

RAPPORT D'ENQUÊTE SUR UN ACCIDENT MARITIME
M98C0004

ÉCHOUEMENT

DU PÉTROLIER « ENERCHEM REFINER »
DANS LA VOIE MARITIME DU SAINT-LAURENT
PRÈS DE L'ÎLE THOMPSON (ONTARIO)
LE 2 AVRIL 1998



Le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a enquêté sur cet accident dans le seul but de promouvoir la sécurité des transports. Le Bureau n'est pas habilité à attribuer ni à déterminer les responsabilités civiles ou pénales.

Rapport d'enquête sur un accident maritime

Échouement

du pétrolier « ENERCHEM REFINER »
dans la Voie maritime du Saint-Laurent
près de l'île Thompson (Ontario)
le 2 avril 1998

Rapport numéro M98C0004

Résumé

Le « ENERCHEM REFINER », qui faisait route entre Sarnia (Ontario) et Montréal (Québec) dans la Voie maritime du Saint-Laurent, était sous la conduite du deuxième lieutenant assisté du troisième lieutenant. Un changement de route n'a pas été exécuté à temps et le navire s'est échoué non loin de la bouée D-57 au large de l'île Thompson vers 12 h 50 heure avancée de l'Est.

This report is also available in English.

1.0	Renseignements de base	1
1.1	Fiche technique du navire	1
1.1.1	Renseignements sur le navire.....	1
1.2	Déroulement du voyage	2
1.3	Victimes.....	3
1.4	Avaries et dommages	3
1.5	Brevets et certificats	3
1.5.1	Certificats du navire	3
1.5.2	Brevets et antécédents du personnel.....	3
1.5.3	Code international de gestion de la sécurité (Code ISM)	4
1.5.4	Formation des équipages.....	4
1.6	Conditions météorologiques et courants	5
1.7	Communication et prise de décisions	5
1.8	Équipement de navigation	5
1.8.1	Aménagement de la passerelle.....	6
1.9	Navigation dans les zones de pilotage	7
1.10	Navigation	7
1.11	GRP et questions liées à la GRP	7
1.11.1	Composition des équipes et maintien de l'esprit d'équipe	8
1.11.2	Communication et prise de décisions des équipages	8
1.11.3	Gestion de la charge de travail.....	8
1.11.4	Conscience de la situation.....	9
1.11.5	Systèmes de quarts.....	9
1.11.6	Climat de travail à bord du « ENERCHEM REFINER »	9
1.12	Heures de travail, de repos et de sommeil	9
1.12.1	Le deuxième lieutenant	9
1.12.2	Le troisième lieutenant	10
1.12.3	Le timonier	10
1.13	Système de cartes électroniques (SCE)	10

2.0	Analyse	13
2.1	Généralités.....	13
2.2	Gestion des ressources à la passerelle (GRP).....	13
2.3	Formation en GRP et certificat ISM.....	14
2.4	Manque de formation en GRP	14
2.5	Pratiques de la compagnie en matière d'embauche et de formation	15
2.6	Le Système de cartes électroniques (SCE) et l'ergonomie	16
2.7	Problèmes liés à la fatigue	17
3.0	Conclusions.....	19
3.1	Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs	19
3.2	Faits établis quant aux risques	19
3.3	Autres faits établis.....	19
4.0	Mesures de sécurité.....	21
4.1	Mesures prises	21
4.2	Préoccupations liées à la sécurité	21
5.0	Annexes	
	Annexe A - Croquis du secteur de l'événement	23
	Annexe B - Photographies.....	25
	Annexe C - Sigles et abréviations.....	27
Figures		
	Figure 1 - Aménagement de la passerelle	6
	Figure 2 - Heures de sommeil et manque de sommeil.....	18

1.0 Renseignements de base

1.1 Fiche technique du navire

« ENERCHEM REFINER »	
Numéro officiel	329353
Port d'immatriculation	Toronto (Ontario)
Pavillon	Canada
Type	Pétrolier
Jauge brute ¹	4 502 tonneaux
Longueur ²	119,18 m
Tirant d'eau	Avant : 7,0 m Arrière : 7,5 m
Construction	1969, Lauzon (Québec)
Groupe propulseur	Deux moteurs diesels marins Fairbanks Morse fournissant 2 450 kW, entraînant deux hélices à pas fixe
Cargaison	8 145 tonnes de mazout C
Équipage	21 personnes
Propriétaires	Enerchem Transport Inc. Montréal (Québec)

1.1.1 Renseignements sur le navire

Le « ENERCHEM REFINER » est un pétrolier dont la passerelle, les emménagements et la salle des machines sont situés derrière les 12 citernes à cargaison de bâbord et de tribord. Le navire est exploité de façon saisonnière et est désarmé en hiver.

¹ Les unités de mesure dans le présent rapport sont conformes aux normes de l'Organisation maritime internationale (OMI) où, à défaut de telles normes, elles sont exprimées selon le système international (SI) d'unités.

² Voir l'annexe C pour la signification des sigles et abréviations.

1.2 *Déroulement du voyage*

Le 30 mars 1998, le navire appareille de Sarnia (Ontario) à destination de Montréal pour effectuer un voyage d'affrètement qui n'avait pas été prévu. À bord se trouvent un capitaine de relève et un premier lieutenant de relève qui ont été embauchés parce que le capitaine et le premier lieutenant assignés au navire sont en stage de formation avant d'entreprendre la saison de navigation.

Le navire navigue dans la Voie maritime du Saint-Laurent où le pilotage est obligatoire mais, le navire n'était pas obligé d'avoir recours aux services d'un pilote, en conformité avec l'article 4.1 du *Règlement de pilotage des Grands Lacs*. C'est l'équipe à la passerelle qui s'occupe de la navigation et du pilotage pendant la traversée.

À 12 h,³ alors que le navire vient de sortir de l'écluse Snell, le deuxième lieutenant est à la passerelle pour assurer la conduite du navire et s'occuper du pilotage. Le troisième lieutenant lui prête main-forte et s'occupe des tâches généralement dévolues à l'officier de quart. Le timonier tient la barre. Le navire file huit noeuds et la visibilité est de 1,5 à 2 milles. Le capitaine se repose au pont inférieur.

Alors que le navire suit une route au 061° et arrive à la bouée D-64 (voir Annexe A), le deuxième lieutenant essaie de repérer visuellement à l'aide de jumelles la prochaine série de repères d'alignement en prévision du changement de route suivant. Le troisième lieutenant vérifie la position d'aides flottantes récemment mises en place par rapport à des amers connus. Le navire file environ 10 noeuds sur le fond dans le chenal. Il n'y a pas d'autre bâtiment dans les parages. Vers 12 h 45, le navire double la bouée D-64 et dépasse le point de changement de cap.

Le timonier se rend compte que le navire a dépassé le point de changement de cap, mais il ne prévient pas les officiers parce qu'il estime que les changements de cap sont exclusivement du ressort de ceux-ci. Vers 12 h 48, le navire double la bouée D-59 sur bâbord, et c'est à ce moment que le deuxième lieutenant se rend compte que le navire a dépassé le point de changement de cap et que le navire n'est plus dans le chenal navigable. Le deuxième lieutenant prévient aussitôt le troisième lieutenant qui ordonne alors de mettre la barre à gauche toute tandis que le deuxième lieutenant s'occupe des commandes des machines. La machine de bâbord est mise en arrière toute dans l'espoir de ramener le navire dans le chenal. Cette tentative échoue. Le navire a poursuivi sa route vers l'extérieur du chenal et s'est échoué à 12 h 50 sur un haut-fond situé au sud de la bouée D-57, sur un cap orienté au 311° à la latitude 45°04'07"N, longitude 074°31' 08"W. Le chenal reste dégagé et le passage des autres navires n'est pas entravé.

³ Les heures sont exprimées en heure avancée de l'Est (HAE) (temps universel coordonné moins quatre heures).

Le lest liquide est pompé par-dessus bord, et environ 500 tonnes de cargaison sont transbordées sur le chaland « McASPHALT 401 ». Le navire est finalement renfloué à 12 h 30 le 4 avril 1998, avec l'aide des remorqueurs « JOHN SPENCE » et « JERRY NEWBERRY ». Le navire se rend par ses propres moyens jusqu'à une zone de mouillage au large de Cornwall où, au terme d'une inspection, on l'autorise à naviguer dans la voie maritime pour aller subir des réparations.

1.3 Victimes

Personne n'a été blessé.

1.4 Avaries et dommages

Après l'échouement, une inspection de la coque a révélé des avaries aux bordés de bouchain et de fond. Le bordé de fond présentait plusieurs éraflures et marques de frottement. On a relevé une fissure de 110 cm de longueur au droit du couple 63 à la tôle « B », sur le côté bâbord. Aucune pollution n'a été constatée ni signalée.

1.5 Brevets et certificats

1.5.1 Certificats du navire

Le navire était équipé et exploité conformément aux règlements en vigueur pour le type d'armement en cause. Le bâtiment possédait un certificat international de gestion de la sécurité (ISM) valide, délivré par la société de classification Det Norske Veritas en décembre 1997.

1.5.2 Brevets et antécédents du personnel

Le capitaine était titulaire des brevets nécessaires et il possédait de nombreuses années d'expérience de la navigation et du pilotage de navires dans ces eaux. Il ne faisait pas partie de l'équipe à la passerelle au moment de l'échouement. Il remplaçait le capitaine régulier du navire. Il avait été embauché pour une semaine comme capitaine de relève. Il ne possédait pas de formation en gestion des ressources à la passerelle (GRP) et ne connaissait pas bien les SCE. Il n'avait pas reçu de formation sur le programme de gestion de la sécurité du navire.

Le deuxième lieutenant et le troisième lieutenant possédaient les brevets nécessaires pour remplir leurs fonctions. Chacun d'eux avaient les qualifications requises pour piloter dans ce secteur de la Voie maritime. Le deuxième lieutenant exécutait des tâches reliées au pilotage depuis 1978 et le troisième lieutenant, depuis 1970. Ni l'un ni l'autre n'avait reçu de formation en GRP ni de formation au Système de cartes électroniques (SCE).

1.5.3 Code international de gestion de la sécurité (Code ISM)

Le *Code international de gestion de la sécurité* (Code ISM) a été adopté en 1993 par l'OMI en tant que Résolution A.741 (18). Ses dispositions sont devenues obligatoires après l'accident à l'étude, à cause de l'entrée en vigueur le 1^{er} juillet 1998 du chapitre IX « Gestion pour la sécurité de l'exploitation des navires » de la *Convention internationale pour la sauvegarde de la vie humaine en mer* (SOLAS). Le Code ISM fournit une norme internationale pour la gestion et l'exploitation des navires en toute sécurité et pour la prévention de la pollution.

La publication de la Chambre internationale de la marine marchande (ICS) intitulée *Guidelines on the Application of the IMO International Safety Management Code* a pour objet d'aider les entreprises à mettre sur pied un système de gestion de la sécurité. L'article 6 traite des ressources et du personnel. Les lignes directrices proposent que le propriétaire garde des registres des brevets des membres de ses équipages et qu'il en tienne compte pour composer les équipages de ses navires de façon à s'assurer :

- que le capitaine possède les qualifications nécessaires pour assurer le commandement du navire et qu'il connaît très bien le système de gestion de sécurité de l'entreprise;
- que le capitaine reçoit l'appui dont il a besoin pour s'acquitter de ses fonctions en toute sécurité;
- que l'équipage est capable d'exécuter les tâches normales et de s'acquitter des fonctions d'urgence;
- que l'équipage a la possibilité de se familiariser suffisamment avec le navire et son équipement;
- que les besoins en formation des membres de l'équipage sont cernés.

Après une vérification en vertu du Code ISM, le « ENERCHEM REFINER » a reçu un certificat ISM en décembre 1997, vers la fin de la saison de navigation, environ quatre mois avant l'accident. Aucun stage de formation n'était prévu pour la période de désarmement hivernal.

1.5.4 Formation des équipages

En 1997, l'équipage régulier avait suivi un stage interne de formation de trois jours sur le système de gestion de sécurité de la compagnie. Cette formation comprenait un volet sur le Code ISM. Le capitaine de relève ne connaissait pas bien les normes relatives au Code ISM ni le système de gestion de sécurité du navire.

Les officiers de navigation avaient assisté à une séance d'initiation aux cartes électroniques qui avait duré une heure et demie. Ils avaient indiqué aux officiers de la compagnie qu'ils auraient besoin d'une formation plus poussée pour bien comprendre le SCE.

Le système était nouveau et n'avait pas été configuré correctement. Résultat, les officiers doutaient de l'exactitude des données fournies par le SCE et ne faisaient pas confiance au système.

Selon la politique de l'entreprise, seuls les plus haut gradés, c'est-à-dire le capitaine et le premier lieutenant, recevaient de la formation en GRP et de la formation au SCE ; on supposait que ceux-ci donneraient de la formation sur le tas au reste de l'équipage. Les règlements n'exigent pas qu'une telle formation soit dispensée. Le capitaine régulier et le premier lieutenant régulier n'avaient pas reçu de formation au SCE pendant l'hiver, mais ils suivaient un stage de formation à l'époque de l'accident. Les officiers de navigation qui faisaient partie de l'équipage régulier embauché par les propriétaires du navire n'avaient pas reçu de formation au SCE.

1.6 Conditions météorologiques et courants

Au moment de l'accident, les conditions météorologiques étaient bonnes, mais la visibilité était réduite à environ 1,5 à 2 milles à cause de la brume.

À cette époque de l'année, il y a un courant de deux ou trois noeuds dans cette zone. Il suit la direction du chenal et, à ce moment-là, portait dans la direction que suivait le navire.

1.7 Communication et prise de décisions

La communication entre le deuxième lieutenant et le troisième lieutenant concernant la navigation était réduite au minimum. Il n'y avait pas de barrière linguistique. Le deuxième lieutenant devait prendre les décisions, mais avec le reste du personnel de quart et à l'aide de l'information fournie par le Service du trafic maritime sur la radio très haute fréquence (VHF).

1.8 Équipement de navigation

Le navire possédait l'équipement suivant :

- deux radars, dont aucun n'était doté de capacités d'aide au pointage radar automatique (APRA);
- un système de positionnement global (GPS);

- un SCE⁴ capable de fournir de l'information très diversifiée, comme le cap du navire, la route vraie, la vitesse, les points de changement de route, l'écart de route et la profondeur; il pouvait également donner des alarmes pour répondre aux besoins changeants de la navigation;
- un gyrocompas muni de répéteurs bien placés;
- un loch, des sondeurs et des radios VHF et moyenne fréquence (MF);
- la carte n° 1413 du Service hydrographique du Canada (SHC), laquelle était utilisée au moment de l'échouement.

Aucune défektivité de l'équipement n'a été signalée.

1.8.1 Aménagement de la passerelle



À la passerelle, il y avait une console placée à tribord de l'axe longitudinal, tout contre la cloison avant de la timonerie, où se trouvaient les commandes des machines. Le radar de tribord se trouvait à droite du pupitre. Le SCE se trouvait derrière le radar de tribord, entre le radar et la table des cartes. Il était monté sur un plateau qui pouvait pivoter sur environ 180 degrés. Le poste de barre se trouvait le long de l'axe longitudinal du navire, derrière le pupitre et à bâbord de celui-ci. Le radar de bâbord se trouvait derrière la cloison avant de la timonerie, à bâbord de l'axe longitudinal du navire.

⁴ Pour qu'un SCE soit considéré comme un Système électronique de visualisation des cartes marines (SEVCM), il faut qu'il soit conforme aux *Normes de performance de l'OMI*, lesquelles définissent le SEVCM comme « un système d'information pour la navigation » doté de dispositifs auxiliaires grâce auxquels il peut être reconnu conforme aux exigences relatives aux cartes à jour de la Règle 20 du Chapitre V de la Convention SOLAS de 1974.

1.9 *Navigation dans les zones de pilotage*

Conformément à la politique de la compagnie, deux officiers se trouvaient sur la passerelle parce que le navire naviguait dans des eaux resserrées; le deuxième lieutenant faisait office de pilote tandis que le troisième lieutenant agissait comme officier de quart. Conformément au Code ISM, les instructions permanentes de la compagnie distribuées au personnel de navigation renvoient au *Règlement international pour prévenir les abordages en mer* (COLREGS) ainsi qu'au *Code recommandé des méthodes et pratiques nautiques*. En vertu de ces instructions :

- le troisième lieutenant doit travailler en étroite collaboration avec le deuxième lieutenant, il doit porter correctement le point sur la carte et bien surveiller les déplacements du navire;
- la présence du deuxième lieutenant sur la passerelle n'exempte pas le troisième lieutenant de l'obligation de s'acquitter de ses fonctions et ne le dégage pas de sa responsabilité d'assurer la sécurité du navire;
- en cas de doute quant aux actes ou aux intentions du deuxième lieutenant, le troisième lieutenant doit demander des éclaircissements au deuxième lieutenant;
- lorsque le deuxième lieutenant abandonne la conduite du navire en cours de route, il doit le faire savoir clairement au troisième lieutenant.

1.10 *Navigation*

Alors que le navire approchait de l'île Cornwall, le deuxième lieutenant se trouvait du côté tribord de la timonerie, entre le radar et le SCE, alors que le troisième lieutenant se trouvait derrière le radar du côté bâbord. Pendant le voyage, le troisième lieutenant était chargé de porter le point sur la carte et/ou de comparer la position du navire avec la carte utilisée. La dernière position a été portée sur la carte environ 25 minutes avant l'accident. Le deuxième lieutenant surveillait l'écran radar pour suivre la progression du navire. Il identifiait les repères d'alignement en avant. Comme les bouées avaient été mises en place pour la saison à peine une semaine avant l'accident, le troisième lieutenant devait aussi vérifier la position des aides flottantes.

1.11 *GRP et questions liées à la GRP*

La GRP a pour objet d'utiliser efficacement les ressources disponibles pour pouvoir exécuter une tâche en toute sécurité. La GRP fait intervenir la gestion de l'attention, des tâches, du stress, des attitudes et des risques. La GRP reconnaît que de multiples éléments déterminent l'efficacité et la sécurité d'une mission, notamment des facteurs relatifs à l'individu, à l'organisation et à la réglementation.

L'optimisation de la gestion de ces éléments a des répercussions directes sur quatre facteurs essentiels à la réussite d'une opération, à savoir reconnaître et définir la nature du problème (conscience de la situation); analyser ses propres jugements et décisions (métacognition); faire participer d'autres personnes à la résolution du problème (modèles mentaux partagés); et comprendre les tâches à exécuter, leur urgence, de même que les ressources nécessaires et disponibles (gestion des ressources).

Les programmes de GRP efficaces englobent plusieurs domaines importants comme la composition des équipes et le maintien de l'esprit d'équipe, la communication et la prise de décisions, la gestion de la charge de travail, la conscience de la situation, les systèmes de quart et le milieu de travail.

1.11.1 Composition des équipes et maintien de l'esprit d'équipe

Les caractéristiques des membres de l'équipage sont importantes. Toutefois, au sein d'une équipe, le travail est partagé et l'équipe exécute les tâches plus rapidement et plus efficacement, et donne un rendement bien meilleur que n'importe quel individu agissant seul. La recherche a démontré que c'est dans le cadre du processus de composition des équipes que sont mis en place les schémas de communication et d'interaction⁵. Une fois établi, le processus se maintient et donne lieu à des activités qui présentent les mêmes schémas de communication (efficace ou inefficace) au sein du groupe.

1.11.2 Communication et prise de décisions des équipages

Les décisions prises par l'équipage sont des décisions gérées. Dans le cas à l'étude, le deuxième lieutenant était chargé de prendre les décisions mais avec l'aide de l'équipe à la passerelle et du personnel à terre (par exemple le personnel du Service du trafic maritime). Pour que le système fonctionne bien, il faut que règne un climat qui encourage la participation et l'échange d'information. Une mauvaise communication peut créer des malentendus au sein de l'équipe concernant une situation ou concernant les intentions du deuxième lieutenant.

1.11.3 Gestion de la charge de travail

Pour naviguer en toute sécurité, les tâches essentielles de navigation sont confiées aux membres les mieux placés ou les plus expérimentés pour les exécuter, de sorte qu'aucun membre de l'équipe à la passerelle ne se retrouve avec une charge de travail qui excède ses capacités.

⁵ Robert L. Helmreich et Clayton H. Foushee, "Why Crew Resource Management? Empirical and Theoretical Bases of Human Factors Training in Aviation," *Crew Resource Management*, E. Weiner, B. Kanki, and R. Helmreich, eds., San Diego: Academic Press.

1.11.4 *Conscience de la situation*

La conscience de la situation, c'est la perception juste des éléments et des conditions qui ont des répercussions sur le navire et sur l'équipage pendant une période donnée⁶. En termes simples, c'est de savoir ce qui se passe autour de soi.

La sécurité du voyage dépend du niveau de conscience de la situation de la personne qui a la conduite du navire. Savoir communiquer facilement et d'une manière efficace est essentiel pour toujours être au fait de la situation. Il est essentiel que chaque membre de l'équipe à la passerelle fasse tout ce qui est en son pouvoir pour prêter main-forte à la personne responsable pour s'assurer que cette personne reste au fait de la situation.

1.11.5 *Systèmes de quarts*

Le système normal de quarts à la passerelle (en mer) était en vigueur à bord du navire : quatre heures de travail suivies de huit heures de repos, sauf pendant la traversée d'une écluse où tout l'équipage est mobilisé. Toutefois, dans la Voie maritime du Saint-Laurent, le navire adoptait le système de quart double. Dans le cas d'un quart double, un officier est chargé du pilotage et est aidé d'un autre officier. L'autre officier est affecté à la navigation et est chargé de vérifier la position du navire et d'aider au pilotage. Le timonier exécute les ordres de barre et s'assure que les ordres de l'officier responsable sont exécutés.

1.11.6 *Climat de travail à bord du « ENERCHEM REFINER »*

Le climat de travail sur la passerelle était plutôt décontracté et le deuxième lieutenant et le troisième lieutenant naviguaient ensemble depuis de nombreuses années sur ce navire. Il n'y avait donc pas de procédures explicites entre le deuxième lieutenant et le troisième lieutenant. Or, il n'y a pas de procédure bien établie à ce sujet dans les consignes de la compagnie. Il n'y a pas eu d'entente à savoir qui devait donner les ordres de changement de route au timonier. Lors de voyages précédents dans ce secteur, c'est le deuxième lieutenant qui donnait les ordres.

1.12 *Heures de travail, de repos et de sommeil*

1.12.1 *Le deuxième lieutenant*

Dans les 72 heures précédant l'accident, le deuxième lieutenant a fait des quarts de travail de quatre heures entrecoupés de périodes de repos de huit heures. Ses heures de service étaient de minuit à 4 h et de midi à 16 h.

Le deuxième lieutenant a indiqué qu'il n'avait pas eu de difficulté à dormir. Il a ajouté qu'il avait pris de six à huit heures de sommeil par jour, soit quatre à cinq heures de sommeil tôt le matin et deux heures dans la

⁶ Geiss-Alvarado Associates, "Human Error Accident Training", *U.S. Coast Guard Training Manual*, July 1991.

soirée. Dans la matinée précédant l'accident, il s'est couché à 4 h 30 et s'est réveillé à 9 h. Voici les heures de sommeil qu'il a prises au cours de ces 72 heures :

Date	Heures de sommeil	Durée du sommeil (en heures)
31 mars	5 h à 10 h 30	5,5
	19 h à 21 h	2,0
1 ^{er} avril	6 h 30 à 10 h 30	4,0
	19 h à 21 h	2,0
2 avril	4 h 30 à 9 h	4,5
Total des 3 jours		18

1.12.2 *Le troisième lieutenant*

Le troisième lieutenant a indiqué qu'il avait pris huit à neuf heures de sommeil par jour en moyenne réparties sur deux périodes d'environ quatre heures chacune, l'une en après-midi et l'autre tôt le matin. La nuit précédant l'accident, il s'est couché à 2 h 30 et s'est réveillé à 6 h 30.

1.12.3 *Le timonier*

Le timonier a déclaré qu'il avait pris 10 à 11 heures de sommeil par jour en moyenne, soit six heures et demie la nuit et quatre heures et demie en début de soirée. La nuit précédant l'accident, il a dormi de 4 h 15 à 10 h 45.

1.13 *Système de cartes électroniques (SCE)*

L'information fournie par le SCE est présentée en temps réel. L'officier de quart doit continuellement analyser et évaluer la position du navire, sa route prévue et ses caractéristiques de manoeuvre, de manière à prévenir l'équipage des dangers qui les guettent. En outre, le système envoie des signaux d'alerte et signale les changements de route planifiés, et il comporte de nombreux autres dispositifs perfectionnés de navigation et de sécurité, notamment un dispositif d'enregistrement continu des données qui permet l'analyse ultérieure des données.

Une vérification du SCE après l'accident a révélé :

- que les données concernant la position du navire juste avant l'échouement étaient manquantes;
- que cela était attribuable au fait que l'horloge de l'ordinateur n'était pas synchronisée avec l'heure du GPS.

Le fabricant a examiné certains paramètres du logiciel et a apporté les correctifs nécessaires pour éviter que l'enregistreur de données du SCE présente de nouveau des problèmes analogues.

2.0 *Analyse*

2.1 *Généralités*

L'analyse met l'accent sur les trois grands éléments qui ont une incidence sur l'exploitation en toute sécurité des navires dans les zones de pilotage du Canada : la GRP, les questions liées à la GRP, et les problèmes liés à la fatigue.

2.2 *Gestion des ressources à la passerelle (GRP)*

Les zones de pilotage obligatoire ont été créées par les administrations de pilotage pour permettre aux navires de naviguer efficacement et en toute sécurité dans les eaux canadiennes où la connaissance des lieux est essentielle. Les officiers de navire qui possèdent cette connaissance des lieux et répondent aux conditions établies dans la *Loi sur le pilotage* et le règlement qui y correspond reçoivent un certificat qui leur permet de piloter eux-mêmes leur navire. La navigation dans les eaux resserrées est souvent exigeante. Pour bien accomplir une mission, tous les membres de l'équipe à la passerelle doivent travailler ensemble pour favoriser l'esprit d'équipe et la communication et ne pas hésiter à faire part de leurs observations quand ils le jugent nécessaires.

Les deux officiers étaient qualifiés pour exercer les fonctions de pilotage à bord du « ENERCHEM REFINER », pour cette zone de la Voie maritime. Cependant, comme le partage des responsabilités n'avait pas été établi clairement, chaque officier présent sur la passerelle a présumé que l'autre avait la situation bien en main. Avant l'accident, ils étaient tous les deux absorbés par leurs tâches respectives : le deuxième lieutenant exerçait une surveillance extérieure pour identifier les feux d'alignement droit devant tandis que le troisième lieutenant vérifiait la position des aides flottantes. Malgré la visibilité réduite et la difficulté à repérer les feux d'alignement, on n'a pas ralenti l'allure du navire. Les deux officiers ont perdu la notion du temps, et lorsqu'ils se sont rendu compte que le navire avait dépassé la position de changement de cap, il était trop tard. Malgré les mesures prises pour redresser le navire en mettant la barre à gauche toute et en utilisant les machines, le navire s'est échoué non loin de la bouée D-57, à environ 0,75 mille au-delà de la position de changement de cap prévue.

On ne portait pas le point fréquemment sur la carte et l'on ne surveillait pas étroitement la progression du navire. Le deuxième lieutenant et le troisième lieutenant communiquaient peu entre eux et l'information qu'ils échangeaient n'était pas précise; de plus, chacun était accaparé par une tâche secondaire alors que le navire arrivait à la position de changement de route, ce qui explique pourquoi ils ont perdu conscience de la situation. Ce n'est que quelque trois minutes plus tard qu'ils ont constaté l'erreur et ont pris des mesures.

L'utilisation de bonnes méthodes de navigation pour surveiller la progression du navire (communication, échange de l'information, répartition des tâches, détermination des priorités liées à la navigation, étroite surveillance de la progression du navire à l'aide de techniques comme la navigation par repères parallèles) aurait permis au deuxième lieutenant et au troisième lieutenant de déceler l'erreur assez tôt pour la corriger.

En l'occurrence, même si le timonier s'est rendu compte que le navire avait atteint la position de changement de route et qu'il l'avait dépassée, il n'a pas signalé la situation à l'équipe à la passerelle, parce qu'il était convaincu que la navigation, y compris le changement de route, relevait exclusivement des officiers. Ce faisant, il ne s'est pas considéré comme un membre de l'équipe à la passerelle et il n'a pas pris toutes les précautions raisonnables et nécessaires pour ne pas compromettre la sécurité du navire.

2.3 Formation en GRP et certificat ISM

Selon les critères établis pour la délivrance des certificats ISM, il incombe aux propriétaires de navire de s'assurer que les membres d'équipage possèdent les brevets, les certificats et la formation exigés et qu'ils sont capables d'exécuter en toute sécurité les tâches normales et les tâches d'urgence.

Dans le cas à l'étude, le certificat ISM avait été délivré à la fin de la saison 1997, juste avant que le navire ne soit désarmé pour l'hiver. Selon le plan de formation de la compagnie, le capitaine et le premier lieutenant devaient recevoir la formation en GRP et la formation au SCE une semaine avant le début de la saison 1998. Toutefois, un voyage d'affrètement imprévu a obligé la compagnie à embaucher un capitaine et un premier lieutenant de relève pour le navire, et ces deux officiers ne connaissaient pas les principes de GRP et ne savaient pas comment se servir du SCE.

2.4 Manque de formation en GRP

Il faut absolument surveiller étroitement la progression du navire pour naviguer en toute sécurité dans des eaux resserrées. Le temps est un élément très important au début des manoeuvres et pendant l'exécution des manoeuvres. Il est donc essentiel que chaque membre de l'équipe à la passerelle comprenne bien son rôle et qu'il s'assure que toute information qui peut avoir des répercussions favorables ou néfastes sur la navigation du navire est communiquée à la personne responsable du pilotage ou à la personne chargée de la navigation.

Plusieurs enquêtes sur d'autres accidents maritimes ont révélé que le fait que les principes de GRP n'avaient pas été appliqués et que l'information n'avait pas été échangée correctement avaient joué un rôle dans les événements.⁷ Le Bureau, préoccupé par le fait que l'absence de formation en GRP des officiers de navire augmente le risque d'accidents dans les zones de pilotage en eaux resserrées du Canada, avait recommandé à Transports Canada (TC) de rendre la formation en GRP obligatoire et lui avait demandé d'exiger que tous les officiers de navire fassent la preuve de leurs compétences en GRP avant de se voir délivrer un brevet de compétence ou un certificat de maintien des compétences.⁸ En réponse à cette recommandation, la Sécurité maritime de Transports Canada (SMTC), de concert avec les représentants de l'industrie, a parachevé le programme de formation en GRP. Certains centres de formation maritime au Canada offrent désormais ce programme. À l'heure actuelle, on ne songe pas à rendre ce cours obligatoire. Toutefois, la SMTC encourage les compagnies maritimes à aller de l'avant pour appliquer les principes de GRP à bord de leurs navires.

Dans le cas à l'étude, le manque de communication entre les deux officiers a fait que chacun d'eux présumait que l'autre savait que le navire approchait de la position de changement de route, mais aucun d'entre eux n'a prévenu l'autre. Même si le timonier faisait partie de l'équipe à la passerelle et même s'il s'est rendu compte qu'aucune mesure n'était prise pour modifier la route du navire, il n'a pas fait part de son inquiétude au deuxième lieutenant qui était responsable de la navigation. Cela constitue un manquement aux principes de GRP. N'ayant pas reçu de formation en GRP, les membres de l'équipage n'étaient pas conscients de l'importance de la GRP. Résultat, de l'information essentielle à la sécurité du navire n'a pas été communiquée.

2.5 *Pratiques de la compagnie en matière d'embauche et de formation*

Même si la personne désignée par la compagnie pour surveiller la conformité au Code ISM, le gestionnaire des opérations n'a pas consulté cette personne avant d'embaucher l'équipage de relève, laquelle possédait la formation ainsi que les brevets et certificats requis. En outre, la politique de la compagnie ne respectait pas les dispositions du Code ISM en ce sens que le deuxième lieutenant et le troisième lieutenant de relève assignés au navire ne connaissaient pas bien tout l'équipement du navire et ne savaient pas comment utiliser tout l'équipement à bord. De plus, ils ne connaissaient pas les avantages ni les limites de l'équipement. Pour toutes ces raisons, la sécurité du navire était compromise.

Le fait d'utiliser de la technologie moderne et perfectionnée permet d'accroître la sécurité des navires qui évoluent dans des chenaux étroits et resserrés. Toutefois, le personnel appelé à se servir de ces dispositifs modernes doit posséder la formation requise pour être parfaitement conscient de l'efficacité du système, de manière à profiter au maximum de ses avantages tout en tenant compte de ses limites. Cela est aussi vrai pour le SCE. Mieux on connaît le système, moins on a besoin de temps pour traiter l'information essentielle. Cela

⁷ Rapport d'enquête n° M97W0197 du BST sur l'accident du « RAVEN ARROW », M98C0082 sur l'accident du « FEDERAL BERGEN » et M99C0027 sur l'accident du « SUNNY BLOSSOM ».

⁸ Rapport n° SM9501 du BST intitulé « Étude de sécurité portant sur les rapports de travail entre les capitaines et officiers de quarts, et les pilotes de navire ». Recommandations M95-09 et M95-10.

permet d'assimiler l'information rapidement et correctement, ce qui laisse du temps pour les autres tâches de navigation (comme la navigation à vue, les changements de cap, les mesures de prévention des abordages) et les autres fonctions de l'équipe à la passerelle (comme les communications et la tenue des journaux de bord).

2.6 *Le Système de cartes électroniques (SCE) et l'ergonomie*

Le SCE peut améliorer la sécurité maritime en fournissant aux navigateurs de l'information en temps réel utile pour la conduite de leur navire. S'il est bien utilisé, le système peut améliorer la sécurité globale. En outre, le fait d'utiliser à la fois le SCE et les méthodes de navigation classiques permet de réduire la charge de travail de navigation. Le fait que la position du navire est déterminée grâce à un système automatisé permet de réduire la charge de travail en ce sens que cela permet d'exercer une surveillance constante de la progression du navire. Toutefois, dans le cas à l'étude, on n'a pas su profiter des avantages offerts par le SCE parce que l'équipage n'avait pas reçu la formation nécessaire et ne connaissait pas bien le système.

Sur le « ENERCHEM REFINER », le SCE était monté sur une base pivotante et sa console était placée derrière le radar et non à côté. Si l'on consultait le système en regardant droit devant, dans le sens de la marche du navire, on pouvait garder le contact visuel avec les repères et on pouvait surveiller le trafic et les cibles grâce au radar. Au moment de l'accident, le recouvrement carte radar du SCE était inutilisable. Du fait que le SCE se trouvait derrière le radar, le navigateur devait se déplacer, soit s'avancer et se reculer, pour voir les deux postes.

Les lignes directrices en matière d'ergonomie soulignent l'importance de bien placer les dispositifs visuels. Les dispositifs visuels primaires souvent utilisés, comme le SCE et le radar, doivent être placés dans le champ de vision de l'utilisateur, pour qu'il puisse les consulter facilement. Au besoin, les dispositifs visuels qui sont utilisés moins fréquemment peuvent être placés en dehors du champ visuel immédiat de l'utilisateur.⁹ Du fait qu'il est possible d'assurer la conduite des navires à l'aide d'éléments visuels et du radar, le SCE risque de ne pas être exploité au maximum s'il n'est pas regroupé avec ces autres dispositifs visuels primaires de sorte

⁹ American Bureau of Shipping. *Guidance Notes on the Application of Ergonomics to Marine Systems*. New York: American Bureau of Shipping, 1998.

que l'écran est orienté vers l'avant de la timonerie. Si l'on fait pivoter le SCE de 180 degrés pour qu'il fasse face à l'arrière de la passerelle, l'orientation de la carte est alors contraire au sens de la marche du navire. L'expérience révèle que la transposition des données de la carte rendue nécessaire en raison de cette situation peut causer des problèmes, faire perdre du temps et occasionner des erreurs.¹⁰

Quand on installe un SCE sur un navire, il faut respecter le plus possible les grands principes de l'ergonomie si l'on veut profiter de tous les avantages que procure ce système.

2.7 *Problèmes liés à la fatigue*

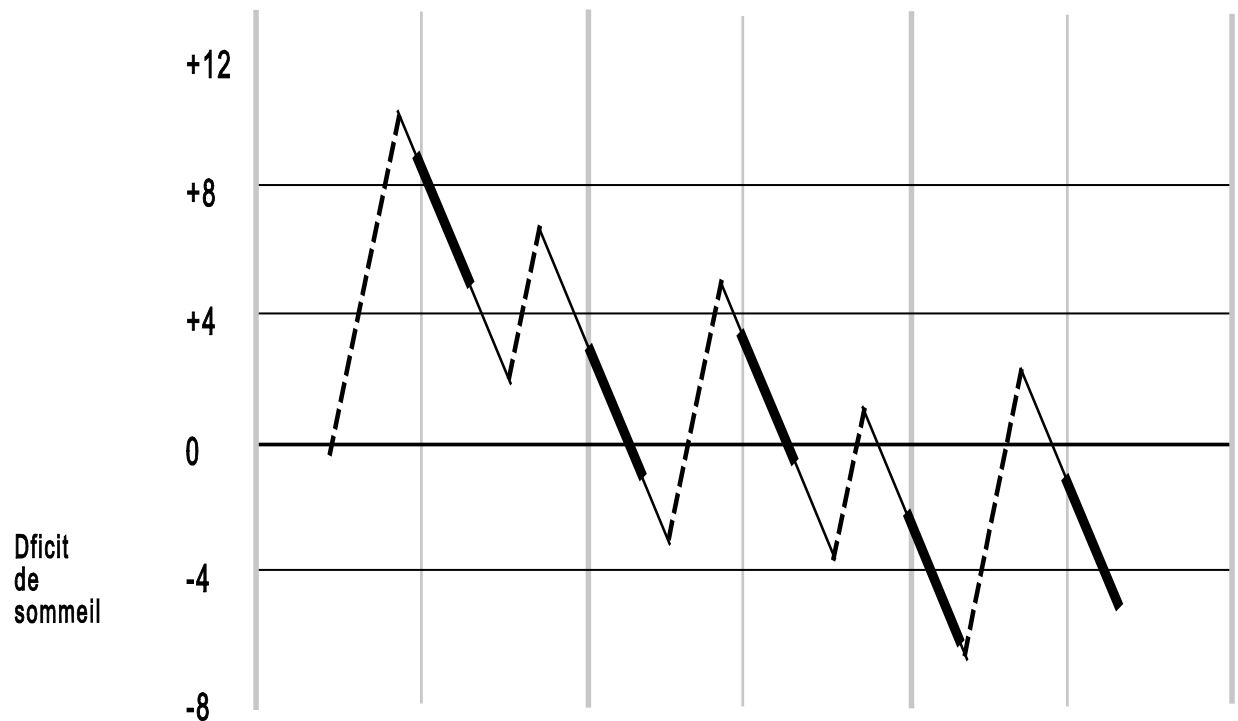
La fatigue est un état physiologique qui se traduit par une diminution du rendement et de la vigilance. Le manque de sommeil, le sommeil non réparateur et la perturbation du rythme circadien sont sources de fatigues. De nombreuses enquêtes sur des accidents industriels ont révélé que les horaires de travail irréguliers, les périodes de service prolongées, ainsi que les périodes de travail et de repos perturbées avaient été des facteurs contributifs.¹¹

La figure 2 présente les heures de sommeil du deuxième lieutenant et donne de l'information sur le manque de sommeil accumulé qu'il accusait avant l'accident. Ces données sont basées sur l'information qu'il nous a fournie. Pour évaluer le manque de sommeil, on alloue un crédit de deux heures pour chaque heure de sommeil prise, jusqu'à un maximum de 16 heures, et on alloue un débit d'une heure pour chaque heure d'éveil.

Le schéma montre que le sommeil pris par le deuxième lieutenant dans les trois jours précédant l'accident affiche une tendance générale à la baisse.

¹⁰ Gavriel Salvendy. *Handbook of Human Factors and Ergonomics*. New York: John Wiley and Sons, 1997.

¹¹ Mark R. Rosekind, Philippa H. Gander, Linda J. Connell, and Elizabeth L. Co, "Crew Factors in Flight Operations X: Alertness Management in Flight Operations", *NASA Technical Memorandum DOT/FAARD-93/18* (NASA Ames Research Center, 1994).



Même si la fatigue n'explique pas nécessairement les actes du deuxième lieutenant, les actes qu'ils a posés sont des erreurs typiques d'un manque de concentration et de trous de mémoire attribuables à la fatigue. Alors qu'il se préparait à faire virer le bâtiment par visibilité réduite, il s'est concentré sur l'identification des feux d'alignement suivants, les feux d'alignement Butternut. Après avoir atteint son objectif immédiat, qui était de repérer les feux d'alignement, il a oublié son objectif initial qui était de faire exécuter un changement de cap à la hauteur de la bouée D-63, et il a continué de vaquer à ses occupations. Ce n'est que lorsque le navire a doublé la bouée D-59 sur bâbord que le deuxième lieutenant s'est rendu compte que le navire avait dépassé la position de changement de cap.

3.0 *Conclusions*

3.1 *Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs*

1. Ni l'officier de navigation assigné au pilotage du navire ni l'officier qui l'assistait n'avaient une bonne idée de la situation, et ils ont tardé à effectuer un changement de route; le navire est sorti du chenal et s'est échoué.
2. Le deuxième officier de navigation était occupé à confirmer à l'aide du radar la position des bouées récemment mises en place, et le point n'a pas été porté sur la carte assez souvent pour permettre aux officiers de se rendre compte que le navire approchait de la position de changement de cap.
3. Les officiers avaient souvent travaillé ensemble et avait pris l'habitude de s'acquitter des tâches sur la passerelle sans établir clairement les responsabilités de chacun concernant le pilotage et la surveillance de la position du navire.

3.2 *Faits établis quant aux risques*

1. La nécessité de partager les responsabilités équitablement, l'importance du travail d'équipe pour être efficace, et l'importance de la communication au sein de l'équipe à la passerelle n'avaient pas été soulignés correctement grâce à de la formation en gestion des ressources à la passerelle (GRP).
2. Le navire a été mis en service une semaine avant la fin de la période de désarmement hivernal initialement prévue, pour effectuer un voyage d'affrètement imprévu, alors que le capitaine régulier du navire et que le premier lieutenant régulier du navire participaient à un stage de formation prévu.
3. Le capitaine de relève et le premier lieutenant de relève ne connaissaient pas les principes de GRP, ne savaient pas comment se servir du SCE et ne connaissaient pas le système de gestion de sécurité de la compagnie. Ils ont été embauchés par le gestionnaire des opérations sans que ce dernier consulte la personne désignée par la compagnie pour s'assurer de la conformité au Code international de sécurité (Code ISM). Cette personne est chargée de s'assurer que les membres d'équipage répondent aux exigences du Code ISM.

3.3 *Autres faits établis*

1. Compte tenu de l'horaire de travail et des périodes de repos du deuxième lieutenant, ce dernier pouvait accuser un manque de sommeil, et il peut avoir eu du mal à se concentrer au travail.

4.0 *Mesures de sécurité*

4.1 *Mesures prises*

Le fabricant du Système de cartes électroniques (SCE) a examiné certaines caractéristiques du logiciel pour s'assurer que les caps et les routes des navires sont dûment consignés; il s'est aussi assuré que le logiciel du SCE était synchronisé avec le GPS.

Le manufacturier du SCE en usage à bord du « ENERCHEM REFINER » au moment de l'événement, a augmenté la période d'enregistrement des données officielles de 12 à 72 heures, comparativement aux 12 heures prévues par les Normes de fonctionnement des systèmes de visualisation des cartes électroniques et d'information (SVCEI) adopté par l'IMO.

4.2 *Préoccupations liées à la sécurité*

Dans le cas à l'étude, les deux sauvegardes qui auraient permis de déceler l'erreur ont été inefficaces : 1) la communication entre le timonier et le deuxième lieutenant et 2) l'utilisation du SEVCM et de sa panoplie d'outils prédictifs et d'alarmes.

En premier lieu, même s'il savait que le navire avait atteint et dépassé la position de changement de cap, le timonier n'en a pas averti les autres membres de l'équipe à la passerelle, parce qu'il estimait que la navigation, et donc les changements de cap, était du ressort exclusif des officiers. En outre, il existait entre les officiers des rapports de travail assez décontractés en ce qui concerne le pilotage et le report de la position du navire sur la carte. Les membres de l'équipage n'avaient pas eu de formation à la GRP, outil essentiel pour améliorer la communication au sein d'une équipe, entre personnes de tous rangs.

En second lieu, cet accident montre bien l'importance de l'ergonomie et d'une bonne formation lorsqu'on implante une nouvelle technologie comme le SEVCM, afin que les équipages soient en mesure d'exploiter au maximum la nouvelle technologie tout en étant bien conscients de ses limites. La présence d'un SEVCM n'est actuellement pas obligatoire à bord de tous les navires. Cependant, cette technologie est de plus en plus utilisée pour alléger le travail de l'équipe à la passerelle et accroître la sécurité en mer.

L'importance de former les navigateurs à l'utilisation du SEVCM est reconnue internationalement.

L'Organisation maritime internationale (OMI) a préparé un cours modèle sur le SEVCM/SCE afin d'aider les établissements de formation maritime et leur personnel enseignant à préparer et à donner de nouveaux cours sur le SEVCM. Au Canada, il n'est pas encore obligatoire de suivre une formation régulière à l'utilisation du SEVCM/SCE.

Le Bureau a déjà fait connaître sa position concernant la formation à la GRP et il va continuer de suivre l'efficacité de la coordination au sein des équipages et celle de la communication entre les membres de l'équipe à la passerelle. En outre, le Bureau est préoccupé par l'implantation, l'intégration et l'utilisation de nouvelles technologies à bord des navires et il va continuer de suivre ce dossier de près lors de ses enquêtes futures.

Le présent rapport met fin à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports sur cet accident. La publication de ce rapport a été autorisée le 13 août 2001 par le Bureau.

Annexe B - Photographies





Annexe C - Sigles et abréviations

APRA	aide au pointage radar automatique
BST	Bureau de la sécurité des transports du Canada
cm	centimètre(s)
Code ISM	<i>Code international de gestion de la sécurité</i>
COLREGS	<i>Règlement international pour prévenir les abordages en mer</i>
GPS	système de positionnement global
GRP	Gestion des ressources à la passerelle
h	heure(s)
HAE	heure avancée de l'Est
ICS	Chambre internationale de la marine marchande
kW	kilowatt
m	mètre(s)
MF	moyenne fréquence
N	nord
OMI	Organisation maritime internationale
SCE	Système de cartes électroniques
SEVCM	Système électronique de visualisation des cartes marines
SHC	Service hydrographique du Canada
SI	Système international (d'unités)
SMTC	Sécurité maritime de Transports Canada
SOLAS	<i>Convention internationale pour la sauvegarde de la vie humaine en mer</i>
TC	Transports Canada
VHF	très haute fréquence
W	ouest
°	degré(s)
'	minute(s)
“	seconde(s)