capitaine demeure responsable bien que, pendant les activités de forage, il délègue la responsabilité du commandement au foreur; 3) sur une installation semi-

submersible, c'est le capitaine qui est en tout temps responsable de la sécurité et du bien-être de l'unité bien que, lorsque l'unité est ancrée et immobilisée, on puisse croire que cette responsabilité est assumée par le foreur; 4) sur une plate-forme auto-élévatrice élevée et stabilisée, c'est le foreur qui assume cette responsabilité. Cependant, lorsque la plate-forme est remorquée vers un autre site de forage, le foreur remet officiellement le commandement au capitaine. M. Williford a ajouté aux explications données par M. McGrath et précisé que, bien que les activités quotidiennes de forage étaient dirigées par le personnel chargé du forage, c'était toujours le capitaine du navire qui demeurerait responsable.

En rapport avec l'exposé thème présenté par M. G.R. Harrison, M. J.R. Hawkins (Esso Ressources Canada) s'est demandé s'il était bien de confier au dirigeant principal d'une compagnie la responsabilité ultime de tous les aspects des questions de génie et de sécurité relatives aux entreprises de forage en mer. M. McGrath s'est dit en faveur du principe d'un centre de responsabilité unique avancé par M. Harrison, et a ajouté que, généralement, ce principe était retenu et appliqué d'une façon ou d'une autre aux divers paliers de gestion d'une entreprise.

Le vice-amiral A.J. Fulton (CAF, retraité) a soulevé la question de la condition physique et a fait remarquer que le maintien d'une bonne condition physique permettait aux travailleurs en mer de mieux exécuter leurs tâches, tant dans les opérations courantes qu'en situation d'urgence. Le Dr Haakonson a ajouté que, d'après son expérience, la plupart des travailleurs désiraient vivement apprendre tout ce qui peut maximiser leurs chances de survie en cas d'accident et qu'ils se pliaient volontiers à ce qui leur est demandé à ce sujet. Tout programme visant à élever le niveau de condition physique des travailleurs en mer se limiterait à souligner l'incidence d'une bonne condition physique sur les chances de survie. M. J. Hielm (Elf Aquitaine) a ajouté, qu'en Norvège, on exigeait des travailleurs offshore qu'ils se soumettent à un examen médical et qu'ils répondent aux critères de santé établis, y compris le poids. Si le médecin considère que le poids d'un travailleur est trop élevé, ce dernier ne reçoit pas l'autorisation de travailler en mer. Le Dr C. Brooks du quartier général du Commandement maritime, MDN, a fait remarquer qu'il peut être difficile de déterminer le niveau de condition physique demandé à un individu pour un emploi spécifique et, pour surmonter ce problème, il a suggéré qu'on établisse des critères diffé-

rents, selon les différents types de postes à combler.

M. R.E. Johnson (NTSB) a soulevé la question de la planification d'urgence, et s'est demandé de quelle façon les exploitants et les entrepreneurs s'y prenaient pour coordonner leurs plans de façon qu'il n'y ait aucune confusion en cas d'urgence. M. McGrath a répondu que la réglementation exigeait de l'exploitant qu'il soumette un plan d'urgence pour chaque site de forage. Une fois approuvé par les autorités compétentes, un exemplaire est gardé à terre au bureau de l'exploitant, et un autre est gardé sur l'installation de forage, de sorte que tous ceux qui ont un rôle à jouer dans ce plan d'urgence puissent y avoir accès. M. Williford a souligné que la compagnie SEDCO, en tant qu'entrepreneur de forage, établissait un plan d'urgence propre à un navire particulier, en fonction de l'environnement et du programme de forage à réaliser, puis qu'elle adaptait ce plan de façon à répondre aux critères de l'exploitant. SEDCO tient compte également de tout équipement disponible sur le site outre celui qui est fourni par l'exploitant. Ce plan est ensuite approuvé par l'exploitant et par l'entrepreneur.

M. J. Hornsby (Sécurité des navires, GCC) a fait remarquer que l'*Ocean Ranger* disposait de plans d'urgence qui ont été totalement ignorés et, qu'avant le naufrage, cette plate-forme était considérée comme une installation efficace. L'industrie pétrolière doit garantir aux organismes de réglementation que les plans d'urgence établis ne constituent pas une protection sur papier seulement, mais que les mesures envisagées dans ces plans sont respectées, de sorte que ces organismes de réglementation puissent surveiller les mesures et les pratiques de sécurité réellement en usage.

M. McGrath a souligné encore l'importance, pour l'industrie pétrolière, des lignes directrices fournies par un plan d'urgence. En ce qui concerne les rapports d'accidents, il a fait remarquer que les organismes de réglementation n'ont pas encore statué sur les critères permettant de déterminer les accidents qui «doivent faire l'objet de rapports» sans qu'il y ait interprétation à ce sujet. Ces critères devront être établis à la satisfaction de l'industrie et des organismes de réglementation.

M. Johnson a soulevé également la nécessité d'établir des normes de qualification à l'intention du personnel travaillant en mer, et a demandé qu'on se renseigne sur ce qui a été fait en ce domaine, en particulier aux États-Unis. M. McGrath a répondu qu'au

Canada, la personne responsable devait détenir le grade de capitaine et posséder une expérience de plus de quatre ans sur un navire de plus de 25 tonnes. M. Greif (SEDCO, Inc.) a fait état d'un document publié récemment et dans lequel les membres de l'Association canadienne des entrepreneurs de forage se sont mis d'accord sur des descriptions de tâches pour les différents postes à combler sur une installation de forage, et ont établi un niveau minimum de formation, de scolarité, de certification et d'essai pour chacun de ces postes. Un document semblable a été présenté à l'*U.S. Coast Guard* par l'IADC (l'Association internationale des entrepreneurs en forage) dans l'espoir d'augmenter la participation de l'industrie dans le processus de délivrance des autorisations et des certificats au personnel des installations de forage. Lorsque M. McNabb lui a demandé si ces critères s'appliquaient également au degré d'aptitude physique nécessaire pour remplir certaines fonctions, M. Johnson a répondu non car, comme il avait été mentionné auparavant, cela n'avait jamais présenté de problème. Le document de l'IADC insiste sur certaines aptitudes telles que le ballastage, la prévision météorologique et l'intervention d'urgence.

Aux États-Unis, dans la plupart des cas, la responsabilité de l'installation est confiée à un foreur expérimenté ayant prouvé sa compétence dans les questions maritimes et qui, de plus, détient un «Column Stabiliser Masters Ticket» (certificat de capitaine de colonne stabilisée). L'industrie pétrolière a encouragé la Garde côtière du Canada à faire des recherches dans ce sens et à travailler en étroite collaboration avec la *U.S. Coast Guard*, afin d'établir des normes semblables pour le Canada.

M. H.L. Zinkgraf (SEDCO, Inc.) a fait remarquer qu'à sa connaissance, les pourparlers en vue d'amener la Garde côtière canadienne à participer à des discussions avec l'industrie et la *U.S. Coast Guard* sur la question des normes de qualifications, étaient jusque là restés sans réponse. Cela est malheureux car, à son avis, c'est ce qui a fait obstacle à l'élaboration d'une norme de qualification nord-américaine pour les postes clés en mer. M. Hielm a souligné l'importance de bien différencier la compétence et la certification, et a rappelé à ce sujet l'incident qui s'est produit en Norvège lorsque les autorités ont demandé à Red Adair, qui n'était pas autorisé à travailler sur le plateau continental norvégien, de tuer un puits à Ekofisk Bravo.

M. R.A. Quail (Garde côtière canadienne)

a demandé à M. McGrath des précisions sur ce qu'il entend par «programme de certification». Ce programme ferait-il partie d'un système de réglementation et, en cas contraire, de quelle façon serait-il administré et mis en vigueur? M. McGrath considère qu'un programme selon lequel le personnel serait «accrédité» pour remplir certains postes de direction, serait tout à fait réalisable par l'intermédiaire des organismes de réglementation en place.

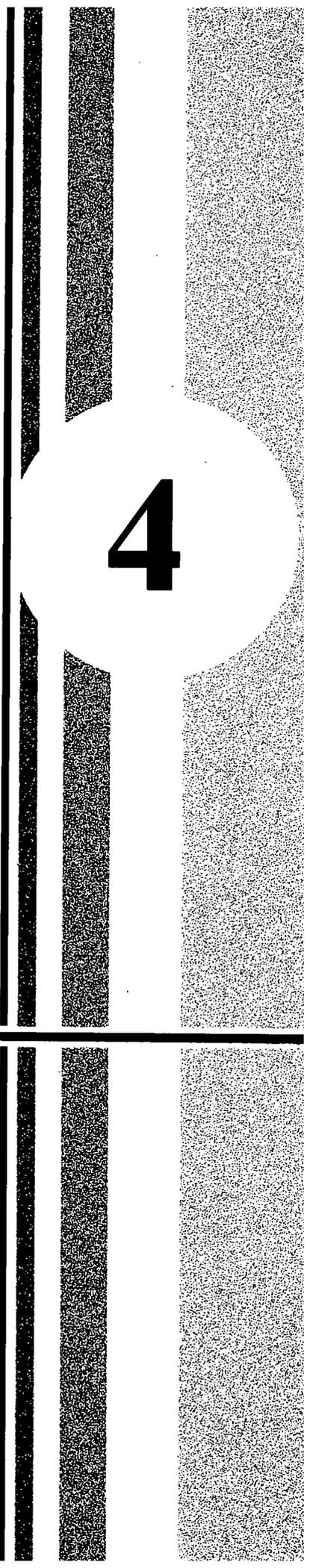
M. Johnson a souligné ensuite le problème du traitement de données très techniques, en particulier des données concernant la stabilité, qui sont actuellement fournies aux exploitants sous une forme beaucoup trop sophistiquée et complexe pour être vraiment utiles. M. Zinkgraf a expliqué que la compagnie SEDCO exige de ses opérateurs de ballasts qu'ils aient une connaissance élémentaire seulement de la théorie de la stabilité et de l'hydrodynamique. La formation donnée aux opérateurs de ballasts employés par la compagnie SEDCO varie en complexité selon les exigences locales du travail: à Aberdeen, l'Institut de technologie Robert Gordon offre un cours que les opérateurs de ballasts engagés par SEDCO doivent réussir pour être autorisés à travailler dans la mer du Nord; un cours «maison» sur les principes de base de la stabilité est offert aux employés permanents de la compagnie et est donné à Aberdeen et à Dallas (ce cours a également été dispensé à Saint-Jean). À Dallas, SEDCO a mis au point et utilisera bientôt un simulateur de contrôle de ballasts qui a été conçu de façon à intégrer les caractéristiques des mouvements spécifiques d'un navire.

M. G.P. Vance (Mobil Oil Canada) a demandé quelle devrait être la réaction d'une équipe de forage face aux priorités à facettes multiples telles que priorités budgétaires, formation, sécurité et rendement. Selon M. Williford, ces diverses facettes sont perçues différemment par l'exploitant, l'entrepreneur et les organismes de réglementation. En tant qu'entrepreneur, SEDCO planifie ses programmes de façon qu'ils répondent le mieux possible aux conditions locales, tout en n'oubliant pas que la sécurité sur une installation est un facteur qui englobe tous les autres.

En ce qui concerne la sécurité de chaque travailleur, M. Foley a souligné que chaque individu tendait à être trop restrictif dans sa perception des priorités, c'est-à-dire que chacun tendait à négliger certains aspects pour ne centrer son attention que sur un seul. Par contre, il n'est pas toujours facile de déterminer pourquoi l'attention se porte

sur tel aspect plutôt que sur tel autre. Cela peut être dû à une formation ou à une publicité intensive sur un aspect donné, et se manifester particulièrement dans les situations d'urgence.

M. B.P.M. Sharples (Noble, Denton) s'est interrogé sur l'incidence des taux de journaux-formes sur la sécurité générale, et a proposé qu'on établisse une norme minimale à ce sujet. M. Hielm a souligné que la Norvège a abordé ce problème en procédant à l'analyse de la rentabilité des changements proposés par le gouvernement. Si les coûts relatifs à un changement quelconque dépassent de beaucoup l'amélioration de la sécurité qui doit s'ensuire, on considère que cette modification n'en vaut pas la peine et elle n'est pas appliquée.



4

LES SITUATIONS D'URGENCE



LES SITUATIONS D'URGENCE

INTRODUCTION

Dans le cadre de l'étude des situations d'urgence, on a examiné les possibilités des dispositifs existants d'évacuation des MODU ainsi que les travaux de recherche et de développement en cours sur les nouvelles méthodes d'évacuation. En outre, on a fait l'examen des moyens de survie après évacuation ainsi que des méthodes et moyens de réaction et de sauvetage offerts par l'industrie et le gouvernement.

Cette séance technique était présidée par M. A.J. Mooradian, qui possède une vaste expérience dans tous les domaines de l'industrie nucléaire au Canada. M. Mooradian est diplômé en génie chimique et en physico-chimie et il s'est joint aux Laboratoires nucléaires de Chalk River en 1950 pour y travailler à la séparation du plutonium avec le groupe Traitement chimique. Au cours des années suivantes, il a occupé plusieurs postes supérieurs aux Laboratoires nucléaires de Chalk River et au Centre de recherches nucléaires de Whiteshell et, en 1982, il a été nommé à son poste actuel de vice-président principal de ces deux organisations.



C. Shaar
Président
SeaTek Corporation

M. Shaar est titulaire d'une maîtrise du Rensselaer Polytechnic Institute. De 1954 à 1961, il a travaillé pour la Bendix Systems Division; de 1961 à 1976, il a été directeur de Delco Electronics à Santa Barbara, chargé de la mise au point du système de positionnement dynamique Delco pour les navires. Il a également conçu et construit le véhicule lunaire de la NASA. M. Shaar est actuellement président de la SeaTek, société qu'il a fondée en 1976.

DOCUMENT F

Évacuation et survie

INTRODUCTION

On reconnaît généralement que l'évacuation d'une unité mobile de forage offshore (MODU) dans une situation d'urgence est une opération extrêmement dangereuse, particulièrement en milieu très froid et houleux. On a aussi constaté que plusieurs naufrages majeurs récents de MODU ont causé la mort d'un fort pourcentage du personnel. Le but du présent document est d'étudier certains facteurs importants qui influent sur les chances d'évacuation et de survie du personnel, ainsi que les perfectionnements du matériel qui peuvent augmenter les chances de survie. Pour atteindre cet objectif, on a examiné les nombreux excellents rapports relatifs aux désastres marins récents et on a eu des entretiens avec l'*U.S. Coast Guard*, les sociétés pétrolières, les sociétés de forage ainsi que les fabricants de canots de sauvetage et de bossoirs. Pendant cette phase d'examen, on s'est très vite rendu compte qu'il y a unanimité quant à la nature du problème et aux secteurs particuliers qui bénéficieraient de perfectionnements techniques.

ÉVACUATION ET SURVIE

Le problème

Dans le cas d'une MODU exploitée dans les eaux canadiennes ou des eaux similaires, l'évacuation et la survie sont extrêmement difficiles en raison de l'environnement. Même dans les meilleures conditions météorologiques, il y a souvent de grands vents et des mers fortes, et l'eau est froide. De plus, les engins et les radeaux de sauvetage d'une MODU sont arrimés à grande distance de la surface de l'eau, généralement à une hauteur de 10 à 35 m. Une autre difficulté provient du fait que la structure de l'unité entre le pont principal (où sont arrimés les engins et les radeaux de sauvetage) et le niveau de l'eau est très dégagée et qu'il est par conséquent impossible d'offrir une protection contre le vent et la houle.

Facteurs influant sur la survie

Le principal facteur dont dépendent les chances de survie au moment de l'évacuation d'une MODU est la méthode d'évacuation. Dans tous les cas, l'évacuation par hélicoptère est préférable, et est de loin la

méthode la plus sûre, lorsqu'on peut y avoir recours. Lorsque l'évacuation par mer est la seule possibilité, les chances de survie sont fonction d'un certain nombre de facteurs, notamment:

- les conditions météorologiques
- la nature de la situation d'urgence
- la formation de l'équipage
- l'emplacement, le nombre et les types d'engins de sauvetage, et les méthodes de déploiement
- la protection contre le froid par l'utilisation de survêtements protecteurs
- les moyens de communication
- les possibilités de sauvetage aérien en mer

Cependant, la plupart des autorités s'entendent pour dire que quatre secteurs se prêteraient mieux à l'amélioration des chances de survie du personnel par le perfectionnement du matériel. Ces secteurs sont:

- abaissement de l'engin de sauvetage
- dégagement de l'engin de sauvetage des garants de bossoir, tant pour les systèmes en charge que les systèmes à vide
- écartement de la plate-forme
- récupération du personnel se trouvant à bord des engins de sauvetage

Réaction de l'industrie

Comme tous ces secteurs problèmes sont largement reconnus, il est sensé de se demander quelles mesures sont prises à leur sujet. En Norvège, on a réagi en mettant sur pied un important projet de recherche et développement financé par le gouvernement qui a permis de produire le canot de sauvetage à chute libre Harding tel qu'on le connaît aujourd'hui. On peut faire certaines critiques à l'égard de ce nouveau système. On peut notamment lui reprocher d'être lourd, de coûter cher et d'être probablement difficile à mettre à l'eau suivant des angles d'inclinaison transversale ou d'inclinaison longitudinale raisonnables. De plus, la chute libre à partir d'une grande hauteur constitue un grave problème psychologique pour de nombreux utilisateurs éventuels. Toutefois, à l'heure actuelle, ce canot offre sans doute la meilleure solution aux problèmes d'évacuation et de survie. D'autre part, les fabricants de capsules de sauvetage autopropulsées (CSAP) classiques ont tenté de résoudre des éléments du problème en vue d'améliorer les systèmes existants. Certains résultats de cet effort, par exemple la mise au point de la flèche PROD Watercraft, sont excellents. Néanmoins, on ne semble pas avoir entrepris de travaux importants de mise au point de nouveaux systèmes.

PERFECTIONNEMENTS POSSIBLES DES SYSTÈMES

La CSAP classique pourrait devenir un moyen d'évacuation et de survie beaucoup plus efficace et une solution de rechange viable au canot à chute libre norvégien si on entreprenait d'importants travaux de mise au point du système portant sur les quatre secteurs problèmes déjà identifiés comme critiques: abaissement de l'engin de sauvetage, dégagement, écartement et récupération. Un examen de ces problèmes révélera qu'on a besoin d'une bonne part de travaux d'ingénierie et d'une faible part d'invention, cette dernière pouvant même être inexistante.

Abaissement et dégagement de la CSAP

Le plus grand danger auquel est exposé l'engin de sauvetage lorsqu'on l'abaisse sur les garants de bossoir et qu'on le dégage de ceux-ci est la collision avec la structure de la plate-forme, ce qui peut causer des dommages à l'engin et des blessures aux passagers. En raison de la hauteur du bossoir et des mouvements provoqués par le vent et les vagues, on peut prévoir que l'engin de sauvetage oscillera sur les garants de bossoir en décrivant un arc de plus en plus grand à mesure qu'il approche de la surface de l'eau. Des collisions avec la structure de la plate-forme risquent de se produire, et le système doit avoir été conçu de façon à les prévenir, lorsque possible, et à y résister lorsqu'elles sont inévitables. Le meilleur moyen de prévenir ces collisions consiste à descendre l'engin de sauvetage en porte-à-faux le plus loin possible de la structure et à l'orienter vers le large. On a adopté cette façon de procéder dans de nombreuses plates-formes semi-submersibles modernes. Une autre solution est l'utilisation d'un bossoir articulé mù par gravité, qui remplit le même rôle. Le meilleur dispositif de ce genre que nous ayons vu a été mis au point récemment par la société Kosafe de Halden (Norvège). La figure 1 illustre le fonctionnement du bossoir. Une caractéristique importante de ce bossoir est sa capacité de détecter automatiquement l'horizontale et de s'abaisser jusqu'à cette position. On devrait continuer de perfectionner ce type de bossoir, à moins de trouver une solution équivalente plus pratique.

Par grand vent et mer grosse, même lorsqu'on a laissé le maximum d'espace libre en utilisant un bossoir ou des portes-à-faux, l'oscillation de l'engin de sauvetage suspendu par les garants de bossoir peut entraîner une collision avec la structure de la MODU, les risques de collision augmentant à mesure que l'engin descend et que la longueur des garants augmente. Il est donc

important de réduire le temps requis pour cette opération en utilisant des treuils de bossoir qui permettront d'abaisser le canot de sauvetage à une assez grande vitesse. De plus, nous croyons que l'engin de sauvetage devrait être dégagé à une hauteur de 10 à 30 pieds au-dessus de la surface de l'eau, au moyen d'un système de dégagement en charge. L'utilisation d'un tel système n'est pas contraire aux recommandations actuelles de l'O.M.I.(5) ni aux constatations de l'*U.S. Coast Guard*(4). Pour être en mesure d'effectuer une opération d'abaissement rapide sur treuil suivie d'une chute libre de faible hauteur, il faudrait apporter plusieurs modifications importantes à l'engin de sauvetage. Il faudrait notamment renforcer la structure de base, prévoir des dispositifs adéquats de retenue des passagers afin de prévenir les blessures résultant de l'accélération et prévoir un moyen de réduire la décélération d'impact au moment de l'entrée dans l'eau.

La structure de nombreux engins de sauvetage utilisés actuellement doit être renforcée. Il existe suffisamment de rapports faisant mention de structures d'engins de sauvetage endommagées pour justifier cette conclusion, y compris le rapport concernant l'*Ocean Ranger*(6). Les spécifications concernant la fabrication de coques en plastique renforcé de fibre de verre aux États-Unis sont données dans l'*U.S. Code of Federal Regulations*(7) et dans le *Military Specification P-17549D (SH)*(8). Un stratifié de classe 3 est conforme aux spécifications(7) et à la définition(8) suivantes:

Un stratifié de classe 3 est un stratifié bidirectionnel ou isotrope de résistance moyenne renforcé de tissu de verre de type 7544 ou l'équivalent ou d'une natte de fibre de verre orientée au hasard.

La résistance structurale spécifiée pour ce stratifié est de 31 000 lb/po², alors que celle des classes supérieures est de l'ordre de 50 000 lb/po². De nombreux engins de sauvetage utilisés aujourd'hui comprennent la «natte de fibre de verre orientée au hasard» qui est composée de courtes pièces (un à deux pouces) de fibre de verre orientées au hasard. Les couches multiples de tissu de verre constituent une meilleure structure. En plus d'utiliser ce type de structure, on devrait spécifier le nombre de couches et le type de superposition. On utilise ce stratifié dans de nombreux petits navires de l'*U.S. Navy*, y compris les baleinières, et on devrait l'utiliser dans les engins de sauvetage des unités mobiles de forage offshore.

Les accélérations auxquelles les passagers d'un engin de sauvetage peuvent être soumis lors de l'abaissement et du dégagement de l'engin représentent un grave problème,

et les sièges et les ceintures de sécurité dont sont munis les engins actuels ne sont pas satisfaisants. L'O.M.I. ne spécifie pas les accélérations contre lesquelles il faut se protéger lors des impacts avec la structure de la plate-forme, mais elle mentionne(5) une vitesse d'impact de 3,5 m/s. Cependant, la société SeaTek a effectué des essais sur les modèles de canots de sauvetage actuels en utilisant des accéléromètres. Les essais à une hauteur de chute libre de 10 pieds (essai de l'*U.S. Coast Guard* requis pour tous les engins de sauvetage) ont montré que les accélérations de crête pouvaient facilement atteindre 20 g. La figure 2 montre la courbe obtenue lors d'un essai normal et la figure 3 la plage d'accélérations acceptable pour un passager assis dans un siège rembourré souple et retenu à l'aide d'une ceinture trois points(9). Un passager sans sa ceinture de sécurité peut subir des blessures graves à des accélérations beaucoup plus faibles que celles produites lors d'une chute libre de 10 pieds.

Pour que l'engin de sauvetage et les passagers supportent les accélérations auxquelles ils seront éventuellement exposés, il faut envisager au moins deux modifications. D'abord, il faut modifier la conception des sièges et des dispositifs de retenue des passagers à l'intérieur de l'engin de sauvetage afin que les sièges soient souples et que les dispositifs de retenue soient adéquats. Cette mesure se traduira par une réduction d'environ 15 % du nombre de passagers que peut contenir un engin donné. Deuxièmement, il faut prévoir un dispositif qui réduise l'accélération au moment de l'impact à la surface de l'eau, après le dégagement en charge de l'engin d'une hauteur pouvant atteindre 30 pieds. La société SeaTek et d'autres sociétés ont obtenu des résultats concluants lors d'essais de dispositifs attachés à la quille de l'engin de sauvetage qui remplissent cette fonction d'amortissement et qui peuvent être largués après l'entrée dans l'eau. Le dispositif de la SeaTek, fixé à un engin de sauvetage Watercraft de 28 pieds, a permis d'obtenir, pour une chute de 30 pieds, des accélérations très faibles, comme le montre la figure 4.

La figure 5 montre un système de mise à l'eau (S.M.E.) conçu pour une hauteur de chute libre de 90 pieds et pour lequel des essais grandeur réelle à une hauteur de 60 pieds ont été concluants. Un S.M.E. conçu pour une hauteur de chute de 30 pieds serait beaucoup plus petit. Lorsque l'engin doit normalement être détaché en charge d'une hauteur connue mais faible par rapport à la surface de l'eau, il faut effectuer une mesure fiable de la hauteur. Plusieurs méthodes sont possibles. Pour effectuer cette mesure, Von Tell/GVA ont utilisé un thermistor placé sous leur engin

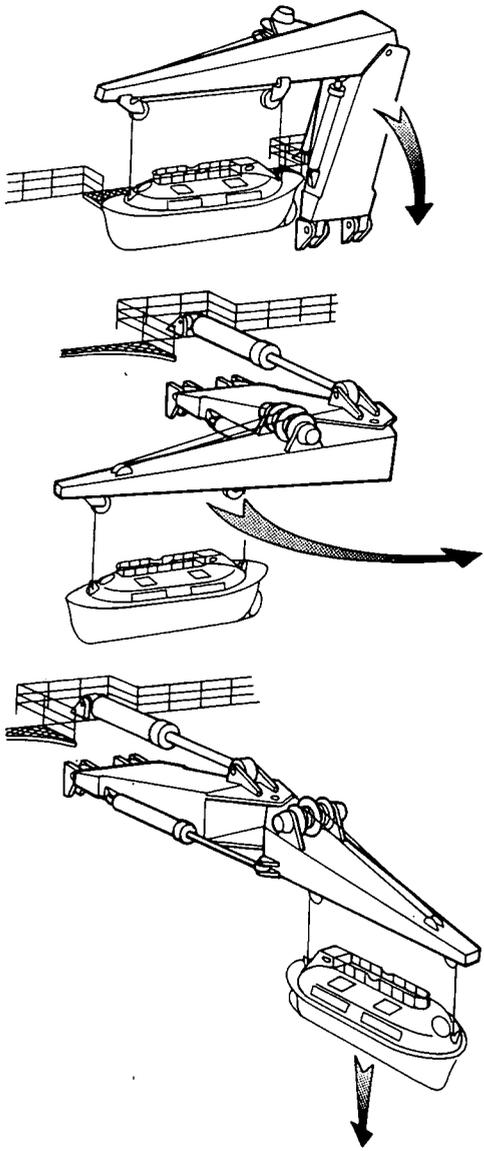


FIGURE 1 Bossoir Kosafe A.S.

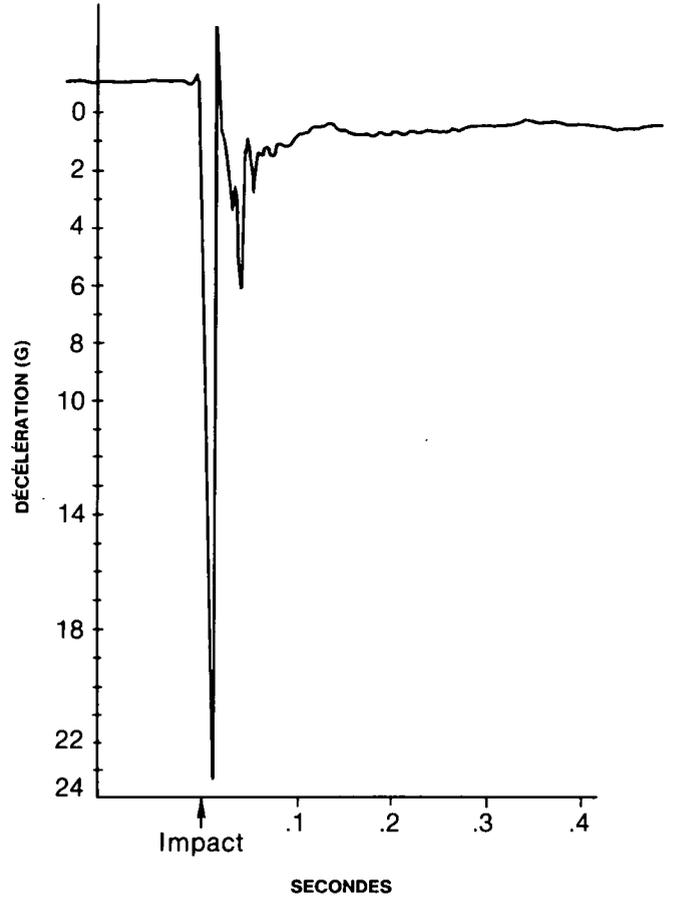


FIGURE 2 Décélération de l'engin de sauvetage lors d'une chute libre de 10 pieds au-dessus de la surface de l'eau.

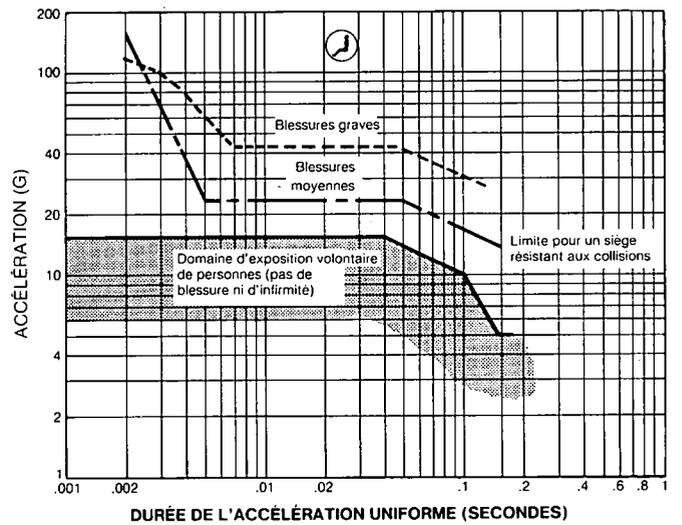


FIGURE 3 Durée et grandeur de l'accélération vers l'avant

«Lifescape». On peut aussi faire une mesure de la pression à l'aide d'un appareil à barboteur. Il est sans doute préférable d'étudier les deux types d'appareils de mesure.

Écartement de la MODU

Une fois à l'eau, il faut s'éloigner de la MODU sans être repoussé contre sa structure par le vent ou les vagues. Les engins de sauvetage, particulièrement lorsqu'ils sont chargés de passagers, sont lourds: un poids de 14 000 lb n'est pas rare. Les moteurs des modèles actuels n'ont pas de puissance élevée (généralement de 40 à 80 HP). De plus, le démarrage n'est pas fiable. Lorsque la mer est houleuse, les particules d'eau des vagues peuvent atteindre une vitesse de 20 pi/s ou plus, et le danger de collision contre la structure de l'unité de forage est grand. La flèche PROD actuellement mise au point par la société Watercraft constitue à notre connaissance la meilleure solution possible à ce problème. Cette flèche peut probablement être utilisée avec tout type d'arrimage de l'engin de sauvetage. Lorsqu'on utilise un bossoir, par exemple un modèle Kosafe, la flèche PROD peut être fixée à l'extrémité du bossoir, comme le montre la figure 6.

Récupération du personnel logé dans l'engin de sauvetage

L'engin de sauvetage doit être conçu et équipé de façon qu'une fois assez éloigné de la MODU, il puisse permettre à ses occupants de survivre jusqu'à ce que la mer se calme, aussi désagréable que soit leur situation. La récupération par mer houleuse est à ce point dangereuse qu'on doit y avoir recours seulement lorsqu'il est impossible d'attendre.

ESSAIS GRANDEUR RÉELLE EN MER

Les architectes navals se basent normalement sur des essais réalisés en bassin à houle pour élaborer leurs modèles. Le bassin à houle a également été un outil précieux dans l'étude des problèmes des engins de sauvetage, par exemple dans la conception de la flèche PROD de la société Watercraft et du S.M.E. de la société SeaTek. Cependant, bien des arguments prèchent en faveur d'une série d'essais grandeur réelle de toute nouvelle CSAP (y compris du système à chute libre Harding), essais qui seraient réalisés à l'aide d'instruments et en l'absence de passagers, par déploiement à partir d'une MODU dans une mer houleuse. La CSAP est après tout un système complexe destiné à sauver des vies dans des situations d'urgence en mer. En plus de faire ressortir les problèmes associés au matériel,

si'il en existe, une série d'essais réalisés à l'aide d'instruments et consistant à déployer en mer des CSAP qui sont suivies et récupérées permettrait de recueillir des données difficiles à obtenir dans un bassin à houle. Les vitesses des particules d'eau en mer houleuse peuvent être de 20 pi/s ou plus, et ce facteur combiné à des grands vents et à des lames déferlantes peut causer des problèmes lors de l'entrée dans l'eau, de l'écartement de la plate-forme et du séjour en pleine mer. Dans ces essais, on peut facilement utiliser des instruments qui permettent de commander l'appareil à gouverner et les moteurs de l'engin de sauvetage à partir du navire de récupération, et il existe plusieurs moyens de suivre en continu la CSAP jusqu'à sa récupération.

MISE AU POINT DES SYSTÈMES

Nous croyons qu'aucune activité importante de mise au point d'une CSAP ne sera entreprise par l'industrie à moins que des mesures expressives ne l'imposent. Dans le cas de la Norvège, l'impulsion a été donnée par un programme de recherche et développement subventionné par le gouvernement. Ce programme a permis de produire le système à chute libre Harding. L'*U.S. Coast Guard* semble avoir reconnu que ce mécanisme peut être nécessaire, car selon elle(4):

Le problème de l'abaissement des canots et des radeaux de sauvetage à partir d'une MODU, attribuable aux hauteurs en jeu et à l'absence de protection résultant de la structure dégagée de la plate-forme, n'a pas été résolu de façon satisfaisante. Pour étudier ce problème, on devrait mettre sur pied à l'échelle mondiale, par l'intermédiaire de l'Organisation maritime internationale (O.M.I.), un programme de collaboration gouvernement-industrie.

Nous croyons que les programmes internationaux communs sont lourds et nous aimerions qu'il y ait, au moins aux États-Unis, un programme de développement subventionné par le gouvernement et administré par l'*U.S. Coast Guard*.

Il ne faut pas interpréter l'appui donné à un projet de développement subventionné par le gouvernement comme une critique de l'industrie. Il s'agit peut-être d'une critique du système entier à l'intérieur duquel nous travaillons tous dans l'industrie offshore. Les entrepreneurs en forage et les sociétés pétrolières s'opposent à l'application des nouveaux règlements gouvernementaux et cette attitude est compréhensible. Cependant, bien qu'elle ait fait preuve d'une grande ingéniosité pour résoudre les problèmes de forage et de production, l'industrie

offshore n'a pas accordé autant d'importance à l'amélioration des CSAP. Les fabricants de CSAP et de bossoirs ne sont pas pour l'instant en mesure d'apporter des changements radicaux. Lorsqu'ils font une soumission pour une CSAP, ils cherchent généralement à concurrencer les autres fabricants au plan des spécifications existantes, et le soumissionnaire qui fait l'offre la moins chère obtient le contrat. Cette façon de procéder explique en partie pourquoi on utilise si couramment la «natte de fibre de verre orientée au hasard» dans la structure des engins de sauvetage et pourquoi on utilise les dispositifs de retenue des passagers les plus simples possibles. Le coût est un facteur important qui semble jouer en faveur des programmes de développement subventionnés par le gouvernement. Pour réaliser le système requis, il faut une coque et une structure nouvelles de l'engin de sauvetage, une évaluation en situation des nouveaux dispositifs de retenue des passagers, probablement de nouveaux bossoirs et des essais grandeur réelle coûteux. De plus, il faut envisager de nouveaux règlements gouvernementaux pour imposer l'utilisation du nouveau système une fois qu'il a été mis au point.

CONCLUSIONS

Un examen de la documentation disponible a permis de constater qu'il y a unanimité sur les problèmes à résoudre en vue d'augmenter les chances de survie lorsqu'une situation d'urgence force le personnel d'une unité de forage à fuir par mer dans les eaux canadiennes. Certaines solutions techniques ont été proposées, et il en existe sûrement d'autres. En fait, il semble évident que des progrès considérables peuvent être réalisés si les efforts sont bien orientés. Il n'est pas nécessaire d'inventer. Le principal obstacle semble être la création au sein de notre industrie offshore et de nos gouvernements respectifs d'un mécanisme permettant de faire débloquer la situation.

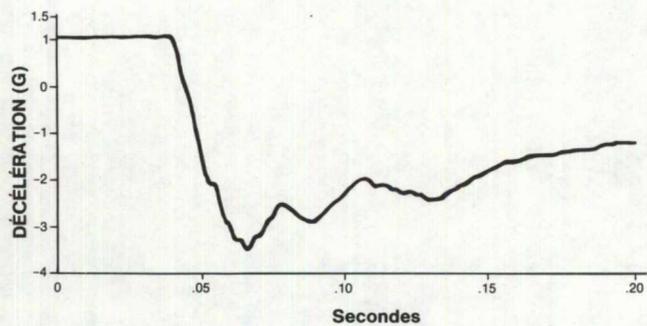


FIGURE 4 Décélération de l'engin de sauvetage avec système de mise à l'eau lors d'une chute libre de 30 pieds au-dessus de la surface de l'eau.

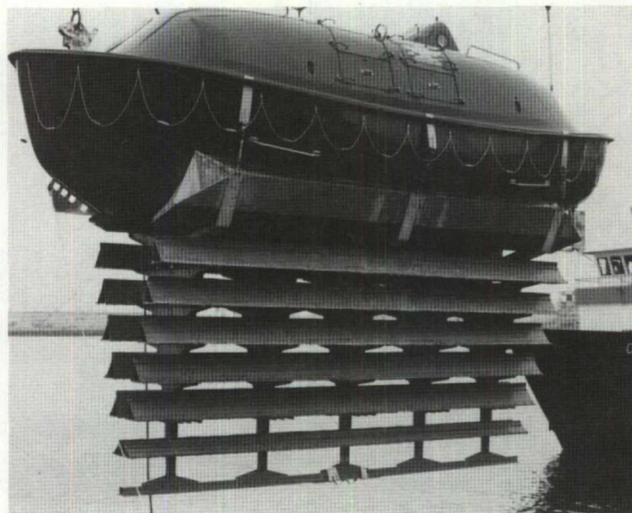


FIGURE 5 Système de mise à l'eau SeaTek conçu pour une chute libre de 90 pieds, installé sur une CSAP Watercraft.

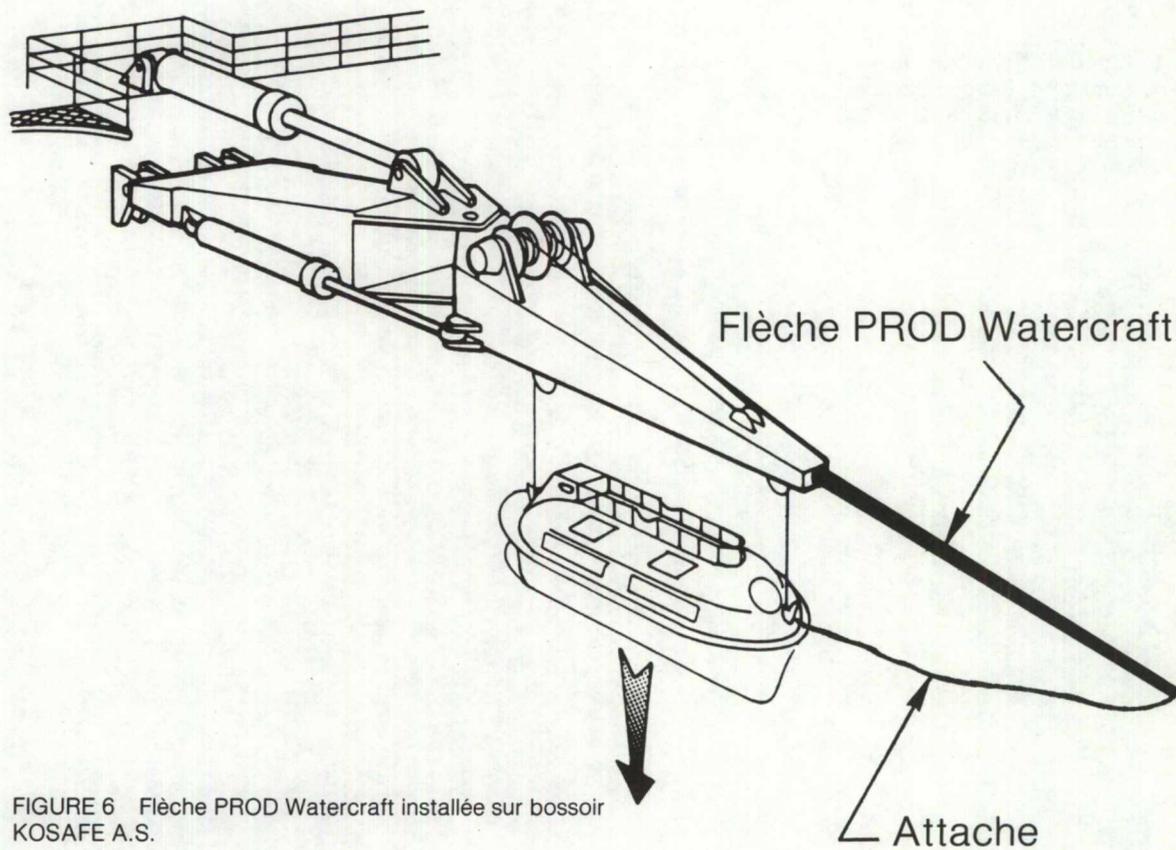


FIGURE 6 Flèche PROD Watercraft installée sur bossoir KOSAFE A.S.

Bibliographie

- (1) Technica. «Risk Assessment of Emergency Evacuation From Offshore Installations», étude réalisée pour le compte du ministère de l'Énergie du R.-U. Londres, septembre 1983.
- (2) Joughin, R.W. «Ship Operators View of Failings in Design of Survival Craft», communication présentée à la *RINA Conference on Marine Survival Craft*. Londres, du 14 au 16 novembre 1983.
- (3) Hollobone Hibbert and Associates. «Assessment of the Means for Escape and Survival in Offshore Exploration Drilling Operations», rapport présenté à l'intention de la Commission Royale sur le désastre marin de l'*Ocean Ranger*. Janvier 1984.
- (4) U.S. Coast Guard. Rapport n° USCG 16732/0001 HQS 82, «Marine Casualty Report Mobile Offshore Drilling Unit (MODU) *Ocean Ranger*». 20 mai 1983.
- (5) O.M.I. Révision du Chapitre III de la convention SOLAS de 1974.
- (6) Gouvernement de Terre-Neuve et du Labrador. «Technical Investigation of *Ocean Ranger* Accident». Avril 1983.
- (7) U.S. Code of Federal Regulations, Vol. 46, Subpart 160.035, pages 120-142. 1^{er} octobre 1981.
- (8) U.S. MIL-P-1754D (SH). «Military Specification: Plastic Laminates, Fibrous Glass Reinforced, Marine Structural». 31 août 1981.
- (9) U.S. Air Force MIL-S-04793.

COMMENTAIRES SUR LE DOCUMENT F

D^r C. Brooks
Médecin-chef du Commandement
Quartier général du Commandement
maritime

Vers le mois de février de cette année, le D^r Solandt est venu à mon bureau et m'a dit: «Je sais que vous vous intéressez aux questions d'évacuation et de survie. Aimeriez-vous participer au débat lors de notre réunion sur l'*Ocean Ranger*? Nous souhaiterions que vous nous apportiez des observations de nature à provoquer des réactions.» C'est donc à cette demande que je veux répondre ici, le D^r Solandt.

M. Shaar, j'ai bien aimé votre document et ce que je vais dire ne viendra que le confirmer.

Votre dispositif SeaTek est conçu, en fait, selon une technologie qui date de la Deuxième Guerre mondiale et à laquelle on a apporté quelques améliorations. À dire vrai, il faut admettre qu'il ne répond peut-être pas aux besoins actuels. Je crois que le temps est venu de prendre exemple sur le groupe de compagnies fournisseuses d'équipement de survie pour notre aviation et je vous proposerai maintenant une illustration de ce qui pourrait se faire en cette matière.

Lors de l'exercice précédant immédiatement l'*International Air Show*, un appareil Lightning de la RAF, s'approchant de Farnborough, volait à une altitude de 350 à 400 pieds lorsqu'il happa un gros oiseau, ce qui força le pilote à s'éjecter. Ce dernier a déclenché le mécanisme d'éjection, son siège a été projeté hors de l'appareil, son parachute s'est déployé et, en trois secondes environ, il s'est retrouvé sain et sauf au sol. Ce système a été mis au point dans les années 1950. Depuis cette époque, il est très courant que des équipages aériens volant à grande vitesse et à basse altitude, soit à 450 ou 550 noeuds et à une altitude d'environ 100 pieds, s'éjectent de leur appareil. Ils s'en sortent généralement sains et saufs. Il est vrai que certains s'infligent des fractures par écrasement à la colonne vertébrale et d'autres, des luxations aux coudes, mais ce qui importe, c'est que tous sauvent leur peau. Les blessures initiales que certains ont subies n'étaient pas mortelles et ils s'en sont remis.

Avec le nouvel appareil CF-18, nous sommes dans l'heureuse situation suivante: un aviateur qui avancerait sur la piste à une vitesse d'environ 70 noeuds, immédiatement avant le décollage, et qui découvrirait un incendie à bord, n'aurait qu'à tirer la manette de son siège éjectable et, en moins de trois secondes, il serait projeté à 250

pieds dans les airs, son parachute serait entièrement déployé et il arriverait au sol. Sans ce genre de dispositif que nous avons présentement, il serait obligé d'immobiliser complètement son appareil, de descendre le boîtier de dégrafage automatique, de retirer son équipement de télécommunication et d'alimentation en oxygène, de grimper sur la verrière, d'éjecter la verrière et de sauter au sol d'une hauteur de huit pieds et six pouces depuis le prolongement du bord d'attaque de l'aile. Voilà le genre de technologie que nous avons de nos jours.

Ce que je veux vous dire, c'est que, selon moi, nous devrions envisager la possibilité d'employer le même dispositif pour évacuer les gens d'une MODU de 100 pieds de hauteur, pendant une tempête. Il n'y a qu'un pas de plus à faire pour mettre au point la technique requise. Ce système présenterait de grands avantages: le dispositif serait très éloigné de l'installation, il n'y aurait pas de moteur à faire démarrer, il n'y aurait pas de givrage et, enfin, le dernier avantage mais non le moindre, une fois dans l'eau, il servirait d'enveloppe protectrice assurant la survie des personnes en attendant qu'un hélicoptère vienne les chercher à la fin de la tempête. Le premier inconvénient que j'y vois, et j'entends déjà les sociétés pétrolières pousser les hauts cris, c'est qu'il pourrait en coûter une fortune pour mettre ce dispositif au point. Mais je ne suis pas sûr de cela. Nous nous sommes dotés d'un magnifique réservoir destiné à produire des vagues et je suis sûr qu'il nous en coûterait moins cher pour nous permettre d'obtenir un tel dispositif. Celui-ci conviendrait à tous les autres types d'embarcation et serait particulièrement utile aux gens qui se rendent dans l'Arctique et qui doivent le plus souvent atterrir sur les glaces.

Comme il y a toujours eu des désastres marins et qu'on les a toujours considérés comme une fatalité, avec les pertes humaines inévitables, je prétends que les gouvernements, tout comme les industries, n'ont jamais vraiment consacré beaucoup d'argent au perfectionnement de l'équipement nécessaire à ces travailleurs, et je pense qu'il est à peu près temps qu'ils le fassent.

En deuxième lieu, je me pose des questions sur la formation. Nous avons beaucoup parlé de formation, ce matin. Un système d'évacuation n'est jamais meilleur que le programme de formation en vigueur à bord de l'installation. Si j'étais propriétaire de l'installation, j'exigerais que toutes les personnes à bord passent par des compartiments remplis d'eau et qu'elles me montrent, à moi et aux responsables de la réglementation, qu'elles savent s'y prendre pour en sortir.

Je me demande aussi si nous devons

admettre à bord des installations des gens qui ne savent pas nager. J'aimerais parler un peu de la noyade. Vous savez probablement que, dans le voisinage du coeur, nous avons ce qu'on appelle le nerf vague; c'est le principal «fil» électrique entre le cerveau et le coeur. Ce nerf se comporte curieusement sous l'effet de la stimulation: contrairement aux autres nerfs, son activité ralentit. Ainsi, lorsqu'une personne est plongée dans l'eau froide, l'eau qui pénètre dans le nez et la gorge stimule ces segments du nerf vague et ralentit le coeur, qui peut même parfois s'arrêter. Il arrive, aussi, en cas de peur et de terreur extrêmes, qu'une grande quantité d'adrénaline se répande dans le système et provoque le battement irrégulier ou même l'arrêt du coeur. Ce que je veux dire, c'est que, lors d'une catastrophe terrible, ces gars qui ne sont jamais allés dans l'eau, qui en ont peur et qui doivent y plonger lorsqu'elle est froide, courent le risque d'être déjà morts au moment d'arriver dans l'eau, même avec le meilleur gilet de sauvetage et le meilleur vêtement d'immersion au monde.

Je crois aussi qu'il y a lieu de se demander jusqu'à quel point nos opérateurs principaux savent à quel moment abandonner une installation. Certains parmi vous peuvent croire que les connaissances requises se limitent pratiquement au simple matelotage. Et si quelqu'un avait pris la bonne décision de faire cesser le forage puis de foutre le camp, nous ne serions pas tous ici aujourd'hui pour en parler.

J'aimerais maintenant faire une observation au sujet de nos hélicoptères. Nous dépensons énormément d'argent pour faire évacuer les gens des dunkers (bassins d'immersion) Dilbert et HUET. Nous savons tous très bien qu'un hélicoptère, en arrivant dans l'eau, bascule immédiatement et qu'il faut ensuite évacuer les passagers de l'appareil renversé. Je me demande pourquoi les sociétés pétrolières, qui doivent avoir un puissant lobby, ne s'adressent pas aux grands fabricants d'hélicoptères pour leur demander de créer un tout nouveau type d'hélicoptère capable de flotter sur l'eau, ou encore dont on pourrait éjecter la partie supérieure. Le largage de la verrière pourrait être déclenché par un cordeau détonant miniature, lequel existe déjà, après quoi les passagers pourraient être éjectés hors de l'appareil. Pour cela, il s'agirait simplement de développer un tout petit peu la technologie déjà existante.

Je voudrais maintenant passer à l'un de mes sujets favoris, soit les vêtements d'immersion et les canots. Je vais vous dire quelques vérités à ce propos. Premièrement, en ce qui concerne les matières utilisées, nous n'avons absolument rien de nouveau. De fait, ce que nous avons de mieux, dans ce domaine, c'est encore le vieux 28

Frankenstein, en tissu gonflable, qui a été inventé en 1940. Je crains bien que le Gore-tex et toutes les autres inventions semblables ne comportent en réalité aucun avantage par rapport au vieux 28. Nous avons évidemment un problème à cause du col: la seule façon de le rendre étanche, c'est par un anneau de caoutchouc entourant le cou. Certains ont mis à l'essai et continuent de me proposer différentes combinaisons de protection dont le col comporte une séparation. Nous avons ici un problème d'ergonomie: à cause de la pomme d'Adam, on ne peut rien ajuster s'il y a une séparation. C'est physiquement impossible d'obtenir un col étanche. Le seul moyen d'y arriver consisterait à faire un capuchon complet et à y mettre une fermeture éclair qui arriverait à peu près à côté de l'oreille. Mais on sait ce qui se produit quand on donne aux opérateurs des vêtements qu'ils n'aiment pas: ils ne les portent pas. Ce qui fait que tout le monde perd son temps. Il nous faut chercher un moyen technique de créer de nouveaux types de vêtements d'immersion.

Toujours à propos de vêtements d'immersion, si vous considérez certains vêtements d'abandon de navire, vous constatez qu'ils ont une flottabilité inhérente d'environ 30 livres et qu'ils n'ont aucune caractéristique destinée à les rendre inchavirables. Vous êtes obligé d'endosser, par exemple, un gilet de sauvetage Beaufort Mark 29 comportant une charge de 45 grammes de CO₂ pour obtenir un moment de redressement automatique. Imaginez cela: je ne sais pas si vous avez déjà essayé de monter à bord d'un canot avec cela sur le dos, dans la piscine, pas avec un vent de force six ou sept. C'est physiquement impossible. Vous êtes forcé d'enlever votre gilet de sauvetage. C'est absolument épuisant. Il faut donc consacrer beaucoup plus d'argent à la recherche de nouvelles matières et de nouvelles méthodes pour la confection de vêtements de survie.

Je vous ai dit que je serais délibérément provocateur: je vais maintenant tirer ma dernière salve. À titre de marin, j'avoue que je fais ici un autre emprunt à l'aviation. Dans l'aviation, il existe deux postes, au sein des escadrons, pour lesquels l'équipement constitue une responsabilité très importante. Le premier est l'officier des vols de la base et le second, l'officier de l'équipement de survie. Les deux titulaires de ces postes ont comme tâche secondaire de veiller à la qualité de l'équipement. Il s'agit d'une tâche secondaire bien définie, non pas la dernière d'une série de quinze tâches, de telle sorte qu'ils peuvent lui accorder le degré de priorité nécessaire. Les deux personnes sont en rapport direct avec leur commandant d'escadron et leur commandant de base. S'ils ont le sentiment qu'on devrait mettre fin à une opération parce qu'elle présente un danger quelconque, ils communiquent avec le commandant d'escadron et celui-ci arrête tout, tant que les correctifs nécessaires n'ont pas été apportés et qu'on ne dispose pas de l'équipement approprié. Je dirais que c'est l'une des raisons pour lesquelles l'industrie de l'aviation dispose généralement d'un équipement bien supérieur à celui de l'élément mer. Je recommanderais ces gens aux entreprises pétrolières offshore.

COMMENTAIRES SUR LE DOCUMENT F

D.J. Riffe
Ingénieur principal de projets
Gulf Oil Corporation

Le désastre survenu récemment au large des côtes du Brésil indique bien qu'il y a encore des améliorations à apporter à la conception et à la fabrication de l'équipement d'abandon d'urgence. Les quarante victimes, au dernier dénombrement, ne sont pas mortes au moment de l'éruption survenue sur la plate-forme *Petro Bras*, mais bien en tentant d'évacuer la plate-forme dans une embarcation de sauvetage ouverte. Tous les hommes à bord de l'embarcation se sont apparemment noyés par suite du chavirement de l'embarcation dans une mer houleuse.

L'évacuation d'une plate-forme met à dure contribution les ressources physiques et mentales des personnes, à cause des circonstances dans lesquelles elle doit se faire. Cette évacuation doit être simple, rapide et, par-dessus tout, sans danger. À cause des systèmes à chute libre ou largables qui sont employés, tous les membres d'équipage doivent être assis et attachés avant la descente de l'embarcation. Comme les passagers de l'embarcation sont des humains, il peut arriver que des membres d'équipage ne soient pas attachés, lorsque l'un d'eux, dans un moment de panique, détache prématurément l'embarcation. À ce moment-là, il y a de fortes chances que ceux qui ne sont pas attachés subissent des blessures, avec un impact de force 3 g à 12 g. On peut citer comme exemple le terrible accident survenu sur la plate-forme *Ekofisk Alpha*, en mer du Nord: trois hommes sont morts parce qu'ils n'étaient pas encore attachés lorsqu'un membre d'équipage affolé a déclenché le mécanisme du crochet, ce qui a provoqué la chute de la capsule d'une hauteur d'environ 20 mètres dans l'eau. Ce fut un accident horrible: le choc fut si violent que deux des trois victimes ont été trouvées la tête enfoncée dans la poitrine.

Pour la sécurité des passagers, le canot de sauvetage du type à chute libre est muni de ceintures de sécurité qui passent par la poitrine, la taille et les épaules et dont l'élément le plus angoissant est peut-être cette bande qui fixe la tête au siège pour empêcher toute blessure au cou. Cette attache donne l'impression justifiée qu'on s'embarque dans quelque chose qui pourrait être très dangereux, si tout ne va pas normalement. Pour être monté dans une embarcation à chute libre, il y a quelques années, je puis vous assurer que la chute et l'impact qu'on y subit procurent autant d'émotions que n'importe quel jeu mécanique. Dans ces

jeux, cependant, la descente peut être contrôlée et on peut en sortir après quelques instants, ce qui n'est pas nécessairement le cas avec les embarcations à chute libre. Il est intéressant de noter que, selon les résultats de recherches psychologiques, ce n'est pas l'impact mais la chute qui fait le plus peur aux membres d'équipage.

L'embarcation *Harding*, après l'impact, est complètement submergée. Comme elle passe quelques instants sous l'eau, il peut s'avérer difficile de la contrôler, surtout quand la mer est mauvaise. À ma connaissance, on n'en a jamais fait l'essai en mer houleuse comme, par exemple, dans l'Atlantique nord et en mer du Nord. On ne sait encore rien du comportement de cette embarcation en mer agitée et par grand vent.

Il y a, certes, beaucoup de recherches en cours sur ce problème particulier, mais, jusqu'à maintenant, on n'a pas encore trouvé l'embarcation de sauvetage idéale. Plusieurs des innovations techniques déjà présentées, loin d'améliorer les conditions de sauvetage, les détérioraient. Ces concepts doivent être mis à l'essai dans des conditions extrêmes avant d'être approuvés. Dans le cas de l'embarcation à chute libre, personne ne sait vraiment si elle peut remplir son rôle correctement en cas d'urgence. Certains diront qu'elle n'a pas été efficace et pourrait même avoir été néfaste dans les cas de l'*Alexander Kielland* et de l'*Ocean Ranger*. La sécurité de la mise à l'eau repose sur trois éléments: le dispositif de dégagement, la qualité de l'entretien et le fait que le personnel sache se servir de l'embarcation couverte.

Les discussions concernant le rapport de M. Shaar sur l'abandon d'urgence n'ont pas porté uniquement sur les embarcations de sauvetage. D'autres questions ont aussi été abordées, dont je veux faire état rapidement:

1. Les vêtements de survie que l'on trouve aujourd'hui sur le marché ont les défauts suivants:
 - La plupart des vêtements de survie ne sont pas conçus pour assurer un redressement automatique.
 - Les fermetures éclair doivent être améliorées de façon à ne pas nécessiter d'entretien et à résister à la corrosion.
 - Il faudrait employer de meilleurs tissus et rendre les coutures plus solides, car ces vêtements ne répondent pas toujours aux exigences en cas de détresse.
 - Les vêtements de taille universelle sont souvent trop grands pour les personnes de petite taille: celles-ci peuvent y disparaître en sautant dans l'eau. La fermeture étanche au visage

- n'est pas encore satisfaisante.
- Les organismes qui établissent les règlements concernant les travaux offshore devraient avoir leurs propres moyens de contrôle de la production, quels que soient les moyens employés par d'autres organismes.
2. Les radeaux de sauvetage que l'on trouve sur le marché ont les défauts suivants:
- Les provisions d'eau et de nourriture à bord de ces radeaux sont insuffisantes: elles ne permettent de survivre que pendant une très courte période.
 - Les radeaux de sauvetage ne sont pas munis de dispositifs de radiorallie-ment ni de systèmes de communication qui pourraient aider les secouristes éventuels à les repérer dans des conditions difficiles.
 - Les moyens traditionnellement employés pour se rendre aux radeaux, soit les cordes à noeuds et les échelles de corde, sont très instables et peuvent provoquer la chute prématurée de membres d'équipage dans l'eau, avec les blessures qui s'ensuivent.
 - Les ancres flottantes de ces radeaux, utilisées pour la dérive et pour maintenir la stabilité positive, sont souvent inadéquates, selon l'état de la mer.
3. Enfin, le personnel n'est pas suffisamment entraîné à utiliser l'équipement de secours dans les situations d'urgence. Une partie des pertes de vie humaine subies lors d'accidents en mer est attribuable à cette lacune.

En améliorant l'entraînement et l'équipement, on peut réduire les pertes de personnel dans les situations d'urgence. Toutefois, il est très important de noter que le temps d'évacuation est peut-être le facteur le plus important de tous.

Résumé de la discussion générale

M. Per Klem précise le rôle de son institut *Ship Research Institute of Norway* en ce qui concerne la production des embarcations de sauvetage en disant que cet institut est indépendant de l'industrie des embarcations de sauvetage, et qu'il a mis au point pour la première fois, en 1973, une embarcation de sauvetage du type à chute libre, en collaboration avec Harding. Il dit que la conception de ce type d'embarcation date de 1897, et que le système présentement installé sur le *Dyvi Delta* est semblable au modèle initial, sauf qu'on y a apporté quelques petits changements techniques. L'institut est présentement à la recherche de fonds qui lui permettraient de mener d'autres recherches sur le principe de la chute libre en vue de réduire le coût, le poids et la complexité mécanique de ce système, pour en doter les MODU.

M. Klem est d'accord avec la proposition de M. Shaar de réadapter les systèmes à bossoir existants pour les rendre plus efficaces, mais il doute que ce système comporte des avantages par rapport à l'embarcation à chute libre, et il dit qu'il présente même de nombreux inconvénients parce qu'il nécessite des dispositifs mécaniques compliqués. M. Klem admet, toutefois, que le vidage et le redressement automatiques sont des aspects importants du problème de la récupération du personnel. Il admet aussi qu'il est souhaitable de procéder à des essais grandeur réelle en mer houleuse, mais il mentionne plusieurs difficultés inhérentes à ces essais: disposer d'instruments et d'un équipement prêts à servir lorsqu'une tempête est annoncée, loger le personnel supplémentaire pendant les essais et assurer un dédormage pour l'embarcation utilisée jusqu'à ce qu'elle soit récupérée et remise en place. Il y a aussi un autre problème: on ne peut répéter souvent ces essais sans endommager les embarcations. Il fait valoir le fait que, jusqu'à maintenant, les essais d'embarcations à chute libre n'ont donné lieu à aucune blessure grave, tandis que les embarcations de sauvetage classiques se sont avérées dangereuses, même pendant les séances d'entraînement. M. Klem regrette qu'il n'existe apparemment aucun mécanisme destiné à encourager la collaboration entre l'industrie et le gouvernement dans le domaine de la recherche, afin que soit amélioré l'équipement utilisé.

M. Klem fait observer que, même si les vêtements de survie actuels sont loin d'être parfaitement au point, ils ont déjà sauvé la vie de plusieurs personnes et que, par conséquent, on ne doit pas les mettre de côté.

M. R.L. Markle (*U.S. Coast Guard*) fait remarquer qu'on surestime l'importance du dispositif de redressement automatique des vêtements de survie, et que les personnes concernées feraient mieux de s'exercer à contrôler leur respiration. M. R. Fodchuk (*Shell Canada*) convient qu'on surestime la capacité de redressement automatique des vêtements d'immersion, et que les vêtements soi-disant inéchavirables ne le sont pas tous réellement, quoiqu'on puisse facilement arriver à se redresser, moyennant un peu d'exercice. Il dit que l'industrie a commencé à collaborer avec l'Association canadienne de normalisation pour améliorer la qualité des vêtements de survie, c'est-à-dire de l'un des divers moyens de sauvetage.

M. E. Dudgeon (CNR) dit qu'il trouve raisonnable l'avis exprimé par la Commission dans son rapport de la partie un, selon lequel tous les membres d'équipage d'une MODU ne sauraient ou ne devraient bénéficier d'un même entraînement face à l'utilisation des moyens d'évacuation. Il préconise une assistance accrue des navires de soutien dotés d'équipes spécialement entraînées. Pour appuyer ses dires, il cite en exemple une méthode d'évacuation qu'on est à mettre au point au Royaume-Uni: une équipe de sauvetage d'un navire de soutien ayant subi un entraînement très poussé évacue l'équipage d'une MODU en le faisant passer à bord du navire au moyen de sellettes sur des câbles.

Le docteur C. Brooks (quartier général – Commandement maritime, MDN) croit qu'il ne serait pas déraisonnable que chaque personne désirant travailler en mer puisse recevoir des instructions générales sur la survie, faire la visite d'une installation et expérimenter l'immersion dans l'eau. Le vice-amiral A.J. Fulton (retraité des Forces canadiennes) est d'accord quant à la nécessité de donner au personnel une formation complète en matière de survie. Il doute qu'il soit possible de faire passer le personnel d'une MODU à bord d'un navire de soutien au moyen de câbles, et il ajoute que, pour réussir cette opération, il faut disposer d'un équipement perfectionné et d'une grosse équipe très bien entraînée. M. Markle est d'avis que ce système n'est guère applicable aux installations de forage en mer et que celles-ci devraient plutôt rechercher l'autonomie.

M. J. Gow (*Mobil Oil Canada*) informe les participants que tous les travailleurs en haute mer de l'est du Canada suivent un cours élémentaire de survie d'une durée d'une semaine, parrainé par l'industrie et le

gouvernement. M. J. Turton (*Survival Systems Ltd.*) décrit brièvement les objectifs du programme de formation élémentaire des travailleurs en mer et il dit qu'en Nouvelle-Écosse, plus de 1 300 personnes l'ont déjà suivi. À Terre-Neuve, les travailleurs reçoivent aussi une formation spéciale dans le cadre d'un programme semblable appelé *Basic Offshore Survival Training*. Il souligne que l'industrie a pris cette initiative et qu'elle réévalue et réadapte constamment le contenu du cours. M. R. Fodchuk souligne à nouveau l'intérêt que l'industrie porte à la formation et il mentionne que les cours comprennent des essais d'immersion avec les vêtements de survie, en piscine et en pleine mer.

M. Gow remet en question l'installation des embarcations de sauvetage sur les ponts supérieurs des MODU, car il estime qu'une partie des problèmes provient de la difficulté d'accès des moyens de sauvetage. Il fait aussi remarquer qu'à son avis, la responsabilité de l'amélioration des embarcations de sauvetage devrait être assumée davantage par l'industrie maritime que par l'industrie pétrolière.

M. C. Shaar (*SeaTek Corp.*) fait observer que les fabricants ne sont pas tellement incités, à cause du système de réglementation et du marché concurrentiel, à consacrer beaucoup de temps et d'efforts à la recherche en vue de mettre au point un produit d'une qualité supérieure au minimum réglementaire. M. Fodchuk dit que l'industrie pétrolière, qui attend des fabricants une solution aux problèmes d'évacuation, est frustrée par leur manque d'esprit d'entreprise et d'initiative. M. Shaar préconise l'établissement d'un système qui encouragerait la recherche et le développement, même si les seuls grands travaux présentement en cours visent à améliorer les embarcations du type à chute libre. On devrait procéder à des essais dans les conditions réelles d'utilisation des embarcations de sauvetage à chute libre sans, pour autant, renoncer à améliorer les embarcations du type classique, qui sont aussi pratiques, du point de vue technique.

M. Turton soutient que la facilité d'entretien des embarcations est un aspect important trop souvent négligé. Il fait état du problème du contrôle de la qualité à l'étape de la fabrication, et il laisse à entendre que les organismes de réglementation ne prennent pas les mesures nécessaires pour s'assurer que les embarcations sont bien faites ou font l'objet d'un entretien approprié. Il apporte comme exemples les accessoires

inadéquats des ceintures de sécurité, les moteurs au démarrage difficile, les défauts des ancrs flottantes et la mauvaise qualité des ponts et planchers antidérapants. M. D.J. Riffe (Gulf Oil Corp.) admet avoir constaté que les embarcations avaient des défauts, souvent dus à un mauvais entretien, dans les diverses régions du monde où sa compagnie est présente. M. Turton pense aussi que les organismes de réglementation doivent s'assurer que l'équipement de secours, quelle que soit sa provenance, convient à la région où se fait le forage. Selon M. J.J.S. Daniel (Hollobone, Hibbert), il serait raisonnable d'établir des normes d'utilisation des embarcations de sauvetage en fonction des conditions présentées par les divers lieux de forage, de façon à mettre au point des moyens de sauvetage qui soient adaptés autant que possible à ces conditions.

M. Shaar est d'avis qu'on en demande trop aux organismes de réglementation, car ils n'ont pas le personnel suffisant pour exercer un contrôle aussi serré sur la fabrication, la vente, l'installation et l'entretien des installations d'embarcations de sauvetage. M. Markle dit que les règlements de la *U.S. Coast Guard* exigent un contrôle de la qualité pendant la fabrication des embarcations, mais il est difficile d'effectuer ce contrôle sans défaire le produit fini. M. Turton tient toutefois à dire que les méthodes d'inspection employées à l'étape de la fabrication laissent beaucoup à désirer, ce qui fait qu'on laisse passer trop d'équipement défectueux.

M. I. Manum (*Norwegian Maritime Directorate*) fait observer que, même s'il est nécessaire de rechercher des améliorations, les statistiques sur les accidents montrent que les embarcations couvertes en usage ont déjà contribué à sauver bien des vies. Il mentionne les accidents impliquant l'*Alexander Kielland* et le *Vinland* et il dit que, sur le *Vinland* en particulier, les embarcations sont installées de façon à s'écarter très tôt de l'installation au moment de la mise à l'eau. M. Markle souligne à nouveau l'importance d'avoir des systèmes de mise à l'eau qui permettent de garder les embarcations intactes au moment de leur déploiement car, selon lui, les embarcations doivent être intactes pour être efficaces. Il préférerait un système dont la mécanique et le fonctionnement soient simples, de façon qu'il soit plus facile à utiliser tout en exigeant moins d'entraînement.

M. Markle fait remarquer que, bien que les radeaux de sauvetage ne soient pas les

moyens d'abandon les plus utilisés, on est à mettre au point de nouveaux dispositifs de stabilisation qui les rendront plus efficaces par mauvais temps. Il ne faudrait donc pas les oublier.

Le président de la séance, M. A.J. Mooradian conclut les entretiens en disant que, pour parvenir à mettre au point des moyens de sauvetage adéquats, il faut, avant tout, établir des normes de rendement. D'après lui, l'esprit de grande collaboration qui règne entre les participants laisse croire qu'on y arrivera.



E. Klippenberg
 Directeur
 Norwegian Defence Research Institute

M. Klippenberg travaille depuis 30 ans pour cet établissement norvégien de recherche pour la défense, en sa qualité de spécialiste de la recherche opérationnelle. Au cours de cette période, il a été pendant quatre ans chef de la Division de la recherche opérationnelle au *SHAPE Air Defence Technical Centre*, à La Haye. M. Klippenberg est actuellement directeur du *Norwegian Defence Research Establishment*.

DOCUMENT G

Aperçu de la recherche opérationnelle sur un système de sauvetage en milieu océanique froid

INTRODUCTION

L'objectif du présent exposé est l'étude du système de sauvetage en tant que partie principale du programme global concernant la sécurité au large de la côte est du Canada. Aux fins du présent exposé, le système de sauvetage est défini de façon à inclure les activités du processus de sauvetage allant de l'affectation des ressources de recherche et de sauvetage jusqu'à la fin de la mission.

Les caractéristiques d'un système de sauvetage efficace sont toutefois reliées très étroitement à la nature des autres parties principales du programme global visant à prévenir les pertes de vie et les blessures dans les activités en mer. Pour la présente étude, ces autres parties principales sont la prévention des incidents, le processus d'alerte, y compris la prise de décision et la transmission de commandes d'affectation des ressources au système de sauvetage, et les mesures visant à assurer l'évacuation sans danger et la survie des victimes d'une situation d'urgence jusqu'à l'arrivée des équipes de sauvetage. Comme les ressources totales disponibles pour les mesures de sécurité ne sont pas illimitées, il faudra faire des compromis prudents entre les parties principales afin d'obtenir un système global optimum. Un examen du système de sauvetage doit donc se faire en tenant compte des autres parties principales du système total.

Le présent exposé ne vise pas à étudier ni à favoriser un système de sauvetage particulier pour les situations d'urgence en milieu océanique froid au large de la côte est du Canada. On ne disposait pas des renseignements nécessaires et on n'était pas en mesure de fournir les efforts requis pour une analyse adéquate, et les ressources canadiennes seraient évidemment beaucoup plus en mesure, par leurs qualifications et leur position, d'accomplir cette tâche. Nous visons plutôt à examiner les principaux éléments dont il faut tenir compte dans l'analyse du système de sauvetage actuel et de ses améliorations possibles en vue d'obtenir un système acceptable. Dans la discussion, je n'apporterai aucun élément vraiment nouveau ou surprenant. Le rapport canadien sur l'évaluation des opérations de recherche et de sauvetage publié en 1982 sous l'autorité du Comité du Cabinet chargé de la politique étrangère et de la défense (rapport Cross) présente une approche sensée et

adéquate de l'analyse et de la conception d'un système de recherche et de sauvetage. Plusieurs des rapports préparés pour le compte de la Commission royale semblent traiter d'autres aspects importants du système. J'espère toutefois avoir réussi à intégrer les principales considérations dans le contexte global adéquat et à démontrer comment elles agissent l'une sur l'autre et influent sur le rendement global du système. Afin de respecter le délai fixé et au risque de sembler superficiel, j'ai dû laisser tomber plusieurs facteurs et aspects dont il faudra tenir compte dans la planification du système de sauvetage futur.

Le point de départ logique pour l'examen de systèmes aussi complexes que le système de recherche et de sauvetage est de tenter d'établir les objectifs du système et les critères sur lesquels on se base pour en mesurer ou du moins en évaluer l'efficacité par rapport à ces objectifs. En deuxième lieu, j'examine rapidement, dans le présent document, les types de scénarios pouvant nécessiter le recours au système et la suite d'événements qui peuvent caractériser ces scénarios de situations d'urgence. Après avoir rappelé les principales caractéristiques du système d'évacuation et de survie sur place ainsi que du processus d'alerte et de prise de décisions jusqu'à l'affectation des éléments de sauvetage, j'examine les divers éléments du système de sauvetage, leurs caractéristiques et leur intégration dans un système de sauvetage efficace.

OBJECTIFS ET CRITÈRES

L'objectif du programme national canadien de recherche et de sauvetage (SAR) tel que recommandé dans le rapport Cross peut s'appliquer à tout programme sérieux de sécurité des activités offshore. La recommandation se lit comme suit:

Prévenir les pertes de vie et les blessures grâce à des activités d'alerte, d'intervention et d'aide en matière de recherche et de sauvetage qui utilisent les ressources publiques et privées, et en assurant la priorité aux mesures de sécurité aériennes et maritimes axées sur les propriétaires et les exploitants qui sont le plus souvent victimes des incidents SAR.

Cependant, pris au pied de la lettre, cet objectif n'est évidemment pas réalisable. Aucun programme de sécurité réel ne permettra de prévenir entièrement les pertes de vie et les blessures. Comme pour la plupart des autres systèmes ergonomiques complexes, la relation entre le degré de réalisation de l'objectif formulé de façon générale et le coût total du système (investissement + frais courants périodiques) est représen-

tée par une courbe en S comme celle de la figure 1. Dans les autres systèmes où on n'a pas à tenir compte de questions aussi délicates que le sauvetage ou la perte de vies humaines, les autorités responsables peuvent habituellement opter assez facilement pour un compromis entre le rendement du système et son coût total. Souvent, le point d'inflexion de la courbe en S est considéré comme un bon compromis. Au-dessus de ce point, l'augmentation du rendement pour chaque dollar d'augmentation du coût du système diminue. Dans le cas d'un programme de sécurité, la décision concernant un rendement suffisant est une question beaucoup plus délicate et, probablement dans la plupart des cas, on déterminera un rendement basé sur des coûts de programme totaux acceptables plutôt que de déterminer un rendement qui entraînera un certain coût pour le programme.

À la section précédente, j'ai inclus dans la définition du système de sauvetage les éléments dont la fonction est de répondre à une commande d'affectation des ressources et d'effectuer des opérations de recherche et de sauvetage. Le rendement du système exprimé en fonction des ressources totales affectées au sous-système donne une courbe en S similaire à celle du programme global. Cependant, la forme de cette courbe et sa position le long de l'axe des coûts sont étroitement reliées aux caractéristiques de chacun des autres sous-programmes principaux, soit:

- prévention des incidents
- alerte, prise de décision et affectation des ressources de sauvetage
- évacuation et survie sur place.

Les mesures de prévention, par exemple l'amélioration de la conception des MODU et des navires et le perfectionnement de l'équipage, permettront évidemment de réduire les risques d'incidents. Du point de vue d'un système de sauvetage, un élément qui est peut-être encore plus important est le degré suivant lequel de telles mesures permettraient de détecter rapidement une situation d'urgence à son début et ralentirait la transformation d'une situation d'urgence naissante en une crise mettant immédiatement des vies en danger ou forçant l'abandon de l'unité de forage ou du navire (figure 2). On disposerait alors de plus de temps pour mener les opérations de sauvetage, et la pression du temps qui entraîne une montée des coûts serait réduite.

De même, les mesures visant à assurer l'évacuation sans danger et ordonnée du personnel d'une unité de forage ou d'un navire en cas d'abandon forcé et les mesures visant à prolonger la période de survie critique après l'abandon permettraient d'augmenter encore le temps disponible

pour les opérations de sauvetage et de réduire la pression exercée sur le système (figure 3).

Du point de vue du sous-système de sauvetage, une partie du temps total (B-D dans la figure 3) disponible pour le sauvetage est cependant utilisée pour le processus de commandement et de contrôle qui comprend l'alerte du système de contrôle de sauvetage, la prise de décision dans ce système et l'affectation des navires et des avions de sauvetage. La réduction de ce temps par une délégation adéquate de responsabilité et l'utilisation de moyens de communications fiables laisse encore plus de temps pour réaliser la mission de sauvetage (figure 4).

Du strict point de vue du système de sauvetage, tous les efforts visant à améliorer les autres sous-systèmes du programme de sécurité sont grandement souhaitables car ils permettent de réduire les pressions exercées sur le système de sauvetage. Du point de vue de l'efficacité globale des coûts, les efforts consacrés aux quatre sous-programmes doivent évidemment être équilibrés de façon que chaque dollar additionnel affecté à un des sous-programmes produise une même augmentation du rendement global du système.

Étant donné la nature critique du facteur temps et le fait que le temps disponible pour le sauvetage est fonction des autres sous-programmes, une façon commode d'exprimer le rendement du système de sauvetage serait de représenter la fraction de naufragés sauvés en fonction du temps. La forme de la courbe représentant cette fraction en fonction du temps variera bien sûr d'un type de scénario à un autre. Lorsque les incidents sont graves et que les conditions de sauvetage sont difficiles, la courbe aura encore, en première et très grossière approximation, une forme en S (figure 5). Un examen plus attentif révélera sans doute que la forme de la courbe est plus complexe et qu'elle dépend des caractéristiques de sauvetage des sous-éléments qui composent le système de sauvetage. Il demeure néanmoins vrai qu'il faut un certain temps avant que les plates-formes de sauvetage arrivent sur les lieux et que le sauvetage puisse commencer. À mesure que le sauvetage s'effectue, la courbe s'élève avec une certaine pente, mais l'opération de sauvetage prend un certain temps et les naufragés peuvent alors se disperser sur une surface de plus en plus grande. Les recherches additionnelles en vue de repérer les naufragés peuvent par conséquent ralentir l'opération de sauvetage et alors la pente de la courbe diminue.

Comme on le mentionnait précédemment, la relation entre le temps et la fraction de naufragés sauvés dépendra bien sûr du type

d'incident et de l'endroit où il se produit. Un système de sauvetage donné n'aura pas le même rendement pour un incident touchant une MODU logeant un grand nombre de personnes que pour un incident touchant un ravitailleur. Pour évaluer un système de sauvetage, il faudra par conséquent établir la relation du temps en fonction de la fraction de naufragés sauvés pour un nombre restreint de scénarios différents. À cette fin, la simulation sur ordinateur du système de sauvetage et de son application sera un outil commode. Lorsque le système ne donne pas le rendement requis dans un ou plusieurs des scénarios, on peut essayer de modifier le système de sauvetage par simulation jusqu'à ce qu'il soit acceptable.

SCÉNARIOS D'INCIDENTS

Les auteurs du rapport sur la recherche et le sauvetage demandé par la Commission royale proposent de considérer cinq types d'incidents ou situations d'urgence dans l'évaluation du système de sauvetage (tableau 1). Cet ensemble d'incidents constitue probablement une représentation adéquate et pratique de la gamme de situations d'urgence pouvant nécessiter le recours à un système de sauvetage. Compte tenu de la production future de pétrole, il est toutefois possible que des plates-formes fixes de production soient utilisées dans certaines zones au large de la côte est du Canada. Pour des raisons économiques, elles pourraient être de très grandes dimensions et loger, particulièrement pendant la phase d'installation et de mise en exploitation, quelques centaines de personnes au lieu de 50 à 100 comme une unité mobile. En ajustant le nombre de personnes, on pourrait utiliser les exemples du tableau 1 applicable à une unité mobile pour représenter des situations d'urgence touchant une plate-forme fixe de production.

L'évacuation prévue d'une MODU pourrait résulter de la prévision d'une forte tempête, de l'accumulation de glace ou d'autres facteurs. L'évacuation avec avertissement limité pourrait se produire lorsque l'évacuation prévue n'est pas réussie ou lorsque l'accumulation de glace a passé inaperçue, ou en raison d'une perte de stabilité ou d'autres facteurs. Une défaillance importante de la structure, une éruption accompagnée d'un incendie ou toute autre catastrophe pourraient nécessiter une évacuation immédiate.

Le ravitailleur ou navire de soutien est exposé en mer aux mêmes dangers que les autres navires. Cependant, étant donné son rôle, il doit faire face à des problèmes additionnels, par exemple le transfert de marchandises lourdes en mer, l'exécution de

manoeuvres à une très faible distance de l'unité mobile de forage et le déplacement de chargements en pontée ainsi que le ballastage en mer.

Les dangers auxquels sont exposés les hélicoptères sont principalement l'écrasement au moment de l'atterrissage sur une MODU ou un navire et l'écrasement ou l'amerrissage forcé en cours de route. En cas d'écrasement ou d'amerrissage forcé en cours de route, l'hélicoptère sera probablement renversé avant que les survivants puissent être évacués.

Les incidents peuvent survenir dans n'importe quelles conditions météorologiques, le jour ou la nuit. D'après les maigres données statistiques disponibles de l'autre côté de l'océan Atlantique au sujet des conditions météorologiques au large de la côte est du Canada, il pourrait être impossible, en raison de la visibilité limitée et du plafond bas, d'utiliser les hélicoptères pendant une période allant de 10 jusqu'à peut-être 100 heures chaque mois, selon l'endroit et la période de l'année. Le givrage peut aussi empêcher l'emploi d'hélicoptères pendant un certain nombre d'heures. En raison des conditions météorologiques, les hélicoptères doivent voler aux instruments pendant environ 70 % de l'année. Pour ces raisons, le rayon d'action efficace des hélicoptères est considérablement réduit.

La glace de mer et les icebergs sont aussi des facteurs dont il faut tenir compte, et en raison de la basse température de l'eau de mer, le temps dont on dispose pour sauver les personnes se trouvant dans l'eau ou dans des radeaux de sauvetage est très critique. D'après le rapport Cross, le temps de survie des personnes isolées dans l'eau sans matériel de protection est de 15 minutes à une heure pendant neuf mois de l'année. Pour des personnes blessées, ce temps peut être plus court. Cependant, de bonnes tenues d'immersion peuvent permettre de multiplier ces temps par un facteur de 10, alors que les tenues de survie des hélicoptères actuels donnent un facteur de multiplication de 2 environ. Enfin, les naufrages peuvent se produire n'importe où dans les vastes zones au large de la côte est du Canada, où l'industrie offshore est active (figure 6).

LE SYSTÈME DE SAUVETAGE

Description des éléments du système

Pour le genre d'opérations de sauvetage que peut nécessiter l'activité industrielle au large de la côte est du Canada, deux types de plates-formes de sauvetage semblent être d'une importance primordiale: les navires et les hélicoptères. Le rôle principal des

avions à voilure fixe dans un milieu aussi hostile semble être la recherche dans le cas où on n'est pas certain du lieu du naufrage ou de l'endroit où se trouvent les naufragés.

Du point de vue du sauvetage, les hélicoptères et les navires ont des caractéristiques très différentes. Un examen rapide du tableau chronologique linéaire pour les opérations de sauvetage effectuées par hélicoptères et navires peut donc être utile (figure 7). Dans la présente étude, nous ne cherchons pas à examiner la différence entre les ressources de recherche et de sauvetage nationales et les ressources industrielles ou commerciales qui pourraient être utilisées, mais plutôt à faire ressortir les caractéristiques générales des deux types principaux de plates-forme de sauvetage.

Hélicoptères

Le temps de réaction pour un hélicoptère au sol ou sur un hélipont en mer est la période comprise entre la réception de l'ordre d'affectation de la ressource (R et R' à la figure 4) et le décollage. Cette période couvre le temps requis pour rassembler l'équipage et le renseigner sur le naufrage, élaborer un plan de vol et ravitailler l'hélicoptère. Pour les hélicoptères du programme SAR canadien, le temps de réaction maximum est d'une demi-heure pendant les heures de travail et de 2 heures en dehors de ces heures. Le temps de réaction effectif pour un hélicoptère en vol est fonction du carburant restant et du nombre de passagers ou de la charge transportés. Normalement, les hélicoptères industriels sont assez chargés et il faut les décharger à terre, sur une MODU ou sur un navire équipé d'un hélipont avant que l'appareil puisse être utilisé pour une mission de sauvetage.

Il peut aussi être nécessaire de ravitailler l'appareil. Les mêmes considérations s'appliqueront probablement aux hélicoptères du programme SAR national, sauf peut-être lorsqu'ils sont en mission d'entraînement. Un hélicoptère se trouvant sur une MODU aura probablement le plus court temps de réaction, peut-être de 10 à 15 minutes. En somme, le temps de réaction peut varier de 10 minutes à 2 à 4 heures, selon les circonstances.

Normalement, la vitesse des hélicoptères est de l'ordre de 115 à 135 noeuds ou milles marins à l'heure. La distance entre Sidney et le secteur de l'île de Sable de même qu'entre Saint-Jean et Hibernia est d'environ 160 milles marins, et il faut environ une heure et demie pour la parcourir (voir les figures 8 et 9, qui proviennent du rapport sur le sauvetage). Pour se rendre aux endroits plus éloignés en conditions de vol aux instruments, il faut de deux heures et demie à trois heures, car un ravitaillement

est requis, par exemple à Hibernia. Avec des vents de face, les temps de déplacement peuvent être beaucoup plus longs. Dans les secteurs plus au nord, la distance entre le point d'activité en mer et la base terrestre la plus proche peut être plus grande et le temps de déplacement est par conséquent plus grand.

En supposant que les hélicoptères de transport communiquent leur position tous les 30 milles marins, que les ravitailleurs et les autres navires industriels communiquent leur position toutes les quatre heures ou qu'ils donnent au moins leur temps et leur point de départ ainsi que leur point de destination, et que le système de contrôle de sauvetage maintient des données suffisamment à jour, il est possible de connaître le lieu du naufrage avec une précision assez grande pour qu'un hélicoptère puisse le repérer sans perdre beaucoup de temps. Il faut pour cela qu'il y ait une émission radio provenant du navire ou de l'unité de forage en détresse ou encore d'émetteurs flottants afin de permettre à l'hélicoptère d'utiliser son radiogoniomètre pour se diriger vers le lieu du naufrage.

Cependant, lorsqu'ils ont dû abandonner le navire ou la MODU avant l'arrivée de l'hélicoptère, les naufragés, dans des conditions favorables, seront dans des canots de sauvetage couverts ou, dans des conditions moins propices, dans des radeaux de sauvetage ou même à l'eau.

Après l'écrasement ou l'amerrissage forcé d'un hélicoptère, les survivants seront également dans l'eau, peut-être sur des radeaux de sauvetage. Selon le temps écoulé depuis l'abandon, le vent, l'état de la mer et les courants, les canots de sauvetage et les survivants qui se trouvent dans l'eau peuvent avoir dérivés sur une distance considérable: une dérive de deux ou trois milles marins par heure n'est pas impossible. Même dans une telle situation, le repérage de canots de sauvetage couverts munis de radiophares de détresse ne devrait pas constituer un grave problème. Les personnes se trouvant dans l'eau peuvent être dispersées sur une surface relativement grande et, sauf dans des bonnes conditions de luminosité et de visibilité, la recherche peut demander beaucoup de temps. Avec un vent de 15 noeuds et une hauteur de houle de 3 à 4 pieds seulement, la distance efficace de repérage des personnes se trouvant dans l'eau, en plein jour, peut être limitée à quelques centaines de pieds. Les tenues de survie devraient donc être faites d'un matériel très fluorescent donnant un bon contraste avec l'eau et être munies de feux. D'après les essais effectués par l'*U.S. Coast Guard*, il semble que des tenues de survie munies de feux à éclats permettent d'augmenter la distance effective de repérage de plusieurs milles

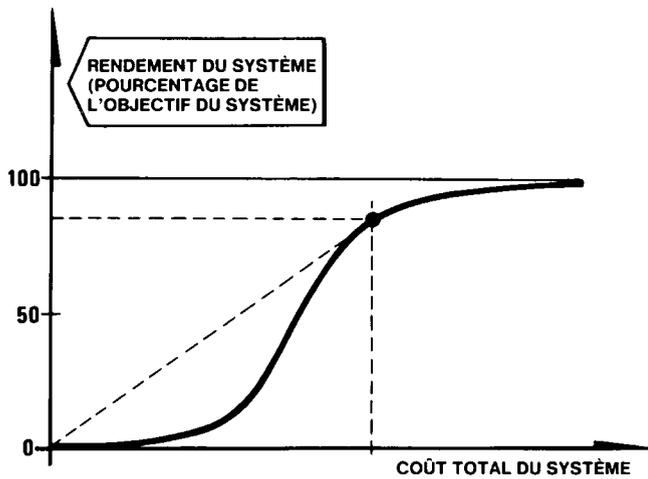


FIGURE 1 Relation entre le rendement du système et son coût total

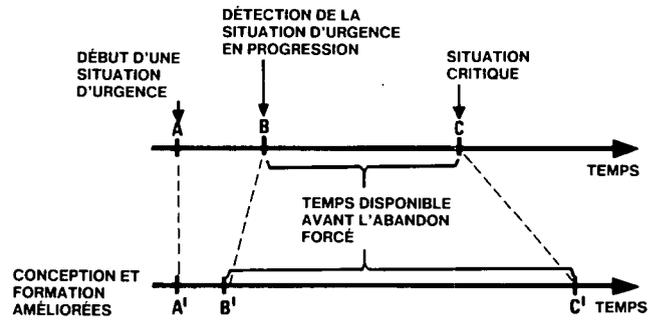


FIGURE 2 Effet de l'amélioration de la conception et de la formation sur le système de sauvetage

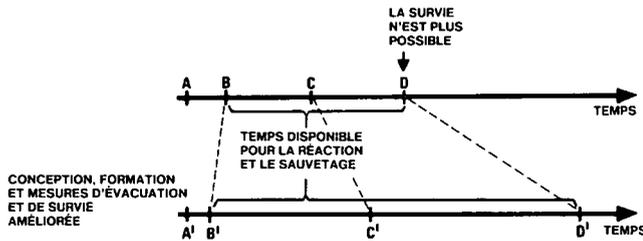


FIGURE 3 Effet de l'amélioration de la conception, de la formation et des mesures d'évacuation et de survie sur le système de sauvetage

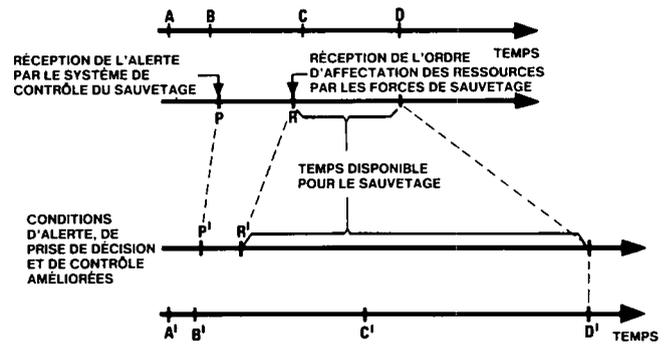


FIGURE 4 Effet de l'amélioration des conditions d'alerte, de contrôle et d'affectation des ressources sur le système de sauvetage

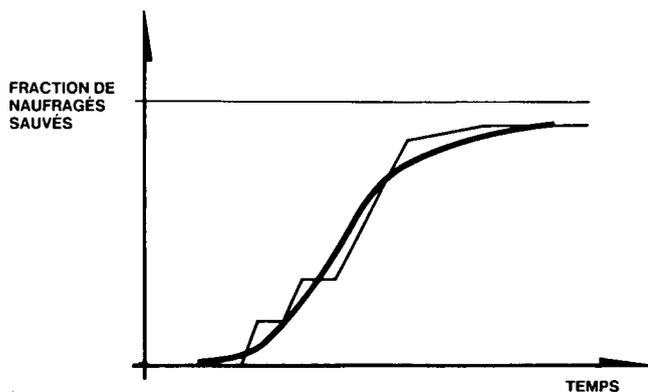


FIGURE 5 Critère d'efficacité du système de sauvetage

	PERSONNES TOUCHÉES	TEMPS POUR L'ÉVACUATION	REMARQUES
MODU - ÉVACUATION PRÉVUE	50-100	12-18 h	TRANSFERT À SEC VERS UN AUTRE NAVIRE OU UN CANOT DE SAUVETAGE
MODU - ÉVACUATION AVEC ALERTE LIMITÉE	50-100	1-2 h	COMME CI-DESSUS, PROBABLEMENT QUELQUES NAUFRAGÉS À BORD DE RADEAUX DE SAUVETAGE SUR L'EAU, PORTANT DES TENUES DE SURVIE
MODU - ÉVACUATION IMMÉDIATE	50-100	Quelques minutes	PROBABLEMENT UN GRAND NOMBRE DE NAUFRAGÉS DANS L'EAU, AVEC OU SANS TENUES DE SURVIE
RAVITAILLEUR	12-16	Quelques minutes - 1 h	LA PLUPART DES NAUFRAGÉS DANS DES CANOTS ET DES RADEAUX DE SAUVETAGE, PROBABLEMENT QUELQUES-UNS DANS L'EAU, PORTANT PROBABLEMENT TOUS DES TENUES DE SURVIE
HÉLICOPTÈRE	JUSQU'À 20		LA MAJORITÉ DES NAUFRAGÉS DANS L'EAU, AVEC DES TENUES D'IMMERSION

TABLEAU 1 Types d'incendies

marins et augmentent considérablement les chances de repérer les personnes se trouvant dans l'eau, dans des conditions de visibilité raisonnable. Pour permettre le repérage des personnes dans de moins bonnes conditions de visibilité, il semble très souhaitable de mettre au point un répondeur radio pour tenue de survie.

Après avoir repéré l'objet recherché, les hélicoptères de recherche n'ont besoin que de quelques minutes pour se poser sur un héliport ou se placer dans la bonne position de vol stationnaire et déployer le matériel de sauvetage. Lorsqu'un hélicoptère peut se poser sur un héliport, il suffit de quelques minutes pour faire monter les naufragés, mais plus de temps s'il faut les hisser sur des brancards.

Dans la plupart des conditions, il semble que la méthode la plus sûre pour sauver les naufragés se trouvant dans l'eau et sur des radeaux de sauvetage consiste à faire descendre un homme de l'hélicoptère à l'aide d'un treuil. Le sauveteur peut alors aider les naufragés à se placer dans un collier de cheval pour qu'ils puissent être hissés à bord de l'hélicoptère un à la fois. Lorsqu'on dispose d'un bon treuil hydraulique pouvant fonctionner de façon continue et que les naufragés ne sont pas trop dispersés dans l'eau, le sauvetage de 15 personnes peut prendre de 30 à 40 minutes. Cependant, lorsque les personnes sont dispersées dans l'eau et qu'il faut faire des opérations de recherche pour repérer des naufragés isolés, le sauvetage prend beaucoup plus de temps. Le temps de déplacement nécessaire pour l'évacuation dépend évidemment de la distance entre le lieu du naufrage et la MODU, le navire ou la base terrestre le plus près où il est possible de mettre les naufragés à l'abri.

Aux fins de la présente discussion, les figures 8, 9 et 10 permettent de résumer les caractéristiques d'un hélicoptère bien équipé pour le sauvetage. Les figures 8 et 9 montrent le rayon d'action maximal de deux hélicoptères offshore ordinaires, dans des conditions de vol aux instruments, qui s'appliquent, dans la région considérée, environ 70 % du temps. Ce rayon d'action est basé sur une période de recherche et d'assistance de 30 minutes seulement dans la zone d'urgence. Il est impossible d'utiliser les hélicoptères, surtout en raison du plafond bas et de la faible visibilité, pendant 10 à 100 heures au cours de chaque mois, selon l'endroit et la période de l'année. Selon la distance entre le lieu du naufrage et l'héliport et en supposant un système d'alerte, de prise de décision et d'affectation des ressources presque parfait, un hélicoptère basé à terre peut prendre jusqu'à trois à cinq heures pour se rendre sur les lieux du naufrage (figure 10). Un hélicoptère

se trouvant sur un héliport ou se déplaçant dans la zone d'activités en mer pourrait, dans de nombreux cas, s'y rendre beaucoup plus rapidement. Dans des conditions favorables, il pourrait recueillir rapidement sa pleine charge de naufragés, bien que celle-ci soit relativement petite. Dans des conditions moins favorables, les opérations de recherche et d'embarquement pourraient prendre beaucoup plus de temps et en raison des limites de carburant, il pourrait être impossible d'embarquer une pleine charge. Le temps requis avant que l'hélicoptère revienne poursuivre l'opération de sauvetage est plus ou moins long selon qu'il existe ou non, à proximité du lieu de naufrage, des navires et des MODU munis d'un héliport où il est possible de débarquer les survivants et de ravitailler l'hélicoptère. La capacité d'un hélicoptère est de 12 à 20 passagers, suivant le type. Cet appareil convient bien dans le cas d'incidents touchant des ravitailleurs. Dans le cas d'un incident touchant un hélicoptère, il se peut qu'un seul hélicoptère de sauvetage n'ait pas une capacité suffisante. Dans le cas d'un incident touchant une MODU, il est probable qu'un seul hélicoptère n'ait pas la capacité suffisante, à moins que l'évacuation ait été prévue et qu'on dispose de nombreuses heures pour effectuer l'opération et qu'il y ait, à proximité, une autre MODU ou un navire muni d'un héliport pouvant recevoir les naufragés.

Navires

Les principales caractéristiques des navires et des plates-formes de sauvetage sont leur faible vitesse et leur capacité d'accueillir un grand nombre de survivants une fois qu'ils sont sur les lieux du naufrage. La vitesse effective de la plupart des navires circulant dans le secteur se trouve comprise entre 10 et 15 noeuds. Dans des conditions météorologiques raisonnables, le déplacement entre Saint-Jean et Hibernia peut prendre de 11 à 16 heures. Le temps de réaction additionnel peut varier entre 30 minutes et quelques heures. Les navires se trouvant dans un port ne sont par conséquent pas d'un très grand secours pour les opérations de sauvetage, à moins que le naufrage se soit produit pas trop loin du port ou que la situation ne s'aggrave pas rapidement.

Par contre, un navire en route aurait un temps de réaction très court et le temps de déplacement des navires circulant dans la zone de l'activité offshore serait également court. En cas d'incident sur une MODU, un navire de réserve adéquat placé à la distance requise, c'est-à-dire à moins d'un mille marin, pourrait en quelques minutes venir en aide aux personnes abandonnant

l'unité de forage. Dans des conditions favorables, cette opération pourrait consister en un transfert à sec effectué au moyen d'une des grues de l'unité de forage. Dans des conditions moins favorables, le navire de réserve porterait assistance aux canots de sauvetage et récupérerait les personnes se trouvant à bord de radeaux de sauvetage ou dans l'eau. Le navire de réserve mettrait à l'eau une ou deux embarcations de sauvetage rapides afin d'accélérer la récupération des personnes se trouvant dans des radeaux ou dans l'eau ainsi que l'embarquement sur le navire. Ces embarcations de sauvetage peuvent être utilisées dans la plupart des conditions et elles sont très rapides (25 noeuds). Normalement, elles peuvent être mises à l'eau en moins de quelques minutes et peuvent atteindre très rapidement les canots de sauvetage et les personnes repérées. Lorsqu'il y a un grand nombre de personnes dans l'eau, l'opération de sauvetage peut cependant prendre beaucoup de temps, et les personnes ainsi que les radeaux de sauvetage peuvent dériver et se disperser sur une surface de plus en plus grande. À moins que la mer soit relativement calme et que les conditions d'éclairage et de visibilité soient bonnes, le temps requis pour repérer les survivants peut alors être beaucoup plus long et l'opération de sauvetage est par conséquent ralentie. Des tenues de survie faites d'un matériel fluorescent et munies de réflecteurs, de feux à éclats, ou encore mieux d'un répondeur radio, permettraient d'accélérer grandement l'opération. Malheureusement, on n'a pu trouver aucune donnée permettant de quantifier l'opération de sauvetage réalisée à l'aide de navires et d'embarcations de sauvetage rapides (ESR). Lorsque la mer est relativement calme et que les naufragés ne sont pas trop dispersés, une ESR et un navire permettraient probablement de récupérer les personnes se trouvant dans l'eau ou à bord de radeaux de sauvetage presque aussi rapidement qu'un hélicoptère. Par mer agitée, cependant, le navire et l'ESR auront probablement plus de difficultés à repérer les naufragés étant donné que leur matériel de recherche se trouve en position moins élevée par rapport à la surface de l'eau.

Dans le cas d'un incident impliquant un ravitailleur ou un hélicoptère à une distance relativement faible d'un ravitailleur ou d'un navire de réserve, ce dernier peut se mettre en route quelques minutes après avoir reçu l'ordre d'affectation. En une heure et demie, le navire peut parcourir environ 20 milles marins et son embarcation de sauvetage rapide peut en parcourir environ 35. Pour de telles distances, les navires peuvent se rendre sur les lieux du naufrage presque aussi rapidement que les hélicoptères se trouvant sur une MODU dans le secteur. En suppo-

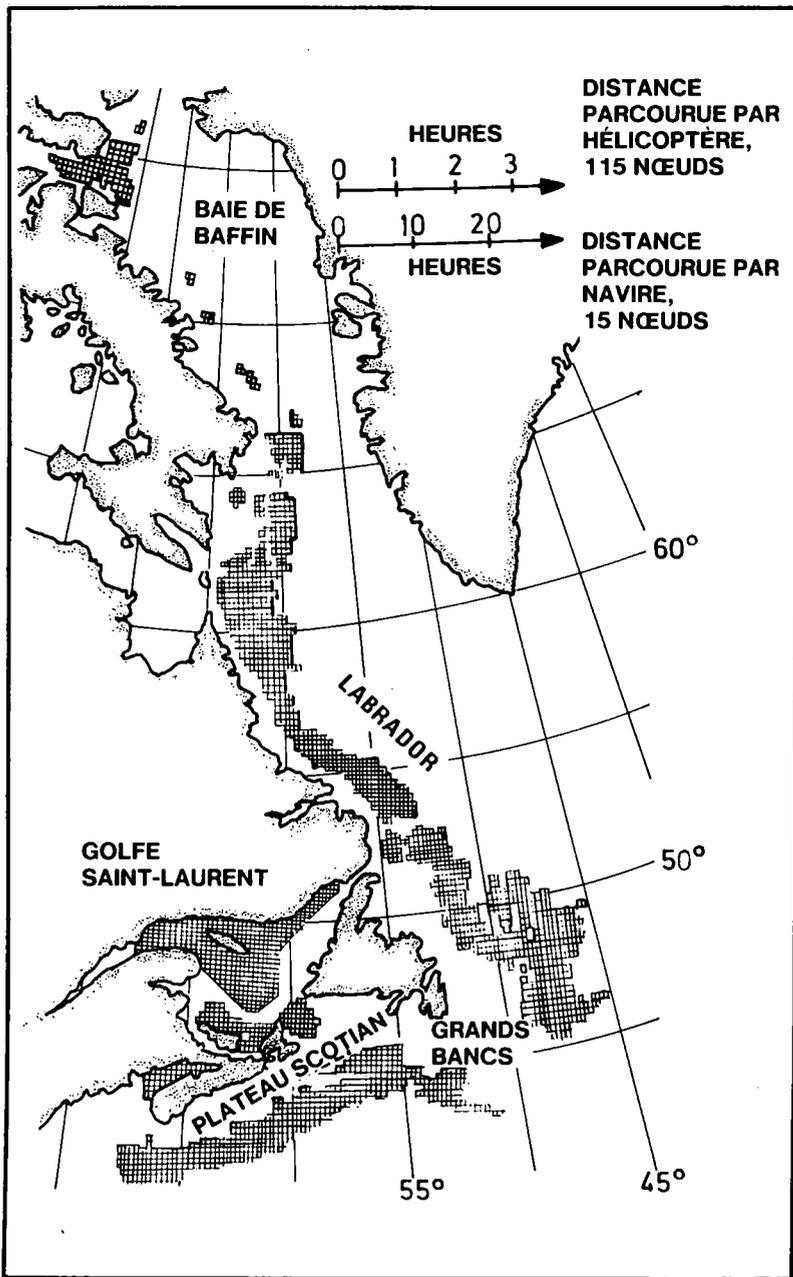
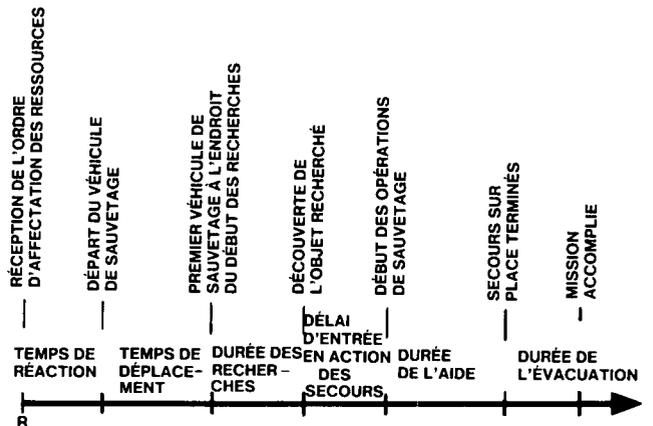


FIGURE 6 Zones de concession pour l'exploration de pétrole et de gaz.

FIGURE 7 Tableau chronologique linéaire de l'opération de sauvetage



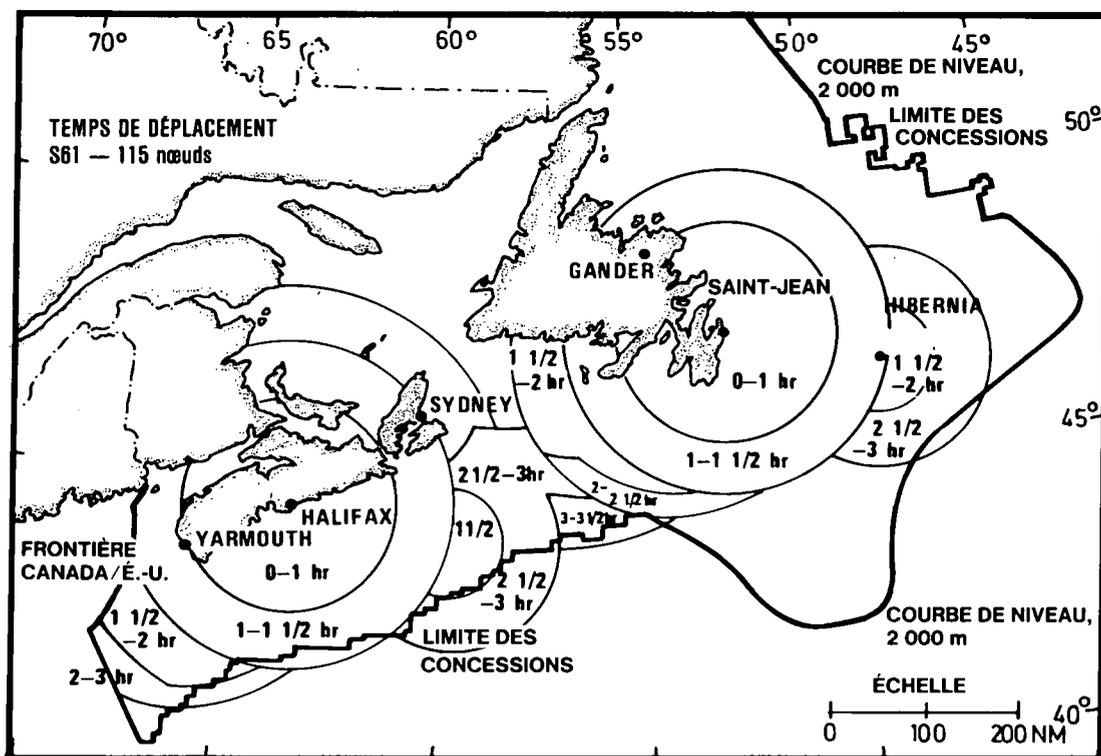


FIGURE 8 Temps de déplacement - S61 - 115 noeuds

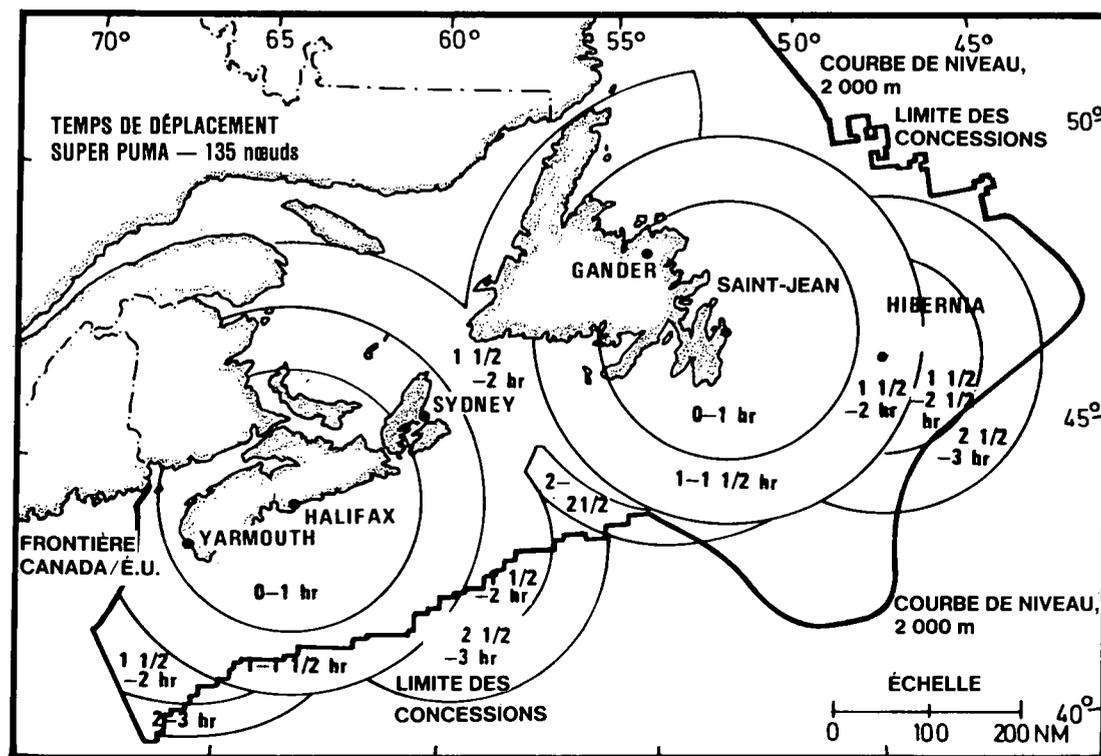


FIGURE 9 Temps de déplacement - SUPER PUMA - 135 noeuds

sant des délais moyens dans le système d'alerte et d'affectation des ressources, et l'utilisation de radiophares de détresse flottants, la recherche du lieu du naufrage ne devrait pas prendre beaucoup de temps. Cependant, la recherche des radeaux de sauvetage et des personnes se trouvant dans l'eau pourrait être difficile, comme on l'a déjà mentionné.

Les figures 11 et 12 résument les caractéristiques de sauvetage d'un navire de réserve ou d'un ravitailleur bien équipé. La figure 11 montre la zone à l'intérieur de laquelle un navire de réserve et son ESR situés à Hibernia peuvent, en moins d'une heure et demie, atteindre les lieux d'un naufrage. La figure montre également le rayon d'action correspondant d'un ravitailleur se déplaçant entre Saint-Jean et Hibernia. Dans le cas du naufrage d'une MODU, le navire de réserve et son ESR peuvent commencer rapidement les opérations d'assistance et de sauvetage, et dans des conditions assez bonnes, ils peuvent embarquer les survivants à peu près au même rythme qu'un hélicoptère en position de vol stationnaire peut les hisser à bord. Dans des conditions plus difficiles, lorsque les naufragés sont dispersés sur une surface de plus en plus grande, la recherche peut, comme dans le cas où on utilise des hélicoptères, ralentir le sauvetage de façon appréciable.

Un navire a cependant une capacité beaucoup plus grande qu'un hélicoptère et devrait pouvoir embarquer l'équipage complet d'une MODU. Contrairement au sauvetage par hélicoptère, le sauvetage par navire n'est pas limité complètement lorsque la visibilité est mauvaise et que le plafond est bas. Évidemment, une très mauvaise visibilité et des conditions météorologiques très difficiles ralentissent le sauvetage.

Considérations relatives au système de sauvetage

Après avoir examiné rapidement les principaux éléments du système de sauvetage et leurs caractéristiques, nous allons traiter des principales considérations relatives au système de sauvetage.

Aucune mesure de prévention, de sécurité et d'évacuation ne permet d'être absolument certain que personne ne se retrouvera un jour sur un radeau de sauvetage ou dans l'eau par suite d'une situation de détresse. Dans les conditions rigoureuses qui existent au large de la côte est du Canada, le temps de survie en l'absence de matériel de protection additionnel est si court que tous les systèmes de sauvetage ne peuvent avoir qu'un degré d'efficacité très modeste. Bien qu'il y ait encore place pour des améliorations souhaitables des tenues de survie, la distribution de ces tenues à chaque personne participant à des activités en mer

modifierait radicalement la situation et permettrait d'aboutir à un système de sauvetage assez efficace. À 450 \$ (canadiens) la tenue, équiper tout le personnel d'une MODU coûterait moins de 50 000 \$, ce qui représente un coût inférieur à la moitié des coûts journaliers d'exploitation d'une MODU de deuxième génération.

Compte tenu des distances entre les bases terrestres et les endroits où sont effectuées les opérations de forage offshore et de la nature critique du temps dans un grand nombre de situations de détresse imaginables, il semble qu'un système de sauvetage fiable doive dans une grande mesure être basé sur l'utilisation de plates-formes de sauvetage situées à proximité.

Compte tenu du nombre de personnes touchées par un incident se produisant sur une MODU ou une plate-forme de production et du fait que les conditions météorologiques rendent impossible l'utilisation des hélicoptères pendant quelque 10 à 100 heures par mois, la présence, à proximité de chaque MODU ou plate-forme, d'un navire de réserve bien équipé avec un équipage adéquatement formé semble être un élément essentiel d'un système de sauvetage. L'efficacité du navire de réserve est très étroitement reliée aux facteurs suivants: manoeuvrabilité et stabilité du navire, moyens de communication et aides à la navigation adéquats, moyens de repérage des radeaux de sauvetage et des personnes se trouvant dans l'eau, franc-bord adéquat et zone de sauvetage bien conçue et bien équipée au milieu du navire, au moins une ESR et le meilleur matériel pour la mettre à l'eau et la récupérer, et une aire dégagée assez grande pour recevoir les personnes débarquant d'un hélicoptère ou transférées à l'aide d'une grue de l'unité de forage. Le coût d'exploitation journalier d'un tel navire dans la mer de Norvège est d'environ 20 000 \$, alors que le coût d'exploitation journalier d'une MODU de deuxième génération est d'environ 100 000 \$.

Un autre élément d'importance capitale semble être l'installation d'équipement sur les ravitailleurs et la formation de leur équipage en vue de leur permettre d'intervenir principalement dans les situations de détresse touchant un autre navire ou un hélicoptère. Si les hélicoptères et les ravitailleurs suivaient approximativement les mêmes voies, ces ravitailleurs bien équipés et ayant un personnel bien entraîné offriraient des possibilités de sauvetage appréciables dans des secteurs que les autres véhicules de sauvetage ne peuvent atteindre aussi rapidement. Idéalement, le ravitailleur devrait avoir le même matériel de sauvetage, y compris une ESR, que les navires de réserve, mais il ne peut évidemment pas avoir la même capacité d'hébergement. Le

coût additionnel d'exploitation d'un ravitailleur ainsi équipé, avec son personnel entraîné, ne serait pas beaucoup plus élevé que le coût normal d'exploitation d'un ravitailleur bien équipé (25 000 à 35 000 \$ par jour).

Sous de nombreux aspects, les hélicoptères ont des caractéristiques de sauvetage complémentaires à celles des navires. Ils conviennent bien pour récupérer les personnes sur les MODU et les navires, même dans des conditions très difficiles. Lorsqu'un sauveteur est descendu à l'aide d'un treuil, il est possible de hisser les personnes se trouvant sur des radeaux ou dans l'eau, dans des conditions très difficiles. Sur ces distances inférieures à leur autonomie, ils se déplacent plus rapidement et sont aussi plus efficaces pour la recherche des radeaux de sauvetage et des personnes se trouvant dans l'eau. Cependant, le nombre de personnes qu'ils peuvent transporter est quelque peu limité. Bien que leur utilisation soit dans une certaine mesure limitée par les conditions météorologiques, ils semblent être des éléments essentiels d'un système de sauvetage équilibré.

Cependant, il semble fortement souhaitable d'avoir dans le système de sauvetage des hélicoptères ayant un temps de réaction plus court que les hélicoptères de sauvetage basés à terre. Avec l'activité grandissante au large de la côte est du Canada, on pourrait probablement répondre de plus en plus à cette attente en procédant de la même façon que dans la mer de Norvège, c'est-à-dire en affectant au besoin des hélicoptères de transport à des missions de sauvetage. Les treuils des hélicoptères de transport sont conservés à la base terrestre et sur la MODU, et au moins un membre de chaque équipage de la MODU a reçu une formation de sauveteur et est prêt à se joindre à l'équipage de l'hélicoptère. De cette façon, les hélicoptères industriels peuvent être convertis rapidement et à un coût modeste en hélicoptère de sauvetage. Des ententes entre les exploitants du secteur, en matière de normalisation du matériel de sauvetage, de formation, de coordination et de soutien mutuel dans les situations d'urgence, permettraient d'ajouter au système de sauvetage une possibilité d'utilisation d'hélicoptères avec une souplesse raisonnable et à un coût pas trop élevé.

Bien qu'elle soit imposante et puissante, l'organisation SAR canadienne actuelle ne semble pas en mesure d'intervenir dans un grand nombre des situations d'urgence imaginables en mer. Les véhicules de sauvetage sont en nombre limité, et ils sont gardés dans des bases à partir desquelles ils peuvent également intervenir dans les nombreux incidents survenant ailleurs qu'en haute mer. Du point de vue de l'économie

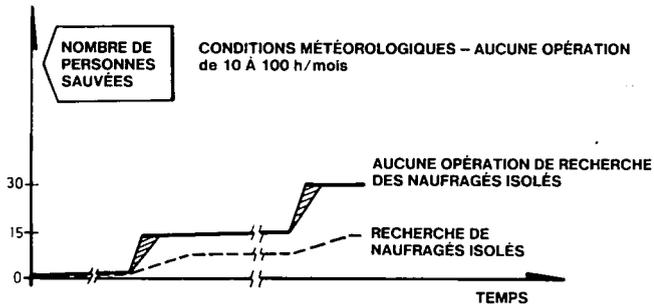


FIGURE 10 Caractéristiques de sauvetage des hélicoptères

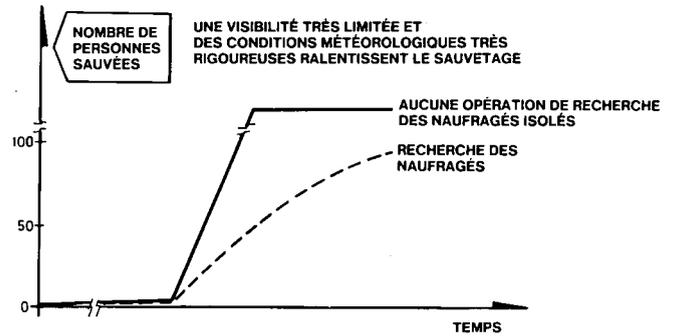


FIGURE 11 Caractéristiques de sauvetage des navires

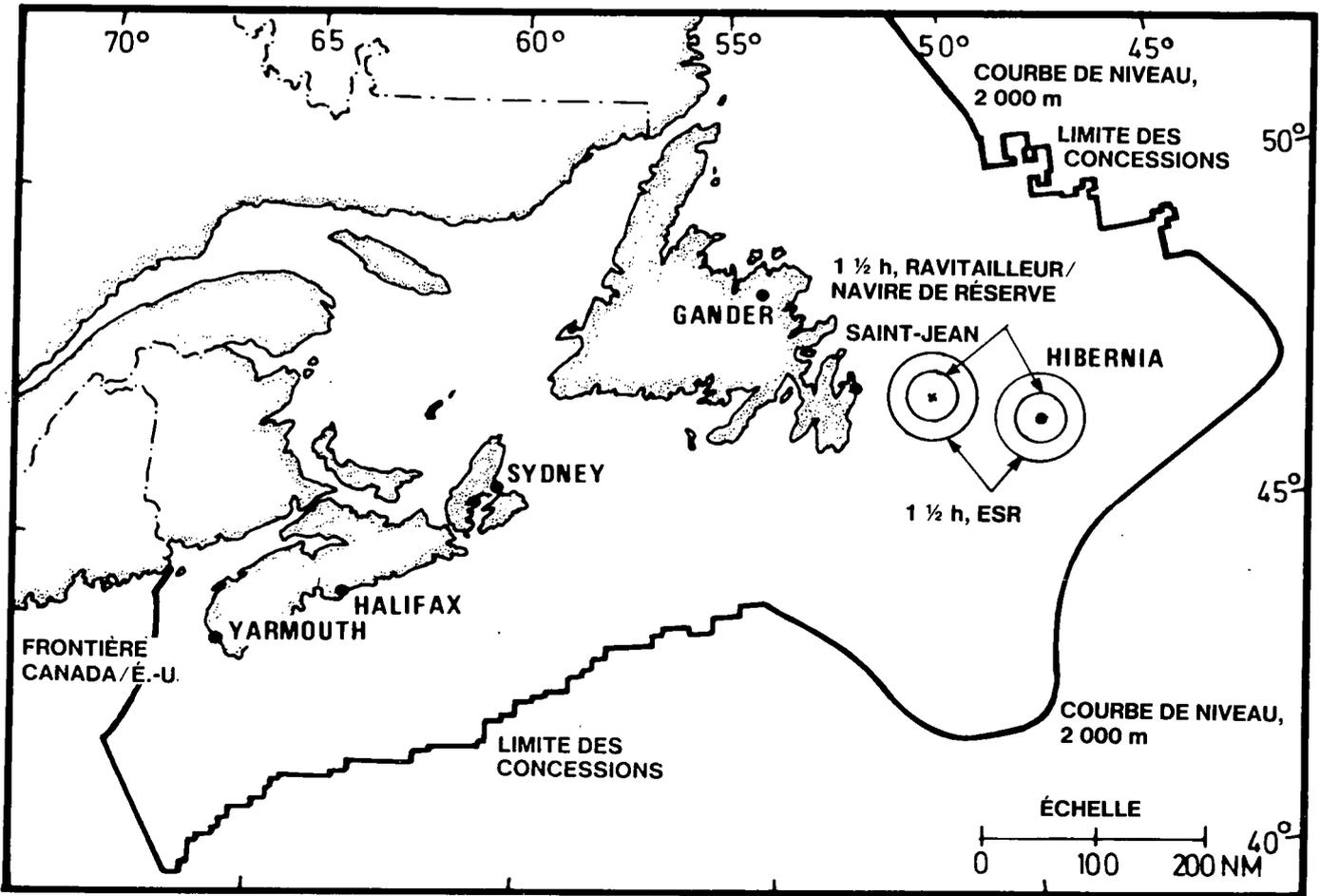


FIGURE 12 Temps de déplacement du navire de réserve/ravitailleur et de l'embarcation de sauvetage rapide (ESR)

nationale globale, l'utilisation maximale des hélicoptères, des navires, des moyens de communication et des systèmes de soutien déjà disponibles dans l'industrie offshore permettrait probablement une plus grande capacité de sauvetage à un coût moins élevé. Quant à déterminer qui des exploitants ou de l'État assumera les coûts additionnels résultant de cette exploitation des ressources offshore, cela est bien sûr une question de politique et l'objet de négociations ardues.

Bien que d'autres aient traité du système de commandement et de contrôle, une remarque au sujet des principes de contrôle peut être utile. Comme le temps risque de devenir un facteur critique dans de nombreuses situations d'urgence, il semble très souhaitable de déléguer à une MODU ou un navire à proximité du lieu de l'incident la responsabilité de la mise en marche et de l'exécution des opérations de sauvetage. Cette façon de procéder préviendrait les retards dans les communications, l'interprétation et la prise de décisions au niveau des autorités supérieures plus éloignées. Bien sûr, les autorités supérieures devraient être aussi bien renseignées que possible afin qu'elles soient prêtes à prendre la situation en charge au besoin. La Norvège, par exemple, a délégué la responsabilité principale des opérations de sauvetage aux sociétés d'exploitation en mer. Les opérations de sauvetage de ces dernières, du moins au départ, sont contrôlées à partir d'une MODU ou d'un navire de réserve. Lorsque l'incident prend trop d'importance, le centre de contrôle de sauvetage terrestre de la société prend la situation en charge. Normalement, l'organisation SAR nationale intervient seulement lorsque ses ressources ou d'autres ressources dont ne dispose pas la société sont requises.

On se rend évidemment compte que la mise sur pied d'un système de sauvetage efficace n'est pas seulement une question d'étude rationnelle des caractéristiques des différents éléments et de leur intégration dans le système au meilleur coût. Les objectifs et les intérêts des différents ministères touchés par les activités en mer, de l'organisation SAR nationale et des sociétés d'exploitation en mer ainsi que de leurs entrepreneurs ne sont pas forcément les mêmes, et des questions juridiques, économiques et de normalisation complexes sont à considérer. Cependant, une analyse et une évaluation en grande partie quantitative de la configuration souhaitable d'un système de sauvetage efficace seraient sans doute un bon point de départ pour la planification et les négociations qui conduiront éventuellement à la mise en place d'un véritable système de sauvetage.

CONCLUSION

En conclusion, rappelons que l'objectif du présent rapport était l'étude des principaux facteurs influant sur la conception d'un système efficace de sauvetage en mer et des relations entre ces facteurs.

La formulation d'objectifs acceptables et réalisables est une question litigieuse, mais l'établissement d'objectifs irréalistes risque de faire échouer toute tentative visant à réaliser le meilleur système de sauvetage basé sur les ressources disponibles. Le système de sauvetage n'est qu'un des différents sous-programmes du programme global de sécurité en mer. Son rendement et le succès du programme de sécurité global dépendent grandement de l'agencement et de l'équilibre adéquats des sous-programmes.

Le temps est un facteur critique dans les opérations de sauvetage, particulièrement dans les conditions difficiles du large de la côte est du Canada. La distribution, à chaque travailleur, de bonnes tenues de survie placées dans un endroit facile d'accès semble être une condition préalable à la réalisation d'un système de sauvetage efficace.

Les navires et les hélicoptères ont des caractéristiques de sauvetage complémentaires, et les deux types d'appareil ont un rôle important à jouer dans un système de sauvetage équilibré. En raison du facteur distance dans les activités au large de la côte est du Canada, il faut avoir recours, dans toutes les situations d'urgence, sauf celles qui progressent lentement, à des ressources de sauvetage déployées localement. Du point de vue de l'économie globale, l'utilisation des navires et hélicoptères industriels semble très intéressante. La participation de l'industrie et la délégation de responsabilité à cette dernière, du moins pendant les phases initiales des opérations de sauvetage, faciliteraient le contrôle local et réduiraient les retards dans le système de contrôle.

La simulation et l'analyse quantitative pourraient constituer une bonne base pour l'élaboration d'un système de sauvetage d'un coût sensé applicable aux activités en mer. Étant donné la réputation des analystes canadiens, il ne fait aucun doute que le Canada possède les compétences et les ressources nécessaires pour réaliser une telle analyse s'il le désire.

[N.D.L.R.: Pour son exposé, M. Klippenberg s'est largement inspiré de l'ébauche d'un rapport préparé par le vice-amiral Fulton et des collaborateurs à la demande de la Commission royale. La version définitive de ce rapport a fait l'objet de légères modifications.]

COMMENTAIRES SUR LE DOCUMENT G

I. Denness
Forage en régions pionnières
Gulf Canada Ressources

Compte tenu du délai assez court dont je disposais pour apporter mes commentaires sur le document de M. Klippenberg, je vous signale que les avis que je donne sont personnels: ils s'appuient sur mon expérience et peuvent ne pas coïncider avec ceux des exploitants offshore de la côte est du Canada.

Étant donné qu'il vaut mieux prévenir que guérir, il y a probablement deux options principales qui s'offrent si l'on ne veut pas avoir à recourir à des opérations de sauvetage: la première est que pour avoir une sécurité aussi parfaite qu'il est humainement possible d'espérer, il nous faudra probablement dépenser des millions de dollars, comme c'est le cas pour les programmes spatiaux ou dans le secteur nucléaire. L'autre est que nous pouvons nous passer de l'élément humain sur les navires, comme on le fait de plus en plus pour la plongée sous-marine où des véhicules télécommandés jouent un rôle toujours plus important.

Ni l'une ni l'autre de ces deux possibilités n'est vraiment réalisable ni ne s'impose comme solution immédiate ou à court terme. Oublions le monde idéal et revenons à la réalité: la grande question est somme toute celle de la rentabilité du forage et de l'exploration pétrolière dans les eaux canadiennes. Nous devons nous arrêter aux aspects pratiques et à ce qui peut raisonnablement être fait pour que nos opérations de forage offshore puissent s'appuyer sur un système efficace de sauvetage.

Je suis d'accord avec M. Klippenberg au sujet des trois éléments que doit réunir un système de sauvetage:

- La prévention des situations d'urgence;
- L'alerte, la prise de décisions et l'affectation des ressources de sauvetage;
- L'abandon et la survie dans les environnements immédiats.

En matière de prévention des situations d'urgence, je pense que chacun s'entend pour dire que des équipages mieux formés contribueront à diminuer le risque d'avoir à faire face à une situation d'urgence.

Pour ce qui est des alertes, de la prise de décisions et de l'affectation des ressources de sauvetage, l'industrie du forage offshore, les organismes de réglementation et les autorités SAR disposent maintenant de moyens pour communiquer de façon officielle aussi bien qu'officiuse, tant au niveau

de la haute direction qu'à celui des opérateurs techniques; cette situation a débouché sur de bien meilleures relations de travail et de nombreuses améliorations. En voici des exemples:

1. Utilisation d'un système de régulation du trafic appelé FLIGHT FOLLOWING qui surveille et situe tous les navires et aéronefs qui prennent part aux opérations de forage en mer.
2. Tenu d'exercices communs de communications et de simulation de situations d'urgence.
3. Utilisation de fréquences radio SAR de façon à ce que, en cas d'urgence, autant les aéronefs que les navires puissent communiquer efficacement.
4. Rédaction par les exploitants de mesures coordonnées d'alerte et d'évacuation qui s'appliquent à leurs propres opérations; s'il survient une urgence qui exige l'abandon, il doit déjà y avoir un plan d'évacuation par étape.

Il vaut peut-être la peine de parler des ressources de sauvetage, de savoir qui elles sont et d'où elles viennent. M. Klippenberg cite les objectifs et les modalités du «Rapport Cross» de 1982 pour le programme SAR: «Prévenir les pertes de vie et les blessures grâce à des activités d'alerte, d'intervention et d'aide en matière de recherche et de sauvetage qui utilisent les ressources publiques et privées, et en assurant la priorité aux mesures de sécurité aériennes et maritimes axées sur les propriétaires et les exploitants qui sont le plus souvent victimes des incidents SAR». Il indique ensuite que les ressources SAR semblent insuffisantes pour répondre aux urgences en mer. Je suis d'accord avec lui malgré les dispositions actuelles de recours à l'aide privée. L'industrie canadienne du forage offshore s'en remet encore à la Défense nationale pour les questions SAR, même si l'on fait de plus en plus pression sur les exploitants pour qu'ils y voient davantage. Les exploitants au large des côtes acceptent leurs responsabilités pour ce qui est des urgences, par exemple, les évacuations pour raisons médicales et les fonctions de recherche et de sauvetage. C'est l'industrie qui préconise l'utilisation du panier EMPRA comme moyen simple et efficace de sortir les personnes de l'eau. L'industrie est d'avis que ce dispositif possède des avantages particuliers sur le collier de cheval, en ce qu'il n'oblige pas le technicien SAR à prendre des risques et qu'avec le grand panier, on peut secourir plus d'une personne à la fois. De plus, l'industrie n'a ni le temps ni les installations pour former des techniciens SAR. L'inconvénient est cependant qu'une installation de sauvetage de réserve, comme une autre MODU ou un autre navire de soutien,

doit se trouver tout près afin que l'on puisse s'occuper des survivants.

Quant aux améliorations à court terme à apporter aux ressources SAR, je suis d'accord avec les auteurs de l'étude sur le sauvetage effectuée pour la Commission qui recommandent que des hélicoptères SAR liés par contrat desservent l'industrie pétrolière. Pour ce qui est du financement, je pense que l'amélioration des hélicoptères et la formation des équipages devraient être du ressort du gouvernement, à condition que l'industrie verse des droits d'utilisation au besoin.

Pour ce qui est des améliorations à long terme, j'aimerais que l'on insiste davantage sur le type d'aéronefs utilisés pour les opérations SAR; non seulement ces appareils devraient être dotés des plus récentes innovations électroniques pour la navigation et la détection, en plus de posséder un rayon d'action et une limite de vitesse accrus, mais, comme l'a fait remarquer le D^r Chris Brooks, ils devraient être conçus de manière à être vraiment amphibies et à ne pas se retourner lorsqu'ils doivent faire un amerrissage forcé. Une autre caractéristique qui mérite notre attention est la capacité d'un hélicoptère à récupérer soit une embarcation de sauvetage soit un radeau de sauvetage directement en mer.

M. Klippenberg mentionne que la Norvège a délégué la responsabilité première des opérations de sauvetage à l'exploitant offshore. C'est une approche que je trouve très intéressante et je me demande si M. Klippenberg pourrait expliquer pourquoi l'organisation SAR se trouve reléguée à un rôle secondaire.

Pour ce qui est du troisième point abordé par M. Klippenberg, l'évacuation et la survie, il est généralement reconnu que les hélicoptères sont les principaux appareils d'évacuation; toutefois, ils ont des limites, ce qui réduit leur efficacité. Par conséquent, nous devons nous tourner vers une solution de rechange, le navire de soutien. Son grand avantage est qu'il se trouve sur place et qu'il est en mesure de prendre à son bord un grand nombre de survivants. M. Klippenberg préconise l'utilisation d'un navire de soutien particulier, ce avec quoi je suis encore une fois d'accord. Les navires de soutien particuliers qui sont construits à cette fin possèdent de nombreux avantages sur les navires de service ou les chalutiers transformés. Ainsi, grâce à leur forme, ils peuvent exécuter d'autres fonctions de sécurité et opérationnelles comme:

- La lutte contre les incendies;
- L'application de mesures anti-pollution;
- Le remorquage des icebergs;
- Le maniement des ancres.

S'ils disposent d'un navire de soutien particulier, les équipages seront je crois mieux formés et équipés, non seulement pour se servir du matériel actuel de sauvetage, mais aussi pour signaler les améliorations qu'il y aurait à apporter et les nouveaux dispositifs à ajouter au matériel de sauvetage.

L'idée de faire suivre approximativement les mêmes routes aux hélicoptères et aux navires de service est toute simple; pourtant, comme le signale M. Klippenberg, elle contribuerait à renforcer la capacité de sauvetage. M. Klippenberg n'a pas mentionné l'évacuation par embarcation de sauvetage; ce moyen doit également être considéré comme élément essentiel de tout système de sauvetage. On a mené plusieurs études sur la capacité de lancer une embarcation de sauvetage fermée sur une mer agitée. Il ressort des conclusions de ces rapports qu'il faudrait apporter des améliorations aux systèmes de mise à l'eau. Bien sûr, toute la question des embarcations de sauvetage, de la mise à l'eau jusqu'à la récupération, et aussi celle qui a été jusqu'à maintenant un sujet négligé, le bien-être des survivants, devraient faire l'objet de programmes de R-D et d'investissements. J'aimerais que ce ne soit pas seulement les fabricants d'embarcations de sauvetage et les organismes de réglementation qui discutent des caractéristiques techniques, mais aussi les utilisateurs et les groupes SAR, car ils ont certainement des idées qu'ils voudraient voir appliquer à une embarcation entièrement fermée. Par exemple:

- Où vont les civières?
- Une écoutille pratiquée sur le dessus pour permettre de hisser les personnes hors de l'embarcation pourrait aussi être une bonne idée.
- On devrait doter les embarcations d'un nombre suffisant de sacs vomitoires.

M. Klippenberg a indiqué qu'on doit apporter certaines améliorations aux vêtements de survie. Je suis d'accord avec lui et me réjouis de ce qu'un comité technique sous la direction de l'Office des normes du gouvernement canadien et réunissant des représentants du gouvernement (et le D^r Brooks), des fabricants et des utilisateurs, travaille actuellement à l'établissement de nouvelles normes pour les vêtements des passagers des hélicoptères et aussi à l'amélioration des normes actuelles pour les vêtements de survie.

COMMENTAIRES SUR LE DOCUMENT G

G.R. Lindsey
Chef, Quartier général de la Défense nationale
Centre d'analyse et de recherche opérationnelle

Plutôt que d'analyser les détails du document très utile et très intéressant de M. Klippenberg, qui portait principalement sur l'évacuation des travailleurs des plates-formes de forage et les services de soutien, dans les eaux froides, j'aimerais faire porter mon analyse sur des points connexes, tout en restant dans le sujet de la Conférence sur la sécurité au large de la côte est du Canada. L'analyse de la recherche et du sauvetage dans les eaux canadiennes peut porter, et ce serait son objectif, sur l'optimisation de la sécurité dans les domaines suivants:

1. Les plates-formes de forage sur la côte de l'Atlantique;
2. Les navires de service comme les ravitailleurs et les hélicoptères qui appuient les activités de forage et qui sont probablement plus exposés aux accidents que les grosses plates-formes;
3. Toutes les activités maritimes commerciales sur la côte de l'Atlantique;
4. Toutes les activités maritimes, y compris les activités de loisirs et de commerce;
5. Toutes les activités dans l'est du Canada, sur terre comme sur mer, qui rendent nécessaire des opérations de recherche et de sauvetage.

Le but de la présente conférence est cependant la sécurité au large de la côte est du Canada et il est possible qu'il n'aille pas aussi loin que mon objectif n° 5. Je propose qu'on aille au-delà de l'objectif numéro 1, c'est-à-dire les plates-formes de forage seulement, et même si nous décidons de ne pas dépasser le numéro 2 – soit le forage plus ses activités de soutien – nous voudrions encore parler des ressources dont il est question aux numéros 3, 4 et 5, fournies par les services actuels de recherche et de sauvetage du gouvernement. Nous devons reconnaître que le système SAR du gouvernement a été établi avec objectif premier de répondre aux besoins rattachés au point numéro 5, c'est-à-dire de mener les opérations de recherche et de sauvetage, que ce soit sur le continent, près de la côte ou plus au large. Les points numéros 1 et 2 sont des éléments plutôt récents.

La tragédie de l'*Ocean Ranger* a été d'une telle ampleur que nous portons notre attention sur le point 1. Les gens ont tendance à

accorder de l'importance surtout aux désastres de grande ampleur, même si le nombre de pertes de vie peut être inférieur dans ces cas à celui d'un ensemble d'événements mineurs, d'intérêt moindre pour la presse. Nous nous arrêtons tout particulièrement à un accident mettant en cause un gros avion commercial, mais nous n'accordons que peu d'attention au nombre beaucoup plus élevé de décès attribuables aux milliers d'accidents d'automobiles qui sont maintenant une réalité quotidienne.

Si nous regardons cependant les tendances actuelles, il semble que les besoins en recherche et en sauvetage pour les accidents de transporteurs aériens transatlantiques sont, heureusement, très bas. Dans les débuts des traversées aériennes de l'Atlantique, on s'attendait à ce que de tels accidents soient fréquents; heureusement, il n'en fut rien. Il ne semble pas non plus que nous nous intéressions beaucoup aujourd'hui au sauvetage des transporteurs aériens transatlantiques. Cela est probablement dû plus au nombre réduit d'accidents qu'aux techniques spécialisées de navigation ou aux faibles risques d'incendies. Quoiqu'il en soit, le nombre d'installations de forage au large de la côte est du Canada est grand et il augmente encore. Le nombre de navires et d'hélicoptères dont la présence est rendue nécessaire par les activités de forage augmente lui aussi et nous espérons qu'il continuera à augmenter tant pour la production que pour l'exploration.

Je doute que la série d'événements qui ont été la cause du naufrage de l'*Ocean Ranger* puisse se répéter, mais on doit s'inquiéter de la possibilité que surviennent d'autres accidents majeurs. Le prochain sera peut-être causé par l'éruption d'un puits ou un incendie, ou se produira sur une MODU qui est en cours de déplacement plutôt qu'en mode de forage. Il peut survenir durant la production aussi bien que l'exploration. Il est beaucoup plus probable que nous aurons à faire face au cours des deux prochaines années à des accidents plutôt mineurs, peut-être reliés aux navires de soutien et aux hélicoptères, ainsi qu'aux grosses plates-formes. Ils méritent qu'on leur accorde au moins autant d'attention, bien qu'ils ne soient pas aussi spectaculaires.

Il a été clairement démontré dans le document de M. Klippenberg et par certaines des autres études présentées au cours de l'enquête sur l'*Ocean Ranger* que les opérations de recherche et sauvetage en rapport avec les activités de forage sur la côte est du Canada, se caractérisent entre autres par la nécessité de pouvoir exécuter ces opérations loin au large en raison même des lieux de concession, et de pouvoir intervenir rapidement, en raison du temps de survie très court en eau froide. Toutefois, presque

tous les incidents exigeant des opérations de recherche et de sauvetage, autres que ceux qui sont reliés aux activités de forage pétrolier, se produisent près des côtes ou sur le continent; pour plusieurs d'entre eux, c'est beaucoup plus un problème de recherche que de sauvetage. Dans bien des cas, ce n'est vraiment pas une question d'urgence en termes de vitesse d'exécution du sauvetage. Un aéronef à voilure fixe se déplace plus rapidement qu'un hélicoptère et facilite davantage la recherche, quoiqu'il ne soit pas indiqué pour le sauvetage. Les bases sont maintenant situées de façon à fournir le meilleur service au plus grand nombre de clients possible et la plupart de ces bases se trouvent dans les terres ou près de la côte. Les activités de forage exigent des ressources de recherche et de sauvetage qui sont sensiblement différentes de celles dont ont besoin tous les autres bénéficiaires de services. De plus, les ressources de l'industrie du forage se trouvent aux endroits voulus pour les opérations de recherche et de sauvetage qui peuvent se révéler nécessaires. On pourrait se demander si le système actuel devrait être modifié en faveur de l'industrie du forage ou si on devrait créer un système distinct, exclusif aux activités de forage. Les ressources terrestres SAR du gouvernement se trouvent les mieux placées pour les autres utilisateurs, mais elles ne le sont pas pour l'industrie du forage.

Certaines conclusions peuvent être proposées suite à l'analyse que nous avons entendue aujourd'hui. On peut faire beaucoup en prenant des dispositions comme des mesures préventives, entre autres, la formation en sécurité, la fourniture de matériel de survie en mer, les feux à éclats et d'autres techniques qui permettront certainement de réussir les opérations de sauvetage. Nous aurons manifestement à inclure des points comme le signalement de la position et l'échange régulier de renseignements de façon à ce que, lorsque survient un problème, chacun est parfaitement au courant de la situation. L'industrie a un gros problème d'attribution des tâches et du matériel sur ses navires de surveillance et ses hélicoptères, c'est-à-dire ceux qui se trouvent constamment au bon endroit ou tout près, pour les opérations de sauvetage. Cela peut naturellement exiger la présence d'hélicoptères munis de dispositifs qu'ils n'ont pas nécessairement à transporter pour leurs missions courantes, de même que de navires de surveillance transportant du matériel supplémentaire pour permettre le transfert rapide du personnel de la plate-forme au navire. La formation en sauvetage devra certainement être proposée à au moins un nombre suffisant de personnes choisies, mais peut-être pas nécessairement à tous.

Nous devons tirer pleinement parti de certains aspects des activités de forage et de soutien qui ne s'appliquent pas aux autres bénéficiaires des services de recherche et de sauvetage. Par exemple, les activités de soutien par hélicoptère ont lieu surtout durant le jour; on peut supposer que l'approche de glaces ou de tempêtes sera annoncée suffisamment à l'avance. Nous devrions réserver les ressources SAR terrestres du gouvernement aux missions qu'elles peuvent effectuer pour l'industrie du forage sans nuire à leurs nombreuses responsabilités, par exemple, l'évacuation par gros hélicoptères lorsque l'alerte est suffisamment importante, et l'utilisation d'un aéronef à voilure fixe pour la recherche lorsqu'on a des raisons de croire que le temps de survie est assez long.

Nous devons clairement encourager et appuyer l'industrie pétrolière à améliorer ses connaissances et son équipement afin de prévenir les accidents majeurs et à prendre les dispositions pour effectuer rapidement le sauvetage au moyen des seuls véhicules qui sont déjà sur place.

Résumé de la discussion générale

Le vice-amiral A.J. Fulton (FAC, à la retraite) a parlé du système de recherche et de sauvetage de la Défense nationale. Il a indiqué qu'il y a recoupement des efforts dans l'élaboration d'un plan d'urgence tant par l'industrie que par le commandement maritime, aucune consultation n'étant tenue entre les deux. Il a fait la critique de ce manque de communication et a indiqué qu'il nuisait à la sécurité en mer. Il a aussi critiqué le manque de connaissances du secteur maritime en ce qui concerne la façon de recourir au système SAR. Il a dit que souvent on pense aux ressources SAR lorsqu'il est déjà trop tard. Le vice-amiral Fulton a également indiqué que les ressources SAR existent pour venir en aide non seulement à l'industrie pétrolière offshore, mais aussi à bien d'autres groupes et que en fait l'industrie pétrolière n'en a pas réellement été un gros utilisateur. Quoiqu'il ait appuyé l'idée de demander à cette industrie de mettre en place son propre système pour répondre à ses propres besoins, il a dit qu'il croyait que c'est au gouvernement de préciser quelles normes devraient être retenues et de quelle façon elles pourraient le mieux être appliquées.

M. Per Klem (*Ship Research Institute* de Norvège) a demandé si l'idée d'un hélicoptère de surveillance avait déjà été étudiée. M. E. Klippenberg (*Norwegian Defence Research Institute*) a dit douter que des hélicoptères de surveillance puissent jamais remplacer les navires de surveillance, bien que les avantages de chacun n'aient pas été analysés à fond. Il croit que les limites imposées par les conditions météorologiques, principalement au large de la côte est du Canada, réduiraient considérablement leur efficacité. M. J.J.S. Daniel (Hollobone, Hibbert) s'est dit surpris que l'hélicoptère Chinook, avec son rayon d'action et sa capacité de transport supérieurs, n'ait pas été sérieusement envisagé comme véhicule de sauvetage ou d'évacuation; toutefois, M. G.R. Lindsey (Centre d'analyse et de recherche opérationnelle du MDN) a fait remarquer que cet appareil dépasse les besoins de la plupart des incidents qui exigent l'affectation de ressources SAR.

M. W. Parsons (Fédération du travail de Terre-Neuve et du Labrador) a demandé si des représentants des travailleurs faisaient partie du Comité sur la sécurité de l'industrie; M. Ian Denness (Gulf Canada Ressources) a expliqué que le Comité sur la sécurité est formé de personnes qui ont chacune une certaine expérience en sécurité. Il croyait que chaque société représentée au comité avait sa propre méthode pour s'assurer que les opinions des travailleurs sont

transmises aux représentants de la sécurité au sein du comité.

M. Parsons a aussi demandé si le degré de représentation des travailleurs syndiqués était déjà établi en mer du Nord. M. J. Hielm (Elf Aquitaine Norge) a répondu qu'en Norvège les représentants des travailleurs prenaient part à toutes les questions relatives à la sécurité, y compris celles de la recherche et du sauvetage.

M. Daniel a appuyé l'idée des navires de surveillance spéciaux avec des équipages ayant reçu une formation spéciale en sauvetage. M. D. Pease (Husky/Bow Valley) a indiqué pour sa part que les navires de surveillance et de service actuellement utilisés sur la côte est du Canada sont ce qui se fait de mieux dans le domaine; ils ont en effet une grande manoeuvrabilité et beaucoup de puissance, et sont dotés de nombreux dispositifs de sauvetage. Il a affirmé qu'avec leur équipage spécialement formé, ils sont supérieurs aux navires de sauvetage construits spécialement à cet effet qui sont utilisés de nos jours. M. R. Fodchuk (Shell Canada) était d'accord et il a rappelé que la formation des équipages se poursuivait et qu'elle comprenait des exercices de sauvetage près d'une plate-forme.
